

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ, ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ
ΕΝΝΟΙΕΣ, ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ**

**WATER FOOTPRINT, VIRTUAL WATER AND CARBON FOOTPRINT, MEANINGS,
CALCULATION TOOLS AND APPLICATION SCENARIOS**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΚΑΤΣΑΓΓΕΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗ

ΚΑΙ

ΤΣΙΤΟΥΡΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :

ΚΑΝΑΚΟΥΔΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Βόλος, Σεπτέμβριος 2020



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ, ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ
ΕΝΝΟΙΕΣ, ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ
WATER FOOTPRINT, VIRTUAL WATER AND CARBON FOOTPRINT, MEANINGS,
CALCULATION TOOLS AND APPLICATION SCENARIOS**

Διπλωματική Εργασία

του

Κατσάγγελου Δημήτρη και Τσιτούρη Κωνσταντίνου

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής την 30^η
Σεπτεμβρίου

.....

Βασίλειος Κανακούδης Θεόδωρος Καρακασίδης Ευάγγελος Κεραμάρης

Βόλος, Οκτώβρης 2020

.....

Κατσάγγελος Δημήτρης

Τσιτούρης Κωνσταντίνος

Copyrights © Κατσάγγελος Δημήτρης, Τσιτούρης Κωνσταντίνος, 2020

All rights reserved

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας μας, Καθηγητή κ. Κανακούδη Βασίλειο, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της εργασίας. Επίσης, είμαστε ευγνώμονες στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής εργασίας μας, Καθηγητή κ. Καρακασίδη Θεόδωρο και Επίκουρο Καθηγητή κ. Κεραμάρη Ευάγγελο για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μας και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους.

Ευχαριστούμε τους φίλους μας Κώστα, Γιάννη, Νίκο, Γιώργο και Παναγιώτη για την ηθική υποστήριξή τους. Πάνω απ' όλα, είμαστε ευγνώμονες στους γονείς μας, Άγγελο, Ευαγγελή, Λάζαρο και Αναστασία καθώς και για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μας. Αφιερώνουμε λοιπόν αυτή την εργασία στους γονείς μας.

Κατσάγγελος Δημήτρης, Τσιτούρης Κωνσταντίνος,

Βόλος, 2020

Υδατικό Αποτύπωμα, Εικονικό Νερό και Ανθρακικό Αποτύπωμα Έννοιες, Εργαλεία Υπολογισμού και Σενάρια Εφαρμογής τους

Κατσάγγελος Δημήτρης, Τσιτούρης Κωνσταντίνος

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2020

Επιβλέπων Καθηγητής: Κανακούδης Βασίλειος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την έρευνα και την συλλογή πληροφοριών σχετικά με το ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα και το εικονικό νερό.

Σε πρώτη φάση γίνεται ανάλυση των κλιματικών αλλαγών και των περιβαλλοντικών φαινομένων που δημιούργησαν την ανάγκη μέτρηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και μείωσης των συγκεντρώσεων αυτών στην ατμόσφαιρα.

Έπειτα αναλύεται ο υδρολογικός κύκλος καθώς και η επιρροή του ανθρώπου σε αυτόν με την αλόγιστη κατανάλωση γλυκού νερού.

Στη συνέχεια παρατίθεται το θεσμικό πλαίσιο που εφαρμόζεται παγκοσμίως αλλά και στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση για την μείωση των ρύπων και στον τρόπο υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Όλα τα παραπάνω δημιούργησαν την ανάγκη δημιουργίας των ορισμών του ανθρακικού αποτυπώματος, του υδατικού αποτυπώματος και του εικονικού νερού.

Το Ανθρακικό Αποτύπωμα υπολογίζει το σύνολο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου οι οποίες προκαλούνται άμεσα ή έμμεσα από ένα άτομο, οργανισμό, εκδήλωση ή προϊόν. Το Ανθρακικό Αποτύπωμα ενός Προϊόντος είναι το συνολικό διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και τα υπόλοιπα αέρια του θερμοκηπίου τα οποία εκπέμπονται κατά τη διάρκεια ζωής (κύκλο ζωής) του προϊόντος, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής του, της χρήσης του και της τελικής απόρριψής του.

Το υδατικό αποτύπωμα μπορεί να αφορά ένα προϊόν, έναν καταναλωτή, μια χώρα ή οργάνωση. Πιο συγκεκριμένα για έναν καταναλωτή ορίζεται ως ο συνολικός όγκος νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή των αγαθών και των υπηρεσιών που καταναλώνονται από ένα άτομο. Όσον αφορά ένα προϊόν το υδατικό αποτύπωμα του ισούται με τον συνολικό όγκο νερού που χρησιμοποιείται άμεσα και έμμεσα για την παραγωγή του προϊόντος αυτού σε κάθε στάδιο της αλυσίδας παραγωγής του.

Το εικονικό νερό είναι η ποσότητα του ενσωματωμένου νερού σε ένα προϊόν που απαιτείται για την παραγωγή, συσκευασία και αποστολή του προϊόντος στους καταναλωτές.

Μετά την ανάλυση των ορισμών παρατίθενται εργαλεία υπολογισμού του ανθρακικού και του υδατικού αποτυπώματος τα οποία βρίσκονται στο διαδίκτυο και ασχολούνται είτε με το ατομικό αποτύπωμα, είτε με το αποτύπωμα μιας επιχείρησης ή ενός προϊόντος. Πιο

συγκεκριμένα για το ανθρακικό αποτύπωμα χρησιμοποιήθηκαν εννέα εργαλεία ενώ για το υδατικό οχτώ. Αφού παρουσιάστηκαν λεπτομερώς έγινε σύγκριση μεταξύ τους και λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένα κριτήρια συμπεράναμε ποια από αυτά είναι αποτελεσματικότερα με πιο ακριβή αποτελέσματα.

Τέλος έγιναν υποθετικά σενάρια υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος ενός ατόμου, μιας επιχείρησης και ενός ταξιδιού. Αντίστοιχα για το υδατικό αποτύπωμα ενός ατόμου και μιας επιχείρησης.

Λέξεις κλειδιά

Ανθρακικό αποτύπωμα, υδατικό αποτύπωμα, εικονικό νερό, εργαλεία υπολογισμού των αποτυπωμάτων, σύγκριση εργαλείων, σενάρια εφαρμογής των εργαλείων.

WATER FOOTPRINT, VIRTUAL WATER AND CARBON FOOTPRINT, MEANINGS, CALCULATION TOOLS AND APPLICATION SCENARIOS

Katsangelos Dimitris, Tsitouris Konstantinos

University of Thessaly, Civil Engineering Department, 2020

Supervisor: Prof. Kanakoudis Vasilios

ABSTRACT

The aim of this dissertation is to research and collect information on carbon and water footprint and virtual water.

Initially, an analysis is made of climate change and environmental phenomena that have created the need to measure greenhouse gas emissions and reduce their concentrations in the atmosphere.

Then the hydrological cycle is analyzed as well as the influence of man with the irrational consumption of fresh water.

Subsequently is referred the institutional framework that is applied worldwide but also in Greece and the European Union for the reduction of pollutants and in the way of calculating the emissions of greenhouse gases.

All of the above created the need to create the definitions of carbon footprint, water footprint and virtual water.

Carbon Footprint calculates the total greenhouse gas emissions that are caused directly or indirectly by an individual, organism, event or product. The Carbon Footprint of a Product is the total carbon dioxide (CO₂) and other greenhouse gases that are emitted during the life cycle of the product, including its production, use and final disposal.

The water footprint can be about a product, a consumer, a country or an organization. More specifically for a consumer it is defined as the total volume of water used to produce the goods and services consumed by an individual. As for a product, its water footprint is equal to the total volume of water used directly and indirectly for the production of this product at each stage of its production chain.

Virtual water is the amount of water embedded in a product required to produce, package and ship the product to consumers.

After analyzing the definitions, carbon and water footprint calculation tools are listed which are found on the internet and deal with either the individual footprint or the footprint of a business or a product. More specifically, nine tools were used for the carbon footprint and eight for the water footprint. After they were presented in detail, a comparison was made

between them and taking into account specific criteria, we concluded which of them is more effective with more accurate results.

Finally, hypothetical scenarios for calculating the carbon footprint of an individual, a business and a trip were made, respectively for the water footprint of an individual and a business.

Keywords

Water footprint, carbon footprint, virtual water, footprint calculators, comparing footprint calculators, scenarios of the calculators

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ABSTRACT.....	vi
Κατάλογος Εικόνων.....	xii
Κατάλογος Πινάκων.....	xiv
Πίνακας Συντομεύσεων -Ακρωνύμια.....	xiv
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	1
1.2. ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	2
1.3. Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ.....	3
1.4. ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΠΗΓΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	4
1.4.1. ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ	4
1.4.2. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	5
1.4.3. ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	5
1.4.4. ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ.....	5
1.5. ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	6
1.5.1. ΑΛΛΑΓΗ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	6
1.5.2. ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΩΝ	6
1.5.3. ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ	7
1.5.4. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΕΛ ΝΙΝΙΟ.....	7
1.5.5. ΆΜΕΣΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	8
1.5.6. ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ.....	8
1.5.7. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ	8
1.5.8. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΡΟΦΗΣ	8
1.6. ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	9

1.7.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ.....	10
1.8.	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ.....	13
1.9.	ΨΕΥΔΑΙΣΘΗΣΗ ΑΦΘΟΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΠΛΑΝΗΤΗ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ, ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΝΕΡΟ		17
2.1.	ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ.....	17
2.2.	ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ.....	19
2.2.1.	Ορισμός	19
2.2.2.	Αποτύπωμα άνθρακα σύμφωνα με το EF	21
2.3.	ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	21
2.3.1.	Ιστορική αναδρομή.....	22
2.3.2.	Ορισμός	23
2.3.3.	Γκρι αποτύπωμα νερού	26
2.3.4.	Μπλε αποτύπωμα νερού.....	28
2.3.5.	Πράσινο αποτύπωμα νερού	29
2.3.6.	Άμεσο και έμμεσο υδατικό αποτύπωμα	30
2.3.7.	Υπολογισμός του υδατικού αποτυπώματος	30
2.3.8.	Διαφορά του υδατικού αποτυπώματος από άλλους δείκτες	32
2.4.	ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΝΕΡΟ	32
2.4.1.	Προέλευση του ορισμού	32
2.4.2.	Εικονικό νερό και εμπόριο	33
2.4.3.	Υπολογισμός του εικονικού νερού σε ένα προϊόν	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ		36
3.1.	ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ.....	36
3.1.1.	Εισαγωγή	36
3.1.2.	WWF	38
3.1.3.	COOLCLIMATE.....	38
3.1.4.	EPA Usa	39

3.1.5.	Carbon Footprint	40
3.1.6.	CLIMATECARE	41
3.1.7.	CARBONFUND.....	42
3.1.8.	TERRAPASS.....	43
3.1.9.	COTAP	46
3.1.10.	CARBON INDEPENDENT	46
3.2.	ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	47
3.2.1.	Εισαγωγή	47
3.2.2	WATER FOOTPRINT NETWORK.....	49
3.2.2.1	ΑΤΟΜΙΚΟ (SIMPLE)	49
3.2.2.2	ΑΤΟΜΙΚΟ (EXTENDED).....	49
3.2.2.3	WATER FOOTPRINT ASSESSMENT TOOL.....	50
3.2.3	WATER FOOTPRINT CALCULATOR	51
3.2.4	AQUAPATH.....	52
3.2.5	SUSTAINABILITY	52
3.2.6	PELICANWATER.....	53
3.2.7	AGROCLIMATE	54
3.2.8	BEF	55
3.2.8.1	Για μια επιχείρηση	55
3.2.8.2	Για μια δεξίωση.....	56
3.2.9	GREENKEY	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	58	
4.1.	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ CF.....	58
4.1.1.	Δείκτες και κατηγορίες αξιολόγησης.....	60
4.1.2.	Σε ποιες επιχειρήσεις απευθύνεται κάθε εργαλείο.....	65
4.2.	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ WF	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΠΟΘΕΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ.....	69	
5.1.	ΧΡΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ CF	69
5.1.1.	Ατομικό ανθρακικό αποτύπωμα	69
5.1.1.1.	CARBONINDEPENDENT	69
5.1.1.2.	COTAP	70

5.1.1.3.	CARBONFOOTPRINT.....	71
5.1.1.4.	EPAUSA.....	72
5.1.2.	Ανθρακικό αποτύπωμα επιχειρήσεων	72
5.1.2.1.	TERRAPASS	73
5.1.2.2.	COTAP	73
5.1.3.	Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος ενός ταξιδιού	74
5.1.3.1.	CLIMATECARE.....	74
5.1.1.1.	TERRAPASS	75
5.2.	ΥΠΟΘΕΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΤΟΥ	
	ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΝΕΡΟΥ.....	76
5.2.1.	Ατομικό υδατικό αποτύπωμα.....	77
5.2.1.1.	PELICANWATER.....	77
5.2.1.2.	WATERFOOTPRINTNETWORK.....	78
5.2.2.	Σενάριο μέτρησης υδατικού αποτυπώματος ενός ξενοδοχείου	79
5.2.2.1.	GREENKEY	79
5.2.3.	Υδατικό αποτύπωμα μιας επιχείρηση.....	80
5.2.3.1.	BEF.....	80
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	82
6.1.	Η σημαντικότητα του ΥΑ.....	83
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	85

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1-1 : Διάγραμμα αύξησης της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας της γης από το 1850 έως το 2017 (Berkeley earth, 2017)	1
Εικόνα 1-2 : Ποσοστό εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα το 2012 (EuropeanEnvironmentAgency,2012).....	6
Εικόνα 1-3 : Διάγραμμα ανάλυσης προσδιοριστικών παραγόντων της μεταβολής στις εκπομπές CO 2 από την καύση ορυκτών καυσίμων στην ΕΕ για την περίοδο 2005-2012.....	11
Εικόνα 1-4: Διάγραμμα συνολικού αντίκτυπου στην εκπομπή CO2,στον ΑΕΠ, στις τεχνολογικές αλλαγές και την οικονομία την περίοδο 2005-2012 (Ευρωπαϊκή επιτροπή,2012)	12
Εικόνα 1-5: Διάγραμμα παρουσίασης της κατανομής των εκπομπών CO2 σε διάφορες χώρες του πλανήτη. (IEA, 2013)	12
Εικόνα 2-1 : Διάρθρωση του μέσου αποτυπώματος άνθρακα (κατά κεφαλήν) για τα αστικά νοικοκυριά (όλες οι εισοδηματικές ομάδες). (Bhoogar et al.,2014)	20
Εικόνα 2-2: Διάρθρωση του μέσου αποτυπώματος άνθρακα (κατά κεφαλήν) για τα αγροτικά νοικοκυριά όταν το ξύλο θεωρείται ουδέτερο CO2. (Bhoogar et al.,2014)	20
Εικόνα 2-3 : Μέσος όρος υδατικού αποτυπώματος ανά χώρα (Hoekstra& Champagain,2008).....	22
Εικόνα 2-4 : Διάρθρωση του υδατικού αποτυπώματος σε κατηγορίες (Hoekstra, 2008).....	26
Εικόνα 2-5 : Χάρτης ανταλλαγής εικονικού νερού(Water Footprint Network. Enschede, the Netherlands. waterfootprint.org, 2012).....	34
Εικόνα 3-1 : Εργαλείο WWF	38
Εικόνα 3-2 : Εργαλείο Cool Climate.....	39
Εικόνα 3-3 : Εργαλείο EPA USA	40
Εικόνα 3-4 : Εργαλείο Carbon Footprint Ltd	41
Εικόνα 3-5 : Εργαλείο Climate Care.....	42
Εικόνα 3-6 : Εργαλείο Carbon Fund.....	43
Εικόνα 3-7 : Υπολογισμός ενός event εργαλείου Terra Pass	44
Εικόνα 3-8 : Ατομικός υπολογισμός εργαλείου Terra Pass.....	45
Εικόνα 3-9 : Υπολογισμός μια επιχείρησης εργαλείου Terra Pass	46
Εικόνα 3-10 : Εργαλείο Cotar.....	46
Εικόνα 3-11 : Εργαλείο Carbon Independent.....	47
Εικόνα 3-12 : Εργαλείο (απλό) Water Footprint network.....	49

Εικόνα 3-13 : Εργαλείο (σύνθετο) Water Footprint network.....	50
Εικόνα 3-14 : Εργαλείο Water Footprint Calculator.....	52
Εικόνα 3-15 : Εργαλείο Aquarath	52
Εικόνα 3-15 : Εργαλείο Sustainability.....	53
Εικόνα 3-16 : Εργαλείο Pelican Water.....	54
Εικόνα 3-17 : Εργαλείο Agro Climate	55
Εικόνα 3-18 : Εργαλείο BEF για μια επιχείρηση.....	56
Εικόνα 3-19 : Εργαλείο BEF για ένα Event	56
Εικόνα 3-20 : Εργαλείο Green Key.....	57
Εικόνα 4-1 : Γραφικές παραστάσεις ραντάρ σύγκρισης των εργαλείων ανθρακικού αποτυπώματος(Mulrow et al., 2019)	62
Εικόνα 5-1 : Αποτελέσματα σεναρίου στο Carbon Independent.....	70
Εικόνα 5-2 : Σύγκριση αποτελεσμάτων από το Carbon Independent με τον παγκόσμιο μέσο όρο και άλλων χωρών.....	70
Εικόνα 5-3 : Αποτελέσματα του Cotar σε περιοχή της Alabama.....	71
Εικόνα 5-4 : Δεδομένα εισόδου για το Carbon Footprint σε περιοχή της Alabama	71
Εικόνα 5-5 : Αποτελέσματα του Carbon Footprint σε περιοχή της Alabama.....	72
Εικόνα 5-6 : Αποτελέσματα και σύγκριση από το EPAUSA με τον μέσο όρο της Αμερικής	72
Εικόνα 5-7 : Αποτελέσματα ανθρακικού αποτυπώματος του Terrapass σε επιχείρηση στην Alabama	73
Εικόνα 5-8 : Αποτελέσματα του συνολικού CF του Cotar της επιχείρησης καθώς και κάθε ενότητας	74
Εικόνα 5-9 : Αποτελέσματα του ανθρακικού αποτελέσματος ενός ταξιδιού στο Climate Care	75
Εικόνα 5-10 : Αποτελέσματα του ανθρακικού αποτυπώματος ενός ταξιδιού στο Terra Pass.....	76
Εικόνα 5-11 : Αποτελέσματα υδατικού αποτυπώματος με την χρήση του Pelican water	77
Εικόνα 5-12 : Αποτελέσματα υδατικού αποτυπώματος με την χρήση του Water footprint network	79
Εικόνα 5-13 : Διάγραμμα υδατικού αποτυπώματος ανάλογα με το είδος τροφής.....	79
Εικόνα 5-14 : Αποτελέσματα μέτρησης υδατικού αποτυπώματος ενός ξενοδοχείου με το Green key	80
Εικόνα 5-15 : Αποτελέσματα του υδατικού αποτυπώματος μιας επιχείρησης στο BEF	81

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3-1 : Εργαλεία υπολογισμού ανθρακικού αποτυπώματος και κατηγορία υπολογισμού τους	37
Πίνακας 3-2 : Εργαλεία υπολογισμού του υδατικού αποτυπώματος και κατηγορίες υπολογισμού τους	48
Πίνακας 4-1 : Χρωματική κωδικοποίηση των εργαλείων του άνθρακα για κάθε κατηγορία	63
Πίνακας 4-2 : Κατηγορία υπολογισμού των εργαλείων του άνθρακα	64
Πίνακας 4-3 : Πλήθος ερωτήσεων των εργαλείων υδατικού αποτυπώματος σε κάθε κατηγορία	66
Πίνακας 4-4 : Χρωματική κωδικοποίηση των εργαλείων υδατικού αποτυπώματος για κάθε κριτήριο	67

Πίνακας Συντομεύσεων -Ακρωνύμια

CF	Carbon Footprint
WF	Water Footprint
EF	Ecological Footprint
PP	Πρωτογενείς Παραγωγή
GHG	Αέρια του θερμοκηπίου
ΥΑ	Υδατικό αποτύπωμα
IPCC	Διακυβερνητική επιτροπή για την αλλαγή του κλίματος
IEA	International energy agency
LCA	Ανάλυση κύκλου ζωής
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
ISO	International Standard Organization
ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

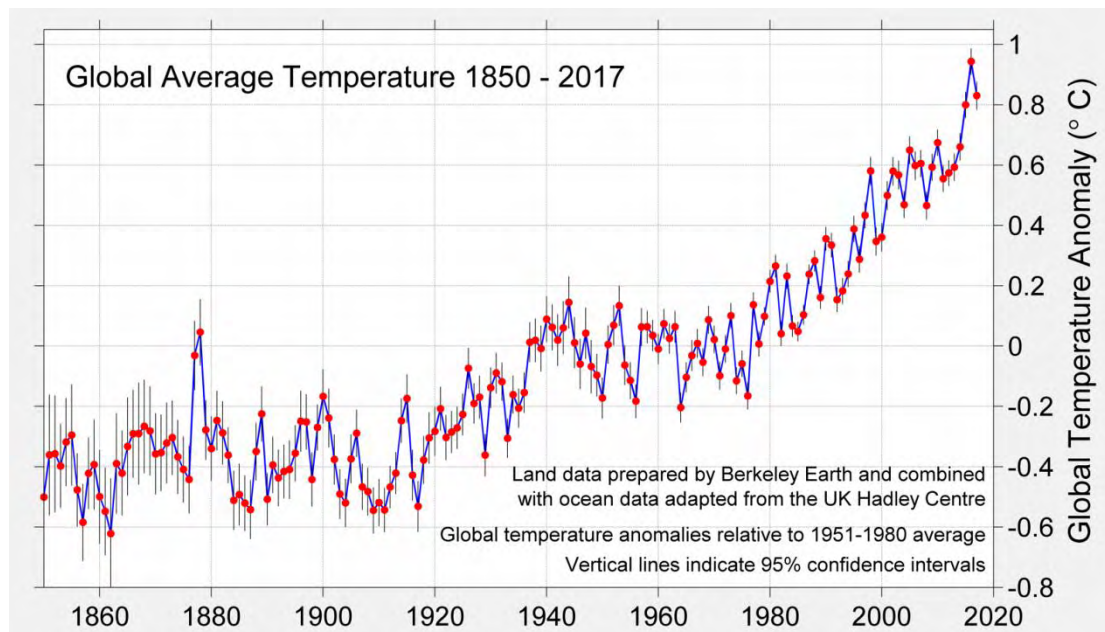
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Κατά την διάρκεια της ιστορία της Γης το κλίμα της έχει αλλάξει πολλές φορές. Φυσικοί παράγοντες αυτής της αλλαγής είναι οι ηφαιστειακές εκρήξεις, το ποσό ενέργειας που απελευθερώνεται απ τον ήλιο , η αύξηση της συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα των αερίων του θερμοκηπίου, οι αλλαγές στην τροχιά της γης και οι αλλαγές στην γεωγραφία του πλανήτη. Αυτοί οι φυσικοί παράγοντες καλούνται συχνά ενισχυτές κλίματος.

Τα τελευταία χρόνια όμως ο ανθρώπινος παράγοντας επηρέασε σημαντικά το κλίμα της Γης. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες, κυρίως απ την βιομηχανική επανάσταση και μετά, άλλαξαν την σύνθεση της ατμόσφαιρας, αύξησαν τα αέρια που είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και κατά συνέπεια αύξησαν την θερμοκρασία του πλανήτη.

Η μέση θερμοκρασία σε ξηρά και θάλασσα συνεχώς ανεβαίνει και έχει φτάσει την αύξηση των 0,8C από την περίοδο πριν την βιομηχανική επανάσταση. Η διαδικασία αυτή λέγεται και υπερθέρμανση του πλανήτη. Ακραία καιρικά φαινόμενα με αλλαγές και στις βροχοπτώσεις παρατηρήθηκαν τον 20^ο αιώνα. Πιο συγκεκριμένα, η δεκαετία του 1990 ήταν η πιο ζεστή και το 1998 η πιο ζεστή χρονιά από το 1861. Το 2005, σύμφωνα με την Nasa αυτό το ρεκόρ καταρρίφθηκε. η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα έχει αυξηθεί από 280 ppmv σε 369 ppmv θέτοντας έτσι τον 20^ο αιώνα τον θερμότερο της τελευταίας χιλιετίας. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται οι παγκόσμιες θερμοκρασίες από το 1850 ως το 2017. Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από την Berkeley Earth.



Εικόνα 1-1 : Διάγραμμα αύξησης της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας της γης από το 1850 έως το 2017 (Berkeley earth, 2017)

Σύμφωνα με την Διακυβερνητική επιτροπή για τις κλιματικές αλλαγές(IPCC) αν συνεχίσει η ανθρωπότητα να χρησιμοποιεί τα ορυκτά καύσιμα έως το 2100 η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης θα αυξηθεί από 1,4°C έως 5,8°C.

1.2. ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική ατμοσφαιρική διαδικασία η οποία διατηρεί την θερμοκρασία του πλανήτη στο επίπεδο των 15°C με αποτέλεσμα να δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες για να υπάρξει ζωή. Η θεωρία αυτού του φαινομένου πρωτοδιατυπώθηκε το 1824 απ τον Γάλλο μαθηματικό, αστρολόγο και φυσικό Joseph Fourier. Το φαινόμενο αυτό πραγματοποιείται εξαιτίας κάποιων αερίων που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα και απορροφούν θερμική υπέρυθρη ακτινοβολία με μεγάλη αποτελεσματικότητα. Έτσι επιτρέπουν την διέλευση της ηλιακής ακτίνας στην γη ενώ εμποδίζουν την έξοδο προς το διάστημα της θερμότητας των ηλιακών ακτινών. Χωρίς αυτό τον μηχανισμό η Γη θα είχε μέσο όρο 35°C χαμηλότερο.

Από την συνολική ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται ο πλανήτης το 51% απορροφάται από τους ωκεανούς το 16% από την ατμόσφαιρα και το 3% από τα νέφη. Το υπόλοιπο 30% της ηλιακής ακτινοβολίας επιστρέφει στο διάστημα. Έτσι η γη διατηρεί την μέση θερμοκρασία της σταθερή.

Τα τελευταία χρόνια οι συγκεντρώσεις των αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας (αέρια θερμοκηπίου) έχουν αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό λόγω των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων με αποτέλεσμα την αύξηση της ακτινοβολίας που απορροφάται από την ατμόσφαιρα και την επακόλουθη αύξηση της θερμοκρασίας. Υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία του πλανήτη έχει αυξηθεί κατά 0,5 με 0,6oC από το 1880, λόγω της έξαρσης του φαινομένου. Ακόμα, αν μέχρι το 2100 δεν ληφθούν μέτρα μείωσης των εκπομπών, η αύξηση της θερμοκρασίας θα φτάσει από 1,5 έως 4,5oC (IEA,2013.)

Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι περίπου 20 στο πλήθος και ο όγκος τους είναι μικρότερος από 1% του συνολικού όγκου της ατμόσφαιρας. Τα σημαντικότερα είναι οι υδρατμοί (H₂O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) και το τροποσφαιρικό όζον (O₃). Το ενεργειακό ισοζύγιο διαταράσσεται με κάθε μεταβολή στις συγκεντρώσεις αυτών των αερίων όπου με την σειρά προκαλείται μεταβολή της θερμοκρασίας και ως εκ τούτου κλιματικές αλλαγές. Οι υδρατμοί, απορροφούν το 65% της υπέρυθρης ακτινοβολίας, δεν φαίνεται όμως να έχουν επηρεαστεί άμεσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα σε αντίθεση με τις συγκεντρώσεις των υπόλοιπων αερίων που έχουν μεταβληθεί σημαντικά. Η σημαντικότερη μεταβολή είναι αυτή του CO₂, καθώς αποτελεί αέριο που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα με την καύση του πετρελαίου, του κάρβουνου και άλλων ορυκτών καυσίμων (Ανδρίτσος, 2008).

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες πέρα από τις εκπομπές υψηλών συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, προσβάλλουν και την δυνατότητα του πλανήτη να απορροφά το CO₂ και να το ενσωματώνει στους φυσικούς κύκλους ροής ενέργειας και ύλης μέσα από τα φυτά, με την καταστροφή των δασών και του φυτοπλαγκτόν των ωκεανών. Το πλαγκτόν είναι ο σημαντικότερος «απορροφητής» CO₂ του πλανήτη, καθώς πρόκειται για φυτικό οργανισμό που χρησιμοποιεί το CO₂ κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

1.3. Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Στον βιογεωχημικό κύκλο του άνθρακα συμμετέχουν 2 βασικές διεργασίες, η φωτοσύνθεση από τους παραγωγούς και η αναπνοή από παραγωγούς, καταναλωτές και αποικοδομητές. Παράλληλα, λόγω των αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών τα τελευταία 50 χρόνια η όλο και εντεινόμενη χρήση καυσίμων είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των εκπομπών και συνεπώς και των συγκεντρώσεων CO₂ στην ατμόσφαιρα. Σύμφωνα με τον Μουσιόπουλο (2015), «τα αυξημένα επίπεδα συγκεντρώσεων CO₂ στην ατμόσφαιρα έχουν συνδεθεί μέσα από επιστημονικές μελέτες με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και κατά συνέπεια με την παγκόσμια κλιματική αλλαγή» (σελ 52). Οι μορφές του άνθρακα που συμμετέχουν στον βιογεωχημικό του κύκλο είναι τρεις:

- Ο ανόργανος άνθρακας που εντοπίζεται σε πετρώματα (για παράδειγμα, το διανθρακικό και το ανθρακικό άλας).
- Ο οργανικός άνθρακας που βρίσκεται στον οργανικό φυτικό ιστό.
- Ο άνθρακας σε αέρια φάση όπως το CO₂, το CH₄ (μεθάνιο) και το CO (μονοξείδιο άνθρακα) (Μουσιόπουλος κ.ά., 2015).

Ο άνθρακας στις παραπάνω μορφές του εντοπίζεται σε όλα τα διαμερίσματα ενός οικοσυστήματος, δηλαδή σε:

- πετρώματα, κυρίως με τη μορφή ανθρακικού ασβεστίου (ασβεστόλιθοι) ή διασκορπισμένου οργανικού άνθρακα σε ιζηματογενή πετρώματα (π.χ. σχιστόλιθοι),
- επιφανειακά και υπόγεια νερά, ωκεανούς,
- έδαφος (χημικές ενώσεις εδάφους),
- ατμόσφαιρα (σχεδόν αποκλειστικά ως αέριο CO₂ σε ποσοστό 99,6% του συνόλου),
- φυτά και ζώντες οργανισμούς (Μουσιόπουλος κ.ά., 2015).

Πρακτικά ο κύκλος του άνθρακα είναι ο μετασχηματισμός του άνθρακα από τη μια μορφή του στην άλλη καθώς και η κίνησή (ροή) του από το ένα διαμέρισμα στο άλλο. Οι κύριες διαδρομές του κύκλου του άνθρακα σύμφωνα με τον Μουσιόπουλο είναι οι εξής :

- η διάλυση του διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα στον ωκεανό και αντίστροφα.
- η φωτοσύνθεση μέσα από την οποία τα φυτά καταναλώνουν CO₂ και έχουμε εκροή αυτού από την ατμόσφαιρα).
- η αναπνοή κατά την οποία παράγεται CO₂ με αποτέλεσμα να έχουμε την εισροή του στην ατμόσφαιρα.
- η καύση των ορυκτών καυσίμων και της βιομάζας κατά την οποία εκλύεται CO₂ στην ατμόσφαιρα.

Εκτός από τη βιολογική δραστηριότητα της φωτοσύνθεσης και της αναπνοής, πρέπει να εξεταστούν και οι άλλοι μηχανισμοί που ελέγχουν τις διαδρομές άνθρακα κατά τη λειτουργία του κύκλου του προκειμένου να γίνει πλήρως κατανοητή η λειτουργία του, να εντοπιστεί η ποσότητα άνθρακα του ισοζυγίου που χάνεται, καθώς και ο τρόπος μείωσης του ρυθμού αύξησής του στην ατμόσφαιρα.

Οι μηχανισμοί αυτοί είναι η ηφαιστειακή δραστηριότητα και η διάβρωση των βράχων. Πιο αναλυτικά η ηφαιστειακή δραστηριότητα σχετίζεται άμεσα με την συγκέντρωση CO₂ στην ατμόσφαιρα καθώς όσο πιο έντονη είναι αυτή η δραστηριότητα τόσο πιο πολύ CO₂ απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα και η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα να αυξάνεται. Οι μεμονωμένες ηφαιστειακές εκρήξεις επιδρούν λιγότερο στη συγκέντρωση CO₂, καθώς κατά την εκδήλωσή τους είναι πολύ πιθανό να ελευθερώσουν σωματίδια στην ατμόσφαιρα τα οποία μπορεί να προκαλέσουν στην επιφάνεια της γης μια μικρή και προσωρινή ψύξη. Όσον αφορά τον δεύτερο μηχανισμό κατά την διάβρωση των βράχων παράγεται μια μορφή ανόργανου άνθρακα που ονομάζεται διττανθρακικό άλας (HCO₃⁻) και ασβέστιο (Ca²⁺) και μεταφέρονται στους ωκεανούς μέσω των ποταμών. Με τη βοήθεια και άλλων οργανισμών στους ωκεανούς, σχηματίζεται το άλας ανθρακικού ασβεστίου από το ασβέστιο και το διττανθρακικό άλας που υπάρχει στα κοχύλια. Έπειτα αυτό θάβεται στα ιζήματα και παραμορφώνεται λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης που επικρατούν. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι ένα παραμορφωμένο μίγμα το οποίο ανέρχεται στην επιφάνεια υπό μορφή μάγματος και απελευθερώνεται από τα ηφαίστεια στην επιφάνεια του εδάφους. Μέσω αυτής της διαδικασίας μέρος από το άλας ανθρακικού ασβεστίου μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα για να ξεκινήσει ο κύκλος του από την αρχή (Μουσιόπουλος κ.α., 2015).

1.4. ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΠΗΓΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

1.4.1. ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ

Ως γνωστόν τα φυτά με την διαδικασία της φωτοσύνθεσης απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα και απελευθερώνουν οξυγόνο στο περιβάλλον. Ωστόσο ο άνθρωπος αποψιλώνοντας εδαφικές εκτάσεις επιδεινώνει το πρόβλημα των αερίων του θερμοκηπίου καθώς αυξάνεται η συγκέντρωση διοξειδίου στην ατμόσφαιρα

Στα πρώτα χρόνια το δάσος χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο ως καταφύγιο, για την ξυλεία και για την εύρεση της τροφής του. Εκείνη την εποχή τα δάση δεν εκμεταλλευόντουσαν όπως σήμερα με αποτέλεσμα να μην απειλούνται διάφορα είδη με εξαφάνιση. Από αυτές τις πρωτόγονες περιόδους χρήσης των δασών μέχρι την σύγχρονη εποχή, υπήρξε μεγαλύτερη ανάγκη για υλικά όπως το ξύλο η οποία οδήγησε σε αύξηση στην ποσότητα της ξυλείας που καθημερινά υλοτομούνται. Οι σκοποί που οδήγησαν στην καταστροφή των δασών είναι οι εξής:

- Μετατροπή των δασών κυρίως σε λιβάδια για την εκτροφή ζώων.
- Παραγωγή ξυλείας. Τα μεγαλύτερα δάση στον κόσμο βρίσκονται κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες οι οποίες λόγω οικονομικής δυσχέρειας εξάγουν ξυλεία στις ανεπτυγμένες χώρες δίχως να λαμβάνεται υπόψη η βιωσιμότητα.

- Επέκταση της γεωργικής γης. Με την ραγδαία αύξηση του πληθυσμού δημιουργήθηκε ανάγκη για μεγαλύτερες εκτάσεις γης προς καλλιέργεια. Σε πολλές χώρες η εύκολη λύση είναι συχνά η εκμετάλλευση της δασικής γης.
- Δημιουργία βιομηχανικών ζωνών από μεταλλευτικές βιομηχανίες οι οποίες συχνά προκαλούν αποψίλωση των δασών με σκοπό να εκμεταλλευτούν τα εδάφη.
- Αξιοποίηση του ξύλου ως πρώτη ύλη. Η οικοδομική και η καύσιμη ξυλεία από τα δάση είναι προτιμότερη στις αναπτυσσόμενες χώρες λόγω οικονομίας. (Ferrara et al., 2004).

Στην εποχή μας τα δάση απειλούνται από ποικίλους παράγοντες. Σύμφωνα με τον Ferrara (2004) μερικοί από αυτούς είναι «οι κλιματικές, αλλαγές μεταδοτικές ασθένειες από έντομα ή άλλους παθογενείς οργανισμούς, απειλές καθαρά ανθρωπογενούς φύσης, πυρκαγιές, ατμοσφαιρική ρύπανση, αποψίλωση και αύξηση των πιέσεων από τις κοινωνίες.» Ο άνθρωπος έχει την ευθύνη για το μεγαλύτερο μέρος αυτών των απειλών. Πράγματι, το αποτύπωμα της ανθρώπινης δραστηριότητας είναι πάντα παρών. Έχει μικρή ευθύνη όσον αφορά τις αλλαγές του κλίματος, σε σχέση με τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, που ευθύνονται για μια μεγάλη καταστροφή. Έχει ωστόσο μέτρια ευθύνη για την ανάπτυξη ορισμένων τεχνητών «δασοκομικών συστάδων» τα οποία είναι επιρρεπή σε προσβολές από παράσιτα. Και τέλος οι ανθρώπινες ενέργειες έχουν το μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης για τα φαινόμενα ατμοσφαιρικής ρύπανσης και αποψίλωσης (Ferrara et al., 2004).

1.4.2 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Η βιομηχανία είναι άλλη μία βασική πηγή αερίων του θερμοκηπίου. Έως τον 19^ο αιώνα, δεν υπήρχε σημαντική έκλυση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα από τον άνθρωπο. Με την βιομηχανική επανάσταση όμως εξελίχθηκαν οι εφευρέσεις και οι βιομηχανικές καινοτομίες (ηλεκτρισμός, αυτοκίνητα κ.α.).

Λόγω της ενέργειας που απαιτούν οι εφευρέσεις και οι καινοτομίες αυτές αυξήθηκε σημαντικά η καύση ορυκτών καυσίμων όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο με αποτέλεσμα την απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.

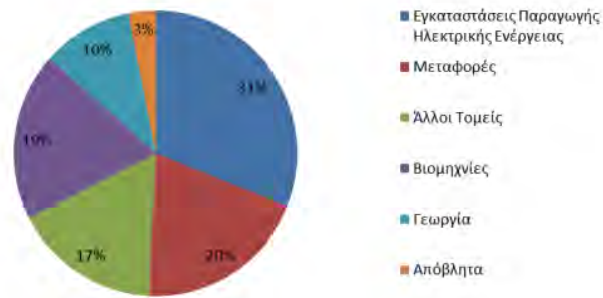
1.4.3 ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Οι μεταφορές συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου σημαντικά καθώς με την χρήση των οχημάτων εκλύονται στην ατμόσφαιρα σημαντικές ποσότητες οξειδίου αζώτου, μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων σημαντικότερες είναι οι οδικές μεταφορές λόγω του πλήθους τους αλλά και οι εναέριες και οι θαλάσσιες δεν είναι αμελητέες.

1.4.4 ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ

Το 58% της εκπομπής του υποξειδίου του αζώτου προέρχεται από την κτηνοτροφία. Το N₂O προέρχεται από το μετασχηματισμό του αζώτου του εδάφους και την κοπριά και εκπέμπεται όταν συγκεντρωθεί περισσότερο άζωτο απ όση μπορεί να απορροφήσει το έδαφος. Επίσης η αυξημένη κτηνοτροφία στις μέρες μας λόγω υπερκατανάλωσης οδηγεί στην κατανάλωση μεγάλων φυτικών ποσοτήτων καθώς και αποψίλωση δασών για την δημιουργία βοσκότοπων.

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα



Εικόνα 1-2 : Ποσοστό εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα το 2012 (European Environment Agency, 2012)

1.5. ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Η αύξηση της θερμοκρασίας συνδέεται με παράγοντες που δεν είναι πλήρως γνωστοί στον άνθρωπο με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να εκτιμηθούν εκ των προτέρων οι συνέπειες του φαινομένου. Ωστόσο οι σημαντικότερες συνέπειες είναι οι παρακάτω.

1.5.1 ΑΛΛΑΓΗ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

Εξαιτίας της μετατόπιση των ζωνών βροχοπτώσεως βορειότερα και εμφάνιση ερήμων στο κάτω τμήμα της εύκρατης ζώνης θα σημειωθούν αλλαγές στα διάφορα είδη βλάστησης τόσο στις γεωργικές εκτάσεις όσο και στα δάση. Ο Ακύλας (2005) τόνισε πως «Όσον αφορά την Ελλάδα σε περιοχές όπως η Καβάλα, Θάσος, Ηράκλειο, Πύργος, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά κ.λπ., από το 1982 και μετά, το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης βρίσκεται συνεχώς κάτω από τον μέσο όρο και τα αίτια ίσως θα πρέπει να αναζητηθούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.»

1.5.2. ΆΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΩΝ

Μία από τις πιο δραματικές επιπτώσεις της αύξησης της θερμοκρασίας της γης εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας. Σε παγκόσμιο επίπεδο μπορεί να θέσει σε κίνδυνο ολόκληρες πόλεις που είναι τοποθετημένες κοντά στην θάλασσα. Η «θερμική διαστολή του νερού» και «τήξη των πάγων» είναι παράγοντες που σχετίζονται με την αλλαγή του κλίματος και κατά συνέπεια την άνοδο της στάθμης της θάλασσας (Δουκάκης κ. α., 2005).

Οι αυξομειώσεις της πυκνότητας του νερού επηρεάζουν τον όγκο των ωκεάνιων νερών, επομένως και την στάθμη της θάλασσας, αν θεωρηθεί ότι η μάζα των ωκεανών είναι σταθερή. Ακόμα η πυκνότητα εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την αλατότητα του νερού. Η θερμοκρασία συγκεκριμένα ευθύνεται για περισσότερο από το 90% της αύξησης του όγκου των ωκεανών παγκοσμίως (Cazenave & Nerem, 2004). Καθώς ανεβαίνει η θερμοκρασία του πλανήτη, η πυκνότητα των νερών των ωκεανών μειώνεται, με αποτέλεσμα ο όγκος τους να αυξάνεται. Ο Δουκάκης (2005) προσθέτει ότι «Λόγω των αργών διαδικασιών εξισορρόπησης της θερμικής διαστολής σε μερικές περιοχές, σε περίπτωση μιας ραγδαίας κλιματικής αλλαγής, ο ρυθμός μεταβολής της στάθμης της θάλασσας ενδέχεται να αυξηθεί σε κάποιες περιοχές πιο γρήγορα από κάποιες άλλες». (Δουκάκης κ. α., 2005)

Λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη, το λιώσιμο των πάγων που βρίσκονται στις ορεινές περιοχές είναι ο δεύτερος σημαντικότερος παράγοντας που συμβάλει στην αύξηση της στάθμης της θάλασσας, μετά τη θερμική διαστολή που είδαμε παραπάνω (IPCC, 2001a). Οι πολικοί πάγοι σημειώνει ο Gregory (2004) «περιέχουν το 99% του γλυκού νερού στη Γη και αν έλιωναν θα οδηγούσαν σε άνοδο της επιφάνειας της θάλασσας κατά 68 μέτρα: 61 από τους πάγους της Ανταρκτικής και 7 από αυτούς της Γροιλανδίας.» Παρόλα αυτά η επίδραση τους στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας που παρατηρείται στην παρούσα στιγμή δεν είναι ακόμα αποδεδειγμένη κυρίως εξαιτίας δυσκολιών που αφορούν στην συλλογή δεδομένων. Στην Ανταρκτική συγκεκριμένα, οι μεταβολές όγκου του πάγου οφείλονται κατά κανόνα σε αποκόλληση παγόβουνων αλλά και σε τήξη της βάσης των παγετώνων, καθώς οι θερμοκρασίες που επικρατούν εκεί είναι αρκετά χαμηλές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να συμβαίνει τήξη μικρής έκτασης στην επιφάνεια των πάγων. Αντιθέτως η επιφανειακή τήξη που συμβαίνει στους πάγους της Γροιλανδίας λόγω της αλλαγής του κλίματος είναι σημαντική. Συνολικά υπολογίζεται πως η Γροιλανδία συμβάλει περισσότερο από την Ανταρκτική στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας παγκοσμίως (IPCC, 2001a; Cazenave & Nerem, 2004).

Οι μετρητές παλίρροιας (tide gauge) υπολογίζουν συνήθως την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Οι μετρήσεις αυτές, ωστόσο, δεν μπορούν να συνυπολογίσουν τις κατακόρυφες κινήσεις του εδάφους οι οποίες επηρεάζουν τις αυξομειώσεις της στάθμης της θάλασσας συγκριτικά με το έδαφος. Εφαρμόζοντας στους υπολογισμούς των μετρητών αυτών τις κατάλληλες τροποποιήσεις για το «φαινόμενο της κατακόρυφης μετακίνησης του εδάφους» μετά την ελάττωση του όγκου των παγετώνων (Post-Glacial Rebound, PGR), η άνοδος της στάθμης της θάλασσας παγκοσμίως κατά τον προηγούμενο αιώνα εκτιμάται σε 1.84mm/έτος με τυπική απόκλιση ίση με 0.35 mm/έτος (Peltier, 2001). Η έκθεση πάντως του IPCC (2001a) έδειξε ότι τα τελευταία 100 χρόνια, η στάθμη της θάλασσας στην Ευρώπη αλλά και σε ολόκληρο τον πλανήτη έχει άνοδο της τάξης των 10 ως 20 εκατοστών, με μέση τιμή περίπου τα 15 εκατοστά. Την περίοδο αυτή, ο ρυθμός ανόδου στην Ευρώπη εκτιμάται από 0.8 έως 3.0 χιλιοστά/έτος. Το 2004, οι Woodworth και Holgate υπολόγισαν ότι μετά την δεκαετία του 90, ο ρυθμός ανόδου της στάθμης της θάλασσας αποκλειστικά λόγω της μεταβολής της πυκνότητάς της, είναι 1.5 χιλιοστά/έτος σε αντίθεση με τα 0.5 χιλιοστά/έτος που υπολογίστηκαν τις προηγούμενες δεκαετίες. Ο Ανδρούτσος το 2008 τόνισε ότι «η επιτάχυνση αυτή της διαστολής σε συνδυασμό με την αναφερόμενη αυξημένη τήξη των πολικών πάγων, ενισχύει την πιθανότητα τα δύο φαινόμενα να έχουν κοινή αιτία, την αυξανόμενη παγκόσμια θέρμανση». Άλλες επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου παρουσιάζονται παρακάτω.

1.5.3. ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ

Αρνητικά αποτελέσματα θα προκύψουν από τη αλλαγή του ρυθμού του υδρολογικού κύκλου, σε συνδυασμό με την αύξηση των αναγκών σε άρδευσης και ύδρευσης τα τελευταία χρόνια (berdola).

1.5.4. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΕΛ ΝΙΝΙΟ

Το «φαινόμενο Ελ Νίνιο», δηλαδή η θέρμανση των επιφανειακών υδάτων ανά περιόδους στον κεντρικό και ανατολικό Ειρηνικό ωκεανό, οφείλεται στην άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη σύμφωνα με πολλούς επιστήμονες. Μερικές από τις επιδράσεις του φαινομένου αυτού στο κλίμα του πλανήτη είναι ασυνήθης άνεμοι, πλημμύρες και ξηρασίες. Επιπρόσθετα

εκτιμάται ότι επιδράει και στις καιρικές συνθήκες της Μεσογείου, και πιο συγκεκριμένα σχετίζεται με τις χαμηλές βροχοπτώσεις που επικρατούν στην περιοχή (Μελάς, 2000).

1.5.5. ΆΜΕΣΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η θερμοκρασία σε πολλές περιοχές της γης, όπως και στην Ελλάδα, θα φτάσει σε υψηλά επίπεδα με αποτέλεσμα να είναι αφόρητη για τους ανθρώπους και τους υπόλοιπους ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς. Το πρόβλημα θα είναι εντονότερο θα είναι (ήδη έχει αρχίσει να γίνεται) στις πόλεις, όπου η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από την γύρω περιοχή κατά 0,5 - 3 οC εξαιτίας της απουσίας βλάστησης και της μεγαλύτερης απορρόφησης ακτινοβολίας από τα δομικά υλικά. *«Δυστυχώς είναι γεγονός ότι οι πόλεις της πατρίδας μας διαθέτουν πολύ μικρή επιφάνεια σε χώρους πρασίνου (Αθήνα 2,8 και Θεσσαλονίκη 2,73 τετραγωνικά μέτρα ανά κάτοικο), ενώ οι ειδικοί προτείνουν τουλάχιστον 15,5 τ.μ. και οι περισσότερες πόλεις της Μεσευρώπης έχουν 20 τ.μ.»* συμπληρώνει ο Ανδρούτσος (2008).

1.5.6. ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ

Στην ατμόσφαιρα κοντά στην επιφάνεια της γης η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την εξάτμιση μεγαλύτερης ποσότητας νερού καθώς και του μέσου όρου του «ύψους» των βροχοπτώσεων. Με τον όρο ύψος βροχής εννοούμε την ποσότητα του νερού, που πέφτει από την βροχή. Πιο συγκεκριμένα είναι το ύψος που θα έφτανε θεωρητικά το νερό της βροχής εάν συγκεντρωνόταν πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια και δεν το απορροφούσε το έδαφος ούτε εξατμιζόταν (Μπινιάρης, 2006).

1.5.7. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Τα οικοσυστήματα προσφέρουν σημαντικά αγαθά στον άνθρωπο όπως τρόφιμα, κατοικία και καύσιμα καθώς και παροχές όπως διάσπαση αποβλήτων και ρύπων, απολύμανση των νερών και προστασία της γονιμότητας του εδάφους. Τα παράκτια οικοσυστήματα όπως τα «μαγγρόβια δάση» και οι «κοραλλιογενείς ύφαλοι» προφυλάσσουν την ακτογραμμή από τη διάβρωση. Παρόλα αυτά οι κλιματικές μεταβολές προβλέπεται πως θα μεταβάλλουν τη λειτουργία των οικοσυστημάτων με σύνθετους και αμφίβολουσ τρόπους με αποτέλεσμα να μην έχουν ή να έχουν διαρκώς μειωμένη ικανότητα, να ενεργούν ως ουσιαστικά συστήματα στήριξης της ζωής και να καθιστούν ευάλωτους τους οργανισμούς που βασίζονται στα αγαθά και τις υπηρεσίες τους (Μελάς, 2000).

1.5.8. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΡΟΦΗΣ

Σχετικά με την πρόοδο της εκμετάλλευσης της γης σε συνδυασμό με την επερχόμενη κλιματική αλλαγή, τα πράγματα είναι αρκετά περίπλοκα. Καθώς οι κλιματικές ζώνες θα μετακινηθούν, θα μετατοπίσουν μαζί τους και τις ζώνες βλάστησης. Τα γεωργικά προϊόντα διαφέρουν αρκετά από είδος σε είδος όσον αφορά την ευαισθησία τους. Πολύ πιθανό είναι κάποια είδη να μην μπορούν να αναπτυχθούν εκεί που καλλιεργούνταν παλαιότερα ενώ αντίθετα, να εμφανιστούν άλλα σε περιοχές που τα προηγούμενα χρόνια επικρατούσαν συνθήκες που δεν τα αφήναν να ανθίσουν. Τέλος συμπεραίνουμε ότι, κάποιες περιοχές θα επωφεληθούν από τις κλιματικές αλλαγές ενώ κάποιες άλλες θα κινδυνέψουν (Iberdola; Μελάς, 2000).

1.6. ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μας επισημαίνουν την αναγκαιότητα αναχαίτισης της. Για την αναχαίτιση αυτή πρέπει να μειωθούν οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα έγινε αντιληπτό ότι οι συγκεντρώσεις CO₂ αυξάνονται σημαντικά.

Το πρώτο βασικό νομοθέτημα που θεσπίστηκε από την διεθνή κοινότητα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής είναι η Σύμβαση -Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές αλλαγές. Η σύμβαση υπογράφηκε το 1992 ενώ τέθηκε σε ισχύ το 1994 και έχει ήδη κυρωθεί από 188 χώρες και περιφερειακούς οργανισμούς οικονομικής ολοκλήρωσης συμπεριλαμβανομένης της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η σημασία της σύμβασης αυτής είναι μεγάλη καθώς επιτυγχάνει μια συναίνεση ανάμεσα σε αντιτιθέμενα διεθνή και πολιτικά συμφέροντα θεσπίζοντας ένα γενικό πλαίσιο αρχών και υποχρεώσεων όσων αφορά την κλιματική πολιτική. Έτσι, μεταξύ άλλων, τα συμβαλλόμενα μέρη, ανταλλάσσουν τεχνολογίες, γνώσεις και τεχνικές που βοηθούν στον περιορισμό των εκπομπών των ρύπων του θερμοκηπίου. Συνεπώς η σύμβαση υποχρεώνει τα μέλη να συμμετέχουν ενεργά στην διεθνή προσπάθεια για μείωση των ρύπων.

Το πιο σημαντικό εργαλείο της Σύμβασης για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών είναι το πρωτόκολλο του Κιότο καθώς δεσμεύει τις εκβιομηχανισμένες χώρες να περιορίσουν τους ρύπους τους. Σύμφωνα με αυτό τα κράτη δεσμεύονται να περιορίσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά 5,2% από το 2008 έως το 2012 σε σχέση με τις εκπομπές του 1990. Η Ευρωπαϊκή Ένωση μαζί και η Ελλάδα κύρωσαν το πρωτόκολλο το 2002 (European Commission, 2008).

Το πρωτόκολλο δίνει την επιλογή στα κράτη είτε να μειώσουν τους ρύπους τους είτε να χρησιμοποιήσουν κάποιον απ τους 3 παρακάτω μηχανισμούς:

1. EMISSIONTRADING – AAUS. Μια χώρα που έχει πετύχει μεγαλύτερη μείωση από τους στόχους της μπορεί να πουλήσει αυτή την επιπλέον μείωση σε μία χώρα που δυσκολεύεται να πετύχει τους στόχους της.

2. CDM. Ο μηχανισμός αυτός επιτρέπει σε μια βιομηχανικά ανεπτυγμένη χώρα να χρηματοδοτήσει και να βοηθήσει μια αναπτυσσόμενη χώρα ώστε να μειώσει αυτή τους ρύπους της αντί να μειώσει τους ρύπους τους δικούς της που θα ήταν μια διαδικασία δυσκολότερη.

3. JI. Είναι παρόμοιος με τον δεύτερο μηχανισμό μόνο που αυτός αφορά μόνο τις αναπτυσσόμενες χώρες που δεσμεύτηκαν να μειώσουν τις εκπομπές τους

Ο συνολικός στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η μείωση των εκπομπών κατά 8%. Ωστόσο ο καταμερισμός αυτός παρουσιάζει μεγάλες διαφορές ανάμεσα στα κράτη. Συγκεκριμένα η Ελλάδα μπορεί να αυξήσει τους ρύπους της έως και 25% σε σχέση με αυτούς του 1990 ενώ αντίθετα το Λουξεμβούργο πρέπει να τους μειώσει στο 28% μέχρι το 2012. Σύμφωνα με στοιχεία του εθνικού αστεροσκοπείου Αθηνών η Ελλάδα ήδη αύξησε τους ρύπους της στο 23,4% το 2000. Σε περίπτωση που κάποιο κράτος δεν τηρήσει την συμφωνία θα πληρώσει αυστηρά πρόστιμα (European Commission, 2008).

Το 2011 οι εκπομπές στην ΕΕ των 28 (συμπεριλαμβανομένου του κλάδου των διεθνών αερομεταφορών) ήταν χαμηλότερες κατά 16,9 % από το επίπεδο του 1990. Οι εκπομπές μειώθηκαν περαιτέρω κατά 1 % το 2012 και, ως εκ τούτου, ήταν κατά 18 % χαμηλότερες απ' ό,τι το 1990. Η εικόνα 1.5 παρουσιάζει τις μετρήσεις των εκπομπών της ΕΕ των 15 από το έτος βάσης έως το 2011 (European Commission, 2008).

Εκτός από τους νομοθετικούς κανονισμούς και κανονισμούς, η κλιματική αλλαγή και οι συνέπειές της στο περιβάλλον οδήγησαν επίσης στη δημιουργία διαφόρων περιβαλλοντικών εργαλείων που στοχεύουν στη διαχείριση των δραστηριοτήτων μιας επιχείρησης ή οργανισμού που έχει ή είναι πιθανό να έχει αντίκτυπο στο περιβάλλον. Αυτά τα εργαλεία χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο για επιχειρήσεις και οργανισμούς.

Η πρώτη κατηγορία σχετίζεται με τη διαχείριση και τη λειτουργία εντός του οργανισμού. Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει το λεγόμενο Περιβαλλοντικά Συστήματα Διαχείρισης (EMS). Για την Ευρωπαϊκή Ένωση, το Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου με τα ονόματα (EcoManagement Ανάλυση αποτυπώματος άνθρακα σε δημόσια κτίρια Σχέδιο Ελέγχου) EMAS, καθώς και το αντίστοιχο διεθνές οικογενειακό πρότυπο του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης ισχύει (International Standard Organisation - ISO).

Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει περιβαλλοντικά εργαλεία σχεδιασμένα να δημιουργούν και εμπορεύονται φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα όπως το LCA (Ανάλυση κύκλου ζωής).

Το Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου της ΕΕ (EMAS) είναι μέσο αντιμετώπισης που αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για εταιρείες και άλλους οργανισμούς με σκοπό την εκτίμηση, καταγραφή και βελτίωση της περιβαλλοντικής τους απόδοσης. Το EMAS είναι ανοιχτό σε όλα τα είδη οργανισμού που είναι πρόθυμα να βελτιώσουν την περιβαλλοντική τους απόδοση. Καλύπτει όλους τους τομείς της οικονομίας και των υπηρεσιών και ισχύει σε όλο τον κόσμο. Από την αναθεώρηση των παραρτημάτων του κανονισμού EMAS, είναι ευκολότερη για έναν οργανισμό που ήδη συμμορφώνεται με ένα περιβαλλοντικό σύστημα διαχείρισης όπως το ISO 14001 για να ανεβεί στο EMAS.

Το EMAS σημαίνει:

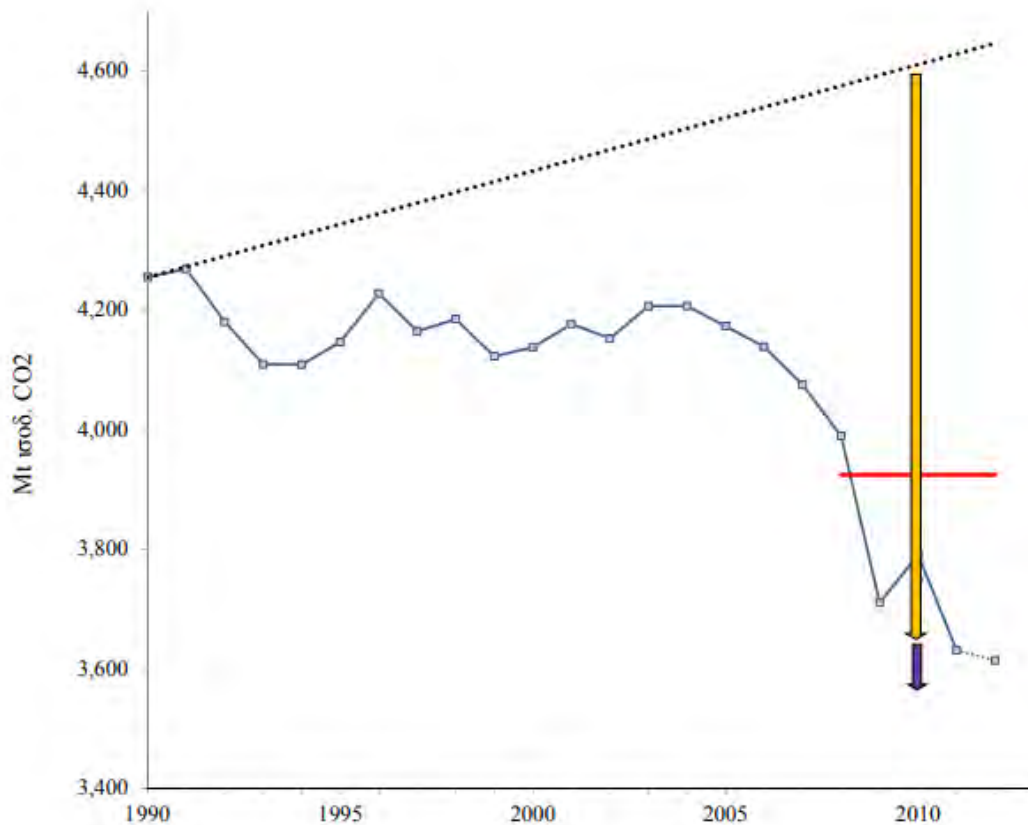
- **ΑΠΟΔΟΣΗ:** υποστηρίζει τους οργανισμούς στην εύρεση του σωστού εργαλείου για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής τους απόδοσης. Οι συμμετέχοντες οργανισμοί δεσμεύονται εθελοντικά να αξιολογήσουν και να μειώσουν τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις.
- **ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ:** Η επαλήθευση τρίτων εγγυάται την εξωτερικό και ανεξάρτητο χαρακτήρα της διαδικασίας εγγραφής.
- **ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ:** Παροχή διαθέσιμων στο κοινό πληροφοριών για την περιβαλλοντική απόδοση ενός οργανισμού είναι μια σημαντική πτυχή του EMAS. Οι οργανισμοί επιτυγχάνουν μεγαλύτερη διαφάνεια εξωτερικά μέσω της περιβαλλοντικής δήλωσης και εσωτερικά μέσω της ενεργού συμμετοχής των εργαζομένων.

1.7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

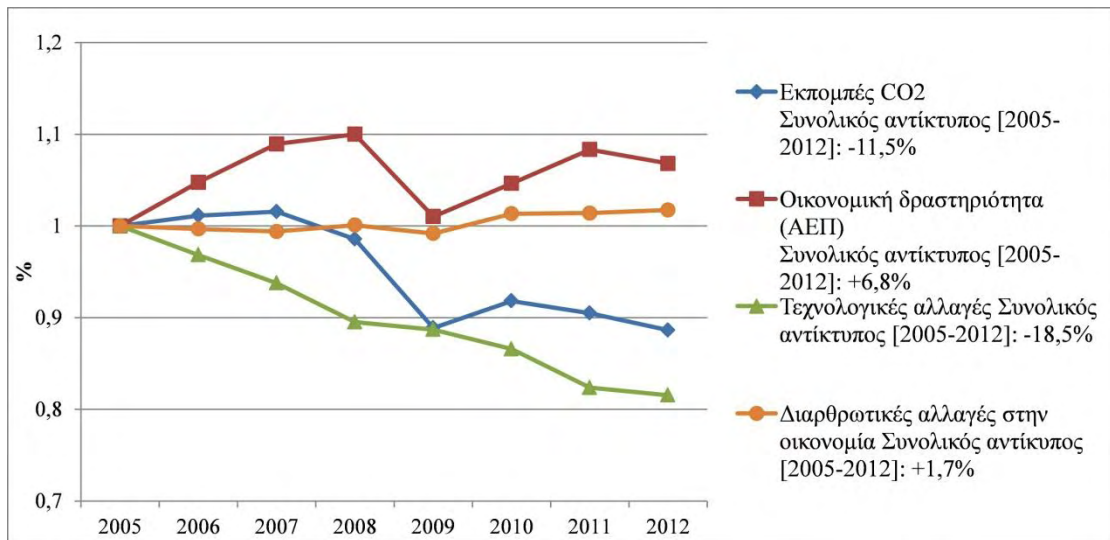
Η αξιολόγηση κύκλου ζωής (LCA) είναι η συστηματική ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους.

Οι κύριες φάσεις μιας LCA είναι:

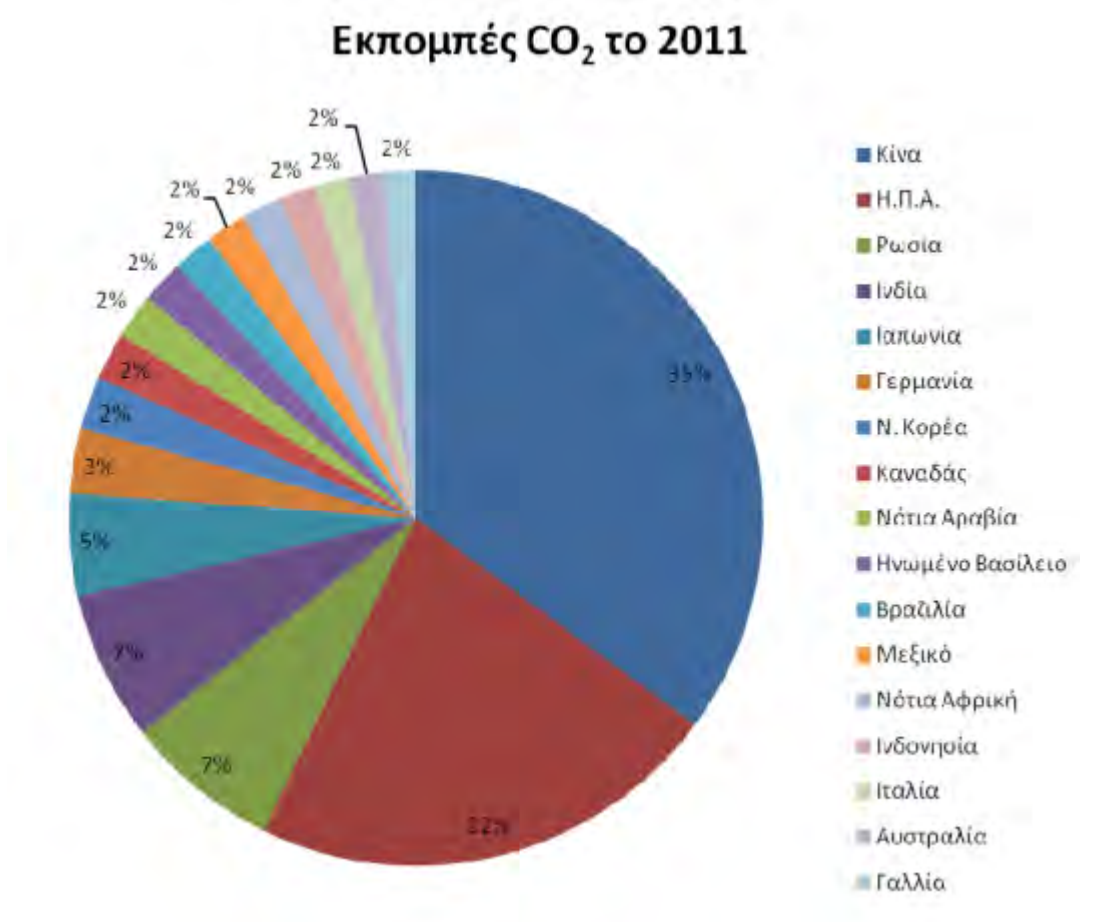
- Ο ορισμός στόχου και σκοπού, το προϊόν ή η υπηρεσία που πρέπει να αξιολογηθεί ορίζεται, επιλέγεται μια λειτουργική βάση για σύγκριση και καθορίζεται το απαιτούμενο επίπεδο λεπτομέρειας.
- Ανάλυση αποθέματος εξαγωγής και εκπομπών. Λίστα όλων των εισροών και των εκροών ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας.
- Εκτίμηση επιπτώσεων της χρήσης πόρων και των εκπομπών που δημιουργούνται ομαδοποιούνται και ποσοτικοποιούνται σε περιορισμένο αριθμό κατηγοριών επιπτώσεων οι οποίες μπορούν στη συνέχεια να σταθμιστούν ανάλογα με την σπουδαιότητα τους.
- Ερμηνεία, τα αποτελέσματα αναφέρονται με όσες περισσότερες λεπτομέρειες είναι δυνατόν και η ανάγκη και οι ευκαιρίες για μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον, προϊόντων ή υπηρεσιών ,αξιολογείται συστηματικά



Εικόνα 1-3 :Διάγραμμα ανάλυσης προσδιοριστικών παραγόντων της μεταβολής στις εκπομπές CO₂ από την καύση ορυκτών καυσίμων στην ΕΕ για την περίοδο 2005-2012



Εικόνα 1-4: Διάγραμμα συνολικού αντίκτυπου στην εκπομπή CO₂, στον ΑΕΠ, στις τεχνολογικές αλλαγές και την οικονομία την περίοδο 2005-2012 (Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2012)



Εικόνα 1-5: Διάγραμμα παρουσίασης της κατανομής των εκπομπών CO₂ σε διάφορες χώρες του πλανήτη. (IEA, 2013)

Από την αρχή του έτους του 2013, όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ μπαίνουν στην δεύτερη περίοδο δεσμεύσεων και εφαρμόζουν τις μεταγενέστερες υποχρεώσεις που έχουν αναλάβει, η οποία θα διαρκέσει μέχρι το 2020. Στόχος είναι η μείωση 20% των εκπομπών σε σχέση με το έτος βάσης (1990). Η απόφαση πάρθηκε τον Δεκέμβριο του 2012 στη διάσκεψη της Ντόχα. Η

δέσμη μέτρων για το κλίμα και την ενέργεια θεσπίστηκε το 2009 και καθορίζει μια ολοκληρωμένη δέσμη πολιτικών και μέτρων που πρέπει να παρθούν για την εκπλήρωση των νέων υποχρεώσεων στο πλαίσιο της δεύτερης περιόδου δεσμεύσεων του πρωτοκόλλου του Κιότο και για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής έως το 2020 και μετέπειτα (European Commission, 2008).

Το Συμβούλιο (UNFCCC), τον Ιούλιο του 2015, αποφάσισε να εξουσιοδοτήσει την ΕΕ να τροποποιήσει την συμφωνία της Ντόχα που αφορούσε την δεύτερη περίοδο δεσμεύσεων του πρωτοκόλλου του Κιότο. Η διάσκεψη του Παρισιού την ίδια χρονιά αποφάσισε να διατηρήσει την αύξηση της θερμοκρασίας της γης κάτω από τους 2oC σε σχέση με την προβιομηχανική περίοδο. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος πρέπει παγκοσμίως να μειωθούν οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου τουλάχιστον κατά το ήμισυ έως το 2050 σε σχέση με το έτος βάσης και να μηδενιστούν ή τουλάχιστον να ελαττωθούν στο ελάχιστο μέχρι τις αρχές του επόμενου αιώνα.

Ωστόσο ακόμη και αν επιτευχθεί η μείωση των εκπομπών στην Ευρωπαϊκή Ένωση κατά το ήμισυ μέχρι το 2050, η μείωση αυτή δεν θα επηρεάσει σημαντικά τις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις εκτός και αν και άλλοι σημαντικοί "παραγωγοί" εκπομπών ελαττώσουν και αυτοί ουσιαστικά τις εκπομπές τους.

1.8. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Εκτός από τον μόνιμο πάγο στους πόλους της γης, το νερό ρέει συνεχώς μεταξύ της ατμόσφαιρας, της υδροσφαιρας, της λιθόσφαιρας και του εσωτερικού των ζωντανών οργανισμών. Η συνεχής κίνηση του νερού και της μορφής του (υγρό, στερεό, αέριο) ονομάζεται «υδρολογικός κύκλος» ή κύκλος νερού και η κινητήρια δύναμη του είναι η ηλιακή ενέργεια.

Το νερό μπορεί να εξατμιστεί από τους ωκεανούς, τις θάλασσες, τις λίμνες, τα ποτάμια και από άλλες ελεύθερες επιφάνειες νερού, από το έδαφος ακόμα και τους ζωντανούς οργανισμούς (εξάτμιση και διαπνοή). Οι υδρατμοί αφού φτάσουν στα υψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας, ψύχονται, συμπιέζονται και ρευστοποιούνται με αποτέλεσμα να διαμορφώνουν σύννεφα και έπειτα να γυρίσουν στην επιφάνεια του πλανήτη με διάφορες μορφές (βροχή, υγρασία, χιόνι, χαλάζι, πάχνη και ομίχλη). Ένα ποσοστό από το νερό που φτάνει στη Γη συμπληρώνει τις θάλασσες, τους ωκεανούς, τις λίμνες και τα ποτάμια άμεσα ή έμμεσα (ως αποτέλεσμα επιφανειακής ροής). Ακόμα, ένα άλλο μέρος αυτών απορροφάται από το έδαφος. Έπειτα είτε εξατμίζεται είτε απορροφάται από τα φυτά είτε εμπλουτίζει τα υπόγεια ύδατα διαπερνώντας την επιφάνεια του εδάφους (Κουσουρής, 1998).

Το ύψος των κατακρημνίσεων (βροχή, χιόνι, χαλάζι, ομίχλη κ.ά.) ποικίλει ανάλογα την περιοχή και το έτος. Ο Κουσουρής (1998) συμπληρώνει ότι «το μέσο ύψος της βροχής παγκοσμίως έχει τιμή περίπου 1030mm ετησίως λαμβάνοντας υπόψη τη συνολική ποσότητα του νερού που επιστρέφει στην ατμόσφαιρα με την εξάτμιση και την εξατμισοδιαπνοή». Υπολογίζεται ότι η συχνότητα που ανακυκλώνεται το νερό είναι περίπου 30 φορές μέσα σε ένα χρόνο.

Το κλίμα καθορίζεται από την μεταφορά του νερού από την επιφάνεια του πλανήτη προς την ατμόσφαιρα και πάλι πίσω και έχει κρίσιμο ρόλο για την οικολογική σταθερότητα της γης.

1.9. ΨΕΥΔΑΙΣΘΗΣΗ ΑΦΘΟΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΠΛΑΝΗΤΗ

Αν παρατηρήσει κάποιος την γη από το διάστημα θα διαπιστώσει ότι είναι ένας πλανήτης που καλύπτεται από άφθονο νερό. Μάλιστα αν γινόταν ομοιόμορφη κατανομή των υδάτων στην γη θα είχαν βάθος 2.7 χιλιόμετρα. Αυτή η εικόνα δίνει την εντύπωση ότι υπάρχει αρκετό νερό για όλες τις περιοχές του πλανήτη και δεν υπάρχει ανάγκη για εξοικονόμηση του νερού.

Ο καταμερισμός του νερού στη βιόσφαιρα όμως δεν είναι ανάλογος. Σύμφωνα με την UNESCO (1978) «το 95% περίπου του νερού της Γης είναι χημικά δεσμευμένο στα πετρώματα, δε συμμετέχει στον υδρολογικό κύκλο και δεν είναι αξιοποιήσιμο από τον άνθρωπο. Από το υπόλοιπο νερό του πλανήτη μας, το 97% περίπου είναι αλμυρό (νερό ωκεανών και θαλασσών), το 2,37% περίπου αποτελεί τους πολικούς πάγους και παγετώνες, το 0,6% περίπου περιλαμβάνει τα υπόγεια νερά μεγάλου βάθους και μόνο το 0,03% περιλαμβάνει τα επιφανειακά νερά (ποτάμια, λίμνες, υδρατμοί της ατμόσφαιρας, υγρασία του εδάφους, υπόγεια υδάτινα αποθέματα σε μικρό σχετικά βάθος από την επιφάνεια της γης)».

Επίσης και το πόσιμο νερό δεν είναι ανάλογα κατανομημένο στον πλανήτη. Είναι μάλιστα άνισα κατανομημένο. Στην Ισλανδία π.χ. αντιστοιχούν 68.500 m³ νερού / κάτοικο / χρόνο, ενώ στο Μπαχρέιν δεν υπάρχει φρέσκο πόσιμο νερό και οδηγούνται στην ακριβή λύση της αφαλάτωσης. Σε πολλές περιοχές του κόσμου οι λύσεις δεν είναι επαρκείς και η ανεπάρκειά τους αυτή καθορίζεται ως μέγιστο εμπόδιο στην εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής. Στην Αιθιοπία, το ποσοστό του πληθυσμού που έχει την δυνατότητα να αξιοποιήσει ασφαλές πόσιμο νερό και πρόσβαση σε βασικές υποδομές αποχέτευσης είναι μόλις 12%, ενώ η λίμνη Τσαντ στην Αφρική η οποία καλύπτει έκταση 25.000 τετραγωνικών χιλιομέτρων ενώ ήταν η τέταρτη μεγαλύτερη περιοχή νερού στην Αφρική το 1962, τώρα έχει συρρικνωθεί στο 1 / 20. Η περιοχή προκαλείται από ξηρασία και υπερβολική άντληση νερού. Επιπλέον, στην πόλη του Μεξικού, η υπερβολική άντληση έχει προκαλέσει μείωση της μέσης στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα πάνω από 20 μέτρα, με αποτέλεσμα την καθίζηση και τα προβλήματα δομικής σταθερότητας των κτηρίων. Στο νομό Θεσσαλονίκης, στην περιοχή του Καλοχωρίου, η απερισκεπτη και αναρίθμητη υπερβολική άντληση προκάλεσε σημαντική καθίζηση και «υφαλμύρωση των υπόγειων υδροφορέων», με τη διείσδυση της θάλασσας στους σχηματισμούς εδάφους της παράκτιας ζώνης σε μεγάλο βαθμό (Τζελατίδης, 2013).

Το γλυκό νερό είναι ένας πεπερασμένος και ευπρόσβλητος πόρος, ο οποίος καθίσταται απαραίτητος για τη διατήρηση και την εξέλιξη της ζωής και του περιβάλλοντος. Εξυπηρετεί βασικές ανάγκες του ανθρώπου που θα μπορούσαν να καταταχθούν απ' την πρωταρχική δηλαδή τη διατήρηση του ανθρώπου στη ζωή, να επεκταθούν στη καλλιέργεια, στη ανάπτυξη της βιομηχανίας, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στην αλιεία, στην εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας και να καταλήξουν μέχρι τον τουρισμό και τη διασκέδαση. Ωστόσο, παρά την εύκολα αναγνωρισμένη σημασία του ως φυσικός πόρος, ως προϊόν με σημαντική οικονομική αξία και ως «περιβαλλοντικό στοιχείο», ο τρόπος με τον οποίο η ανθρωπότητα έχει διαχειριστεί - και συνεχίζει να διαχειρίζεται - τους πολύτιμους υδάτινους πόρους της έχει οδηγήσει σε μια σειρά από μεγάλες περιβαλλοντικές προκλήσεις που σχετίζονται με το νερό. Είναι αναντικατάστατο σε σύγκριση με άλλους φυσικούς πόρους και οικονομικά αγαθά και αυτή είναι η αιτία που διαφέρει από τα υπόλοιπα. Ο Τζελατίδης (2013) τονίζει πως «ένα μέταλλευμα π.χ. μπορεί να αντικατασταθεί από κάποιο άλλο (φυσικό ή συνθετικό υλικό) στην

καθημερινή χρήση και στην οικονομική ανάπτυξη. Το νερό όμως όχι, αφού αποτελεί προϋπόθεση της ανθρώπινης ύπαρξης και ζωής στον πλανήτη και δεν έχει υποκατάστατο.» Τα παραπάνω είναι η αιτία που όλες οι κυβερνήσεις των χωρών του πλανήτη μας επικεντρώνονται στην αξιοποίηση και διαχείριση των υδατικών πόρων λόγω της σημαντικής στρατηγικής σημασίας που έχουν για την βιώσιμη ανάπτυξη των κρατών (Τζελατίδης, 2013).

Πολλές λεκάνες απορροής ποταμού παγκοσμίως αντιμετωπίζουν έλλειψη νερού. Πολλά υδάτινα σώματα είναι μολυσμένα με κάθε είδους ουσίες και τα αποθέματα τόσο των επιφανειακών όσο και των υπόγειων υδάτων εξαντλούνται σε πολλά μέρη σε όλο τον κόσμο. Κατά συνέπεια, τα οικοσυστήματα και τα εδάφη έχουν υποβαθμιστεί, μερικές φορές σε βαθμό που δεν μπορούν να επισκευαστούν. Είδη που εξαρτώνται από αυτούς τους υδατινούς πόρους χάνουν το βιότοπό τους και εξαφανίζονται με ανησυχητικά υψηλούς ρυθμούς. Τέλος, η ευπάθεια των συστημάτων νερού σε (κλιματικό) σοκ αυξήθηκε δραματικά.

Οι κύριοι παράγοντες για την υπερβολική χρήση και ρύπανση του νερού σε ποτάμια, λίμνες και υπόγεια ύδατα είναι η αύξηση του πληθυσμού και η οικονομική ανάπτυξη. Περισσότεροι άνθρωποι σημαίνει περισσότερη κατανάλωση αγαθών και υπηρεσιών που απαιτούν νερό για την παραγωγή τους, και οι πλουσιότεροι άνθρωποι συνήθως καταναλώνουν περισσότερα αγαθά και υπηρεσίες ανά άτομο. Συγκεκριμένα, όταν αυξάνεται η ευημερία, οι άνθρωποι τείνουν να στραφούν προς δίαιτες που περιέχουν περισσότερα ζωικά προϊόντα. Οι παμφάγες δίαιτες έχουν μεγαλύτερη απαίτηση σε νερό από ό, τι οι χορτοφαγικές. Η χρήση υδατινών πόρων επηρεάζεται επίσης από την κλιματική αλλαγή, καθώς οι υψηλές θερμοκρασίες, οι ακανόνιστες βροχοπτώσεις και τα ακραία καιρικά φαινόμενα αυξάνουν τη ζήτηση για νερό από αγρότες, βιομηχανίες, νοικοκυριά και παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας. Ενώ τόσο οι επιστημονικές όσο και οι πολιτικές συζητήσεις σχετικά με αυτές τις προκλήσεις για τα ύδατα κυριαρχούνται συχνά από ανησυχίες σχετικά με το ρόλο και τον αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι τρέχουσες κρίσεις μας για το νερό εξηγούνται καλύτερα από τον αυξανόμενο πληθυσμό και την κατανάλωση αγαθών και υπηρεσιών υψηλής έντασης νερού. Ακόμα κι αν καταφέρουμε να μειώσουμε ή να αποτρέψουμε την εμφάνιση πρόσθετων αρνητικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, η αδιάσπαστη δίψα της ανθρωπότητας για νερό θα συνεχίσει να αυξάνεται και να υπερβαίνει τα περιβαλλοντικά βιώσιμα όρια.

Οι μεγάλες προκλήσεις γύρω από το νερό ξεπερνούν τον περιβαλλοντικό τομέα στις κοινωνικές και οικονομικές σφαίρες. Ο ανταγωνισμός σχετικά με την περιορισμένη πρόσβαση υδατινών πόρων μεταξύ διαφόρων χρηστών έχει συνδεθεί με ανισότητες και περιθωριοποιημένες ομάδες χρηστών, συγκρούσεις - μερικές φορές ακόμη και βίαιες συγκρούσεις - και μετανάστευση. Εάν οι επιχειρήσεις και οι αγρότες δεν μπορούν να ικανοποιήσουν τη ζήτησή τους για νερό για την παραγωγή των αγαθών ή των καλλιεργειών τους, αυξάνεται η βαθύτερη ανασφάλεια των τροφίμων και της ενέργειας. Η Παγκόσμια Τράπεζα, μεταξύ άλλων, προειδοποιεί επανειλημμένα για σημαντική καθυστέρηση της οικονομικής ανάπτυξης λόγω έλλειψης (καθαρού) γλυκού νερού, και το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ απαριθμεί τις υδατινές κρίσεις με συνέπεια ως έναν από τους μεγαλύτερους παγκόσμιους κινδύνους όσον αφορά τον αντίκτυπο. Παρόλο που υπάρχουν πολλά περισσότερα να πουν για τις αιτίες και τις συνέπειες αυτών των υδατινών κρίσεων, είναι σαφές ότι η ανθρωπότητα χρησιμοποιεί και μολύνει πολύ νερό για τις διάφορες

δραστηριότητές της σε πολλά μέρη του κόσμου. Αυτή η χρήση νερού έρχεται σε βάρος της φύσης και των κοινοτήτων και δεν μπορεί να διατηρηθεί στο μέλλον. Η επίλυση των μεγάλων προκλήσεων του νερού απαιτεί συνεπώς ένα σημαντικό συνδυασμό της κατανάλωσης νερού. Ένα ερώτημα που προκύπτει φυσικά, για ποιο λόγο χρησιμοποιούμε όλο αυτό το νερό; Εδώ μπαίνει η ιδέα του αποτυπώματος νερού. (**The Water Footprint Concept and Water's Grand Environmental Challenges**) Η ιδέα του Water Footprint (WF) είναι μια ευκαιρία για την ανάλυση των επιλογών κατανάλωσης σε πιο βιώσιμες πρακτικές στη χρήση του νερού (Aldaya et al., 2010). Όπως περιγράφεται από τους Charagain και Tickner (2012), τα εργαλεία WF παρέχουν περαιτέρω γνώση της σχέσης μεταξύ της χρήσης νερού, της οικονομικής ανάπτυξης και των κοινωνικών και περιβαλλοντικών προκλήσεων. Ωστόσο, το WF είναι μια άγνωστη ιδέα για το μεγαλύτερο μέρος της κοινωνίας, δεδομένου ότι πρόκειται για σχετικά νέο ερευνητικό πεδίο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ, ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΝΕΡΟ

2.1. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

Το 1996 στο πανεπιστήμιο του Κολόμπια αναπτύχθηκε για πρώτη φορά ο ορισμός του οικολογικού αποτυπώματος από τους William Rees και Mathis Wackernagel. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται στις μέρες μας για την διαχείριση πόρων. Το Οικολογικό Αποτύπωμα είναι ένα λογιστικό εργαλείο πόρων και εκπομπών 1 που έχει σχεδιαστεί για να παρακολουθεί την ανθρώπινη ζήτηση στην αναγεννητική ικανότητα της βιόσφαιρας (Wackernagel et al., 1999a ; Wackernagel et al., 2002). Τεκμηριώνει τόσο άμεσες όσο και έμμεσες ανθρώπινες απαιτήσεις για παραγωγή ανανεώσιμων πόρων και αφομοίωση CO₂ και τις συγκρίνει με τα οικολογικά περιουσιακά στοιχεία του πλανήτη (βιοκατασκευή) (Monfreda et al., 2004 ; Wackernagel et al., 1999b). Με πιο απλά λόγια υπολογίζει τις συνέπειες του ανθρώπου στο περιβάλλον ανάλογα με την κατανάλωση των φυσικών πόρων όπως το νερό, τους φυσικούς πόρους που παράγουν ενέργεια και τα απορρίμματα του. Με τον τρόπο αυτό, το οικολογικό αποτύπωμα και η λογιστική βιοκατασκευών λαμβάνουν υπόψη και τις δύο αρχές αειφορίας που προσδιορίζονται από τον Daly (1990).

Παρακολουθώντας ένα ευρύ φάσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων, το Οικολογικό Αποτύπωμα παρακολουθεί τον συνδυασμένο αντίκτυπο των ανθρωπογενών πιέσεων που τυπικά αξιολογούνται ανεξάρτητα (εκπομπές CO₂, κατανάλωση ψαριών, αλλαγή χρήσης γης κ.λπ.) και μπορούν έτσι να χρησιμοποιηθούν για την κατανόηση των περιβαλλοντικών συνεπειών των πιέσεων που ασκούν οι άνθρωποι στη βιόσφαιρα και τα συνθέσιμα οικοσυστήματά της. Το οικολογικό αποτύπωμα μπορεί να είναι ατομικό ή συλλογικό, να υπολογιστεί δηλαδή για μια κοινότητα, μια επιχείρηση, ένα οργανισμό, κράτος ή ακόμα και προϊόν (Galli et al., 2012).

Το Οικολογικό Αποτύπωμα και η βιοχωρητικότητα είναι μέτρα ροής πόρων. Ωστόσο, δεν εκφράζεται σε μονάδες τόνων ετησίως, αλλά από την άποψη της ετήσιας μονάδας έκτασης που είναι απαραίτητη για την παροχή (ή την αναγέννηση) της αντίστοιχης ροής πόρων. Αυτό αντικατοπτρίζει το γεγονός ότι πολλές από τις βασικές υπηρεσίες οικοσυστήματος και τους οικολογικούς πόρους παρέχονται από φωτοσυνθετικές επιφάνειες. Αυτές οι επιφάνειες περιορίζονται από φυσικούς και πλανητικούς περιορισμούς (Galli et al., 2012).

Λόγω διαφορών στη βιοπαραγωγικότητα μεταξύ διαφορετικών τύπων χρήσεων γης και χωρών, το οικολογικό αποτύπωμα και η βιολογική αξία κατασκευής συνήθως εκφράζονται σε μονάδες παγκόσμιας μέσης περιοχής βιολογικής παραγωγής (δηλ. Παγκόσμιο εκτάριο-gha) (Monfreda et al., 2004). Οι παράγοντες απόδοσης και οι παράγοντες ισοδυναμίας είναι οι δύο «παράγοντες κλιμάκωσης» που χρησιμοποιούνται για την έκφραση αποτελεσμάτων σε όρους παγκόσμιων εκταρίων (Monfreda et al., 2004). Έτσι συγκρίσεις μεταξύ διαφόρων τύπων βιοπαραγωγικής γης και διαφόρων χωρών » Οικολογικό αποτύπωμα ή / και βιολογική χωρητικότητα επιτρέπονται.

Το άθροισμα του υδατικού και του ανθρακικού αποτυπώματος αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του οικολογικού. Το υδατικό αποτύπωμα είναι ο συνολικός όγκος γλυκού νερού που

καταναλώνεται άμεσα η έμμεσα σε μια ανθρώπινη δραστηριότητα. Αντίθετα με το υδατικό αποτύπωμα, το ανθρακικό αποτύπωμα δεν έχει σαφή ορισμό.

Μέθοδος υπολογισμού οικολογικού αποτυπώματος

Το οικολογικό αποτύπωμα (EF) όπως προαναφέρθηκε στοχεύει στη μέτρηση της ετήσιας παραγωγής πόρων της φύσης - που αναφέρεται ως βιοκατασκευή (BC) - και τη μέτρηση της έναντι της ανθρώπινης κατανάλωσης αυτών των φυσικών πόρων - που ονομάζεται αποτύπωμα κατανάλωσης. Η μονάδα μέτρησης του είναι η πρωτογενής παραγωγή (PP), η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε εκτάρια προσαρμοσμένα στην παραγωγικότητα που ονομάζονται παγκόσμια εκτάρια (gha). Οι William Rees και Mathis Wackernagel (1996, σελ. 227) οι οποίοι εφηύραν την μέθοδο αυτή δηλώνουν ότι η EF προσπαθεί να υπολογίσει την έκταση μιας περιοχής παραγωγικής γης που απαιτείται για να διατηρηθεί ένας καθορισμένος πληθυσμός επ'αόριστον ανεξαιρέτως την τοποθεσία της. (Galli et al., 2012).

Η μέθοδος εντοπίζει έξι τύπους γης: καλλιεργήσιμη γη, λιβάδια, δάση, θάλασσα και λίμνες και ποτάμια, κατοικημένη γη και εξόρυξη άνθρακα, ως πηγή ανθρώπινων πόρων. Επομένως, το EF βασίζεται στην ιδέα ότι παρέχοντας τους φυσικούς πόρους που απαιτούνται για την παραγωγή των αγαθών και των υπηρεσιών που καταναλώνονται, όλη η ανθρώπινη κατανάλωση μπορεί να εντοπιστεί σε σχετικούς τύπους γης (συμπεριλαμβανομένων των ωκεανών και του νερού) (Wackernagel et al., 2002). Για την μετατροπή του μεγέθους των εκτάσεων σε εκτάρια σε gha, χρησιμοποιούνται δύο παράγοντες για να ληφθεί υπόψη η διαφορά παραγωγικότητας μεταξύ των τύπων γης - ο ισοδύναμος παράγοντας (EQF) - και η διαφορά παραγωγικότητας μεταξύ του ίδιου τύπου γης σε διαφορετικές χώρες - ο συντελεστής απόδοσης (YF). Ο γενικός υπολογισμός του EF στη συνέχεια χρησιμοποιεί αυτούς τους δύο παράγοντες για να τυποποιήσει την αναλογία παραγωγής / κατανάλωσης () και την εθνική απόδοση () του προϊόντος ως:

$$EF = \frac{R}{YN} * YF * EQF(1)$$

Μόλις βρεθούν τα αποτυπώματα παραγωγής για όλους τους τύπους γης με αυτόν τον τρόπο, η ίδια μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των αποτυπωμάτων εισαγωγής και εξαγωγής, τα οποία μπορούν στη συνέχεια να προστεθούν ή να αφαιρεθούν από το αποτύπωμα παραγωγής του σχετικού τύπου γης για να σχηματιστεί ένα αποτύπωμα κατανάλωσης. Το EF στη συνέχεια συγκρίνεται με το BC, το οποίο βρίσκεται από την περιοχή που χρησιμοποιείται για τη χρήση ενός δεδομένου τύπου γης πολλαπλασιασμένο με το YF και το EQF (Johannesson et al., 2020).

$$BC = A * YF * EQF(2)$$

όπου A είναι η διαθέσιμη περιοχή για την παραγωγή των αγαθών ενός δεδομένου τύπου γης και είναι οι παράγοντες απόδοσης και ισοδυναμίας για τον τύπο γης (Johannesson et al., 2020).

2.2. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

2.2.1. Ορισμός

Το αποτύπωμα του άνθρακα (Carbon Footprint) σύμφωνα με τους Wiedmann και Minx (2008) «μετρά τη συνολική ποσότητα εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που προκαλούνται άμεσα ή έμμεσα από μια δραστηριότητα ή συσσωρεύεται σε διάφορα στάδια της ζωής ενός προϊόντος». Αυτό σχετίζεται με τις δραστηριότητες ατόμων, πληθυσμών, κυβερνήσεων, εταιρειών, οργανισμών, διαδικασιών, βιομηχανιών. Σε κάθε περίπτωση, όλες οι άμεσες (επιτόπιες, εσωτερικές) και έμμεσες εκπομπές (επιτόπου, εξωτερικές, ολοκληρωμένες, ανάντη και κατάντη) πρέπει να ληφθούν υπόψη. Οι πιο συγκεκριμένες πτυχές, όπως ποια αέρια του θερμοκηπίου περιλαμβάνονται και ο τρόπος αντιμετώπισης της διπλής μέτρησης μπορεί να διαφέρουν (Wiedmann & Minx, 2008).

Πιο απλά με το ανθρακικό αποτύπωμα μετράμε την επίδραση που έχει η ανθρώπινη δραστηριότητα στο περιβάλλον όπως «το φαινόμενο του θερμοκηπίου» και η αλλαγή του κλίματος.

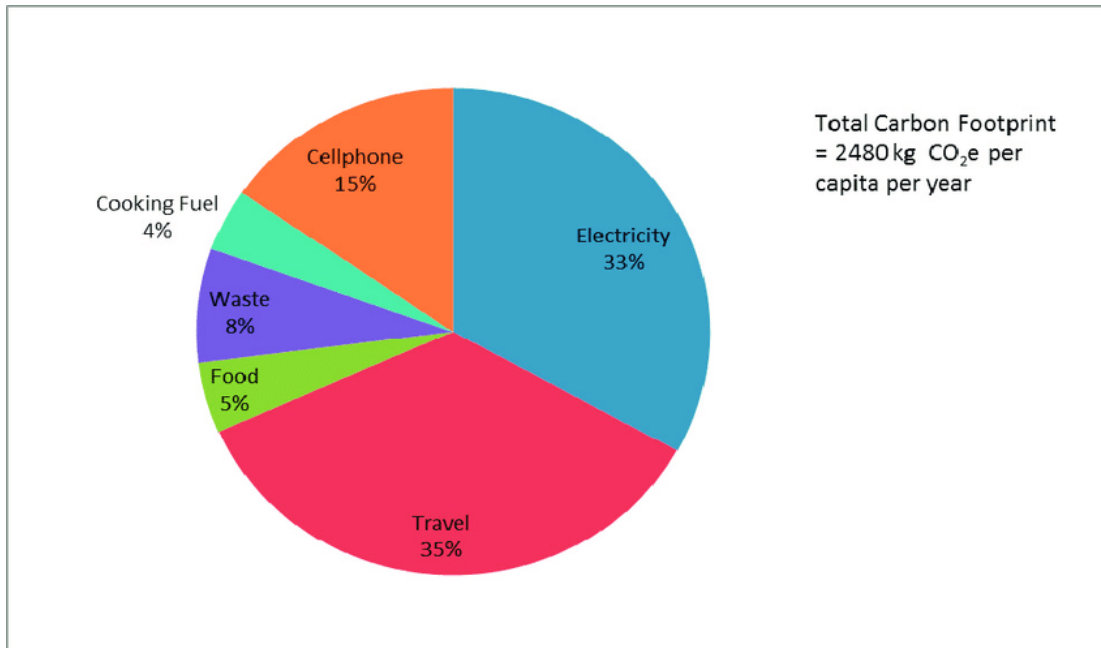
Όταν εφαρμόζεται σε μια χώρα, το αποτύπωμα άνθρακα σχετίζεται με την κατανάλωση αγαθών και υπηρεσιών από νοικοκυριά, κυβερνήσεις και άλλες "τελικές απαιτήσεις" (όπως επενδύσεις κεφαλαίου). Ασχολείται επίσης με τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που περιλαμβάνονται στο εμπόριο: το αποτύπωμα άνθρακα ενός έθνους είναι το άθροισμα όλων των εκπομπών που σχετίζονται με την κατανάλωση του έθνους, λαμβάνοντας υπόψη μόνο των εισαγωγών και εξαιρουμένων των εξαγωγών (Galli et al., 2012).

Επομένως, η προοπτική κατανάλωσης του αποτυπώματος άνθρακα συμπληρώνει την προσέγγιση που βασίζεται στην παραγωγή για τα εγχώρια αποθέματα αερίων θερμοκηπίου, όπως αυτά που περιλαμβάνονται στο «Πρωτόκολλο του Κιότο.» Το αποτύπωμα άνθρακα με βάση την κατανάλωση μπορεί να υποστηρίξει και να διευκολύνει τη διεθνή συνεργασία μεταξύ αναπτυσσόμενων και ανεπτυγμένων χωρών. Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ακόμα για να ευαισθητοποιήσει τους καταναλωτές σχετικά με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τον τρόπο ζωής τους και για τις έμμεσες εκπομπές σε κυβερνήσεις και επιχειρήσεις (Galli et al., 2012).

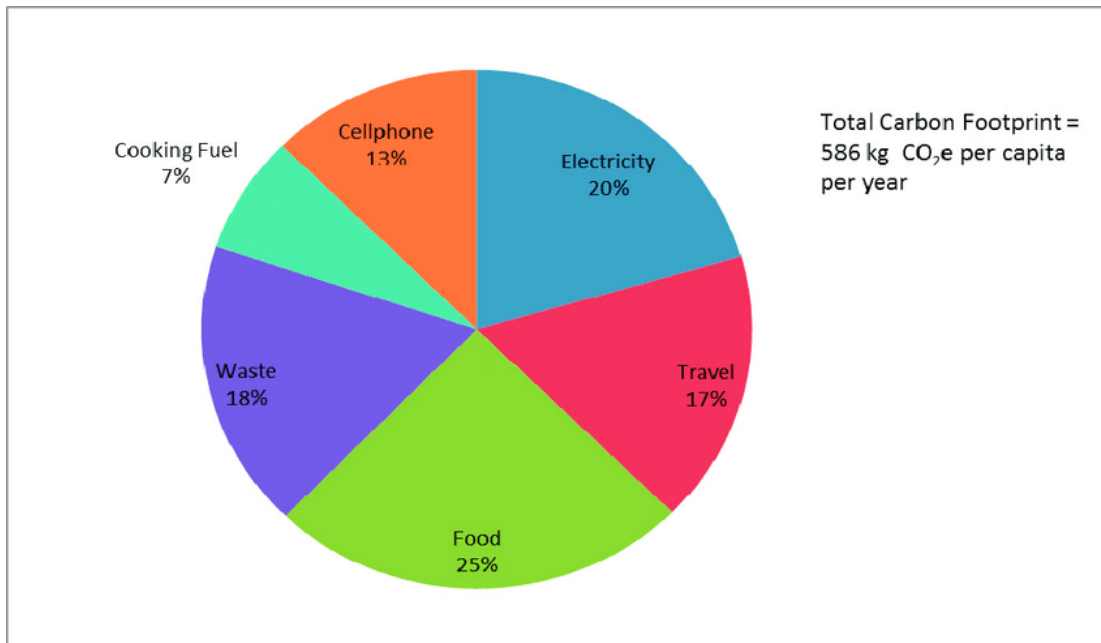
Όταν περιλαμβάνεται μόνο CO₂ στο αποτύπωμα(το οποίο είναι το κυριότερο αέριο που προκαλεί την υπερθέρμανση), η μονάδα είναι kg CO₂. Εάν ωστόσο περιλαμβάνονται και άλλα GHG, η μονάδα μέτρησης είναι kg CO₂-e, εκφράζοντας τη μάζα των ισοδυνάμων CO₂. Υπολογίζονται πολλαπλασιάζοντας την πραγματική μάζα ενός αερίου με τον συντελεστή δυναμικού υπερθέρμανσης του πλανήτη για αυτό το συγκεκριμένο αέριο, καθιστώντας τα φαινόμενα θέρμανσης του πλανήτη διαφορετικών αερίων του θερμοκηπίου συγκρίσιμα και πρόσθετα. Στο έργο OPEN: EU, τα έξι αέρια θερμοκηπίου που προσδιορίζονται από το Πρωτόκολλο του Κιότο περιλαμβάνονται στην ανάλυση: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC και SF₆ (Galli et al., 2012).

Το αποτύπωμα του άνθρακα κυρίως υπολογίζεται σε διάστημα ενός έτους αλλά μπορεί να υπολογιστεί και για διαφορετικά χρονικά διαστήματα καθώς και με διαφορετικούς τρόπους.

Ένας απ αυτούς είναι η ανάλυση του κύκλου ζωής λαμβάνοντας υπόψη τις εκπομπές που εκλύονται από την παραγωγή έως την κατάληξη ενός προϊόντος (Galli et al., 2012).



Εικόνα 2-1: Διαίρεση του μέσου αποτυπώματος άνθρακα (κατά κεφαλήν) για τα αστικά νοικοκυριά (όλες οι εισοδηματικές ομάδες). (Bhoyar et al., 2014)



Εικόνα 2-2: Διαίρεση του μέσου αποτυπώματος άνθρακα (κατά κεφαλήν) για τα αγροτικά νοικοκυριά όταν το ξύλο θεωρείται ουδέτερο CO₂. (Bhoyar et al., 2014)

Από τα 2 γραφήματα παρατηρείται η διαφορά των ποσοστών του ανθρακικού αποτυπώματος κατά κεφαλήν στο αστικό και επαρχιακό νοικοκυριό. Επίσης βλέπουμε ότι στο αστικό νοικοκυριό το συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα για έναν άνθρωπο για ένα χρόνο είναι τετραπλάσιο απ' το αντίστοιχο στην επαρχία.

2.2.2. Αποτύπωμα άνθρακα σύμφωνα με το EF

Το CF στο EF διαφέρει από τη συνηθέστερη χρήση του όρου CF, στον οποίο μετρούνται οι άμεσες εκπομπές CO₂ ή CO₂ - σε αντίθεση με την ποσότητα γης που απαιτείται για τη δέσμευση μιας δεδομένης ποσότητας CO₂, όπως στους υπολογισμούς EF. Η CF, η οποία αποτελεί μέρος του λογαριασμού EF, ορίζεται ως η περιοχή δασικής γης που απαιτείται για τον περιορισμό των ανθρωπογενών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (Lin et al., 2018α).

Οι Mancini, Galli, Niccolucci, Lin, Bastianoni, Wackernagel και Marchettini, (2016) επεκτείνουν αυτόν τον ορισμό ως εξής: Η αναγεννητική δασική ικανότητα που απαιτείται για τον περιορισμό των ανθρωπογενών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που απορροφάται από τους ωκεανούς»

Όλες οι ροές αλυσίδας εφοδιασμού και οι ενσωματωμένες χρήσεις γης τους λογίζονται σε φυσικές μονάδες στο EF και συνεπώς στο στοιχείο CF. Επομένως, αυτοί οι λογαριασμοί ανήκουν στην κατηγορία ανάλυσης ροής υλικών, όχι στην κατηγορία ανάλυσης εισροών-εκροών βάσει νομισματικών ροών.

Η εξίσωση για CF είναι:

$$CF = \frac{Pc*(1-OSFr)}{Y} * EQF(3)$$

εδώ η μεταβλητή παραγωγής υποδηλώνει την «παραγωγή» CO₂ - οπότε Pc είναι οι εκπομπές CO₂, το OSFr είναι κλάσμα δέσμευσης ωκεανών (η ποσότητα CO₂ που απομονώνεται από τους ωκεανούς της γης) και το Y είναι ο μέσος όρος παγκόσμιου ποσοστού δέσμευσης δασών (Fang et al.,2012).

Μόνο τα δάση λαμβάνονται υπόψη για την επίγεια πρόσληψη , επειδή το μεγαλύτερο μέρος της επίγειας απορρόφησης άνθρακα στη βιόσφαιρα συμβαίνει σε δάση και για να αποφευχθούν οι υπερεκτιμήσεις (Borucke et al., 2013).

Από τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA) και τη βάση δεδομένων στατιστικών εμπορίου εμπορευμάτων των Ηνωμένων Εθνών (Comtrade) λαμβάνονται κυρίως τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς CF). Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τους λογαριασμούς υπάρχουν στις Συμπληρωματικές πληροφορίες (SI) με αυτήν τη μελέτη (Johannesson et al., 2020).

Μια πιο λεπτομερής περιγραφή της μεθοδολογίας CF βρίσκεται στη βιβλιογραφία, όπως η μελέτη του 2016 από τους Mancini et al., καθώς και στις πολλαπλές μελέτες που εξηγούν την τυπική μέθοδο υπολογισμού του EF όπως ορίζεται από τους GFN (Monfreda et al., 2004; Wackernagel et al.,2002 ; Borucke et al., 2013 ; Lin et al., 2018).

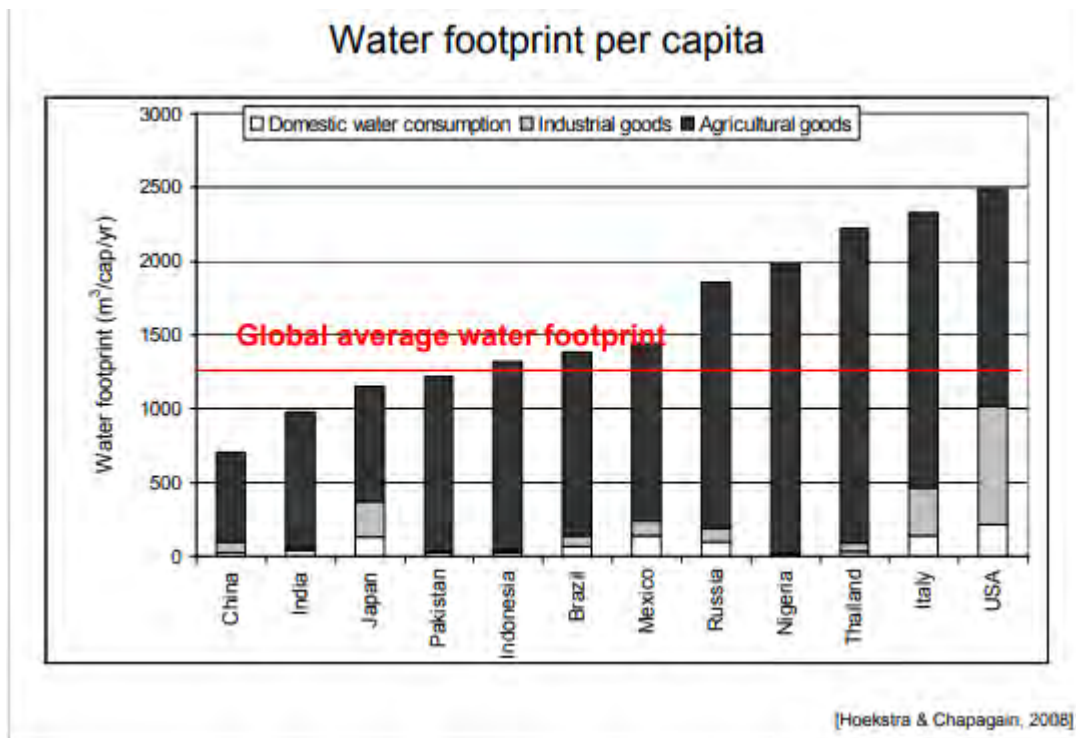
2.3. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Στη βάση του, το αποτύπωμα νερού (WF) είναι ένας πολυδιάστατος δείκτης της ογκομετρικής χρήσης του νερού και της ρύπανσης. Ενώ οι παραδοσιακοί δείκτες χρήσης νερού όπως η άντληση ή οι αποσύρσεις αναφέρουν συνήθως (ακαθάριστους) όγκους που λαμβάνονται από ένα υδάτινο σώμα, το WF υποδεικνύει (καθαρή) κατανάλωση νερού, την οποία συνδέει ρητά με μια δικαιούχο ανθρώπινη δραστηριότητα (π.χ. ανάπτυξη πατάτας ή πλύσιμο αυτοκινήτου)

). Η κατανάλωση με όρους WF αναφέρεται σε νερό που «χάνεται» από το σύστημα, και επομένως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλους σκοπούς τη συγκεκριμένη στιγμή στη συγκεκριμένη τοποθεσία (Charagain & Hoekstra, 2008).

Το υδατικό αποτύπωμα μπορεί να αφορά ένα προϊόν, έναν καταναλωτή, μια χώρα ή οργάνωση. Πιο συγκεκριμένα για έναν καταναλωτή ορίζεται ως ο συνολικός όγκος νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή των προϊόντων και των υπηρεσιών που χρησιμοποιούνται από αυτόν. Όσον αφορά ένα προϊόν το υδατικό αποτύπωμα του ισούται με τον συνολικό όγκο νερού που χρησιμοποιείται άμεσα και έμμεσα για την παραγωγή του προϊόντος αυτού σε κάθε στάδιο της αλυσίδας παραγωγής του. (Τζελατίδης, 2013)

Το WF μέσα σε μια χώρα αναφέρεται στον συνολικό όγκο νερού που καταναλώνεται ή ρυπαίνεται εντός των συνόρων της χώρας συμπεριλαμβανομένων και των προϊόντων που παράγονται μέσα σε αυτήν αλλά εξάγονται και καταναλώνονται σε άλλες. Αντίθετα με τον ορισμό του υδατικού αποτυπώματος εθνικής κατανάλωσης εννοείται ο συνολικός όγκος νερού που χρειάζεται για να καλυφθούν οι ανάγκες όλων των κατοίκων της χώρας. (Τζελατίδης, 2013)



Εικόνα 2-3 : Μέσος όρος υδατικού αποτυπώματος ανά χώρα (Hoekstra & Chapagain, 2008)

2.3.1. Ιστορική αναδρομή

Το WF, προτάθηκε το 2003 από τον Hoekstra, ποσοτικοποιεί τον άμεσο και έμμεσο όγκο πόσιμου νερού που καταναλώνεται για την παραγωγή προϊόντων ή υπηρεσιών που καταναλώνονται από ένα άτομο, μια κοινότητα, μια εταιρεία ή μια χώρα (Hoekstra, 2003). Οι πρώτες μελέτες σχετικά με το υδατικό αποτύπωμα ασχολήθηκαν μόνο με τη χρήση της συνιστώσας μπλε του νερού, όπως για παράδειγμα ο υπολογισμός του «ΥΑ των εθνών» από τους Hoekstra και Hung (2002) που στηρίχτηκε στο διεθνές εμπόριο βασικών γεωργικών καλλιεργειών, αλλά και ο πιο εκτενής υπολογισμός από τους Charagain και Hoekstra (2003a)

που έλαβαν υπόψη και το εμπόριο κτηνοτροφικών αγαθών.(Τζελατίδης, 2013) Ωστόσο σε καμία από τις παραπάνω μελέτες δεν υπολογίστηκε η χρήση του πράσινου νερού. Για πρώτη φορά έγινε το 2004 από τους Charagain και Hoekstra. Αργότερα η έννοια του υδάτινου αποτυπώματος αναπτύχθηκε παραπέρα, λαμβάνοντας υπόψη και την συνιστώσα του γκρι αποτυπώματος που σχετίζεται με την επίδραση της μόλυνσης (Charagain et al., 2006).Επίσης μία από τις εκτιμήσεις προτάθηκε από το Water Footprint Network (WFN) (Hoekstra et al., 2010) στο Water Footprint Assessment (WFA). Στη συνέχεια, έχουν αναπτυχθεί άλλες μεθοδολογίες για ποσοτικοποίηση ως ISO 14046, βάσει της μεθόδου Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής (AENOR, 2015) ή της Διαθέσιμης Απομείωσης Νερού (AWARE) (Ansorge & Beránková, 2017).

Σύμφωνα με το WFA, το WF είναι ένας πολυδιάστατος δείκτης για τη μέτρηση της άμεσης και της έμμεσης κατανάλωσης νερού - με μπλε και πράσινο νερό - και της ρύπανσης που παράγεται - με γκρίζο νερό.

Το πράσινο WF αναφέρεται σε νερό από βροχοπτώσεις και λιωμένο χιόνι που αποθηκεύεται στη ρίζα του εδάφους που εξατμίζεται πίσω στην ατμόσφαιρα. Έχει ιδιαίτερη σημασία για τα γεωργικά και δασικά προϊόντα καθώς ο αποτύπωμα του πράσινου νερού είναι νερό από καθίζηση που αποθηκεύεται στη ρίζα του εδάφους και εξατμίζεται, εξατμίζεται ή ενσωματώνεται από φυτά. Το μπλε WF αναφέρεται σε νερό που προέρχεται από επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα που είτε εξατμίζεται είτε ενσωματώνεται σε ένα προϊόν. Το νερό που καταναλώνεται από την αρδευόμενη γεωργία, τη βιομηχανία και τα νοικοκυριά είναι γενικά μπλε νερό. Το γκρίζο αποτύπωμα νερού σύμφωνα με τους Ansorge, Stejskalova και Dlabar (2020) είναι *«η ποσότητα πόσιμου νερού που απαιτείται για την αφομοίωση των ρύπων ώστε να πληρούν συγκεκριμένα πρότυπα ποιότητας νερού.»* Το γκρίζο αποτύπωμα νερού σχετίζεται με τη ρύπανση σημειακής πηγής που απορρίπτεται άμεσα σε πόρους πόσιμου νερού μέσω σωλήνα ή έμμεσα μέσω απορροής ή έκπλυσης από το έδαφος, αδιαπέραστες επιφάνειες ή άλλες διάχυτες πηγές (Ansorge et al., 2020).

2.3.2. Ορισμός

Έτσι, ένα WF μετρά τόσο την κατανομή του γλυκού νερού ως φυσικού πόρου (μέσω του πράσινου και του μπλε WF) όσο και ως παράγοντα αφομοίωσης των αποβλήτων (μέσω του γκρίζου WF). Με αυτόν τον τρόπο συνδυάζει την ποσότητα νερού και την ποιότητα του νερού σε έναν δείκτη.

Τέλος, τα WF υπολογίζονται στη βασική μονάδα μιας διαδικασίας ή δραστηριότητας. Αυτές οι διεργασίες WF μπορούν να συνοψιστούν σε επίπεδο προϊόντος, εταιρείας, τομέα ή καταναλωτή. Η εφαρμογή αυτής της ιδέας σε καταναλωτή ή ομάδα καταναλωτών ορίζεται στο Εγχειρίδιο WFA (Hoekstra et al., 2010) ως ο συνολικός όγκος γλυκού νερού που καταναλώνεται και μολύνεται για την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών που χρησιμοποιεί ο καταναλωτής. Ως εκ τούτου, για να εκτιμηθεί μια ομάδα καταναλωτών είναι απαραίτητο να ερωτηθούν για τις καθημερινές τους συνήθειες, οι οποίες συνεπάγονται κατανάλωση ή χρήση νερού, άμεσα ή έμμεσα, τόσο εντός των σπιτιών τους όσο και στο εξωτερικό (Hogeboom, 2020).

Οι υπολογισμοί του WF έχουν διερευνηθεί για μια μεγάλη ποικιλία διαδικασιών, προϊόντων και τομέων. Για παράδειγμα γνωρίζουμε ότι χρειάζονται 1.200 λίτρα για την παραγωγή μιας πίτσας Μαργαρίτα (κατά μέσο όρο, αθροίζοντας τη χρήση νερού σε όλα τα συστατικά της πίτσας), 3.200 L για ένα ζευγάρι βαμβακερά τζιν (αθροίζοντας τη χρήση νερού και ρύπανση από την ανάπτυξη του βαμβακιού έως και τη ραφή του υφάσματος), και 14.600 L για την παραγωγή ενός giga joule ενέργειας σε ένα εργοστάσιο υδροηλεκτρικής ενέργειας. Ένα βαμβακερό πουκάμισο είναι κατασκευασμένο από βαμβακερό ύφασμα, το οποίο είναι κατασκευασμένο από χτενισμένο ή λαναρισμένο βαμβάκι, το οποίο προέρχεται από χνούδι βαμβακιού, το οποίο προέρχεται από βαμβάκι σπόρου, το οποίο συγκομίζεται από το βαμβάκι. Πράγματι, πριν φτάσει το τελικό ύφασμα βαμβακιού στα χέρια ενός καταναλωτή περνά από μια σειρά ενδιάμεσων διαδικασιών και προϊόντων. Αρχικά το βαμβάκι σπόρου μεταποιείται σε χνούδι (παίρνουμε μόνο 350 κιλά χνούδι από 1000 κιλά σπόρου βαμβακιού), μετά το λανάρισμα, την περιστροφή και την ύφανση παίρνουμε γκρι ύφασμα (1000 κιλά χνούδι παράγει μόνο 900 κιλά γκρι ύφασμα) και μετά σειρά έχει η υγρή επεξεργασία (λεύκανση και βαφή) και τελειώνει ως τελικό τυπωμένο βαμβάκι ύφασμα. Απαιτεί περίπου 30 m³ ανά τόνο για λεύκανση, 140 m³ ανά τόνο για το θάνατο και 190 m³ ανά τόνο για εκτύπωση. Το μέσο αποτύπωμα νερού του τυπωμένου βαμβακιού (για παράδειγμα ένα ζευγάρι τζιν βάρους 1 κιλού) είναι 11000 λίτρα ανά χιλιόγραμμα (Hogeboom, 2020).

Ακόμα, κοστίζει περίπου 21.000 λίτρα νερού για την παραγωγή 1 κιλού καβουρδισμένου καφέ. Για ένα τυπικό φλιτζάνι καφέ χρειαζόμαστε 7 γραμμάρια καβουρδισμένου καφέ, με αποτέλεσμα ένα φλιτζάνι καφέ να κοστίζει 140 λίτρα νερού αν υποθέσουμε ότι ένα τυπικό φλιτζάνι καφέ είναι 125 ml. Χρειαζόμαστε λοιπόν περισσότερες από 1100 σταγόνες νερού για την παραγωγή μιας σταγόνας καφέ. Η κατανάλωση τσαγιού αντί για καφέ θα εξοικονομούσε πολύ νερό καθώς για ένα τυπικό φλιτζάνι τσάι των 250 ml απαιτούμε 30 λίτρα νερού.

Ο μέσος άνθρωπος στη Γη χρειάζεται 3.800 L την ημέρα για να υποστηρίξει τον τρόπο ζωής του, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας είναι έμμεση χρήση που απαιτείται για την παραγωγή της τροφής μας. Μια χορτοφαγική διαίτα έχει έως και 40% λιγότερη ένταση νερού από εκείνη ενός παμφάγου. Η γεωργία αντιπροσωπεύει το 92% του WF της ανθρωπότητας, ενώ το υπόλοιπο διαιρείται περίπου εξίσου μεταξύ βιομηχανίας και οικιακής χρήσης. Από τα περίπου 10.000 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα ετησίως που καταναλώνει η ανθρωπότητα σε όλους τους τομείς, το 74% είναι πράσινο, 11% μπλε και 15% γκρίζο νερό (Hogeboom, 2020).

Παρατηρούμε πως ο ορισμός του αποτυπώματος του νερού σχεδιάστηκε για να περιλαμβάνει κάτι περισσότερο από «απλώς» έναν δείκτη κατανάλωσης νερού. Τόσο ο πολυδιάστατος χαρακτήρας που περιγράφηκε παραπάνω όσο και το ευρύτερο πλαίσιο προέκυψαν για σημαντικό λόγο. Πρώτον, υπήρχε η αντίληψη ότι το νερό δεν είναι μόνο τοπικό αλλά και παγκόσμιος πόρος. Μέσω του εμπορίου προϊόντων σε διεθνείς αγορές, το νερό εμπορεύεται επίσης ουσιαστικά. Είναι «ενσωματωμένο» στο προϊόν. Μέσω του εμπορίου, οι αγοραστές ή οι καταναλωτές προϊόντων στην πραγματικότητα χρησιμοποιούν υδάτινους πόρους σε άλλες τοποθεσίες από τον τόπο καταγωγής του. Επιπλέον, η κατανομή των υδάτινων πόρων από τις τοπικές αρχές καθοδηγείται όλο και περισσότερο από τη δυναμική της παγκόσμιας οικονομίας. Η αναγνώριση αυτής της παγκόσμιας διάστασης στο νερό άνοιξε μια θέση για τη μελέτη του νερού (ίχνη) σε σχέση με το εμπόριο και την παγκοσμιοποίηση (Hogeboom, 2020).

Παρά την παγκόσμια διάσταση στο νερό, ωστόσο, οι επιπτώσεις της χρήσης νερού και της ρύπανσης παραμένουν σε μεγάλο βαθμό τοπικές. Δεδομένου ότι τα τοπικά ποσοστά ανανέωσης γλυκών υδάτων είναι περιορισμένα, η δεύτερη σημαντική έννοια είναι ότι οι ογκομετρικές WF των ανθρώπινων δραστηριοτήτων πρέπει να μελετηθούν στο πλαίσιο των τοπικών γεωγραφικών ορίων ή των οικολογικών ορίων. Αυτό το περιβάλλον των WF σε κατάλληλες (τοπικές) ρυθμίσεις βοηθάει στην απάντηση του "λοιπόν τι;" ερώτηση ενός μεγάλου ή μικρού ογκομετρικού WF. Η σύγκριση των ογκομετρικών WF με τα τοπικά επίπεδα διαθεσιμότητας νερού αποκαλύπτει την πίεση που ασκούν αυτά σε τοπικά συστήματα νερού. Κάτι τέτοιο κάνει τους υπολογισμούς του WF πιο ουσιαστικούς και ενεργούς για την επίλυση των μεγάλων προκλήσεων που σχετίζονται με το νερό (Hogeboom, 2020).

Ένας άλλος λόγος που συνέβαλε στην ανάπτυξη της ευρύτερης έννοιας WF είναι ανεξάρτητος από την επιστήμη. Καθώς οι πολυεθνικές εταιρείες, ειδικότερα, έμαθαν για την ιδέα, ήθελαν να αξιολογήσουν το WF τους από την οπτική γωνία παραγωγής. Αυτό οδήγησε στην εντατική μελέτη των WF σε αλυσίδες εφοδιασμού προϊόντων και - ίσως το πιο σημαντικό - στην ανάπτυξη του παγκόσμιου προτύπου αξιολόγησης αποτυπώματος νερού (Hoekstra et al., 2010). Σε αυτήν την ευρέως υιοθετημένη μέθοδο, τέσσερα σαφή βήματα βοηθούν τους επαγγελματίες και τους ακαδημαϊκούς συστηματικά να:

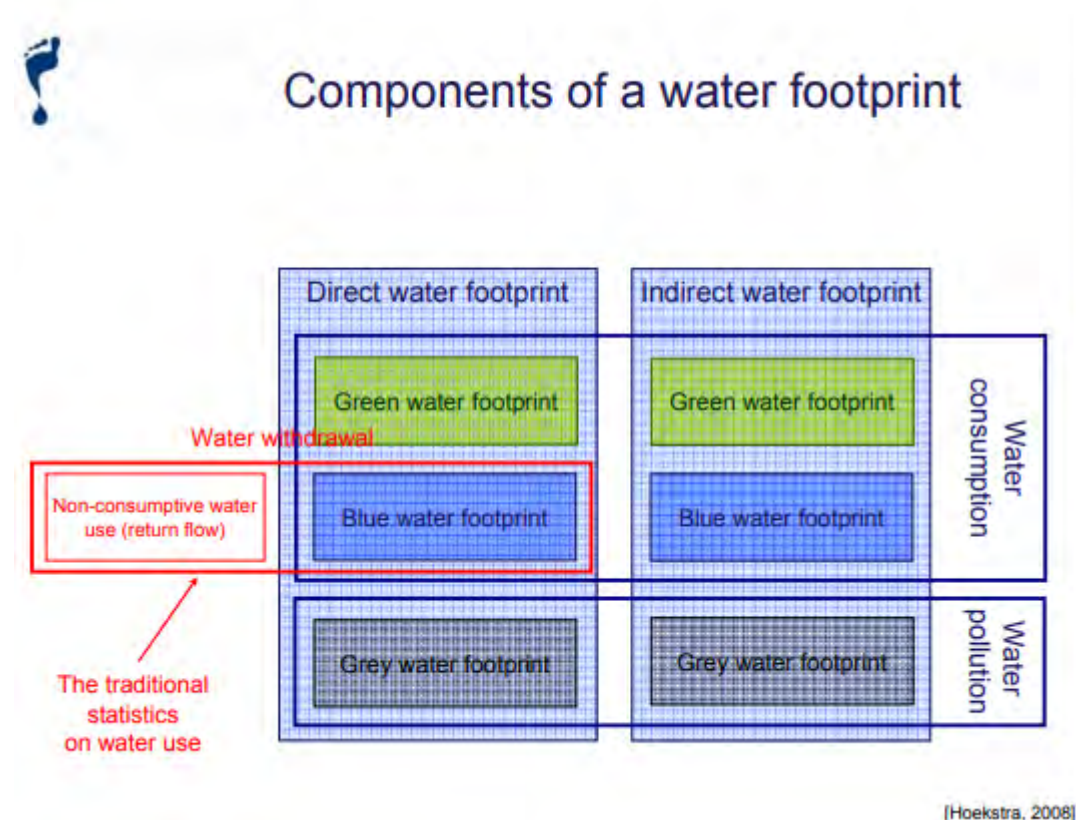
1. Αξιολογήσουν το πεδίο εφαρμογής του αποτυπώματος του νερού
2. Δημιουργήσουν ογκομετρικούς υπολογισμούς WF
3. Τοποθετήσουν αυτούς τους υπολογισμούς στο ευρύτερο και τοπικό πλαίσιο βιωσιμότητάς τους
4. Προτείνουν (σχετικές με την πολιτική) επιλογές απόκρισης. (Hogeboom, 2020)

Κατά τη δεκαετία που πέρασε από τη δημοσίευση αυτού του προτύπου, η έννοια του WF έχει μετατραπεί σε ένα νέο πεδίο επιστημονικής συζήτησης που ονομάζεται Water Footprint Assessment. Η επόμενη ενότητα διερευνά μερικές πρόσφατες εφαρμογές που πραγματοποιήθηκαν σε αυτό το εκκολλαπτόμενο πεδίο (Hogeboom, 2020).

Η πρώτη εφαρμογή της έννοιας WF είναι η απάντηση για ποιον λόγο χρησιμοποιεί η ανθρωπότητα τους πολύτιμους υδάτινους πόρους της. Αυτή η ανάλυση, που ονομάζεται λογιστική WF, είναι αυτό που έκανε την ιδέα να αντηχεί τόσο στο ευρύτερο κοινό όσο και στη διευρυμένη επιστημονική κοινότητα ειδικότερα. Πολλές μελέτες διερεύνησαν WF διεργασιών και εμπορευμάτων, από τοπικές εμπειρικές μελέτες περιπτώσεων έως μοντελοποίηση υψηλής ανάλυσης σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτές οι μελέτες έδειξαν πώς η ρητή σύνδεση της χρήσης νερού με ανθρώπινες δραστηριότητες μας βοηθά να κατανοήσουμε τις ποσότητες νερού που κατανέμονται - συχνά σιωπηρά - στην παραγωγή τροφίμων, ζωοτροφών, καυσίμων και ινών. Καθώς η έννοια του WF παρέχει μια συστηματική γλώσσα για την έκφραση μονάδων νερού (κυβικά μέτρα) σε μονάδες τροφής (τόνοι προϊόντων) ή μονάδες ενέργειας (joules ή θερμίδες), για παράδειγμα, επιτρέπει στους ερευνητές ενέργειας να σχεδιάζουν μίγματα ενεργειακών νευρικών νευρώνων για να εκτιμήσουν το κόστος νερού αυτού του ενεργειακού μείγματος. Η υδροηλεκτρική ενέργεια, αποδείχθηκε, συνδέεται με ένα μεγάλο μπλε WF και η βιοενέργεια έχει ένα μεγάλο πράσινο WF που επιπλέον μπορεί να ανταγωνιστεί την παραγωγή τροφίμων (Hogeboom, 2020).

Η ξεχωριστή επεξεργασία της πηγής του πράσινου και του μπλε νερού τόνισε τη σημασία του πράσινου νερού στην παραγωγή τροφίμων. Το πράσινο νερό θεωρείται συχνά δεδομένο ή παραβλέπεται σε παραδοσιακές γεωργικές μελέτες διαχείρισης νερού που συνήθως ασχολούνται με το μπλε (άρδευση) νερό. Ταυτόχρονα, ο συνδυασμός της ποσότητας νερού (πράσινο και μπλε WF) και της ποιότητας (γκρι WF) αφορούσε τις αναπόφευκτες αντισταθμίσεις μεταξύ των δύο στοιχείων WF. Για παράδειγμα, στην αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών με την προσθήκη λιπασμάτων, το πράσινο-μπλε WF ανά μονάδα καλλιέργειας μπορεί να μειωθεί, ενώ ταυτόχρονα το γκρίζο WF μπορεί να αυξηθεί λόγω της έκχυσης υπερβολικών λιπασμάτων σε υδατικά συστήματα (Hogeboom, 2020).

Οι χωρικές διακυμάνσεις στα WF διευκόλυναν επίσης τις αναλύσεις της αποτελεσματικής χρήσης νερού. Ακόμη και για παρόμοια εδάφη, κλιματολογικές συνθήκες και γεωργικές πρακτικές, μελέτες διαπίστωσαν σημαντικές διαφορές στην ποσότητα του νερού που απαιτείται για την παραγωγή μιας μονάδας καλλιέργειας από το ένα μέρος στο άλλο. Η μείωση αυτών των ανεπαρκειών έχει σημαντική δυνατότητα εξοικονόμησης νερού που μπορεί να συμβάλει άμεσα στην επίλυση των μεγάλων προκλήσεων του νερού (Hogeboom, 2020).



Εικόνα 2-4 : Διαίρεση του υδατικού αποτυπώματος σε κατηγορίες (Hoekstra, 2008).

2.3.3. Γκρι αποτύπωμα νερού

Ένα γκρίζο αποτύπωμα νερού ορίζεται ως η ποσότητα γλυκού νερού που είναι απαραίτητο για να εξομοιωθεί το φορτίο ρύπων ώστε να φθάσει στο επίπεδο των υφιστάμενων προτύπων ποιότητας νερού (Hoekstra et al., 2010). Το νερό που έχει μολυνθεί κατά τη διαδικασία κατασκευής θα πρέπει να θεωρείται ως νερό που καταναλώνεται άμεσα από την παραγωγή, επειδή νερό κακής ποιότητας δεν μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί για οποιονδήποτε άλλο

σκοπό (DeGirolamo et al., 2019). Κατά συνέπεια, ένα GWF δεν ταιριάζει με την ποσότητα των απορριμμάτων λυμάτων. Αντίθετα, είναι ίση με τη συνολική ποσότητα νερού που πρέπει να βρίσκεται στα ύδατα υποδοχής για να είναι δυνατή η επαρκής αραίωση της απόρριψης. Κατά συνέπεια, η πρώτη εξίσωση ρυθμίζεται ξεχωριστά για κάθε σημείο λυμάτων / εκπομπών ρύπων στα ύδατα, καθώς και για κάθε απορριπτόμενο ρύπο, και η τιμή του GWF του συστήματος που αξιολογείται είναι το άθροισμα των μέγιστων τιμών για κάθε σημείο απαλλαγής. Ανάλογα με τον καθορισμό της μελέτης WF, ένα σημείο εκκένωσης μπορεί να αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο σημείο κατά μήκος της ροής, μία έκταση υδάτινου ρεύματος, μια λεκάνη ή άλλες χωρικές μονάδες (Ansorge et al., 2020).

$$GWF_{j,i} = \frac{L_{j,i}}{C_{maxj,i} - C_{natj,i}}$$

$$GWF_j = \max\{GWF_{j,1}, GWF_{j,2} \dots GWF_{j,i}\}$$

$$GWF = \sum_{j=1}^n GWF_j$$

Όπου :

- $GWF_{j,i}$ είναι το γκρίζο αποτύπωμα νερού του ρύπου i που απελευθερώθηκε στο νερό στο σημείο j [όγκος / χρόνος]
- GWF_j είναι το γκρίζο αποτύπωμα νερού του ρύπου στο σημείο j [όγκος / χρόνος]
- GWF είναι το γκρίζο αποτύπωμα νερού του συστήματος που μελετάται [όγκος / χρόνος]
- $L_{j,i}$ είναι η ποσότητα του ρύπου i που εκπέμπεται στο νερό στο σημείο j [βάρος / όγκος]
- $C_{maxj,i}$ είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση της ουσίας i στα ύδατα στο σημείο j [βάρος / χρόνος]
- $C_{natj,i}$ είναι η φυσική συγκέντρωση της ουσίας i στο νερό υποδοχής στο σημείο j [βάρος / όγκος]
- N είναι ο αριθμός των σημείων εκφόρτισης

Η φυσική συγκέντρωση c_{nat} της ουσίας του i αντιπροσωπεύεται από μια τέτοια συγκέντρωση που θα ήταν εκεί σε μια κατάσταση χωρίς ανθρωπογενή επίδραση, σε σχέση με τις φυσικές και γεωλογικές συνθήκες. Οι Franke et al., (2013) συνιστά τη χρήση τοπικών δεδομένων για τον προσδιορισμό του φυσικού υποβάθρου. Τα προφίλ αναφοράς για τον άμεσο προσδιορισμό των μη επηρεασμένων συγκεντρώσεων από τον άνθρωπο είναι δύσκολο να βρεθούν στο υπάρχον, πυκνοκατοικημένο και έντονα χρησιμοποιούμενο ευρωπαϊκό τοπίο. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιούνται διάφορες προσεγγίσεις για την εξαγωγή αυτών των τιμών. Πολύ συχνά, τα δεδομένα για τα θρεπτικά συστατικά μπορούν να βρεθούν στη βιβλιογραφία (Liu et al., 2017) επειδή η γεωργία είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής νερού στον κόσμο και τα γεωργικά προϊόντα έχουν ένα από τα υψηλότερα WF από όλα (Ercin & Hoekstra, 2014). Για ορισμένες ουσίες, είναι δύσκολο να προσδιοριστεί καθολικά εφαρμόσιμη τιμή λόγω της μεταβλητότητας των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών και της πολυπλοκότητας των διαδικασιών που καθορίζουν το επίπεδο υποβάθρου των ουσιών στο υδάτινο περιβάλλον. Από την άποψη της

WFD, τα επίπεδα φυσικού υποβάθρου παρουσιάζουν κατάσταση «πολύ καλή» και η οδηγία στοχεύει στην επίτευξη της κατάστασης «καλής ποιότητας», την οποία περιγράφει ως ένα μόνο επίπεδο χειρότερο από την κατάσταση «πολύ καλή». Για τους ρύπους που απορρίπτονται στα ύδατα, η WFD εισάγει τα λεγόμενα περιβαλλοντικά πρότυπα ποιότητας (EQS) τα οποία, από την άποψη του GWF, είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση του c_{max} . Για ουσίες που συνήθως δεν εμφανίζονται σε φυσικά συστήματα ή σε εκείνες με αμελητέα φυσική συγκέντρωση στα ύδατα, μπορεί να ληφθεί υπόψη η φυσική τιμή συγκέντρωσης $c_{nat} = 0$, γεγονός που απλοποιεί την Εξίσωση (1). Οι τιμές EQS βρίσκονται στα ισχύοντα κανονιστικά έγγραφα καθεμιάς από τις χώρες της ΕΕ (π.χ. για την Τσεχική Δημοκρατία, αυτό περιλαμβάνει την κυβερνητική απόφαση αριθ. 401/2015 Coll. Η το τσεχικό τεχνικό πρότυπο ČSN 75 7221 - Ποιότητα νερού) ή, για διαφορετικοί τύποι υδατικών συστημάτων, σε μεθοδολογικά υλικά που χρησιμοποιούνται ως μέρος της υλοποίησης της ΟΠΥ. Στην Τσεχική Δημοκρατία, αυτό περιλαμβάνει, για παράδειγμα, ένα έγγραφο με τίτλο Μεθοδολογία για την αξιολόγηση φυσικοχημικών παραμέτρων το οποίο απαριθμεί επίσης τιμές που σχετίζονται με πολύ καλή κατάσταση (δηλ. C_{nat}) (Ansorge et al., 2020).

Τα πρότυπα ρύπανσης και οι τιμές του φυσικού υποβάθρου είναι οι βασικές πληροφορίες που απαιτούνται για τον υπολογισμό του GWF (Liu et al., 2017) και θα επηρεάσουν τις τιμές ενός GWF στο μεγαλύτερο βαθμό (Miglietta et al., 2017). Για ορισμένους ρύπους, οι τιμές EQS δεν παρέχονται στη βιβλιογραφία. Μια πιθανή λύση για τέτοιες ουσίες είναι να προσδιοριστεί η ικανότητα αφομοίωσης των υδάτων υποδοχής ως εξής: $c_{max} - c_{nat}$ (Ansorge et al., 2020).

2.3.4. Μπλε αποτύπωμα νερού

Το αποτύπωμα του μπλε νερού είναι ένας δείκτης της καταναλωτικής χρήσης του λεγόμενου μπλε νερού, με άλλα λόγια, φρέσκα επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα. Ο όρος «καταναλωτική χρήση νερού» αναφέρεται σε μία από τις ακόλουθες τέσσερις περιπτώσεις:

- Το νερό εξατμίζεται.
- Το νερό ενσωματώνεται στο προϊόν.
- Το νερό δεν επιστρέφει στην ίδια λεκάνη απορροής, για παράδειγμα, επιστρέφεται σε άλλη λεκάνη απορροής ή στη θάλασσα.
- Το νερό δεν επιστρέφει την ίδια περίοδο, για παράδειγμα, αποσύρεται σε μια ξηρή περίοδο και επιστρέφει σε μια υγρή (Hogeboom et al., 2018).

Το πρώτο συστατικό, η εξάτμιση, είναι γενικά το πιο σημαντικό. Ως εκ τούτου θα δει κανείς συχνά ότι η καταναλωτική χρήση εξομοιώνεται με την εξάτμιση, αλλά και τα άλλα τρία συστατικά θα πρέπει να περιλαμβάνονται όταν χρειάζεται. Όλες οι μετρήσεις εξάτμισης που σχετίζονται με την παραγωγή, συμπεριλαμβανομένου του νερού που εξατμίζεται κατά τη διάρκεια αποθήκευσης του (για παράδειγμα, από τεχνητές δεξαμενές νερού), μεταφορά (για παράδειγμα, ανοιχτά κανάλια), επεξεργασία

και συλλογή και απόρριψη (για παράδειγμα, από κανάλια αποχέτευσης και από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων) (Hogeboom et al., 2018).

Το μπλε αποτύπωμα νερού μετρά την ποσότητα νερού που διατίθεται σε μια συγκεκριμένη περίοδο που καταναλώνεται (με άλλα λόγια, δεν επιστρέφεται αμέσως εντός της ίδιας λεκάνης). Με αυτόν τον τρόπο, παρέχει ένα μέτρο της ποσότητας του διαθέσιμου μπλε νερού που καταναλώνεται από ανθρώπους. Τα υπόλοιπα (τα υπόγεια νερά και οι επιφανειακές ροές νερού που δεν καταναλώνονται για ανθρώπινους σκοπούς) αφήνονται να διατηρήσουν τα οικοσυστήματα που

εξαρτώνται από τις ροές των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων (Hogeboom et al.,2018).

Το αποτύπωμα του μπλε νερού σε ένα βήμα διαδικασίας υπολογίζεται ως:

$WF_{\text{μπλε}} = \text{εξάτμιση μπλε νερού} + \text{ενσωμάτωση μπλε νερού} + \text{χαμένη επιστροφή ροής}$

Το τελευταίο στοιχείο αναφέρεται στο τμήμα της ροής επιστροφής που δεν είναι διαθέσιμο για επαναχρησιμοποίηση εντός της ίδιας λεκάνης απορροής εντός της ίδιας περιόδου απόσυρσης, είτε επειδή επιστρέφεται σε άλλη λεκάνη απορροής (ή απορρίπτεται στη θάλασσα) είτε γιατί επιστρέφεται σε άλλη χρονική περίοδο (Hogeboom et al.,2018).

Κατά την αξιολόγηση του μπλε αποτυπώματος μιας διαδικασίας μπορεί να είναι σχετική (ανάλογα σχετικά με το πεδίο της μελέτης) για διάκριση μεταξύ διαφορετικών ειδών πηγών μπλε νερού. Η πιο σχετική διαίρεση είναι μεταξύ των επιφανειακών υδάτων, υδάτων που ρέουν (ανανεώσιμα) υπόγεια και ορυκτών υπόγειων υδάτων. Μπορεί να γίνει διάκριση αντίστοιχα του αποτυπώματος μπλε σε επιμέρους μπλε αποτυπώματα των επιφανειακών υδάτων, των ανανεώσιμων υπόγειων υδάτων και του απολιθωμένου υπόγειο νερού (ή το ανοιχτό μπλε, σκούρο-μπλε και αποτύπωμα μαύρου νερού. Στην πράξη, αυτή η διάκριση είναι συχνά πολύ δύσκολο να γίνει λόγω ανεπάρκειας δεδομένων. Είναι δυνατόν ωστόσο, εάν τα δεδομένα είναι επαρκή, για να καθοριστεί το μπλε αποτύπωμα νερού ανά πηγή (παράδειγμα στο Aldaya) (Aldaya &Hoekstra, 2010).

2.3.5. Πράσινο αποτύπωμα νερού

Το αποτύπωμα του πράσινου νερού είναι ένας «δείκτης» της ανθρώπινης χρήσης του λεγόμενου πράσινου νερού. Αναφέρεται στο νερό της βροχής στη γη που δεν διαφεύγει ή δεν επαναφορτίζει τα «υπόγεια ύδατα» αλλά αποθηκεύεται στο έδαφος ή παραμένει προσωρινά στην επιφάνεια ή απορροφάται από την βλάστηση. Εν τέλει αυτό το ποσοστό της βροχής εξατμίζεται ή διαπνέεται μέσω φυτών. Το πράσινο νερό μπορεί να γίνει παραγωγικό για την ανάπτυξη των καλλιεργειών (αλλά δεν μπορούν να απορροφηθούν όλα τα πράσινα νερά από τις καλλιέργειες, γιατί θα υπάρχει πάντα εξάτμιση από το έδαφος και λόγω των διαφορετικών εποχών του έτους και των περιοχών που είναι ακατάλληλες για καλλιέργεια) (Hogeboom et al.,2018). Το αποτύπωμα του πράσινου νερού είναι ο όγκος του βρόχινου νερού που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της παραγωγής. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τα γεωργικά και δασοκομικά προϊόντα (προϊόντα με βάση καλλιέργειες ή ξύλο), όπου αναφέρεται στη εξατμισοδιαπνοή του συνολικού νερού της βροχής (από χωράφια και φυτείες) συν το νερό που έχει ενσωματωθεί στις καλλιέργειες ή στο ξύλο. Ο τύπος υπολογισμού του είναι ο παρακάτω :

$WF_{\text{πράσινο}} = \text{εξάτμιση πράσινου νερού} + \text{ενσωμάτωση πράσινου νερού}$

2.3.6. Άμεσο και έμμεσο υδατικό αποτύπωμα

Το αποτύπωμα του νερού εκτός από την διάκριση του σε χρώματα όπως είδαμε παραπάνω (μπλε, πράσινο, γκρι) διακρίνεται και σε άμεσο (direct) ή έμμεσο (indirect) ανάλογα με την χρήση του καταναλωτή και του παραγωγού.

Το άμεσο αποτύπωμα νερού ενός καταναλωτή ή παραγωγού (ή μιας ομάδας καταναλωτών ή παραγωγών) αναφέρεται στην κατανάλωση γλυκού νερού και τη ρύπανση που σχετίζεται με τη χρήση νερού από τον καταναλωτή ή τον παραγωγό. Διαφέρει από το έμμεσο αποτύπωμα νερού, το οποίο αναφέρεται στην κατανάλωση νερού και τη ρύπανση που μπορεί να σχετίζεται με την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών που καταναλώνει ο καταναλωτής ή τις εισροές που χρησιμοποιεί ο παραγωγός.

Για παράδειγμα, για την παραγωγή ενός προϊόντος, το νερό που χρησιμοποιείται είναι το άμεσο υδατικό αποτύπωμα του παραγωγού ενώ για τον καταναλωτή που το χρησιμοποιεί θεωρείται έμμεσο. Αν ο παραγωγός κατά την διαδικασία της παραγωγής του προμηθεύτηκε πρώτες ύλες τότε το νερό που χρησιμοποιήθηκε για τα υλικά αυτά ανήκουν στο έμμεσο υδατικό αποτύπωμα του παραγωγού αλλά και του καταναλωτή. Το έμμεσο υδατικό αποτύπωμα μια διαδικασίας, επομένως, ισούται με το άθροισμα των άμεσων υδατικών αποτυπωμάτων όλων των προηγούμενων διαδικασιών. Ενώ τα άμεσα ίχνη νερού είναι η παραδοσιακή εστίαση των καταναλωτών και των εταιρειών, το έμμεσο αποτύπωμα νερού είναι γενικά πολύ μεγαλύτερο. Αντιμετωπίζοντας μόνο το άμεσο αποτύπωμα νερού, οι καταναλωτές θα παραμελούσαν το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος του αποτυπώματος νερού σχετίζεται με τα προϊόντα που αγοράζουν στο σούπερ μάρκετ ή αλλού, όχι στο νερό που καταναλώνουν στο σπίτι. Για τις περισσότερες επιχειρήσεις, το αποτύπωμα νερού στην αλυσίδα εφοδιασμού τους είναι πολύ μεγαλύτερο από το αποτύπωμα νερού των δικών τους εργασιών αγνοώντας το συστατικό στοιχείο της αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να οδηγήσει σε επενδύσεις για την πραγματοποίηση βελτιώσεων στη λειτουργική χρήση νερού, ενώ θα μπορούσαν οι επενδύσεις της αλυσίδας εφοδιασμού να ήταν πιο αποδοτικές στην οικονομία.

Ανάλογα με το σκοπό μιας συγκεκριμένης μελέτης, ωστόσο, μπορεί κανείς να αποφασίσει να συμπεριλάβει μόνο το άμεσο ή έμμεσο αποτύπωμα νερού στην ανάλυση.

2.3.7. Υπολογισμός του υδατικού αποτυπώματος

Για τον υπολογισμό του αποτυπώματος του νερού υπάρχουν 2 μέθοδοι που χρησιμοποιούνται. Η πρώτη ανακαλύφθηκε το 2008 από τους Hoekstra και Charagain και χωρίζεται σε 2 προσεγγίσεις:

- Η ανοδική ή bottom up approach που πολλαπλασιάζει όλα τα προϊόντα και τις υπηρεσίες που καταναλώνονται από τους κατοίκους μιας χώρας και έτσι υπολογίζει το υδατικό αποτύπωμα αυτής.
- Η καθοδική ή top down approach κατά την οποία υπολογίζεται η συνολική χρήση υδατικών πόρων μέσα στη χώρα αν σε αυτήν προσθέσουμε το εισαγόμενο εικονικό νερό και αφαιρέσουμε το εξαγόμενο.

Η δεύτερη θεωρείται πιο εύκολη στην χρήση καθώς υπολογίζεται πιο γρήγορα το WF ενός κράτους ενώ η πρώτη ενδείκνυται για την μέτρηση του WF ενός ατόμου, μιας επιχείρησης ή μιας μικρής περιοχής. Το πλεονέκτημα της «ανοδικής προσέγγισης» είναι ότι είναι πιο ευέλικτη, υπό την έννοια ότι υπάρχει η επιλογή του επίπεδου λεπτομέρειας της ανάλυσης και αντίστοιχα να προσαρμόσει τα στοιχεία που υπολογίζονται με βάση τα καταναλωτικά χαρακτηριστικά της κοινότητας ή δραστηριότητας που μελετάται. Ένα επιπρόσθετο όφελος αυτής της μεθόδου είναι ότι ξεχωρίζει τις επιπτώσεις ανά δραστηριότητα και για αυτό είναι πιο ευκατανόητη και πιο διδακτική (Chambers et al., 2000). Όσον αφορά τον υπολογισμό του ΥΑ σε ένα κράτος όμως η ανοδική μειονεκτεί καθώς βασίζεται στις τιμές των δεδομένων περισσότερο από την καθοδική και είναι πιο εύκολο να επηρεαστεί με την μεταβλητότητα και την αναξιοπιστία τους. Η καθοδική είναι λιγότερο εξαρτημένη επειδή στηρίζεται στις παγκοσμίως διαθέσιμες βάσεις δεδομένων. Επιπρόσθετα, είναι πιο αποδοτική στην «σύλληψη» των έμμεσων επιπτώσεων, καθώς λαμβάνει υπόψη τους πόρους που καταναλώνονται από τους κατοίκους μιας χώρας ανεξάρτητα από τις δραστηριότητες για τις οποίες χρησιμοποιούνται (Chambers et al., 2000).

Στην μέθοδο των Hoekstra και Charagain υπολογίζονται ξεχωριστά οι 3 συνιστώσες που αναφέραμε νωρίτερα (μπλε, πράσινη, γκρι), προστίθενται και το άθροισμα τους μας δίνει το ΥΑ. Άρα έχουμε :

$$WF = WF_{\text{μπλε}} + WF_{\text{πράσινο}} + WF_{\text{γκρι}}$$

Η δεύτερη μέθοδος διατυπώθηκε το 2010 από τους τους Ridoutt και Pfister σαν μια αναδιατυπωμένη πρόταση της πρώτης και δίνει μεγαλύτερη έμφαση στο πρόβλημα της λειψυδρίας καθώς και στον τοπικό του χαρακτήρα. Σε αυτή την μέθοδο λαμβάνονται υπόψη η άμεση κατανάλωση μπλε νερού, η απαίτηση γκρι νερού καθώς και η επίδρασης της χρήσης γης στους μπλε υδατικούς πόρους. Βασική θεώρηση της μεθόδου υπολογισμού των Ridoutt και Pfister είναι ότι λαμβάνεται υπόψη ολόκληρος ο «κύκλος ζωής» ενός προϊόντος δηλαδή από το στάδιο της πρωτογενούς παραγωγής μέχρι και τη φάση χρήσης του. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η μέθοδος αυτή δεν εκτιμά την κατανάλωση πράσινου νερού καθώς θεωρείται ότι η κατανάλωση αυτή καθ' εαυτή δεν συνεισφέρει στην λειψυδρία σε κανένα επίπεδο (τοπικό ή παγκόσμιο). Αυτό συμβαίνει επειδή το πράσινο νερό μέχρι να φτάσει στη γη και να μεταλλαχτεί σε μπλε νερό, δεν προσφέρει στις περιβαλλοντικές ροές που είναι αναγκαίες για την υγεία των υδάτινων οικοσυστημάτων ούτε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλες ανθρώπινες ανάγκες. Από το άθροισμα των τριών στοιχείων που προαναφέρθηκαν προκύπτει η ογκομετρική επιρροή στη διαθεσιμότητα των μπλε υδατικών πόρων. Όμως οι Ridoutt και Pfister δεν επικεντρώνονται σε απόλυτες ποσότητες νερού. Πιστεύουν ότι οι προσλήψεις νερού που εκφράζουν διαφορετικές χρήσεις και προέρχονται από περιοχές με διαφορετική διαθεσιμότητα νερού (αφθονία ή έλλειψη) δεν πρέπει να προστίθενται μαζί χωρίς να σταθμιστούν πρώτα. Έτσι για να λάβουν υπόψη το είδος του νερού που χρησιμοποιείται και την τοπική λειψυδρία της υπό μελέτη περιοχής, εισάγουν έναν συντελεστή που χαρακτηρίζει την υδατική πίεση, τον Δείκτη Πίεσης Νερού (Water Stress Index - WSI). Αυτός ο δείκτης είναι, κατά μία έννοια, ένα μέτρο της βαρύτητας που έχει οποιαδήποτε είδος χρήσης νερού. Κατά τον υπολογισμό του, λαμβάνεται υπόψη η διαθεσιμότητα νερού, η κατανάλωση νερού και οι εποχιακές / ετήσιες αλλαγές στη βροχόπτωση. Το σταθμισμένο ΥΑ (stress-weighted WF) προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό του δείκτη πίεσης νερού με την ογκομετρική

επίδραση στη διαθεσιμότητα μπλε νερού. Στη συνέχεια μπορεί να υπολογιστεί το «ισοδύναμο» ΥΑ (ΥΑ H₂O-eq), διαιρώντας την σταθμισμένη τιμή του ΥΑ με τον μέσο εθνικό δείκτη πίεσης νερού για την χώρα που μελετάται. Το ισοδύναμο ΥΑ είναι πολύ χρήσιμο καθώς δείχνει τον αντίστοιχο όγκο άμεσης εκμετάλλευσης νερού που έχει την ίδια προοπτική να προσφέρει στην λειψυδρία (Galli et al.,2012).

2.3.8. Διαφορά του υδατικού αποτυπώματος από άλλους δείκτες

Σε σχέση με άλλους δείκτες νερού το ΥΑ διαφέρει καθώς δεν υπολογίζει μόνο τους υδατικούς πόρους που βρίσκονται στην επιφάνεια της γης και το υπέδαφος, την μπλε συνιστώσα, αλλά και το νερό που προέρχεται από τις κατακρημνίσεις και το μολυσμένο νερό(πράσινη και γκρι συνιστώσα αντίστοιχα). Ακόμα σε αντίθεση με τους κλασικούς δείκτες δεν λαμβάνει υπόψη μόνο την άμεση κατανάλωση νερού αλλά και την έμμεση με αποτέλεσμα να ενσωματώνει μια χωρική διάσταση στην οποία παρουσιάζει την κατανάλωση νερού μιας περιοχής (έμμεσα μέσω κατανάλωσης προϊόντων) από κατοίκους άλλης περιοχής (εμπόριο νερού). Τέλος αφορά μόνο την κατανάλωση νερού το οποίο δεν επιστρέφει σε λεκάνη απορροής και είναι διαθέσιμο για επαναχρησιμοποίηση του (Galli et al., 2012).

2.4. ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΝΕΡΟ

Το εικονικό νερό είναι η ποσότητα του ενσωματωμένου νερού σε ένα προϊόν που απαιτείται για την παραγωγή, συσκευασία και αποστολή του προϊόντος στους καταναλωτές. Ονομάζεται εικονικό καθώς η ποσότητα αυτή του νερού που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθεί δεν εμπεριέχεται πλέον στο προϊόν. Η έννοια του βοηθά στην ορθότερη καταγραφή του όγκου του νερού που απαιτείται για την παραγωγή διαφόρων προϊόντων. Η ιδέα του έχει αυξημένο ενδιαφέρον στους κύκλους πολιτικής, στους οργανισμούς ανάπτυξης και στον ιδιωτικό τομέα τα τελευταία 10 χρόνια (Allan, 2011) καθώς μαζί με το αποτύπωμα του νερού βοήθησαν στο ρόλο της γεωργίας στην παγκόσμια διαχείριση των υδάτων και στο ρόλο του εμπορίου για την ανακούφιση της φτώχειας των υδάτων (Hogeboom, 2020). Ο ορισμός του μπορεί εύκολα να συγγεεται με αυτόν του υδατικού αποτυπώματος. Η διαφορά τους ωστόσο είναι ότι το εικονικό νερό που περιέχεται σε ένα αγαθό αναφέρεται συγκεκριμένα στον όγκο του νερού που βρίσκεται ενσωματωμένος στο αγαθό σε αντίθεση με το υδατικό αποτύπωμα το οποίο περιέχει και περαιτέρω πληροφορίες, όπως για παράδειγμα την συνιστώσα του νερού που χρησιμοποιήθηκε (μπλε, πράσινο ή γκρι) αλλά και την τοποθεσία και χρονολογία που χρησιμοποιήθηκε. Ακόμα το υδατικό αποτύπωμα έχει εφαρμογή και σε άλλα πεδία όπως στον υπολογισμό του νερού που ξοδεύει ένα άτομο, μια επιχείρηση, ένα έθνος, ένας οργανισμός (Hogeboom, 2020).

2.4.1. Προέλευση του ορισμού

Η έννοια του εικονικού εμπορίου νερού εισήχθη για να αναφερθεί στην ιδέα ότι οι χώρες μπορούν να εξοικονομήσουν εγχώριο νερό εισάγοντας τρόφιμα. Το εισαγόμενο φαγητό, ωστόσο, προέρχεται από κάπου. Το 2002, ο Arjen Y. Hoekstra, ενώ εργαζόταν για την UNESCO-IHE, εισήγαγε την έννοια του αποτυπώματος νερού Το αποτύπωμα νερού δείχνει τη σχέση μεταξύ καταναλωτικών αγαθών ή καταναλωτικού προτύπου και χρήσης νερού και ρύπανσης. Το εικονικό εμπόριο νερού και το αποτύπωμα νερού μπορούν να θεωρηθούν ως μέρος μιας μεγαλύτερης ιστορίας: η παγκοσμιοποίηση του νερού (Hogeboom, 2020).

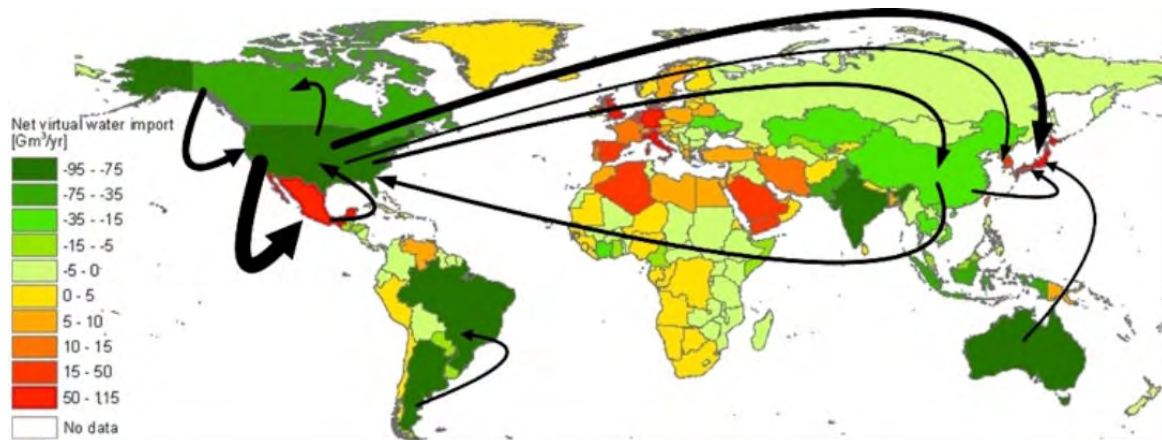
Επιπλέον, πιο πρόσφατες αναλύσεις έχουν επισημάνει το βασικό ζήτημα του εάν το εικονικό νερό που είναι ενσωματωμένο στην παραγωγή είναι πράσινο ή μπλε νερό. Το πράσινο νερό είναι νερό ρίζας ζώνης στο προφίλ του εδάφους, ενώ το μπλε νερό είναι νερό άρδευσης που εκτρέπεται από επιφανειακές πηγές ή αντλείται από υπόγεια ύδατα. Εάν η προέλευση του νερού είναι πράσινο νερό, η ποσότητα εικονικού νερού σε ένα προϊόν είναι σημαντικά χαμηλότερη από ό, τι όταν το μπλε νερό μέσω ενός συστήματος άρδευσης είναι η πηγή. (Aldaya, 2011) Πρόσθετες αναλύσεις έχουν επίσης αποδείξει ότι η περιεκτικότητα σε εικονικό νερό είναι πολύ χαμηλότερη σε περιοχές όπου η αποτελεσματικότητα χρήσης των υδάτων των καλλιεργειών είναι υψηλή (Fader, 2010). Με λίγα λόγια, η ποσότητα εικονικού νερού σε ένα προϊόν εξαρτάται από μια σειρά μεταβλητών. Κατά συνέπεια, η χρήση καθολικών αριθμών για την εικονική περιεκτικότητα νερού σε ένα προϊόν μπορεί να είναι πολύ παραπλανητική. Η κύρια αξία της έννοιας εικονικού νερού και των μετρήσεων αποτυπώματος νερού ήταν να αποκαλυφθεί η σχέση μεταξύ της επισιτιστικής ασφάλειας και της ασφάλειας του νερού. Αυτή η ιδέα έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο η ασφάλεια των υδάτων έχει σχεδιαστεί για ένα ευρύ φάσμα επιστημόνων και επαγγελματιών του νερού. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής αποδέχονται επίσης όλο και περισσότερο την έννοια και τις συνέπειες του εικονικού νερού, ιδίως τη δυνατότητά του να επηρεάσει τη πολιτική σταθερότητα (Hogeboom, 2020).

2.4.2. Εικονικό νερό και εμπόριο

Οι παγκόσμιοι υδάτινοι πόροι δεν κατανέμονται ομοιόμορφα στον πλανήτη καθώς ορισμένες περιοχές, όπως η Μέση Ανατολή έχουν έλλειψη σε μεγάλο βαθμό, ενώ άλλες περιοχές, όπως η Λατινική Αμερική, η Βόρεια Αμερική και τμήματα της Αφρικής, είναι καλά προικισμένες με υδάτινους πόρους (Allan, 2011). Όπως σημείωσε ο Allan, είναι πιθανό για μια περιοχή που λείπει το νερό, όπως η Μέση Ανατολή, να ανταλλάσσει στρατηγικά το δρόμο της από το έλλειμμα νερού της, εάν οι καλλιεργειες υψηλής έντασης νερού, όπως το σιτάρι ή το ρύζι, παράγονται σε άφθονες περιοχές και στη συνέχεια εισάγονται, αντί να καλλιεργούνται με σπάνιο τοπικό νερό. Μια τέτοια στρατηγική αντικατοπτρίζει τις ιδέες του πολιτικού οικονομολόγου του 19ου αιώνα, David Ricardo, για να αξιοποιήσει τα υδρολογικά συγκριτικά και ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα του κόσμου. Ωστόσο, το παγκόσμιο εμπόριο τροφίμων υπόκειται σε δασμούς και περιορισμούς και δεν έχει απελευθερωθεί πλήρως για να επιτρέψει το ελεύθερο εικονικό εμπόριο νερού.

Ωστόσο, η έννοια του εικονικού νερού έχει βρει εφαρμογή σε αναλύσεις αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων για να αντικατοπτρίζει το αποτύπωμα νερού των μεγάλων εταιρειών που εμπορεύονται το μερίδιο του λέοντος στο παγκόσμιο νερό. Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει το παγκόσμιο εικονικό εμπόριο νερού. Οι χώρες που επισημαίνονται με πράσινο είναι «καθαροί εξαγωγείς εικονικού νερού» καθώς παρέχουν στην παγκόσμια οικονομία, και οι χώρες που επισημαίνονται με κίτρινο και κόκκινο χρώμα είναι «εικονικοί εισαγωγείς διχτυού νερού» με νερό ενσωματωμένο στις εισαγωγές τροφίμων. Οι περισσότερες οικονομίες είναι καθαροί «εισαγωγείς». Περίπου 160 από τις 210 εθνικές οικονομίες παγκοσμίως είναι «καθαροί εικονικοί εισαγωγείς νερού». Οι κυριότερες οικονομίες «καθαρών εξαγωγών», όπως χώρες της Βόρειας Αμερικής, της Λατινικής Αμερικής, της Αυστραλίας και της Ασίας, βρίσκονται σε καλά προικισμένες υδρολογικές περιοχές, με το πρόσθετο πλεονέκτημα της υγιούς υποδομής που επιτρέπει το εμπόριο με άλλες οικονομίες. Τα μαύρα βέλη απεικονίζουν

τις εμπορικές ροές εικονικού νερού μεταξύ χωρών, π.χ. τη σημασία των ΗΠΑ στο παγκόσμιο εμπόριο τροφίμων (Hogeboom, 2020).



Εικόνα 2-5 : Χάρτης ανταλλαγής εικονικού νερού(Water Footprint Network. Enschede, the Netherlands. waterfootprint.org, 2012).

2.4.3. Υπολογισμός του εικονικού νερού σε ένα προϊόν

Για τον ακριβή υπολογισμό του εικονικού νερού ενός προϊόντος λαμβάνονται υπόψη οι εξής τέσσερις παράγοντες οι οποίοι τον επηρεάζουν :

- Ο χρόνος και ο τόπος παραγωγής του προϊόντος. Η ποσότητα του νερού που απαιτείται εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν την περίοδο που ένα αγροτικό προϊόν αναπτύσσεται. Το κλίμα διαφοροποιείται τόσο από τόπο σε τόπο όσο και από εποχή σε εποχή, καθώς και από τον ένα χρόνο στον άλλο.
- Η στιγμή που πραγματοποιείται η μέτρηση. Για παράδειγμα στην αρδευόμενη γεωργία, είναι σημαντικός ο χρόνος που υπολογίζεται η κατανάλωση του νερού, τη στιγμή της απόσυρσης ή κατά το πεδίο καθώς αν η μέτρηση λαμβάνεται κατά το πεδίο, πρέπει να προστίθεται και το νερό που απελευθερώνεται μέσω της εξατμισοδιαπνοής.
- Η αποδοτικότητα του νερού καθώς και η μέθοδος παραγωγής που χρησιμοποιείται. Αφορά τις απώλειες νερού εξαιτίας κακών υποδομών ή της αναποτελεσματικής άρδευσης.
- Η μέθοδος παραγωγής του προϊόντος με την οποία το νερό της κατανάλωσης προστίθεται στο εικονικό νερό που εμπεριέχεται στο τελικό προϊόν όταν, για παράδειγμα υπάρχουν και ενδιάμεσα προϊόντα. Στη παραγωγή του καπνού, για παράδειγμα, οι απαιτήσεις σε νερό της φυτείας του καπνού μπορεί να μετρηθούν και οι απαιτήσεις σε νερό του δέντρου που απαιτείται να χρησιμοποιηθεί ως καυσόξυλα για την διαδικασία ξήρανσης του καπνού (Allan, 2011).

Παρατηρούμε ότι είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστεί ακριβώς το εικονικό νερό για ένα συγκεκριμένο προϊόν καθώς θα πρέπει να μελετηθούν και να υπολογιστούν με ακρίβεια λεπτομέρειες όπως στοιχεία της περιοχής την διάρκεια παραγωγής (κλίμα κλπ), απώλειες νερού, υπολογισμός του εικονικού νερού των προϊόντων που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή του προϊόντος και άλλα. Γι' αυτό ανάλογα με τους στόχους της έρευνας μπορεί να

απαιτείται να υπολογιστούν οι μέσες τιμές για προϊόντα .Ωστόσο για μια μελέτη που θέλει να αναδείξει τις συναλλαγές νερού σε μία χώρα θα ήταν σημαντικό να υπολογιστεί το εικονικό νερό ακριβώς για κάθε περιοχή (Galli et al.,2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ

3.1. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

3.1.1. Εισαγωγή

Κατά την τελευταία δεκαετία, υπήρξε ένας πολλαπλασιασμός διαδικτυακών εργαλείων υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος που παρέχουν σε άτομα και νοικοκυριά την δυνατότητα να εκτιμήσουν την εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου τους. Αυτοί οι υπολογιστές προωθούνται από μια μεγάλη ποικιλία οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων περιβαλλοντικών ΜΚΟ, εθνικών και τοπικών αρχών, παροχών αντιστάθμισης άνθρακα, πανεπιστημίων και ενεργειακών εταιρειών (Mulrow et al., 2019).

Η αύξηση του αριθμού των εργαλείων άνθρακα συνέβη σε συνδυασμό με την αναδυόμενη συναίνεση ότι η κλιματική αλλαγή είναι ανθρωπογενής στη φύση και ότι πρέπει να δράσουμε σύντομα προκειμένου να αποτρέψουμε τις επικίνδυνες επιπτώσεις στους ανθρώπους και τα οικοσυστήματα. Η αποτυχία δράσης όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο είναι πιθανό να επιφέρει αύξηση των θερμοκρασιών, αύξηση της έλλειψης νερού, μείωση της γεωργικής παραγωγικότητας, συχνότερα ακραία καιρικά φαινόμενα και αύξηση της στάθμης της θάλασσας για να αναφέρουμε μερικές από τις πιθανές συνέπειες για τη συνέχιση της τρέχουσας πορείας μας ως συνήθως. Οι Chatterton, Musselwhite, Coulter, Lyons και Clegg, (2009) υποστήριξαν ότι οι άνθρωποι γνωρίζουν τους κινδύνους της κλιματικής αλλαγής, αλλά δεν είναι σε θέση να το συσχετίσουν ή να το καταλάβουν. Ωστόσο, διαπίστωσαν ότι οι νέοι χρήστες υπολογιστών αποτυπώματος άνθρακα μπόρεσαν να κερδίσουν μια εκτίμηση για τις πληροφορίες για τις εκπομπές άνθρακα. Έτσι, οι υπολογιστές αποτυπώματος άνθρακα μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση και την παρακίνηση των αλλαγών στον τρόπο ζωής (Baker et al., 2007).

Σε αυτό το πλαίσιο, οι υπολογιστές άνθρακα αποτελούν μια δυναμικά ισχυρή γέφυρα για τη σύνδεση ατομικών επιλογών δράσης και τρόπου ζωής με την ολόενα και πιο επείγουσα ανάγκη να αποφευχθεί η επικίνδυνη κλιματική αλλαγή. Στην πραγματικότητα, οι υπολογιστές άνθρακα μπορούν να θεωρηθούν αντικείμενα μιας ευρύτερης κίνησης «εξατομίκευσης» εντός του περιβαλλοντικού πεδίου, που χαρακτηρίζεται από μια μετατόπιση μακριά από μια αποκλειστική εστίαση σε κράτη και εταιρείες προς την έμφαση στην ατομική ευθύνη (Paterson & Stripple, 2010). Έχουν αναπτυχθεί τόσο για δημόσια όσο και για ιδιωτική χρήση και έχουν επικεντρωθεί στη μέτρηση του αποτυπώματος άνθρακα σε έθνη, οργανισμούς και άτομα (Mulrow et al., 2019).

Ενώ οι υπολογιστές του αποτυπώματος του άνθρακα μπορούν να διαδραματίσουν ουσιαστικό εκπαιδευτικό ρόλο στην ευαισθητοποίηση του πληθυσμού, μια βασική πρόκληση μέχρι στιγμής είναι ότι δεν υπάρχει κανένα πρότυπο ή μοντέλο σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να υπολογίζονται τα ατομικά αποτυπώματα άνθρακα (Mulrow et al., 2019). Το αποτέλεσμα είναι οι αριθμομηχανές να ποικίλλουν ευρέως όσον αφορά τη δομή τους, καθώς και τα αποτελέσματα που παράγονται για παρόμοια στοιχεία εισόδου (Padgett et al., 2008; Pandey et al., 2011). Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σύγχυση στους χρήστες που δοκιμάζουν μια

ποικιλία αριθμομηχανών και καταλήγουν σε πολύ διαφορετικά αποτελέσματα. Χρησιμοποιώντας μια σύγκριση από ένα διαφορετικό πεδίο για καλύτερη κατανόηση, φανταστείτε έναν χρήστη να δοκιμάζει διαφορετικούς υπολογιστές του Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ), χρησιμοποιώντας τα ίδια στοιχεία εισόδου και τα αποτελέσματα του βάρους του να είναι λιποβαρές, φυσιολογικές, υπέρβαρες και παχύσαρκες ανάλογα με το ποια αριθμομηχανή χρησιμοποιείται (Mulrow et al., 2019). Μια τέτοια κατάσταση θα μπορούσε σαφώς να οδηγήσει σε μεγάλο σκεπτικισμό και αμφισβήτηση της αξιοπιστίας των υπολογιστών (Birnik, 2013). Παρομοίως, η παρούσα έλλειψη συνοχής μεταξύ των ηλεκτρονικών υπολογιστών αποτυπώματος άνθρακα θα μπορούσε να είναι αντιπαραγωγική στις προσπάθειες ευαισθητοποίησης του κοινού για την προώθηση βιώσιμων τρόπων ζωής και επιλογών κατανάλωσης (Birnik, 2013).

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστούν μερικά εργαλεία υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος. Όπως αναφέρθηκε και πριν το πλήθος που υπάρχουν στο διαδίκτυο είναι μεγάλο. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν μερικά στην πτυχιακή αυτή με την εξής διαδικασία. Αρχικά έγινε η αναζήτηση “carbon footprint calculator” στην μηχανή αναζήτησης Google. Μελετήθηκαν οι πρώτες 20 επιλογές σαν πιο δημοφιλής.

Για να διασφαλιστεί ότι το δείγμα θα ήταν αντιπροσωπευτικό των κοινώς χρησιμοποιούμενων υπολογιστών άνθρακα, απορρίφθηκαν τυχαίες και θεωρητικές προσεγγίσεις δειγματοληψίας δεδομένου ότι η μελέτη θα κινδύνευε να συμπεριλάβει αριθμομηχανές που χρησιμοποιήθηκαν από πολύ λίγα άτομα και να αποκλείσει ορισμένους από τους πιο συχνά χρησιμοποιούμενους υπολογιστές. Επίσης παραλείφθηκαν οι αριθμομηχανές που δεν παρείχαν μια ολοκληρωμένη εκτίμηση ενός αποτυπώματος άνθρακα ενός ατόμου / νοικοκυριού. Αυτό σήμαινε την εξαίρεση ορισμένων αριθμομηχανών που εστιάζουν αποκλειστικά σε κτίρια, τρόφιμα ή μεταφορές (π.χ. αριθμομηχανές πτήσεων). Πραγματοποιήθηκε μια καταμέτρηση συνδέσμων (link: URL) στο Google.com για να προσδιοριστεί πόσες άλλες ιστοσελίδες συνδέονται σε καθένα από τους 23 υπολογιστές άνθρακα. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί παρόμοιο με έναν αριθμό παραπομπών για ακαδημαϊκές εργασίες και παρέχει έναν πληρεξούσιο για τη σχετική δημοτικότητα των ηλεκτρονικών υπολογιστών άνθρακα. Ο αριθμός των συνδέσμων ποικίλλει ευρέως από 9.130.000 για το WWF έως μόνο 149 για το Climate Friendly (Birnik, 2013). Έπειτα επιλέχθηκαν μερικά από τα πιο δημοφιλή εργαλεία (Mulrow et al., 2019).

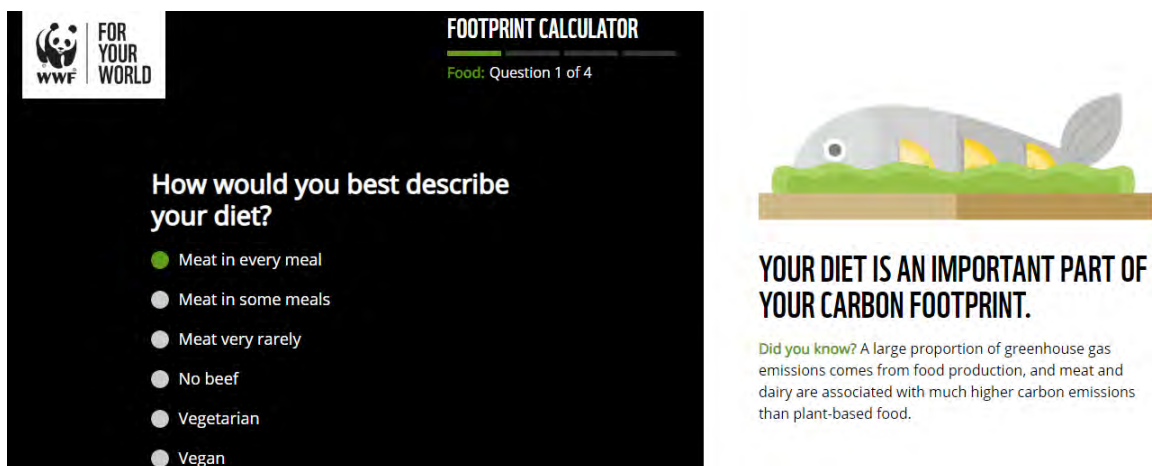
Πίνακας 3-1 : Εργαλεία υπολογισμού ανθρακικού αποτυπώματος και κατηγορία υπολογισμού τους

WWF	Ατομικό
Cool Climate	Ατομικό
Carbon Footprint	Ατομικό, Business
Climate Care	Ατομικό, Business, events
Carbon Fund	Business
Terrapass	Ατομικό, Business, events
Cotap	Ατομικό, Business, χώρες
Carbon Independent	Ατομικό, νοικοκυριό

3.1.2. WWF

Το εργαλείο υπολογισμού του WWF υπολογίζει το ατομικό αποτύπωμα του χρήστη και αποτελείται από τέσσερις ενότητες. Η πρώτη αφορά την διατροφή και αποτελείται από 4 ερωτήσεις. Η δεύτερη αφορά τις μετακινήσεις με όχημα και το πλήθος των ερωτήσεων μπορεί να φτάσει μέχρι και τις 7 ανάλογα με τις απαντήσεις. Η τρίτη αφορά την κατανάλωση ενέργειας στο νοικοκυριό του χρήστη (ηλεκτρικές συσκευές, θέρμανση κλπ.). Η τελευταία κατηγορία καλύπτει τις αγορές αναλώσιμων ειδών.

Αν και η αριθμομηχανή δίνει μια ατομική βαθμολογία αποτυπώματος, εξαρτάται επίσης από τη χώρα στην οποία κατοικεί ο χρήστης και τις πολιτικές της κυβέρνησής της χώρας. Το συγκεκριμένο εργαλείο απευθύνεται κυρίως στους πολίτες της Μ Βρετανίας. Το αποτύπωμα άνθρακα του Ηνωμένου Βασιλείου περιλαμβάνει την κατανάλωση της κυβέρνησης - που καλύπτει δαπάνες σε δρόμους και κατασκευές, εκπαίδευση, άμυνα, υγεία και άλλα έξοδα που σχετίζονται με τη διαχείριση της χώρας. Αυτός ο αντίκτυπος μοιράζεται τα 65 εκατομμύρια κάτοικοι του Ηνωμένου Βασιλείου. Για το έτος 2015, ο αντίκτυπος αυτός ανέρχεται σε 2,75 tCO₂e ανά άτομο.



FOOTPRINT CALCULATOR
Food: Question 1 of 4

How would you best describe your diet?

- Meat in every meal
- Meat in some meals
- Meat very rarely
- No beef
- Vegetarian
- Vegan

YOUR DIET IS AN IMPORTANT PART OF YOUR CARBON FOOTPRINT.

Did you know? A large proportion of greenhouse gas emissions comes from food production, and meat and dairy are associated with much higher carbon emissions than plant-based food.

Εικόνα 3-1 : Εργαλείο WWF

3.1.3. COOLCLIMATE

Αυτό το εργαλείο απευθύνεται σε επιχειρήσεις. Απαρτίζεται από τις τέσσερις εξής ενότητες:

- Εισαγωγή : αφορά την τοποθεσία της επιχείρησης και γενικά χαρακτηριστικά όπως αριθμός εργαζομένων, εγκαταστάσεις και έσοδα.
- Μετακινήσεις : περιέχει 3 ερωτήσεις σχετικά με τις συνολικές μετακινήσεις των ανθρώπων που ανήκουν στην επιχείρηση και αφορούν αυτήν.
- Εγκαταστάσεις : αφορά την ενέργεια που καταναλώνεται στις εγκαταστάσεις της επιχείρησης καθώς και τα απόβλητα που παράγονται.

- Προμήθεια : δίνει την επιλογή στον χρήστη ανάμεσα στον μέσο όρο προμηθειών μιας μέσης επιχείρησης ή την εισαγωγή λεπτομερή δεδομένων που αφορά τον εξοπλισμό που χρησιμοποιεί η επιχείρηση(πχ γραφικά ηλεκτρικές συσκευές κλπ).

Στο τέλος εμφανίζει αναλυτικά αποτελέσματα για κάθε ενότητα ξεχωριστά καθώς και το συνολικό αποτέλεσμα και τα συγκρίνει με τον μέσο όρο παρόμοιων επιχειρήσεων εμφανίζοντας ποσοστά σε κάθε κατηγορία. Επίσης σε κάθε ενότητα υπολογίζει το αποτύπωμα σε τόνους CO₂/year και το συγκρίνει με τις άλλες ενότητες σε γραφήματα. Έτσι δίνει την δυνατότητα στην επιχείρηση να δει σε ποιον τομέα συγκεκριμένα υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη για μείωση των ρύπων.



Εικόνα 3-2 : Εργαλείο Cool Climate

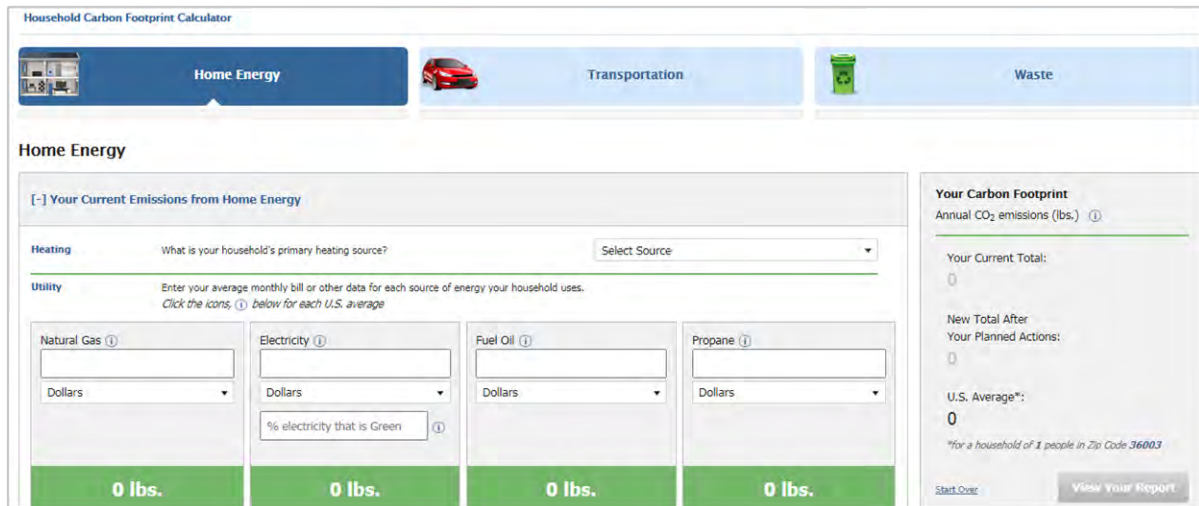
3.1.4. EPA Usa

Αυτό το εργαλείο υπολογίζει το ανθρακικό αποτύπωμα ενός σπιτιού των ΗΠΑ. Στην αρχή ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει τον αριθμό κατοίκων του σπιτιού καθώς και τον ταχυδρομικό του κώδικα. Έπειτα το εργαλείο χωρίζει τις ερωτήσεις σε 3 διαφορετικές κατηγορίες :

- Ενέργεια σπιτιού : περιέχει ερωτήσεις σχετικά με το είδος και την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται μέσα σε ένα χρόνο (ηλεκτρισμός , θέρμανση κλπ).
- Μετακινήσεις : αφορά τις αποστάσεις με ι. χ. που καλύπτουν τα άτομα που κατοικούν στο συγκεκριμένο σπίτι μέσα σε ένα χρόνο.
- Απορρίμματα : η τελευταία κατηγορία περιέχει μία ερώτηση στην οποία ο χρήστης καλείται να απαντήσει τα είδη των απορριμμάτων που ανακυκλώνονται από τους κατοίκους του σπιτιού.

Στα αποτελέσματα εμφανίζεται το συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα του νοικοκυριού για ένα έτος το επιμέρους για κάθε κατηγορία καθώς και το μέσο ενός νοικοκυριού (με το ίδιο πλήθος

κατοίκων) στις ΗΠΑ. Επίσης σε κάθε κατηγορία υπάρχει η επιλογή μείωσης των ρύπων όπου ο χρήστης απαντώντας σε κάποιες ερωτήσεις όπως για παράδειγμα πόσους βαθμούς λιγότερη θέρμανση μπορεί να χει το χειμώνα η πλένοντας τα ρούχα με κρύο νερό μπορεί να μάθει πόσους λιγότερους ρύπους μπορεί να εκπέμπει καθώς και τα χρήματα που θα αποθηκεύσει. Στα αποτελέσματα εμφανίζεται και η μείωση του ετήσιου ανθρακικού αποτυπώματος του αν δράσει αναλόγως.



The screenshot shows the 'Household Carbon Footprint Calculator' interface. It has three main tabs: 'Home Energy', 'Transportation', and 'Waste'. The 'Home Energy' tab is active. Under 'Home Energy', there are sections for 'Heating' (with a 'Select Source' dropdown) and 'Utility' (with instructions to enter monthly bills). Below these are four input boxes for 'Natural Gas', 'Electricity', 'Fuel Oil', and 'Propane', each with a 'Dollars' dropdown and a '% electricity that is Green' field. Each box shows '0 lbs.' at the bottom. On the right, a 'Your Carbon Footprint' summary shows 'Annual CO2 emissions (lbs.)' with 'Your Current Total' and 'New Total After Your Planned Actions' both at '0'. It also shows 'U.S. Average*' at '0' and a note '*for a household of 3 people in Zip Code 36003'. There are 'Start Over' and 'View Your Report' buttons.

Εικόνα 3-3 : Εργαλείο EPA USA

3.1.5. Carbon Footprint

Το συγκεκριμένο εργαλείο υπολογίζει το ατομικό αποτύπωμα καθώς και το αποτύπωμα μιας επιχείρησης.

Όσον αφορά το ατομικό δίνει την επιλογή στον χρήστη να συμπληρώσει την χώρα στην οποία ανήκει συνεπώς δεν αφορά πολίτες μιας συγκεκριμένης χώρας. Επίσης δίνει την επιλογή στον χρήστη να συμπληρώσει το χρονικό διάστημα που θέλει να υπολογίσει το αποτύπωμα του. Αποτελείται από τρεις κατηγορίες:

- Το σπίτι: απαιτεί την συμπλήρωση των ατόμων που κατοικούν στο σπίτι καθώς και τα ποσά ενέργειας που καταναλώνονται σε αυτό (ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση κλπ.).
- Μετακινήσεις με όχημα: χωρίζεται σε 3 υποενοότητες : στις μετακινήσεις με αεροπλάνο, με αυτοκίνητο και μηχανή και στις μετακινήσεις με μέσα μαζικής μεταφοράς όπου οι ερωτήσεις στην κάθε υποενοότητα είναι λεπτομερείς σχετικά με τις αποστάσεις και τις καταναλώσεις του κάθε είδους οχήματος.
- Δευτερογενείς : απαιτεί από τον χρήστη την εισαγωγή δεδομένων σχετικά με χρήματα που επενδύει στο χρονικό διάστημα που υπολογίζεται για ασφάλεια, εκπαίδευση, διατροφή, ρουχισμό, τεχνολογία, έπιπλα, διασκέδαση κλπ.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιεί στην εισαγωγή αυτό το εργαλείο είναι οικονομικά. Εμφανίζει αναλυτικά αποτελέσματα κάθε ενότητας όπως και το συνολικό και τα συγκρίνει με τον μέσο όρο της χώρας στην οποία ανήκει , της ΕΕ , παγκοσμίως καθώς και με τον παγκόσμιο στόχο των 2 tn CO₂/year ατομικό ανθρακικό αποτύπωμα.

Welcome House Flights Car Motorbike Bus & Rail Secondary Results

Welcome to the web's leading carbon footprint calculator

First, please tell us where you live: [why?]

Country: Greece

Carbon footprint calculations are typically based on annual emissions from the previous 12 months.
If you would like to calculate your carbon footprint for a different period use the calendar boxes below (optional):

from [] to [] Save

Next, select the appropriate tab above to calculate the part of your lifestyle you are most interested in, e.g. your flights.
Or, visit each of the tabs above to calculate your full carbon footprint.

Following your calculation, you can offset / neutralise your emissions through one of our climate-friendly projects.

House >

Εικόνα 3-4 : Εργαλείο Carbon Footprint Ltd

Σε επίπεδο επιχείρησης ο χρήστης πρέπει να επιλέξει ανάλογα με τα κριτήρια που του παρέχει σε μια από τις 3 κατηγορίες που ανήκει η επιχείρηση του: micro, small, small to medium. Η πρώτη είναι δωρεάν ενώ οι άλλες 2 απαιτούν πληρωμή.

3.1.6. CLIMATECARE

Αυτό το εργαλείο για αρχή ρωτάει τον χρήστη το ποσό CO₂ που θέλει να αντισταθμίσει η τα χρήματα που θέλει να ξοδέψει. Έπειτα ασχολείται με 5 κατηγορίες : τις πτήσεις, την χρήση αυτοκινήτου, την ενέργεια που καταναλώνει το άτομο, ένα γεγονός που θέλει να οργανώσει, η μια επιχείρηση. Στην επιχείρηση συγκεκριμένα, ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει το ποσό των εκπομπών σε διοξείδιο του άνθρακα που παράγει μέσα σε ένα χρόνο.

Το συγκεκριμένο εργαλείο δεν παρέχει λεπτομερείς ερωτήσεις για κάθε κατηγορία στον χρήστη ώστε να βγάλει ακριβή αποτελέσματα. Επίσης δεν έχει στόχο να βγάλει το συνολικό αποτύπωμα του άνθρακα του ατόμου ή της επιχείρησης παρά ξεχωριστά αποτυπώματα για κάθε κατηγορία. Κύριος στόχος αυτού του εργαλείου είναι να υπολογίσει για την ποσότητα σε τη εκπομπές CO₂ το ποσό χρημάτων που απαιτούνται ώστε να αντισταθμιστούν αυτές οι εκπομπές. Με άλλα λόγια δίνει βάση στο κόστος που απαιτείται για την μείωση των ρύπων παρά για τον ακριβή υπολογισμό αυτών.

The image shows a web interface for a carbon calculator. At the top, there are six colored tabs: START (orange), FLIGHT (purple), CAR (pink), ENERGY (red), EVENT (green), and BUSINESS (light blue). Below the tabs, the main content area is divided into two columns. The left column contains a welcome message, instructions, and two input fields: 'Enter tonnes of CO2' and 'Enter offset cost'. The right column displays the results: 'Carbon Emissions' as 0.00 tonnes of CO2 and a 'cost to offset' of £ 0.00. There are also buttons for 'Calculate' and 'Check out', and links for 'currency GBP', 'distance Miles', and 'start again? click to clear forms'.

Εικόνα 3-5 : Εργαλείο Climate Care

3.1.7. CARBONFUND

Το εργαλείο υπολογισμού Carbon Fund απευθύνεται σε επιχειρήσεις και αποτελείται από 6 κατηγορίες στις οποίες ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει τα στοιχεία του

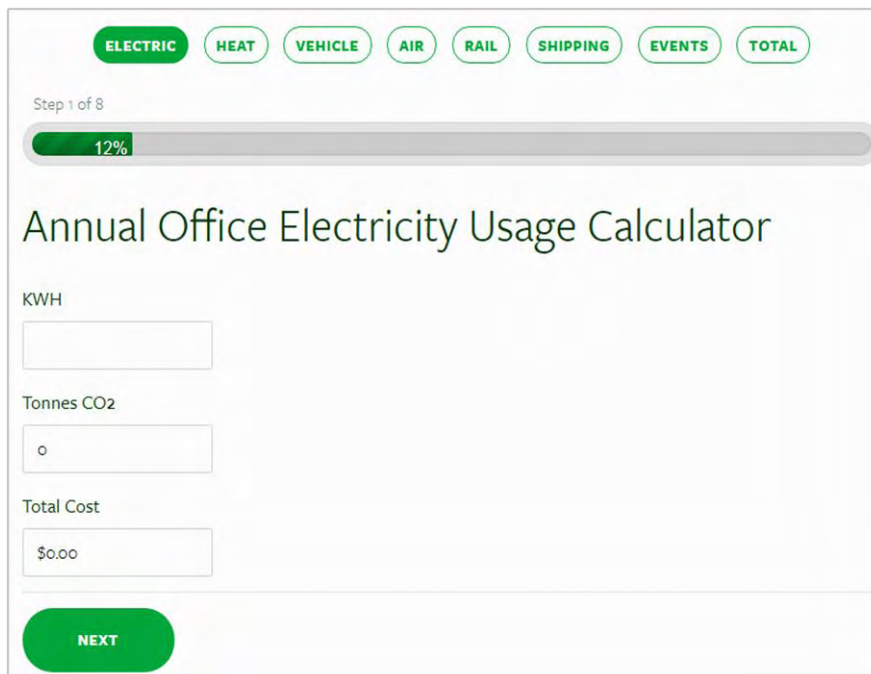
- Η πρώτη αφορά την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται στις εγκαταστάσεις της επιχείρησης.
- Η δεύτερη το είδος ενέργειας που καταναλώνεται για την θέρμανση στους χώρους αυτούς και το ποσό σε t_n.
- Η τρίτη ασχολείται με τα οχήματα και την ενέργεια που καταναλώνουν ανάλογα με τις μετακινήσεις που κάνουν.
- Η τέταρτη ασχολείται με τις πτήσεις που πραγματοποιούνται στα πλαίσια λειτουργίας της επιχείρησης ενώ η
- Η πέμπτη με την χρήση τρένου
- Η έκτη αφορά τις μεταφορές προϊόντων το βάρος τους και με τι μέσο μεταφέρονται και σε τι αποστάσεις.

Σε κάθε κατηγορία υπολογίζει τις εκπομπές καθώς και το κόστος που απαιτείται για να μειωθούν αυτές οι εκπομπές. Το συνολικό αποτέλεσμα αφορά το κόστος που απαιτείται ώστε η επιχείρηση να κάνει αντιστάθμιση (offset) το αντίστοιχο ανθρακικό της αποτύπωμα σε ένα χρόνο.

Η μεθοδολογία υπολογισμού που χρησιμοποιεί το εργαλείο για τον υπολογισμό των εκπομπών δίνεται παρακάτω. Υπολογίζεται τις εκπομπές από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με

τους συντελεστές εκπομπών eGRID της EPA με βάση τα στοιχεία του 2016 που δημοσιεύθηκαν το 2018, χρησιμοποιώντας τις μέσες εκπομπές πηγής ηλεκτρικής ενέργειας των ΗΠΑ 0,9884 λίβρες CO₂ ανά kWh (0,4483 κιλά CO₂ ανά kWh). Η αμόλυβδη βενζίνη αυτοκινήτου εκπέμπει 8,78 kg CO₂ ανά γαλόνι. Το καύσιμο ντίζελ εκπέμπει 10,21 κιλά CO₂ ανά γαλόνι. Οι εκπομπές CO₂ για αεροπορικά ταξίδια πούλμαν / οικονομίας ποικίλλουν ανάλογα με τη διάρκεια της πτήσης, κυμαινόμενες από 0,137 kg CO₂e ανά μίλι επιβατών έως 0,227 kg CO₂e ανά μίλι επιβάτη, με υψηλότερες εκπομπές για μικρότερα τμήματα πτήσεων. Η αριθμομηχανή χρησιμοποιεί έναν απλοποιημένο συντελεστή 0,2 κιλά ανά μίλι επιβατών. Οι εκπομπές αποστολής προϊόντος υπολογίζονται με το συνολικό αριθμό δεμάτων πολλαπλασιασμένο επί το μέσο βάρος δεμάτων και τη μέση απόσταση αποστολής δεμάτων και στη συνέχεια με τον ισχύοντα συντελεστή εκπομπών ανά τόνο-μίλι.

Το αποτέλεσμα που εμφανίζεται στο τέλος είναι το ποσό σε χρήματα που πρέπει να δαπανήσει ο χρήστης ώστε να αντισταθμίσει το ανθρακικό αποτύπωμα της επιχείρησης για ένα έτος.



The image shows a web-based calculator interface for the Carbon Fund. At the top, there are several category buttons: ELECTRIC (highlighted in green), HEAT, VEHICLE, AIR, RAIL, SHIPPING, EVENTS, and TOTAL. Below these is a progress indicator showing 'Step 1 of 8' and a green progress bar at 12%. The main heading is 'Annual Office Electricity Usage Calculator'. There are three input fields: 'KWH' (empty), 'Tonnes CO₂' (0), and 'Total Cost' (\$0.00). A green 'NEXT' button is located at the bottom left of the form area.

Εικόνα 3-6 : Εργαλείο Carbon Fund

3.1.8. TERRAPASS

Ο συγκεκριμένος υπολογιστής αποτυπώματος αναφέρεται στο άτομο, στην επιχείρηση αλλά και σε ένα event.

Για το event ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει στοιχεία για πέντε κατηγορίες:

- Ταξίδι: περιέχει ερωτήσεις σχετικά με πτήσεις, διαμονή σε ξενοδοχείο κλπ.
- Ανταλλαγή : όπου αφορά τον αριθμό συμμετεχόντων και απόσταση διαδρομής μετ'επιστροφής ανά τύπο μεταφοράς.
- Τόπος : ο χρήστης συμπληρώνει την τοποθεσία του event.

- Νερό : σε αυτή την κατηγορία απαιτείται η συμπλήρωση του αριθμού μπουκαλιών που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτό το event.
- Γεύμα : συμπληρώνεται ο αριθμός όλων των γευμάτων που θα καταναλωθούν στο event καθώς και πόσα απ' αυτά είναι χορτοφαγικά.

Στο τέλος το εργαλείο δίνει αποτέλεσμα σε mT CO₂e για κάθε μία από τις 5 κατηγορίες, το συνολικό αποτύπωμα του event και υπολογίζει για αυτό τον ισοδύναμο αριθμό δέντρων που πρέπει να φυτευτούν σε αστική περιοχή για να αντισταθμιστούν οι ρύποι και το κόστος αντιστάθμισης σε δολάρια.

YOUR EMISSIONS	See Results in lbs
Travel	0 mT CO ₂ e
Commute	0 mT CO ₂ e
Venue	0 mT CO ₂ e
Water	0 mT CO ₂ e
Meals	0 mT CO ₂ e

Εικόνα 3-7 : Υπολογισμός ενός event εργαλείου Terra Pass

Όσον αφορά το άτομο οι ερωτήσεις χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- **Όχημα:** όπου ο χρήστης συμπληρώνει το είδος οχήματος που χρησιμοποιεί καθώς και τις αποστάσεις που διανύει μέσα σε ένα χρόνο.
- **Μέσα Μαζικής Μεταφοράς:** σε αυτή την κατηγορία συμπληρώνει τις αποστάσεις που διανύει με τα ΜΜΜ.
- **Αεροπορικά ταξίδια :** συμπληρώνονται οι αποστάσεις που καλύπτει με αεροπλάνο .
- **Ενέργεια σπιτιού :** εδώ ο χρήστης συμπληρώνει την τοποθεσία του σπιτιού του και τα χρήματα που επενδύει για την αγορά πετρελαίου, φυσικού αερίου, ηλεκτρισμού κλπ.

Το αποτέλεσμα αφορά και κάθε μια από τις 4 κατηγορίες και το συνολικό ετήσιο ανθρακικό αποτύπωμα του ατόμου και τα συγκρίνει σε γράφημα με το μέσο ανθρακικό αποτύπωμα ενός Αμερικάνου πολίτη. Εδώ να τονίσουμε πως το συγκεκριμένο εργαλείο απευθύνεται σε πολίτες της Αμερικής. Αντίστοιχα και εδώ υπολογίζει για αυτό τον ισοδύναμο αριθμό δέντρων που πρέπει να φυτευτούν σε αστική περιοχή για να αντισταθμιστούν οι ρύποι και το κόστος αντιστάθμισης σε δολάρια.

Category	Emissions (lbs CO2e)
Vehicle	0 lbs CO2e
Public Transit	0 lbs CO2e
Air Travel	0 lbs CO2e
Home Energy	0 lbs CO2e

Εικόνα 3-8 : Ατομικός υπολογισμός εργαλείου Terra Pass

Τέλος για τον υπολογισμό του CF μιας επιχείρησης αρχικά απαιτείται η συμπλήρωση μερικών στοιχείων που αφορούν αυτήν όπως η τοποθεσία των εγκαταστάσεων, το είδος της επιχείρησης και με τι ασχολείται καθώς και τον αριθμό των ατόμων που απασχολεί. Έπειτα ο χρήστης συμπληρώνει στοιχεία για τις παρακάτω ενότητες :

- **Ενέργεια :** απαιτείται αναλυτική συμπλήρωση της ενέργειας και του είδους αυτής που καταναλώνεται στα πλαίσια της λειτουργίας της επιχείρησης.
- **Στόλος:** αφορά τα οχήματα που διαθέτει η εταιρία και τις αποστάσεις που διανύουν.
- **Πτήσεις :** όπου συμπληρώνονται οι πτήσεις στα πλαίσια λειτουργίας της επιχείρησης.
- **Μετακινήσεις :** μετακίνηση μετ 'επιστροφής υπαλλήλων από απόσταση παρέχοντας τα συνολικά μίλια για κάθε μέθοδο ως ετήσια εκπομπή.
- **Αποστολές :** υπολογίζει τις εκπομπές από τη ναυτιλία, εισάγοντας δεδομένα που αφορούν τις αποστάσεις που καλύπτονται καθώς και το βάρος των αγαθών που μεταφέρονται.
- **Servers :** όπου συμπληρώνεται η τοποθεσία και ο αριθμός των servers που ανήκουν στην επιχείρηση.

Όπως και στο ατομικό ανθρακικό αποτύπωμα και σε αυτό ενός event έτσι και εδώ τα αποτελέσματα είναι το συνολικό αλλά και κάθε ενότητας ξεχωριστά ενώ υπολογίζονται τα αντίστοιχα δέντρα που πρέπει να φυτευτούν.

Εικόνα 3-9 : Υπολογισμός μια επιχείρησης εργαλείου Terra Pass

3.1.9. COTAP

Η αριθμομηχανή έχει σχεδιαστεί για άτομα στις Η.Π.Α. και επικεντρώνεται σε ταξίδια με αυτοκίνητο, αεροπορικά ταξίδια και χρήση οικιακής ενέργειας. Το εργαλείο αυτό βγάζει αποτελέσματα για κάθε κατηγορία ξεχωριστά αλλά και το συνολικό αποτύπωμα του ατόμου. Είναι από τα πιο απλά εργαλεία υπολογισμού όσον αφορά τα στοιχεία εισόδου καθώς δεν περιέχει πολλές κατηγορίες και επιλογές στον χρήστη ώστε να υπολογιστεί λεπτομερώς το ατομικό CF.

Εικόνα 3-10 : Εργαλείο Cotap

3.1.10. CARBON INDEPENDENT

Αυτό το εργαλείο απευθύνεται στη μέτρηση του ατομικού ανθρακικού αποτυπώματος και ενός νοικοκυριού.

Όσον αφορά το νοικοκυριό υπάρχουν συνολικά 5 ερωτήσεις που απευθύνονται στο πλήθος των ατόμων που φιλοξενεί, την ενέργεια που καταναλώνεται και τα οχήματα που χρησιμοποιούνται.

Στις ερωτήσεις για το άτομο το εργαλείο είναι πιο λεπτομερής. Η πρώτη κατηγορία ερωτήσεων αφορά το φαγητό και περιέχει 7 ερωτήσεις που στοχεύουν στην λεπτομερή δήλωση της διατροφής του ατόμου. Οι επόμενες ερωτήσεις αφορούν τις αποστάσεις που διανύει το άτομο με διάφορα οχήματα, τον τρόπο ζωής του(αν ανακυκλώνει τα σκουπίδια και πόσο) και υπολογίζει από στατιστικές μελέτες επιπλέον 1,1 tn CO₂ στο ατομικό που αφορούν την εκπαίδευση και την υγεία . Στο τέλος βγάζει το συνολικό αποτέλεσμα και το συγκρίνει με το μέσο παγκόσμιο ατομικό αποτύπωμα και το μέσο διάφορων χωρών με υψηλό και χαμηλό αριθμό.

Το Carbon Independent, σε αντίθεση με άλλα εργαλεία, σε κάθε ερώτηση έχει επεξηγηματικές σημειώσεις που βοηθούν τον χρήστη να απαντήσει. Μπορεί να έχει ερωτήσεις που αφορούν το νοικοκυριό και το άτομο όμως το αποτέλεσμα του αφορά το ατομικό ανθρακικό αποτύπωμα.

The image shows a screenshot of the 'Section 1 (household)' part of the Carbon Independent questionnaire. It contains the following questions and options:

- q1. How many people are there in your household?** (Input field with 'Enter / update' button)
- How much electricity is used in your household?** (Select one option: Small house / flat (3,000 kWh), Medium (4,800 kWh), Large house (7,000 kWh), Hall of residence (2,000 kWh))
- q2. Enter actual amount used from your bills** (Radio button)
- Tick the box if your electricity comes from one of the green tariffs:** Good Energy; Equipower; Green Energy Dark Green and Pale Green; LoCO₂ Energy Planet, Energy Pocket+ and Energy Pocket; Ecotricity New Energy + and New Energy; Ovo Green Energy and New Energy
- How much gas is used in your household?** (Input fields for kWh and tonnes CO₂)
- q3. Select one option:** Small house / flat (12,000 kWh), Medium (18,000 kWh), Large house (27,000 kWh), Hall of residence (5,000 kWh)
- Enter actual kWh used** (Radio button)
- Calculate amount used from your bills** (Radio button)
- Is heating oil, coal, wood or bottled gas used in your household?** (Radio buttons: No, Yes)
- q4. How many cars are used by your household?** (Radio buttons: 0, 1, 2, 3, 4)

Εικόνα 3-11 : Εργαλείο Carbon Independent

3.2. ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

3.2.1. Εισαγωγή

Όπως και στο αποτύπωμα του άνθρακα, έτσι και στον τομέα του νερού υπήρξε μεγάλη αύξηση των εργαλείων που παρέχουν στο άτομο την δυνατότητα να υπολογίσουν το ατομικό υδατικό αποτύπωμα ενός ατόμου, μίας επιχείρησης, μίας περιοχής και ενός προϊόντος καθώς και τις

συνιστώσες του νερού(μπλε, γκρι, πράσινο). Προωθούνται από οργανισμούς, ΜΚΟ, εταιρίες, εθνικές και τοπικές αρχές.

Παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση των εργαλείων αυτών τα τελευταία χρόνια καθώς έγινε αντιληπτή η σημασία της εξοικονόμησης του νερού. Πολλές εκτεταμένες μελέτες, όπως αναφέρθηκαν και παραπάνω τόνισαν την σημαντικότητα της μέτρησης της ποσότητας του νερού που καταναλώνεται από ένα άτομο ή ένα έθνος. Εξίσου σημαντική είναι η ενημέρωση του κοινού σχετικά με την ποσότητα που σπαταλιέται κατά την παραγωγή αγαθών ή υπηρεσιών με σκοπό την συγκίνηση και συνειδητοποίηση του. Αυτή την ανάγκη καλύπτουν τα εργαλεία τα οποία κατά κανόνα είναι εύκολα στην χρήση, χωρίς χρηματική ανταλλαγή κατά την χρήση αλλά και εύκολα προσβάσιμα καθώς υπάρχουν στο διαδίκτυο και οποιοσδήποτε μπορεί να τα χρησιμοποιήσει. Αποτελούν, όπως και τα εργαλεία υπολογισμού του αποτυπώματος του άνθρακα, μια ισχυρή γέφυρα για τη σύνδεση ατομικών επιλογών δράσης και τρόπου ζωής ενώ έχουν δημιουργηθεί τόσο για δημόσια όσο και για ιδιωτική χρήση και απευθύνονται στον καθένα.

Ενώ τα εργαλεία υπολογισμού του ΥΑ μπορούν να έχουν καθοριστικό εκπαιδευτικό ρόλο στην ευαισθητοποίηση του κοινού καθώς και στην διαμόρφωση συνειδήσεων όσον αφορά την αλόγιστη σπατάλη πόσιμου νερού και την εξοικονόμηση του, διαφορετικά εργαλεία με ίδια δεδομένα εισόδου αποδίδουν διαφορετικά αποτελέσματα με συνέπεια την σύγχυση του χρήστη. Γι' αυτό ο χρήστης πρέπει να είναι συνειδητοποιημένος και να συγκρίνει τα αποτελέσματα του.

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιαστούν μερικά από αυτά τα εργαλεία υπολογισμού τα οποία βρέθηκαν στο διαδίκτυο. Αρχικά έγινε η αναζήτηση “water footprint calculator” στην μηχανή αναζήτησης Google. Παρατηρήθηκε ότι παρόλο το πλήθος των αποτελεσμάτων, ήταν λιγότερα από τα αποτελέσματα των εργαλείων αποτυπώματος του άνθρακα. Επιλέχθηκαν τα δημοφιλέστερα εργαλεία τα οποία ήταν στις πρώτες σελίδες των αποτελεσμάτων. Αυτά φαίνονται και στον παρακάτω πίνακα καθώς και με τον τομέα που αναφέρεται και υπολογίζει το καθένα

Πίνακας 3-2 : Εργαλεία υπολογισμού του υδατικού αποτυπώματος και κατηγορίες υπολογισμού τους

water footprint network	Ατομικό, εθνικό, ποτάμια, παγκόσμιο
Water footprint calculator	Ατομικό
Aquapath	Ατομικό
Sustainability	Ατομικό
pelican water	Ατομικό
Agro climate	Καλλιέργειες
Bef	Επιχειρήσεις, events
green key	Ξενοδοχεία

3.2.2 WATER FOOTPRINT NETWORK

Το water footprint network προσφέρει εργαλεία υπολογισμού σε ποικίλους τομείς. Καταρχάς παρέχει 2 διαφορετικά εργαλεία όσον αφορά το ατομικό ΥΑ (simplified water footprint calculator και extended water footprint calculator). Το πρώτο περιέχει απλές ερωτήσεις και διαρκεί μόλις κάποια δευτερόλεπτα αλλά τα αποτελέσματα του βασίζονται σε μέσους όρους των κατοίκων της περιοχής ενώ το δεύτερο παρέχει λεπτομερείς ερωτήσεις διαρκεί περισσότερο και τα αποτελέσματα του είναι ακριβή και αφορούν τον χρήστη που το συμπληρώνει. Επίσης παρέχει ένα εργαλείο το οποίο ονομάζεται water footprint assessment tool και υπολογίζει το ΥΑ μια επιχείρησης, μιας περιοχής, ενός προϊόντος κλπ. ενώ διαθέτει και product gallery για διάφορα προϊόντα.

3.2.2.1 ΑΤΟΜΙΚΟ (SIMPLE)

Το συγκεκριμένο εργαλείο περιέχει μόνο 4 ερωτήσεις όπου ο χρήστης καλείται να απαντήσει. Η πρώτη είναι η χώρα που κατοικεί, η δεύτερη το φύλο, η τρίτη είναι οι διατροφικές του συνήθειες(χορτοφάγος, καταναλωτής φυσιολογικής ποσότητας κρέατος, καταναλωτής μεγάλης ποσότητας κρέατος) και η τελευταία τα έσοδα του σε δολάρια σε ένα έτος.

Personal water footprint calculator

Based on your country of residence and your own consumption pattern, you will have a unique water footprint. Please feel free to use the footprint calculator to assess your own water footprint.

Country of residence	<input type="text" value="Select a Country"/>
Gender	<input type="radio"/> female <input type="radio"/> male
Dietary habit	<input type="radio"/> vegetarian <input type="radio"/> average meat consumer <input type="radio"/> high meat consumer
Gross yearly income	<input type="text"/> \$ per year (only that part of the family income consumed by yourself)
<input type="button" value="Calculate my water footprint"/>	

Εικόνα 3-12 : Εργαλείο (απλό) Water Footprint network

3.2.2.2 ΑΤΟΜΙΚΟ (EXTENDED)

Σε αυτό το εργαλείο ο χρήστης συμπληρώνει την χώρα που κατοικεί. Έπειτα καλείται να απαντήσει σε 3 κατηγορίες ερωτήσεων:

- Κατανάλωση τροφίμων :περιέχει 11 λεπτομερείς ερωτήσεις σχετικά με την κατανάλωση κρέατος, γαλακτοκομικών, αυγών, καφέ κλπ.
- Οικιακή κατανάλωση νερού (εσωτερική) : περιέχει 10 ερωτήσεις που αφορούν την κατανάλωση που γίνεται κατά τη διάρκεια του μπάνιου, το πλύσιμο ρούχων και πιάτων, το πλύσιμο των δοντιών κλπ.
- Οικιακή κατανάλωση νερού (εξωτερική) : περιέχει 6 ερωτήσεις που αφορούν την οικιακή κατανάλωση που γίνεται με δραστηριότητες εκτός σπιτιού όπως το πλύσιμο του αυτοκινήτου, η λειτουργία πισίνας(αν υπάρχει) και το πότισμα των φυτών.

Τέλος ο χρήστης συμπληρώνει τα έσοδα του μέσα σε ένα χρόνο σε δολάρια.

Country of residence	<input type="text" value="Select a Country"/>
Food consumption	
Cereal products (wheat, rice, maize, etc.)	<input type="text"/> kg per week
Meat products	<input type="text"/> kg per week
Dairy products	<input type="text"/> kg per week
Eggs	<input type="text"/> number per week
How do you prefer to take your food?	<input type="text" value="Fat content"/>
How is your sugar and sweets consumption?	<input type="text" value="Sugar consumption"/>
Vegetables	<input type="text"/> kg per week
Fruits	<input type="text"/> kg per week
Starchy roots (potatoes, cassava)	<input type="text"/> kg per week
How many cups of coffee do you take per day?	<input type="text"/> cup per day
How many cups of tea do you take per day?	<input type="text"/> cup per day
Domestic water use - indoors	
How many showers do you take each day?	<input type="text"/> number per day
What is the average length of each shower?	<input type="text"/> minute per shower
Do your showers have standard or low-flow showerheads?	<input type="radio"/> Standard shower head <input type="radio"/> Low flow shower head
How many baths do you have each week?	<input type="text"/> number per week
How many times per day do you brush your teeth, shave or wash your hand?	<input type="text"/> number per day
Do you leave the tap running when brushing your teeth and shaving?	<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No
How many loads of laundry do you do in an average week?	<input type="text"/> times per week
Do you have a dual flush toilet?	<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> No flushing. Use eco-toilet.
If you wash your dishes by hand how many times are dishes washed each day?	<input type="text"/> number per day
How long does the water run during each wash?	<input type="text"/> minute per wash
If you have a dish washer, how many times is it used each week?	<input type="text"/> number per week
Domestic water use - outdoors	
How many times per week do you wash a car?	<input type="text"/> number per week
How many times do you water your garden each week?	<input type="text"/> number per week

Εικόνα 3-13 : Εργαλείο (σύνθετο) Water Footprint network

3.2.2.3 WATER FOOTPRINT ASSESSMENT TOOL

Το συγκεκριμένο εργαλείο δίνει την επιλογή στον χρήστη να επιλέξει ποιο ΥΑ θέλει να βρει ανάμεσα σε μια χώρα, ένα ποτάμι και το παγκόσμιο.

- Σε μια χώρα υπάρχει η επιλογή κατηγορίας (βιομηχανία, καλλιέργειες και οικιακή χρήση) και εμφανίζει σε γραφήματα και σε πίνακες την ποσότητα νερού που καταναλώνεται και σε ποια συνιστώσα (μπλε, πράσινο, γκρι) και την κατηγορία που ανήκει. Επίσης προσφέρει πίνακα με είδη που καλλιεργεί η χώρα και πόσο νερό σπαταλιέται στο καθένα.
- Για ένα ποτάμι αρχικά ο χρήστης επιλέγει για ποιο ποτάμι θέλει να δει πληροφορίες. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν την κατανάλωση νερού του ποταμού που γίνεται για κάθε καλλιέργεια καθώς και το είδος της κατανάλωσης (μπλε, γκρι, πράσινο).
- Σε παγκόσμια κλίμακα το εργαλείο εμφανίζει για κάθε μία από τις 3 κατηγορίες (οικιακή χρήση, καλλιέργειες, βιομηχανία) την ποσότητα κατανάλωσης νερού και το είδος της σε κάθε περιοχή. Ακόμα εμφανίζει το συνολικό εθνικό αποτύπωμα κάθε χώρας και το κατά κεφαλήν και τα συγκρίνει σε γραφήματα.

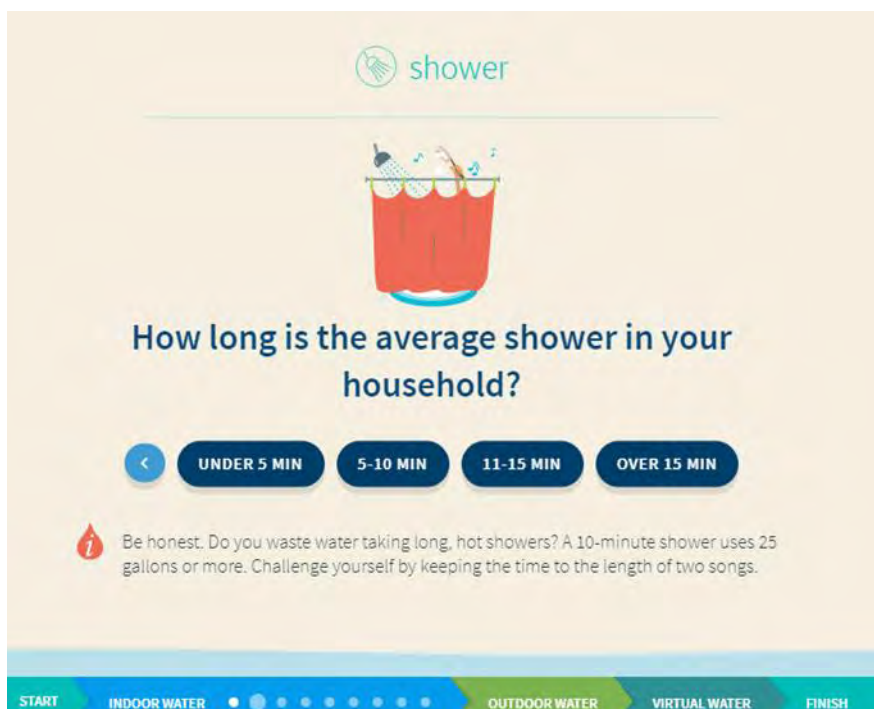
Επιπλέον, στο water footprint network, υπάρχει ένα εργαλείο ,το product gallery, στο οποίο ο χρήστης μπορεί να διαλέξει ένα προϊόν (π.χ. ένα φρούτο) και να ενημερωθεί για το υδατικό αποτύπωμα αυτού του προϊόντος καθώς και για το ποσοστό του σε πράσινο, μπλε και γκρι νερό.

3.2.3 WATER FOOTPRINT CALCULATOR

Το εργαλείο αυτό υπολογίζει το ατομικό αποτύπωμα νερού. Αποτελείται από 3 κατηγορίες ερωτήσεων οι οποίες είναι η εσωτερική κατανάλωση νερού στο σπίτι, η εξωτερική κατανάλωση νερού και το εικονικό νερό.

- Η πρώτη αποτελείται από 9 ερωτήσεις που αφορούν την κατανάλωση του νερού που γίνεται στο σπίτι κατά την χρήση του πλυντηρίου, στην διάρκεια του μπάνιου και την χρήση των βρύσεων.
- Η δεύτερη κατηγορία ασχολείται με την κατανάλωση νερού που γίνεται έξω από το σπίτι και αποτελείται από 8 ερωτήσεις. Αφορούν κυρίως την ποσότητα και το είδος ποτίσματος, την κατανάλωση νερού μιας πισίνας και το πλύσιμο των οχημάτων.
- Η τελευταία κατηγορία, το εικονικό νερό, αποτελείται από 9 ερωτήσεις που αφορούν την κατανάλωση του χρήστη σε καύσιμα και ηλεκτρική ενέργεια, το είδος της διατροφής του (χορτοφαγική ή παμφάγη), τα προϊόντα που αγοράζει και ανακυκλώνει (πλαστικά, χαρτικά κλπ.) και τα χρήματα που ξοδεύει σε τροφή για το κατοικίδιο του.

Τα αποτελέσματα του ατομικού υδατικού αποτυπώματος μετριέται σε γαλιόνια ανά μέρα και συγκρίνεται με τον μέσο όρο των ΗΠΑ. Επίσης παρουσιάζεται η κατανάλωση ανά δραστηριότητα δίνοντας στον χρήστη την δυνατότητα να παρατηρήσει που χρησιμοποιεί περισσότερο νερό και συνεπώς σε ποιες δραστηριότητες δύναται να μειωθεί ενώ παρέχει συμβουλές για μείωση της κατανάλωσης για κάθε μια απ' αυτές.



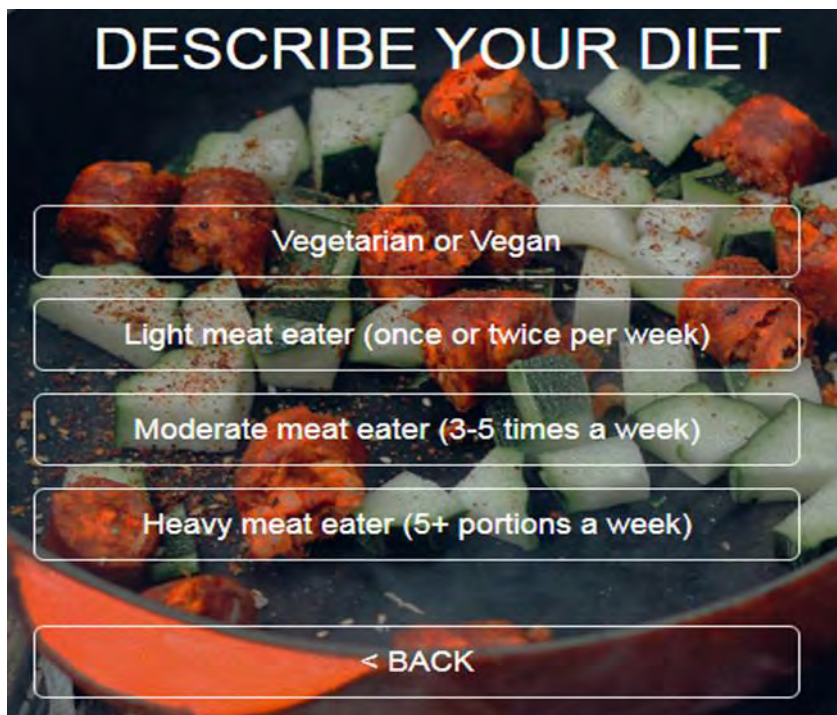
Εικόνα 3-14 : Εργαλείο Water Footprint Calculator

3.2.4 AQUARATH

Αυτό το εργαλείο υπολογίζει το ατομικό ΥΑ. Αρχικά ο χρήστης συμπληρώνει την χώρα στην οποία κατοικεί. Έπειτα δηλώνει τις διατροφικές του συνήθειες ανάμεσα σε 4 επιλογές σχετικά με την κατανάλωση κρέατος καθώς και την ποσότητα

- γαλακτοκομικών προϊόντων
- λαχανικών και φρούτων
- τσάι και καφέ σε κούπες

Στη συνέχεια οι ερωτήσεις αφορούν λεπτομέρειες σχετικά με το μπάνιο, το πλυντήριο πιάτων και ρούχων, το βούρτσισμα των δοντιών, και το πλύσιμο του αυτοκινήτου. Στο κλείσιμο ο χρήστης συμπληρώνει τα ετήσια έσοδα που λαμβάνει σε δολάρια. Τα αποτελέσματα του ΥΑ είναι σε λίτρα την εβδομάδα ενώ συγκρίνεται με τον μέσο όρο της χώρας του χρήστη και παρουσιάζεται σε πίνακα η κατανάλωση του νερού σε φαγητά, σε οικιακή χρήση και σε ποτά.



Εικόνα 3-15 : Εργαλείο Aquarath

3.2.5 SUSTAINABILITY

Το εργαλείο της sustainability υπολογίζει επίσης το ατομικό ΥΑ και χωρίζεται στις εξής κατηγορίες :

- Σπίτι : οι ερωτήσεις αφορούν το πότε χτίστηκε το σπίτι, αν υπάρχει πλυντήριο και πόσο χρόνο αφιερώνει ο χρήστης όταν κάνει μπάνιο

- Εξωτερική χρήση : σε αυτή την κατηγορία ο χρήστης συμπληρώνει την κατανάλωση νερού που κάνει κατά την διάρκεια πλυσίματος του αυτοκινήτου ή το πότισμα του κήπου.
- Ανακύκλωση : περιέχει ερωτήσεις που αφορούν την ανακύκλωση και ποιών υλικών
- Διατροφή : οι ερωτήσεις επικεντρώνονται στις ποσότητες κρέατος(χοιρινό μοσχαρίσιο και κοτόπουλο) ,γάλακτος και καφέ που καταναλώνει ο χρήστης.
- Μετακίνηση : όπου ο χρήστης συμπληρώνει τα ετήσια χιλιόμετρα που διανύει με αυτοκίνητο ή με αεροπλάνο

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε γαλόνια ανά εβδομάδα και εμφανίζεται το συνολικό εβδομαδιαίο ΥΑ καθώς και η κατανάλωση νερού σε κάθε κατηγορία ξεχωριστά.

The image shows a web-based form titled "Water Footprint Calculator" from "easycalculation.com". The form is organized into several sections: "Home", "Outdoor", and "Car Wash". Each section contains various input fields, including dropdown menus and text boxes, designed to collect user data for calculating their water footprint. The "Home" section covers household characteristics like building date and dishwasher use. The "Outdoor" section asks about greywater and rain barrel systems. The "Car Wash" section asks about the method of car washing.

Εικόνα 3-16 : Εργαλείο Sustainability

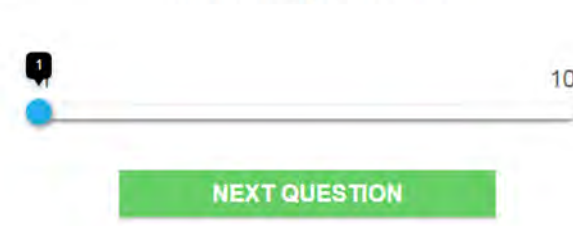
3.2.6 PELICANWATER

Το pelican water είναι εργαλείο υπολογισμού του ατομικού αποτυπώματος του νερού. Παρατηρούμε ότι δεν χωρίζει τις ερωτήσεις σε κατηγορίες όπως τα περισσότερα. Αρχικά ο χρήστης συμπληρώνει το πλήθος των ατόμων που κατοικούν στο σπίτι του. Έπειτα δηλώνει τον χρόνο που σπαταλάει κάνοντας μπάνιο. Στην συνέχεια συμπληρώνει στοιχεία σχετικά με την χρήση της τουαλέτας και το καζανάκι, το τρόπο και χρόνο καθαρισμού των πιάτων και ρούχων. Στη συνέχεια το ερωτηματολόγιο ασχολείται με το πότισμα του κήπου και την ποσότητα νερού που καταναλώνεται κατά την διαδικασία, με τον καθαρισμό του αυτοκινήτου. Για τα αποτελέσματα του ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει την ηλεκτρονική του διεύθυνση ώστε να του αποσταλούν.

Water Footprint Calculator

[1 of 11]

**How many people live in your home,
including yourself?**



NEXT QUESTION

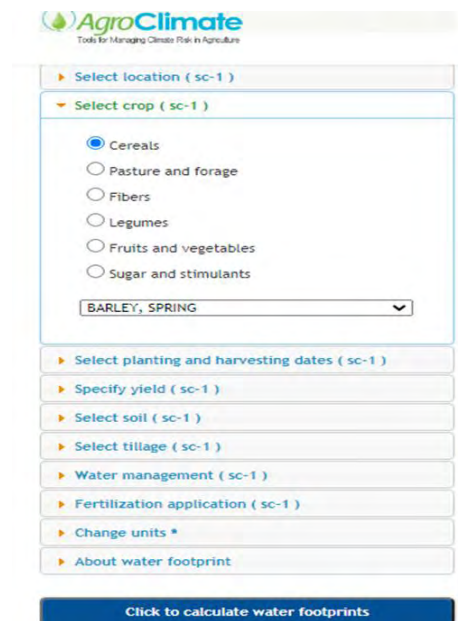
Εικόνα 3-17 : Εργαλείο Pelican Water

3.2.7 AGROCLIMATE

Το agro climate είναι ένα εργαλείο που υπολογίζει το υδατικό αποτύπωμα ενός αγροτικού προϊόντος και απευθύνεται κυρίως σε αγρότες. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιεί 8 ενότητες όπου για κάθε μία πρέπει ο χρήστης να συμπληρώσει στοιχεία σχετικά με τις καλλιέργειες.

- **Περιοχή :** ο χρήστης συμπληρώνει τον ταχυδρομικό κώδικα της περιοχής που βρίσκεται το χωράφι.
- **Καλλιέργεια :** εδώ επιλέγει την κατηγορία που ανήκει η καλλιέργεια (φρούτο, λαχανικό, φυτική ίνα, δημητριακά κα) καθώς και το είδος του (π.χ. ντομάτα).
- **Ημερομηνίες :** γίνεται η δήλωση των ημερομηνιών που γίνεται το φύτεμα και η συγκομιδή.
- **Σοδιά :** συμπληρώνεται η ποσότητα της σοδιάς σε κιλά ανά εκτάριο χωραφιού μετά την συγκομιδή.
- **Έδαφος :** δηλώνει στοιχεία του εδάφους όπως είδος (άργιλος, άμμος), το βάθος στο οποίο ριζώνουν τα φυτά, και το ποσοστό της οργανικής ύλης.
- **Όργανο :** εδώ ο χρήστης συμπληρώνει την μεθοδολογία και το είδος του οργάνου.
- **Πότισμα :** αφορά την τεχνική που ποτίζονται οι καλλιέργειες.
- **Γονιμοποίηση :** δηλώνεται η τεχνική που ακολουθείται και τα υλικά που χρησιμοποιούνται κατά την διάρκεια της φύτευσης.

Στο τέλος ο χρήστης μπορεί να διαλέξει σε τι μονάδες προτιμάει να υπολογιστεί το υδατικό αποτύπωμα της καλλιέργειας του. Επίσης το συγκεκριμένο εργαλείο παρέχει την επιλογή 2 σεναρίων στον χρήστη ώστε αλλάζοντας κάποια τεχνική, μεθοδολογία ή υλικά κατά την διαδικασία να μπορέσει να εντοπίσει τις διαφορές στο ΥΑ και να επιλέξει την βέλτιστη.



Εικόνα 3-18 : Εργαλείο Agro Climate

3.2.8 BEF

Αυτό το εργαλείο υπολογίζει το υδατικό αποτύπωμα μίας επιχείρησης και ενός event καθώς και το αποτύπωμα του άνθρακα και την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας επιτρέποντας τον χρήστη να έχει μια ολοκληρωμένη άποψη του οικολογικού του αποτυπώματος. Τα 2 τελευταία όμως δεν μας απασχολούν σε αυτή την ενότητα.

3.2.8.1 Για μια επιχείρηση

Αρχικά ο χρήστης επιλέγει ποιο αποτύπωμα θέλει να υπολογίσει (νερού, άνθρακα, ηλεκτρικό) και τον συμβουλεύει τι πληροφορίες πρέπει να ξέρει ώστε να απαντήσει στις ερωτήσεις (ετήσια κατανάλωση νερού της επιχείρησης κλπ.) κάνοντας το φιλικό στην χρήση. Ο χρήστης συμπληρώνει την ετήσια κατανάλωση νερού των εγκαταστάσεων της επιχείρησης του ή υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο του κτιρίου χρησιμοποιώντας πληροφορίες από την American Water Works Association με βάση τον τύπο του κτιρίου και τα τετραγωνικά μέτρα. Έπειτα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επιχείρησης. Γενικότερα το εργαλείο αυτό υπολογίζει μόνο το άμεσο νερό που καταναλώνεται στις εγκαταστάσεις χωρίς να λαμβάνει υπόψη το έμμεσο.

The screenshot shows the 'calculate your business' water use' section of the BEF tool. At the top, a progress bar indicates the current step is 'calculate water use'. The main heading is 'calculate your business' water use'. Below this, a text block explains that the estimates are based on national averages or user input. A question asks if the user knows their facility's exact annual water usage. The 'No, I need to calculate use according to building type' option is selected. Below this, a form for 'Building #1' includes a text input for 'Label this building (optional)', a dropdown for 'Select building type', and a text input for 'Enter space occupied' with 'sq ft' units. A red 'X' icon is visible to the right of the form. A green button labeled '+ ADD ANOTHER BUILDING' is below the form. At the bottom, there are three buttons: '<< BACK', 'WATER USE 0 gallons', and 'SAVE AND CONTINUE >>'.

Εικόνα 3-19 : Εργαλείο BEF για μια επιχείρηση

3.2.8.2 Για μια δεξίωση

Σε αυτό το ερωτηματολόγιο είναι ενσωματωμένα το υδατικό, το ανθρακικό και το ηλεκτρικό αποτύπωμα και τα αποτελέσματα αφορούν το συνολικό τους. Έτσι ο χρήστης δεν μπορεί να υπολογίσει μόνο ένα από τα 3. Αρχικά δηλώνει γενικές πληροφορίες που αφορούν το event όπως ποιες μέρες θα διεξαχθεί και πόσο θα διαρκέσει. Όσον αφορά το ΥΑ το ερωτηματολόγιο ασχολείται μόνο με την κατανάλωση νερού που γίνεται στις εγκαταστάσεις που πραγματοποιείται το event.

The screenshot shows the 'enter event details' section of the BEF tool. At the top, a progress bar indicates the current step is 'enter event details'. The main heading is 'enter event details'. Below this, there are three questions: 'What is the name of your event?' with a text input field labeled 'Title your event'; 'When will your event take place?' with a date input field showing '00/00/00-00/00/00'; and 'How many days is your event?' with a text input field showing '0' and a 'days' label. At the bottom, there are two green buttons: '<< BACK' and 'SAVE AND CONTINUE >>'.

Εικόνα 3-20 : Εργαλείο BEF για ένα Event

3.2.9 GREENKEY

Το εργαλείο αυτό ασχολείται με τον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος ενός ξενοδοχείου. Αρχικά ο χρήστης συμπληρώνει την περίοδο που ενδιαφέρεται να υπολογίσει τις

καταναλώσεις του καθώς και σε ποια χώρα βρίσκεται το ξενοδοχείο. Έπειτα το ερωτηματολόγιο ζητάει πληροφορίες για τις 4 παρακάτω κατηγορίες :

- Εγκαταστάσεις : ο χρήστης συμπληρώνει λεπτομέρειες που αφορούν τις εγκαταστάσεις του ξενοδοχείου όπως η έκταση του, ο αριθμός των δωματίων και οι διαστάσεις τους και αίθουσες δεξιώσεων.
- Πηγές νερού : εδώ συμπληρώνονται λεπτομέρειες σχετικά με την κατανάλωση δημοτικού νερού, εμφιαλωμένου, αφαλατωμένου καθώς και αν γίνεται επί τόπου επεξεργασία των λυμάτων.
- Νερό που δεν μετριέται : αφορά ερωτήσεις σχετικά με την ποσότητα νερού που καταναλώνεται από το καζανάκι της τουαλέτας η το πότισμα των κήπων των εγκαταστάσεων.
- Πλυντήριο : τέλος το ερωτηματολόγιο υπολογίζει το νερό που καταναλώνεται ανάλογα με τους τόνους ρούχων που πλένονται στο διάστημα που ψάχνουμε εφόσον το νερό αυτό δεν μετριέται παραπάνω.

Τα αποτελέσματα στέλνονται στην ηλεκτρονική διεύθυνση που δηλώθηκε στην αρχή ώστε ο χρήστης να πληροφορηθεί για την κατανάλωση του ξενοδοχείου του.

REPORTING PERIOD

From (including) To (including)

COUNTRY

Please select your country

SITE INFORMATION

Total area of the hotel (m²)

Total area of guest rooms (m²)

Total area of meeting rooms (m²)

Total number of guest rooms

Total number of occupied rooms for the reporting year

Εικόνα 3-21 : Εργαλείο Green Key

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

4.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ CF

Όπως αναφέρθηκε και στο τρίτο κεφάλαιο το πλήθος των εργαλείων είναι μεγάλο και τα αποτελέσματα για ίδια δεδομένα εισόδου μπορούν να εμφανίσουν σημαντικές διαφορές. Οι απλούστεροι υπολογιστές υπολογίζουν μια τιμή εκπομπής άνθρακα βάσει μόνο ενεργειακών δραστηριοτήτων. Οι πιο λεπτομερείς αριθμομηχανές αντίθετα εξετάζουν τον τρόπο ζωής ή τις επιλογές κατανάλωσης του χρήστη, όπως είναι το φαγητό ή τα ταξίδια (Mulrow et al., 2019). Ακόμα, μερικοί εξ αυτών παρέχουν συμβουλές για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, με βάση τα στοιχεία του χρήστη. Αρκετές μελέτες έχουν ασχοληθεί με την σύγκριση και ανάλυση των διαφορών μεταξύ των υπολογιστών αποτυπώματος άνθρακα. Οι Padgett, Steinemann, Clarke και Vandenberg , (2008) συνέκριναν 10 υπολογιστές που εστιάζουν σε μεμονωμένους χρήστες στις Ηνωμένες Πολιτείες και βρήκαν σημαντικές διαφορές στις εκτιμήσεις αποτυπώματος άνθρακα αυτών των υπολογιστών, με δεδομένη την ίδια παράμετρο εισόδου. Οι συγγραφείς, ενώ αναγνωρίζουν την ικανότητα των υπολογιστών άνθρακα να αυξήσουν την ευαισθητοποίηση του κοινού και να παρακινήσουν τη συμπεριφορά και την πολιτική αλλαγή, ζήτησαν υψηλότερο βαθμό τυποποίησης μεταξύ των υπολογιστών (Mulrow et al., 2019). Σε μια άλλη μελέτη παρατηρήθηκε αυξανόμενη τάση της χρήσης υπολογιστών άνθρακα για προσωπικούς και οικιακούς σκοπούς στην Ιρλανδία. Εντοπίστηκαν επίσης οι ασυνέπειες και οι αντιφάσεις μεταξύ των υπολογιστών σε διαφορές στις παραδοχές και τις παραμέτρους εισαγωγής. Για παράδειγμα, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τη χρήση νερού θεωρήθηκαν μηδενικές για ορισμένους υπολογιστές που δεν το έλαβαν υπόψη στον υπολογισμό. Οι Kim και Neff (2009) τόνισαν τις δυνατότητες των υπολογιστών αποτυπώματος άνθρακα να συμβάλουν σημαντικά στην ευαισθητοποίηση του κοινού όσο και στην αλλαγή συμπεριφοράς του. Συγκεκριμένα, οι Kim και Neff (2009) τόνισαν την ανάγκη κοινοποίησης πληροφοριών για το αποτύπωμα άνθρακα με τρόπο που προωθεί την εκπαίδευση και τη δράση. Με βάση την ανάγκη για μεγαλύτερη ομοιομορφία των εργαλείων, ο Birnik (2013) δημιούργησε ένα σύνολο 13 αρχών για την αξιολόγηση των υπολογιστών αυτών. Ο Birnik (2013) χρησιμοποίησε αυτές τις αρχές για να συγκρίνει τα επίπεδα λεπτομέρειας και τη μεθοδολογία υπολογισμού, καθώς και την ικανότητα κάθε υπολογιστή να συγκρίνει τα αποτελέσματα μεταξύ των χρηστών. Και εδώ, η μελέτη υπογράμμισε ξανά την έλλειψη συνοχής μεταξύ των υπολογιστών αποτυπώματος άνθρακα και ζήτησε τυποποίηση. Οι 13 αρχές του Birnik είναι οι εξής :

- **P1** Ένας προσωπικός υπολογιστής αποτυπώματος άνθρακα θα πρέπει ως ελάχιστη απαίτηση να εκτιμά τις εκπομπές που σχετίζονται με το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και το οξείδιο του αζώτου.
- **P2** Ένας προσωπικός υπολογιστής αποτυπώματος άνθρακα πρέπει να βασίζεται τις μετατροπές σε ισοδύναμα διοξειδίου του άνθρακα σε συντελεστές μετατροπής 100 ετών GWP.
- **P3** Ένας προσωπικός υπολογιστής αποτυπώματος άνθρακα θα πρέπει να εκτιμά τα ίχνη με βάση την κατανάλωση, καθώς ο σκοπός είναι να προσδιοριστεί η κλιματική

επίπτωση ενός ατόμου ανεξάρτητα από το πού παράγονται τα αγαθά και οι υπηρεσίες που καταναλώνονται.

- **P4** Ένας προσωπικός υπολογιστής αποτυπώματος άνθρακα πρέπει να επιτρέπει στους χρήστες να προσαρμόζονται για το επίπεδο εισοδήματος ή κατανάλωσης αντί να χρησιμοποιούν μόνο εθνικούς μέσους όρους.
- **P5** Ένας προσωπικός υπολογιστής αποτυπώματος άνθρακα πρέπει να προσαρμόζει τη σχετική κατανομή των κατηγοριών κατανάλωσης σε συνάρτηση με το επίπεδο εισοδήματος.
- **P6** Ένας προσωπικός υπολογιστής αποτυπώματος άνθρακα πρέπει να προσαρμόζεται για τον αριθμό των ατόμων που ζουν σε ένα νοικοκυριό.
- **P7** Ένας προσωπικός υπολογιστής αποτυπώματος άνθρακα πρέπει να επιτρέπει στους χρήστες να μοντελοποιούν λεπτομερώς τις εκπομπές κατοικίας τους.
- **P8** Ένας προσωπικός υπολογιστής αποτυπώματος άνθρακα πρέπει να καταγράφει τις εκπομπές από τη χρήση οικιακής ενέργειας καθώς και τις εκπομπές από έπιπλα, συσκευές, οικοδομικά υλικά και συντήρηση κτιρίων.
- **P9** Ένας προσωπικός υπολογιστής αποτυπώματος άνθρακα πρέπει να επιτρέπει στους χρήστες να μοντελοποιούν λεπτομερώς τις εκπομπές τους σχετικά με τα τρόφιμα.
- **P10** Ένας προσωπικός υπολογιστής αποτυπώματος άνθρακα πρέπει να επιτρέπει στους χρήστες να μοντελοποιούν λεπτομερώς τις εκπομπές που σχετίζονται με τη μεταφορά.
- **P11** Ένας προσωπικός υπολογιστής αποτυπώματος άνθρακα πρέπει να επιτρέπει στους χρήστες να συμπεριλαμβάνουν την ακτινοβολούμενη πίεση των πτήσεων κατά τη μοντελοποίηση των εκπομπών πτήσεων.
- **P12** Ένας προσωπικός υπολογιστής αποτυπώματος άνθρακα θα πρέπει να παρέχει ένα ολοκληρωμένο αποτύπωμα συμπεριλαμβανομένης της κατανομής εκπομπών για μια ποικιλία κατηγοριών κατανάλωσης.
- **P13** Ένας προσωπικός υπολογιστής αποτυπώματος άνθρακα πρέπει να βασίζει τους υπολογισμούς σε ενημερωμένους και ειδικούς συντελεστές εκπομπών ανά χώρα / περιοχή, όποτε είναι δυνατόν.

Χρησιμοποιήθηκε ένα σύνολο τυπικών δεικτών και κατηγοριών βαθμολογίας για να αξιολογηθούν ποιοτικά τα δεδομένα εισόδου σε κάθε αριθμομηχανή και η ποικιλία της απασχόλησης των χρηστών. Αυτά τα πρότυπα σχεδιάστηκαν με την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας άνθρακα του υπολογιστή και διάφορες δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν σχετικά με τα πρότυπα. Οι δείκτες και οι κατηγορίες βαθμολογίας έχουν ως εξής. Για το ευρετήριο Κατηγορίες εισαγωγής, οι κατηγορίες σύγκρισης καθορίστηκαν από τις δραστηριότητες που πιο συχνά χρησιμοποιούνται σε ένα υποσύνολο αριθμομηχανών δοκιμής. Το δεύτερο ευρετήριο, Βάθος μέτρησης, ασχολείται με το ποσοστό εξήγησης που παρέχεται από την αριθμομηχανή στον χρήστη της καθώς και με το βαθμό της λεπτομέρειας των στοιχείων εισαγωγής που απαιτούνται κατά την χρήση της. Οι κατηγορίες αξιολόγησης για

αυτό το ευρετήριο θεσπίστηκαν από κοινές παρατηρήσεις των λεπτομερειών εισαγωγής, που βρέθηκαν μέσω βιβλιογραφικής επισκόπησης και έρευνας χρηστών. Στη συνέχεια οι κατηγορίες σύγκρισης για το δείκτη «Ποιότητα εμφάνισης» καθορίστηκαν από τους συγγραφείς με γνώμονα τις παρατηρήσεις των πιο χρήσιμων μεθόδων για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αριθμομηχανής. Τέλος, οι κατηγορίες για το ευρετήριο παρουσίαση πληροφοριών βασίστηκαν στην ανάγκη να γνωστοποιήσουν την έννοια των αποτελεσμάτων του υπολογισμού και να παρακινήσουν τους χρήστες να μειώσουν το αποτύπωμα του άνθρακα (Mulrow et al., 2019).

4.1.1. Δείκτες και κατηγορίες αξιολόγησης

A. Βάθος εισόδων

1. Κατηγορίες εισόδου

- Εγχώρια ενέργεια
- Μεταφορά
- Αερομεταφορά
- Τροφή
- Νερό / λύματα
- Επιπλέον κατηγορίες

2. Βάθος μέτρησης

- Πολλαπλοί τρόποι υπολογισμού της οικιακής ενέργειας
- Περιλαμβάνεται η επιλογή πράσινης ενέργειας
- Εξηγούνται οι κατηγορίες πτήσεων
- Ερωτήσεις σχετικά με τις εκπομπές τροφίμων
- Υπολογιστικές διαφορές στις πολιτείες των ΗΠΑ

B. Απασχόληση χρήστη

1. Ποιότητα εμφάνισης

- Τιμές εκπομπών που εμφανίζονται για κάθε κατηγορία
- Μέσοι όροι εκπομπών χωρών και παγκόσμιος
- Εμφάνιση αναφοράς
- Εμφάνιση τελικής τιμής
- Γρήγορη έκδοση

2. Παρουσίαση πληροφοριών

- Συγκρίσεις αποτυπώματος άνθρακα
- Συμβουλές για μείωση των εκπομπών
- Ποσοτική μείωση άνθρακα από τις ακόλουθες συμβουλές
- Εκπαίδευση του χρήστη σχετικά με τις εκπομπές άνθρακα

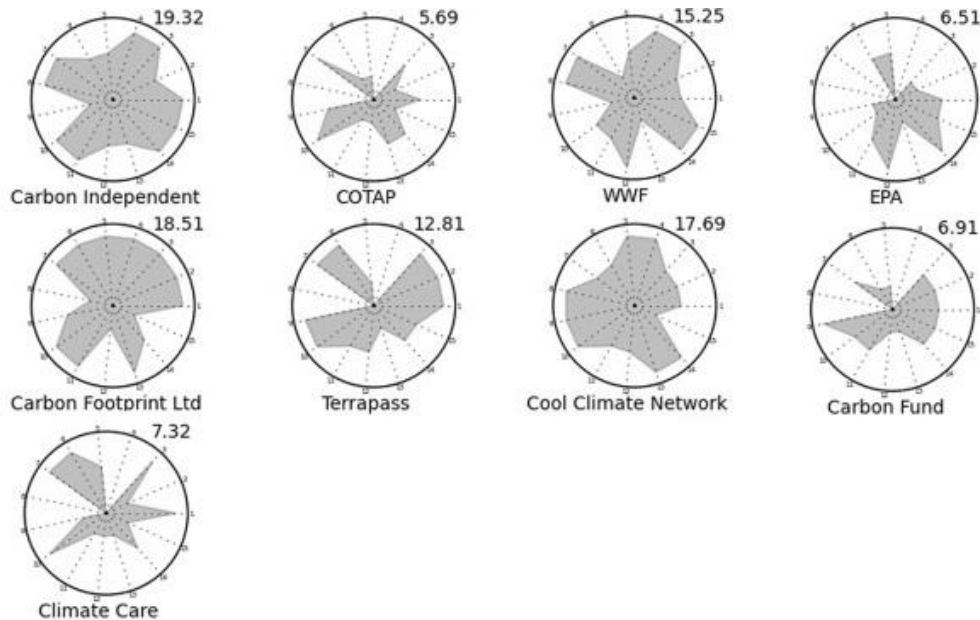
Αξιολόγηση δεδομένων από τους συγγραφείς John Mulrow, Katherine Machaj, Joshua Deanes και Sybil Derrible.

Για καθέναν από τους 9 υπολογιστές με τους οποίους ασχολείται η μελέτη αξιολόγησε τα αποτυπώματα και σημείωσε τις λεπτομέρειες των χαρακτηριστικών των εργαλείων σε καθεμία από τις κατηγορίες αξιολόγησης. Για κάθε αριθμομηχανή δημιουργήθηκαν οι παρακάτω πίνακες για την εμφάνιση ποιοτικών και συγκριτικών πληροφοριών. Κάθε αριθμομηχανή βαθμολογείτε ως Υψηλή, Μεσαία ή Χαμηλή / Καμία για κάθε κατηγορία, παρουσιάζοντας έτσι τον βαθμό στον οποίο ένας υπολογιστής συνέλεξε δεδομένα εισόδου, κοινοποίησε πληροφορίες ή ευαισθητοποίησε τον χρήστη. Η χρωματική κωδικοποίηση έχει ως εξής:

1. Υψηλό- πράσινο,
2. Μεσαίο- κίτρινο,
3. Χαμηλό / Καμία- κόκκινο.

Πιο αναλυτικά, στην κατηγορία κατανάλωσης ενέργειας στο σπίτι, μια αριθμομηχανή που συλλέγει δεδομένα για 6 κύριους τύπους οικιακής ενέργειας και περισσότερους ή περιλαμβάνει την επιλογή της ανανεώσιμη ενέργεια έλαβε υψηλή βαθμολογία, αντίστοιχα για 4–5 τύπους έλαβε μέση βαθμολογία και για 0–3 τύποι έλαβε χαμηλή βαθμολογία . Στην κατηγορία μεταφοράς, ένας υπολογιστής που λαμβάνει υπόψη δεδομένα για τουλάχιστον 5 κύριους τρόπους μεταφοράς έλαβε υψηλή βαθμολογία, για 3–4 έλαβε μέση βαθμολογία, και από 0–2 τρόπους έλαβε χαμηλή βαθμολογία. Για μεταφορές με αεροπλάνο συγκεκριμένα, μια αριθμομηχανή που συλλέγει λεπτομερή δεδομένα σχετικά με το μέρος προέλευσης και τον προορισμό πτήσης ή ακόμα συγκεκριμένα αεροδρόμια έλαβε υψηλή βαθμολογία, μια αριθμομηχανή που περιλαμβάνει τον τύπο πτήσης (σύντομη, μεσαία, μεγάλη) ή μίλια που πραγματοποιήθηκαν έλαβε μια μέση βαθμολογία ενώ για καμία πληροφορία σχετικά με τις αεροπορικές μεταφορές έλαβε χαμηλή βαθμολογία. Στις περιπτώσεις όπου διενεργείται δυαδική αξιολόγηση , οι δείκτες αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται είναι μέσο και χαμηλό. Για παράδειγμα, στις κατηγορίες Τροφίμων και Νερού / Λυμάτων ένα "Ναι" ισοδυναμεί με Μεσαίο ή κίτρινο χρώμα και ένα "Όχι" ισοδυναμεί με Χαμηλό ή κόκκινο χρώμα. Για την ενότητα επιπλέον κατηγορίες, εργαλείο με 3–4 τύπους έλαβε υψηλή βαθμολογία, με 1–2 τύπους έλαβε μέση βαθμολογία και με κανένα τύπο έλαβε χαμηλή βαθμολογία. Η διαδικασία σύγκρισης των αριθμομηχανών ολοκληρώθηκε με τη δημιουργία γραφικών παραστάσεων οι οποίες φαίνονται παρακάτω και χρησιμεύουν τόσο ως ποσοτική όσο και ως οπτική σύγκριση. Στις γραφικές αυτές παραστάσεις ραντάρ, οι κατηγορίες αξιολόγησης με τα περισσότερα δεδομένα αντιστοιχίζονται σε έναν άξονα που αντιπροσωπεύει τιμές από 0 (στο κέντρο των αξόνων) έως 3 (στην άκρη του διαγράμματος). Γενικά, αυτές οι τιμές αντιστοιχούν στην

βαθμολογία της κατηγορίας (0 Καμία / Δεν ισχύει, 1 Χαμηλή, 2 Μεσαία, 3 Υψηλή). Για δυαδικές αξιολογήσεις, το 3 αντιστοιχεί στο "Ναι" και το 0 αντιστοιχεί στο "Όχι". Η τοποθέτηση αυτών των τιμών σε ένα γράφημα ραντάρ και η σύνδεση κάθε σημείου με τον γείτονά του αποδίδει ακτινικά μια περιοχή, η οποία χρησιμοποιείται για τη βαθμολογία της συνολικής απόδοσης κάθε αριθμομηχανής (Mulrow et al., 2019)



Εικόνα 4-1 : Γραφικές παραστάσεις ραντάρ σύγκρισης των εργαλείων ανθρακικού αποτυπώματος(Mulrow et al., 2019)

Πίνακας 4-1 : Χρωματική κωδικοποίηση των εργαλείων του άνθρακα για κάθε κατηγορία (Mulrow et al.,2019)

	Home Energy	Transportation	Air Transportation	Food	Water / Wastewater	Extra Categories
Carbon Independent	Electric, Gas, Oil, Wood, Bottled Gas, Coal	Car, Bus, Train	Based on distance of travel to destinations outside UK	Yes	No	Health, Education, Miscellaneous
COTAP	Electric, Gas, Propane, Oil	Car	Short, Medium, Long, Extended	No	No	No
US EPA	Electric, Gas, Propane, Oil	Car	No	No	No	Waste
WWF	Electric, Gas, Propane, Oil	Car, Motorcycle, Bus, Train	Categories defined by distance from the UK	Yes	No	Miscellaneous
Carbon Footprint Ltd	Electric, Gas, Oil, Coal, LPG, Wood, Propane	Car, Motorcycle, Bus, Train, Tram, Subway, Taxi	Flight Information: origin/destination	Yes	No	Pharmaceuticals, Electronics, Education, Leisure Activities
Terrapass	Electric, Gas, Oil, Propane, Gasoline, Diesel	Car, Electric Car, Boat, Train, Bus, Ferry, Taxi	Flight Information: fuel used, total miles, or trip length	No	No	No
Cool Climate Network	Electric, Gas, Oil, Other Fuels	Car, Bus, Train, Inter-City Rail	Short, Medium, Long, Extended	Yes	Water only (based on average)	Purchases (split by goods and services)
Carbon Fund	Electric, Gas, Oil	Car, Bus, Train	Flight Information: origin/destination	No	No	No
Climate Care	Electric, Gas, Propane, Oil, Wood, Renewables	Car	Based on airports	No	No	Event

Παρατηρούμε ότι εργαλεία όπως το Terrapass και το Carbon footprint ltd στον τομέα της ενέργειας που καταναλώνεται σε ένα νοικοκυριό παρέχουν επιλογές για 6 διαφορετικά είδη ενέργειας ενώ άλλα όπως το carbon Fund μόνο για 3. Ακόμα μεγαλύτερες διαφορές βλέπουμε στον τομέα των μετακινήσεων όπου κάποια εργαλεία (Carbon footprint ltd) παρέχουν 6 μέσα ενώ κάποια σαν το USEPA και το COTAP μόνο για αυτοκίνητο.

Όσον αφορά τα δεδομένα εισόδου από τους πίνακες και τα γραφήματα φαίνεται πως τα 3 καλύτερα εργαλεία είναι το Carbon Independent, το Carbon Footprint ltd και το Cool Climate καθώς παρέχουν περισσότερες επιλογές στις περισσότερες κατηγορίες, ερωτήσεις που αφορούν την διατροφή και επιπλέον κατηγορίες που λείπουν στα υπόλοιπα εργαλεία (εκπαίδευση, υγεία, αγορές κλπ.). Πιο ελλιπή στα δεδομένα εισόδου είναι τα COTAP και USEPA αφού εστιάζουν μόνο στην ενέργεια του σπιτιού (με λίγα είδη ενέργειας), στην μετακίνηση με όχημα (μόνο αυτοκίνητο) και στις πτήσεις (χωρίς λεπτομέρειες).

Όσον αφορά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων κάποια εργαλεία απλά παρουσιάζουν το συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα σε tn ενώ άλλα το συγκρίνουν με μέσο όρο της ΕΕ, κάποιες χώρες ή παγκοσμίως ενώ άλλα όπως το TerraPass παρέχουν σαν αποτέλεσμα το πλήθος των δέντρων που πρέπει να φυτευτούν για να αντισταθμιστεί το αντίστοιχο ανθρακικό αποτύπωμα. Πιο αναλυτικά τα εργαλεία που τα αποτελέσματά τους συγκρίνονται με μέσους όρους είναι τα παρακάτω :

- WWF : συγκρίνει με το στόχο της Μ Βρετανίας για ατομικό αποτύπωμα στο 2020.
- Cool Climate : συγκρίνει το μέσο όρο με άλλο παρόμοιων επιχειρήσεων.

- Carbon Footprint Ltd : συγκρίνει με το μέσο όρο της χώρας που βρίσκεται καθώς και της ΕΕ και το παγκόσμιο στόχο (2 tn/year).
- TerraPass : συγκρίνει με το μέσο ατομικό αποτύπωμα ενός κάτοικου των ΗΠΑ.
- USEPA : συγκρίνει με το μέσο ατομικό αποτύπωμα ενός κάτοικου των ΗΠΑ.
- Carbon Independent : συγκρίνει το αποτέλεσμα με το μέσο ατομικό CF ενός κατοίκου στην Μ Βρετανία, την Κίνα, τις ΗΠΑ, την Ινδία, την Μοζαμβίκη και το παγκόσμιο μέσο όρο.

Ενώ τα εργαλεία των οποίων τα αποτελέσματα δεν συγκρίνονται είναι τα εξής :

- Climate Care
- Carbon Fund
- Cotap

Επίσης κάποια εργαλεία επικεντρώνονται μόνο στο άτομο ενώ κάποια έχουν την επιλογή μέτρησης του αποτυπώματος των επιχειρήσεων η κάποιου event (ταξίδι συνήθως) τα οποία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4-2 : Κατηγορία υπολογισμού των εργαλείων του άνθρακα

WWF	Ατομικό
Cool Climate	Ατομικό
Carbon Footprint	Ατομικό, Business
Climate Care	Ατομικό, Business, events
Carbon Fund	Business
Terrapass	Ατομικό, Business, events
Cotap	Ατομικό, Business, χώρες
Carbon Independent	Ατομικό, νοικοκυριό
EPA USA	Ατομικό

Τέλος, όσον αφορά τα αποτελέσματα, κάποια εργαλεία προτείνουν λύσεις που θα συγκινήσουν τον χρήστη και θα τον βοηθήσουν να δράσει. Το TerraPass υπολογίζει το πλήθος των δέντρων που πρέπει να φυτευτούν ώστε να αντισταθμιστούν οι εκπομπές των αερίων του χρήστη. Το EPA USA σε αυτή την κατηγορία είναι το καλύτερο συγκριτικά με τα υπόλοιπα καθώς δίνει στον χρήστη επιλογές να αλλάξει καθημερινά πράγματα όπως να μειώσει τους βαθμούς θέρμανσης της οικείας του ή να αλλάξει τις λάμπες του με φιλικές στο περιβάλλον και υπολογίζει ανάλογα με την δράση του τη μείωση που θα επέλθει στο ανθρακικό του αποτύπωμα.

Τα εργαλεία που υπολογίζουν το CF επιχειρήσεων είναι τα εξής :

I. Carbon Footprint

II. Carbon Fund

III. Terrapass

IV. Cotap

4.1.2. Σε ποιες επιχειρήσεις απευθύνεται κάθε εργαλείο

Το Carbon Footprint Ltd απευθύνεται σε μικρές μέχρι μεσαίου τύπου επιχειρήσεις. Τις χωρίζει σε 3 κατηγορίες ανάλογα με τους υπαλλήλους που απασχολεί ενώ παρέχει δωρεάν υπολογισμούς μόνο για τις μικρές. Τα δεδομένα εισόδου είναι αντίστοιχα με αυτά που παρέχει στο ατομικό αποτύπωμα.

Το Terrapass απευθύνεται σε όλες τις επιχειρήσεις καθώς έχει επιλογές για υπαλλήλους από 1 μέχρι 1000 και άνω.

Το Carbon Fund δεν έχει ερωτήσεις που αφορούν τον αριθμό των εργαζομένων που απασχολούνται. Επίσης το Cotap δεν ενδιαφέρεται για τον αριθμό των εργαζομένων το οποίο δηλώνει πως οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις στο συγκεκριμένο εργαλείο πρέπει να υπολογίζονται στην επιλογή του νοικοκυριού. Τα στοιχεία εισόδου που απαιτούνται και στα 4 εργαλεία είναι παρόμοια με αυτά του ατομικού υπολογιστή του καθένα. Όμως τα Terrapass και Carbon Footprint έχουν επιπρόσθετα την κατηγορία shipping στην οποία υπολογίζουν τις εκπομπές των επιχειρήσεων ενώ αποστέλλουν ένα προϊόν. Από αυτά το Terrapass μόνο έχει περισσότερες κατηγορίες οι οποίες αφορούν το πλήθος των servers και την τοποθεσία που βρίσκονται .

4.2. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ WF

Όπως και στα εργαλεία υπολογισμού του άνθρακα έτσι και σε αυτά που ασχολούνται με το υδατικό αποτύπωμα επειδή το πλήθος των εργαλείων είναι μεγάλο για ίδια στοιχεία εισόδου ο χρήστης μπορεί να παρατηρήσει μεγάλες αποκλίσεις στα αποτελέσματα. Αυτό συμβαίνει καθώς κάποια εργαλεία είναι πιο απλουστευμένα και τα στοιχεία εισόδου που απαιτούν δεν ασχολούνται σε βάθος με τις καταναλωτικές συνήθειες του χρήστη σε αντίθεση με άλλα που λαμβάνουν υπόψη περισσότερα δεδομένα και μεταβλητές. Για παράδειγμα τα πιο αναλυτικά εργαλεία περιέχουν ερωτήσεις που αφορούν την διατροφή του χρήστη, την ανακύκλωση των απορριμμάτων του καθώς και λεπτομέρειες στην κατανάλωση νερού σε καθημερινές συνήθειες όπως το βούρτσισμα των δοντιών. Ακόμα παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχουν πολλές και εκτενείς μελέτες που να ασχολούνται με την σύγκριση υπολογιστών του υδατικού αποτυπώματος αντίθετα με των υπολογιστών του ανθρακικού αποτυπώματος όπου μερικές από αυτές παρουσιάστηκαν παραπάνω.

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα συγκρίνουμε τα εργαλεία που παρουσιάστηκαν προηγουμένως ανάλογα με την κατηγορία που ανήκουν. Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά το ατομικό αποτύπωμα θα συγκριθούν τα εξής εργαλεία:

- Water footprint network
- Water footprint calculator
- Aquapath

- Sustainability
- pelican water

Το πρώτο κριτήριο σύγκρισης είναι η ποικιλία των τομέων των ερωτήσεων. Το water footprint network και το aquarpath περιέχει 4 τομείς που αφορούν την διατροφή την κατανάλωση εσωτερικά και εξωτερικά από το σπίτι καθώς και τον μισθό του χρήστη. Το pelican water περιέχει 2 τομείς που αφορούν την εσωτερική και την εξωτερική κατανάλωση. Τα άλλα 2 εργαλεία υπερέχουν όσον αφορά την ποικιλία των τομέων καθώς πέρα από τους παραπάνω τομείς λαμβάνουν υπόψη και άλλους. Το sustainability περιέχει και την κατηγορία της ανακύκλωσης των απορριμμάτων και της κατανάλωσης καυσίμων κατά τις μετακινήσεις ενώ το water footprint calculator ασχολείται με την ανακύκλωση και αγορά προϊόντων, τροφής κατοικίδιου και κατανάλωση καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας.

Το δεύτερο κριτήριο σύγκρισης είναι η το πλήθος των ερωτήσεων ώστε να διαπιστωθεί ποια εργαλεία εξετάζουν λεπτομερώς την κατανάλωση του νερού του χρήστη. Το water footprint network στον τομέα της διατροφής περιέχει 11 ερωτήσεις, στην εντός σπιτιού κατανάλωση νερού 10 ,στην εξωτερική 6 και για τον μισθό 1. Το water footprint calculator περιέχει 9 ερωτήσεις στον τομέα της εντός του σπιτιού κατανάλωσης νερού, 4 στη εξωτερικής και 9 όσον αφορά το εικονικό νερό(διατροφή, ανακύκλωση και κατανάλωση προϊόντων). Το aquarpath περιέχει 7 ερωτήσεις στον τομέα της διατροφής, 5 στην εσωτερική κατανάλωση , 1 στην εξωτερική κατανάλωση και 1 στον μισθό του. Το sustainability στον τομέα της εσωτερικής κατανάλωσης αποτελείται από 8 ερωτήσεις, στην εξωτερική 5, στην ανακύκλωση 3, 5 στην διατροφή και 5 στην μετακίνηση. Τέλος το pelicanwater στον τομέα της εσωτερικής κατανάλωσης αποτελείται από 10 ερωτήσεις και στην εξωτερική από 5.

Παρακάτω βλέπουμε τον πίνακα για καλύτερη σύγκριση των εργαλείων

Πίνακας 4-3 : Πλήθος ερωτήσεων των εργαλείων υδατικού αποτυπώματος σε κάθε κατηγορία

Εργαλεία	Εσωτερική	εξωτερική	Εικονικό νερό	Μισθός	σύνολο
Wf network	10	6	11	1	28
Wf calculator	9	4	9	0	22
Aquarpath	5	1	7	1	14
Sustainability	8	5	13	0	26
Pelican water	10	5	0	0	15

Παρατηρούμε ότι το water footprint network υπερτερεί από τα υπόλοιπα εργαλεία όσον αφορά το πλήθος των συνολικών ερωτήσεων. Ακολουθεί το sustainability και το water footprint calculator ενώ το aquarpath και το pelican water είναι στο τέλος και μάλιστα με μεγάλη διαφορά συνολικών ερωτήσεων από τα υπόλοιπα.

Το τρίτο κριτήριο είναι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων ώστε ο χρήστης να καταλαβαίνει αν το ΥΑ του είναι μεγάλο ή όχι να ευαισθητοποιείται και να καταλαβαίνει σε ποιους τομείς επέρχεται μείωση της κατανάλωσης νερού. Το water footprint network υπολογίζει το συνολικό

ΥΑ και παρουσιάζει σε γραφήματα το ΥΑ κάθε τομέα(εσωτερική, εξωτερική και διατροφή) αλλά και κάθε προϊόντος αναλυτικά. Το water footprint calculator παρουσιάζει το συνολικό ΥΑ του χρήστη και το συγκρίνει με το μέσο όρο ατομικού ΥΑ των ΗΠΑ. Το aquarpath παρουσιάζει την συνολική κατανάλωση σε μια βδομάδα και την συγκρίνει με τον μέσο όρο της χώρας που κατοικεί ο χρήστης και παρουσιάζει σε διάγραμμα (πίτα) την κατανάλωση νερού σε κάθε κατηγορία. Το sustainability εμφανίζει το συνολικό ΥΑ σε ένα χρόνο καθώς και το ΥΑ του χρήστη σε κάθε τομέα ξεχωριστά. Τέλος το pelican water απαιτεί κάποια ηλεκτρονική διεύθυνση από τον χρήστη όπου του στέλνει το συνολικό ΥΑ του καθώς και το ΥΑ σε κάθε τομέα.

Το τέταρτο κριτήριο είναι η δυνατότητα του εργαλείου να υπολογίζει το ΥΑ του χρήστη λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα της περιοχής (χώρας) που διαμένει ώστε τα αποτελέσματα να είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα. Πιο συγκεκριμένα το water footprint calculator, το pelican water και το sustainability δεν υπολογίζουν το υδατικό αποτύπωμα ανάλογα με την περιοχή διαμονής του χρήστη σε αντίθεση με τα water footprint calculator και aquarpath τα οποία υπερτερούν σε αυτόν τον τομέα.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω κριτηρίων παρουσιάζονται στον παρακάτω συγκεντρωτικό πίνακα:

Πίνακας 4-4 : Χρωματική κωδικοποίηση των εργαλείων υδατικού αποτυπώματος για κάθε κριτήριο

ΚΡΙΤΗΡΙΟ		ΕΡΓΑΛΕΙΑ			
1 ^ο	wfnetwork	wfcalculator	aquarpath	sustainability	pelicanwater
2 ^ο	wfnetwork	wfcalculator	aquarpath	sustainability	pelicanwater
3 ^ο	wfnetwork	wfcalculator	aquarpath	sustainability	pelicanwater
4 ^ο	wfnetwork	wfcalculator	aquarpath	sustainability	pelicanwater

Στο πρώτο κριτήριο παρουσιάζονται τα εργαλεία με χρώμα:

- Κίτρινο, όταν συμπεριλαμβάνουν μόνο την κατανάλωση εντός του σπιτιού.
- Πράσινο, όταν συμπεριλαμβάνουν και την εξωτερική κατανάλωση.
- Μπλε, όταν συμπεριλαμβάνουν και την διατροφή του χρήστη.
- Κόκκινο, όταν μαζί με τα παραπάνω υπολογίζουν και το νερό κατά την κατανάλωση καυσίμων ή την ανακύκλωση.

Για το δεύτερο κριτήριο παρουσιάζονται τα εργαλεία με πλήθος ερωτήσεων:

- άνω των 25 με χρώμα κόκκινο
- άνω των 20 με χρώμα μπλε
- άνω των 15 με πράσινο
- λιγότερα με κίτρινο

Για το τρίτο κριτήριο σύγκρισης τα εργαλεία ταξινομούνται από αυτό που παρουσιάζει αναλυτικότερα τα δεδομένα έως αυτά που τα παρουσιάζουν πιο απλουστευμένα με χρώμα:

- κόκκινο το άριστο
- μπλε το πολύ καλό
- πράσινο το ικανοποιητικό
- κίτρινο το ελλιπές

Στο τελευταίο κριτήριο παρουσιάζονται με χρώμα:

- κόκκινο τα εργαλεία που λαμβάνουν υπόψη την περιοχή κατοικίας του χρήστη
- μπλε τα εργαλεία που λαμβάνουν την χώρα κατοικίας
- πράσινο όταν δεν λαμβάνουν καθόλου

Από τα εργαλεία που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο μπορούμε να συγκρίνουμε το BEF με το Green key καθώς το πρώτο υπολογίζει το ΥΑ μιας επιχείρησης ενώ το δεύτερο ενός ξενοδοχείου συγκεκριμένα.

Εκ πρώτης όψεως το BEF υπερτερεί από το Green Key καθώς λαμβάνει υπόψη όλων των ειδών τις επιχειρήσεις και όχι μόνο τα ξενοδοχεία. Όμως το BEF σαν στοιχεία εισόδου δέχεται μόνο το σύνολο των τετραγωνικών μέτρων των εγκαταστάσεων της επιχείρησης καθιστώντας το απλουστευμένο εργαλείο με μη ακριβή αποτελέσματα. Αντίθετα το Green Key λαμβάνει αναλυτικά δεδομένα σχετικά με το πλήθος και το είδος των δωματίων(δωμάτια επισκεπτών, δωμάτια συνεδριάσεων, αίθουσες δεξιώσεων κλπ) καθώς και τη κατανάλωσης μετρημένης (δημοτικού νερού εμφιαλωμένου κλπ) και αμέτρητης ποσότητας νερού (καζανάκι κλπ) καθώς και το πλύσιμο ρούχων και πιάτων.

Άρα καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως από τα 2 εργαλεία το Green Key είναι ακριβέστερο και θα πρέπει να προτιμάται από τους χρήστες με εξαίρεση τις περιπτώσεις που η επιχείρηση δεν ανήκει σε αυτές που υπολογίζει το συγκεκριμένο εργαλείο όπου προτιμότερο είναι το BEF.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΠΟΘΕΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

5.1. ΧΡΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ CF

Σε αυτό το κεφάλαιο θα εφαρμόσουμε υποθετικά σενάρια ώστε να μετρήσουμε το ανθρακικό αποτύπωμα ενός ατόμου, ενός γεγονότος και μιας επιχείρησης. Στο ατομικό CF θα χρησιμοποιήσουμε τα, σύμφωνα με την έρευνα, 2 πιο αξιόπιστα εργαλεία(carbon Independent και Carbon Footprint) και 2 λιγότερο αξιόπιστα (EPA και Cotap) ενώ όσον αφορά τις επιχειρήσεις θα χρησιμοποιήσουμε το TerraPass και το Cotap. Για τον υπολογισμό ενός event θα χρησιμοποιηθούν τα TerraPass και Climate Care.

Τα δεδομένα εισόδου που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τα ίδια σε κάθε κατηγορία(ατομικό, επιχείρησης, event) ώστε να εντοπιστούν τα διαφορετικά αποτελέσματα που παρουσιάζονται από κάθε εργαλείο καθώς και την απόκλιση που πιθανόν υπάρχει.

5.1.1. Ατομικό ανθρακικό αποτύπωμα

Δεδομένα εισόδου

Κάτοικοι νοικοκυριού: 1

Ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται στο σπίτι ανά έτος : 4800kwh

Αέριο που καταναλώνεται στο σπίτι ανά έτος : 18000kwh ή 610 therms

Οχήματα : 1

Μίλια που έχουν καλυφθεί με το όχημα σε ένα έτος : 9000 miles

Μίλια που έχουν καλυφθεί με το λεωφορείο σε ένα έτος : 1000 miles

Μίλια που έχουν καλυφθεί με το τρένο σε ένα έτος : 500 miles

Ώρες πτήσης με αεροπλάνο σε ένα έτος : 15hours

5.1.1.1. CARBONINDEPENDENT

Στο συγκεκριμένο εργαλείο εισάγαμε τα γενικά δεδομένα εισόδου που αναφέρθηκαν παραπάνω καθώς και κάποια επιπλέον.

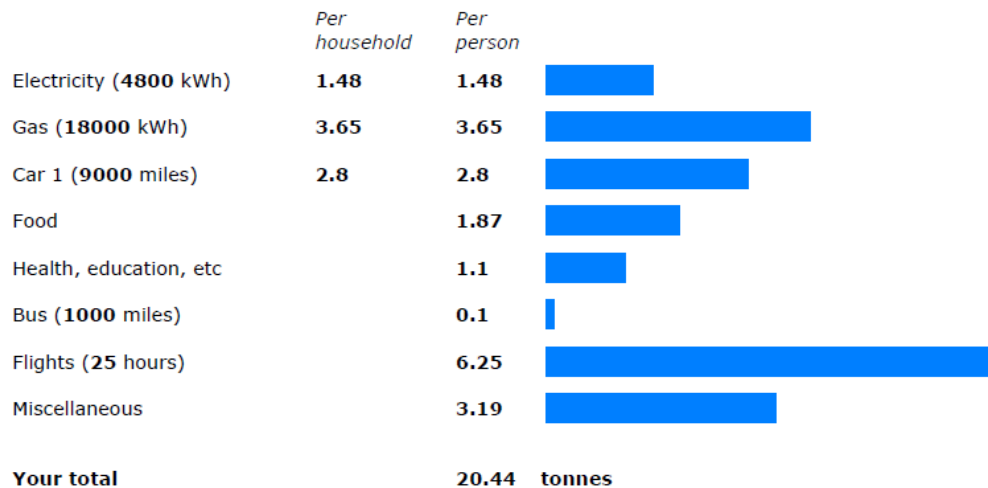
- Το είδος του οχήματος που επιλέχθηκε ανήκει στην κατηγορία μικρό η μεσαίο SUV ή MPV (46mpg)
- Μερικό από το φαγητό που καταναλώνεται είναι οργανικό
- Μέσο όρο στην κατανάλωση κρέατος
- Μέσο όρο στην κατανάλωση τροφίμων που παρασκευάζονται τοπικά
- Περισσότερο από το μέσο όρο στην κατανάλωση τροφίμων που είναι προπαρασκευασμένα (έτοιμα)
- Μερικό στην ποσότητα που γίνεται κομποστοποίηση πατάτας και άλλων προϊόντων

- Κάτω από το μέσο όρο στα τρόφιμα που απορρίπτονται
- Μέσο όρο στις διάφορες δαπάνες όσον αφορά την προσωπική ζωή
- Ναι στην επιλογή ανακύκλωσης πλαστικού, χαρτιού, γυαλιού και μετάλλου

Το αποτέλεσμα είναι 20,44 CO₂ ενώ παρακάτω φαίνονται τα γραφήματα σύγκρισης καθώς και τα αναλυτικό αποτύπωμα σε κάθε κατηγορία.

Your CO₂ and other greenhouse gas emissions (tonnes CO₂ equivalent)

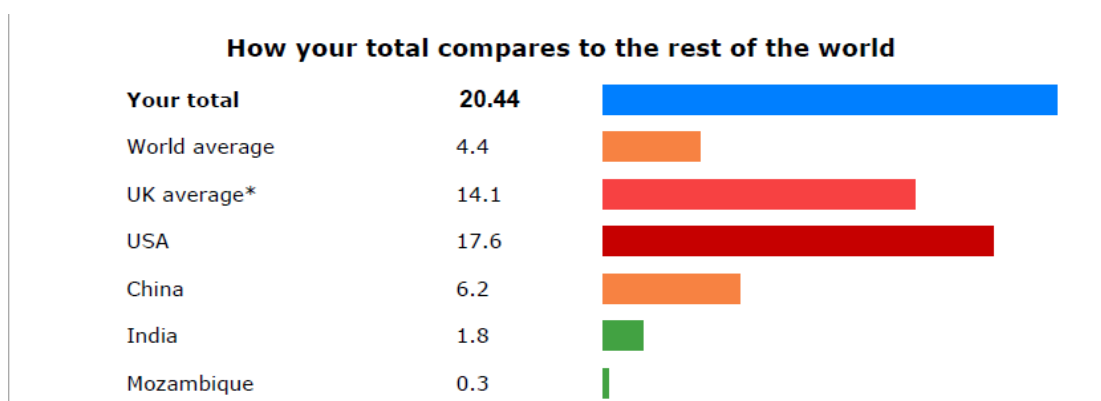
Based on a household size of: **1**



No or minimal recorded emissions from the following categories: **oil, coal, wood, bottled gas, car 2, car 3, car 4, train**

Εικόνα 5-1 : Αποτελέσματα σεναρίου στο Carbon Independent

Ενώ η σύγκριση του αποτελέσματος μας με άλλους μέσους όρους φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 5-2 : Σύγκριση αποτελεσμάτων από το Carbon Independent με τον παγκόσμιο μέσο όρο και άλλων χωρών.

5.1.1.2. COTAP

Δεδομένα εισόδου

- Περιοχή κατοικίας δηλώθηκε η Alabama (αφορά μόνο περιοχές στις ΗΠΑ)

Όλα τα υπόλοιπα στοιχεία που συμπληρώθηκαν ήταν τα γενικά που έχουν ήδη προαναφερθεί. Παρατηρούμε στην πράξη ότι το συγκεκριμένο εργαλείο είναι πιο απλουστευμένο στα στοιχεία εισόδου του. Το ατομικό CF είναι 10,98 tn CO₂ ενώ τα αναλυτικά αποτελέσματα φαίνονται και παρακάτω:

Car Travel Air Travel Home Total

Your total carbon footprint in tonnes. You may overwrite any of the below values.

Car Travel

Air Travel

Home

Your total annual tonnes: 10.98 total tonnes (\$108.70 to offset at \$9.90/tonne)

Donate

Εικόνα 5-3 : Αποτελέσματα του Cotar σε περιοχή της Alabama

5.1.1.3. CARBONFOOTPRINT

Δεδομένα εισόδου

- Περιοχή κατοικίας δηλώθηκε η Alabama
- Πτήση από Λονδίνο προς Κάιρο με επιστροφή 2 φορές (9000 miles)
- Στο μοντέλο του οχήματος επιλέχθηκε το CHR της TOYOTA

Choose your currency: € EUR

Food and drink products (for a medium meat eater) € 40 per week

Pharmaceuticals € 100 per year

Clothes, textiles and shoes € 200 per year

Paper based products (e.g. books, magazines, newspapers) € 100 per year

Computers and IT equipment € 500 per year

Television, radio and phone (equipment) € 500 per year

Motor vehicles (not including fuel costs) € 1 per year

Furniture and other manufactured goods € 500 per year

Hotels, restaurants, and pubs etc € 400 per year

Telephone, mobile/cell phone call costs € 300 per year

Banking and finance (mortgage and loan interest payments) € 1 per year

Insurance € 120 per year

Education € 200 per year

Recreational, cultural and sporting activities € 250 per year

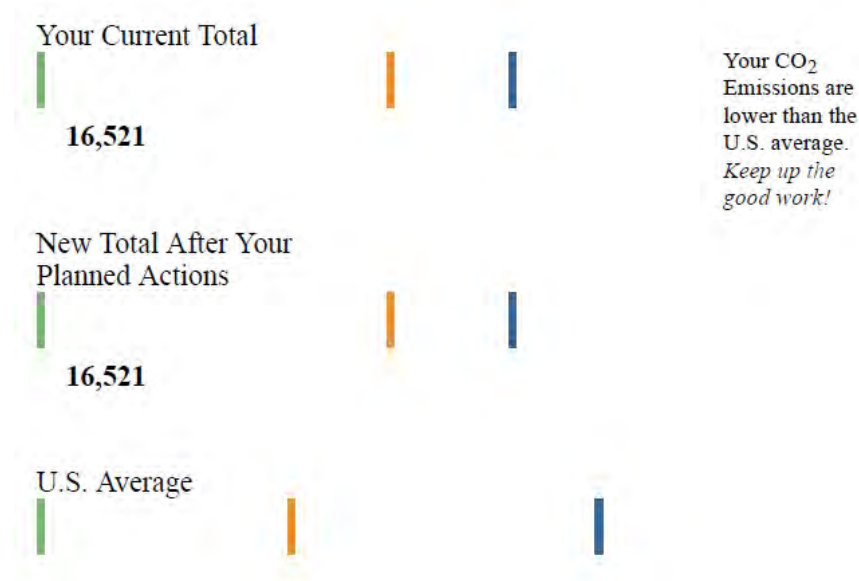
Estimate Secondary Footprint

Total Secondary Footprint = 0.00 tonnes of CO₂e Offset Now

Other Footprint Results

Εικόνα 5-4 : Δεδομένα εισόδου για το Carbon Footprint σε περιοχή της Alabama

Τα αποτελέσματα είναι τα παρακάτω :

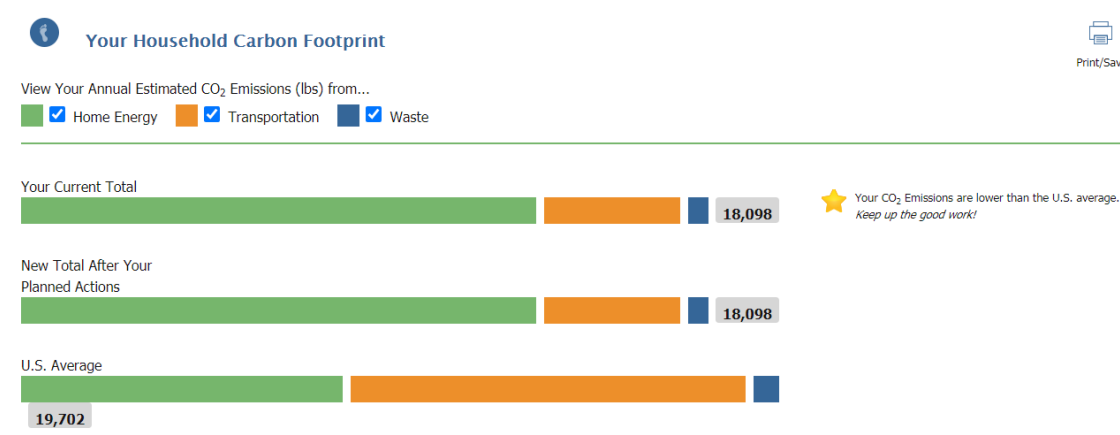


Εικόνα 5-5 : Αποτελέσματα του Carbon Footprint σε περιοχή της Alabama

Όπως βλέπουμε οι εκπομπές CO₂ (16,521 tn σε ένα έτος) με τα στοιχεία που βάλαμε είναι μικρότερες από τον μέσο όρο της Αμερικής.

5.1.1.4. EPAUSA

Δεδομένα εισόδου είναι τα κοινά δεδομένα. Οι ερωτήσεις είναι παρόμοιες με του Cotap και αυτό φαίνεται και από τον παρόμοιο βαθμό αξιολόγησης που έχουν τα 2 εργαλεία στα στοιχεία εξόδου. Το αποτέλεσμα (18,098 tn CO₂) καθώς και η σύγκριση με τον μέσο όρο της Αμερικής φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 5-6 : Αποτελέσματα και σύγκριση από το EPAUSA με τον μέσο όρο της Αμερικής

5.1.2. Ανθρακικό αποτύπωμα επιχειρήσεων

Γενικά δεδομένα εισόδου

- Μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος 1000 δολάρια.
- Μηνιαία κατανάλωση φυσικού αερίου 5000 δολάρια.

- 5 υπηρεσιακά αυτοκίνητα που καλύπτουν 10.000 μίλια ετησίως το κάθε ένα.
- Κάλυψη συνολικά 100.000 μιλίων σε πτήσεις.

5.1.2.1. TERRAPASS

Αρχικά συμπληρώσαμε τα στοιχεία της επιχείρησης (όνομα, διεύθυνση) το πλήθος των εργαζομένων και το είδος που ασχολείται είναι engineering.

Δεδομένα εισόδου :

- 100-999 εργαζόμενοι.
- 200 εργαζόμενοι καλύπτουν 10 μίλια κάθε μέρα με αυτοκίνητο.
- 10 εργαζόμενοι καλύπτουν 20 μίλια κάθε μέρα με αυτοκίνητο.
- Ένας server στην περιοχή της Alabama.

YOUR CARBON DASHBOARD

YOUR TOTAL 836 MT Of CO₂e



YOUR EMISSIONS [See Results In Lbs](#)

● Site	610 mT CO ₂ e
● Fleet	19 mT CO ₂ e
● Air Travel	18 mT CO ₂ e
● Commute	187 mT CO ₂ e
● Shipping	0 mT CO ₂ e
● Server	2 mT CO ₂ e

Εικόνα 5-7 : Αποτελέσματα ανθρακικού αποτυπώματος του Terrapass σε επιχείρηση στην Alabama

5.1.2.2. COTAP

Δεδομένα εισόδου που εισάγαμε είναι τα κοινά δεδομένα. Όπως και στο ατομικό, έτσι και στην επιχείρηση αυτό το εργαλείο δεν περιέχει λεπτομέρειες στις ερωτήσεις. Τα αποτελέσματα του συνολικού CF της επιχείρησης καθώς και κάθε ενότητας παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.

Car Travel	Air Travel	Home	Total
------------	------------	------	-------

Your total carbon footprint in tonnes. You may overwrite any of the below values.

Car Travel	0
Air Travel	31,96
Home	10479,4

Your total annual tonnes: 10511.56 total tonnes (\$104064.44 to offset at \$9.90/tonne)

Εικόνα 5-8 : Αποτελέσματα του συνολικού CF του Cotar της επιχείρησης καθώς και κάθε ενότητας

5.1.3. Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος ενός ταξιδιού

5.1.3.1. CLIMATECARE

Το εργαλείο είναι απλουστευμένο. Τα δεδομένα εισόδου αφορούν την τοποθεσία του ταξιδιού, τον τρόπο μετακίνησης (αεροπλάνο, αυτοκίνητο κλπ) και τα άτομα που θα συμμετέχουν. Τέλος ο χρήστης συμπληρώνει τον τύπο διαμονής και την διάρκεια αυτής.

- Σε αυτό το παράδειγμα η τοποθεσία είναι η Μ Βρετανία.
- Η μετακίνηση γίνεται με αυτοκίνητο.
- 3 επιβάτες.
- 123 μίλια καλύπτονται για την μετακίνηση.
- Τα δωμάτια είναι 2 και το είδος τους πολυτελές.
- Η διαμονή διαρκεί 3 νύχτες.

Το αποτέλεσμα του ανθρακικού αποτελέσματος αυτού του ταξιδιού είναι 0,17 tn CO₂, όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω.

The screenshot displays the Climate Care website interface for calculating carbon offsets. At the top, there are navigation tabs: START, FLIGHT, CAR, ENERGY, EVENT, and BUSINESS. The main content area is divided into several sections:

- Offset an event:** This section contains three sub-sections:
 - Event details:** Includes fields for Event type and Location. The Location is set to "United Kingdom".
 - Travel details:** Includes fields for Transport type (set to "Car"), Passengers (set to "3"), Round-trip Distance (set to "123.00" mile).
 - Accommodation details:** Includes fields for Room type (set to "Luxury"), No. Rooms (set to "2"), and No. Nights (set to "3").
- Carbon Emissions:** A summary box showing "0.17 tonnes of CO₂" and a "cost to offset" of "€ 1.28".
- Buttons:** "Add to basket" (green) and "Checkout" (grey).
- Footer:** Includes contact information (+44 (0)1885 591000, business@climatecare.org), a shopping cart icon showing "0 offset(s) in basket", and logos for Certified Corporate, Carbon Analytics, and Climate Care.

Εικόνα 5-9 : Αποτελέσματα του ανθρακικού αποτελέσματος ενός ταξιδιού στο Climate Care

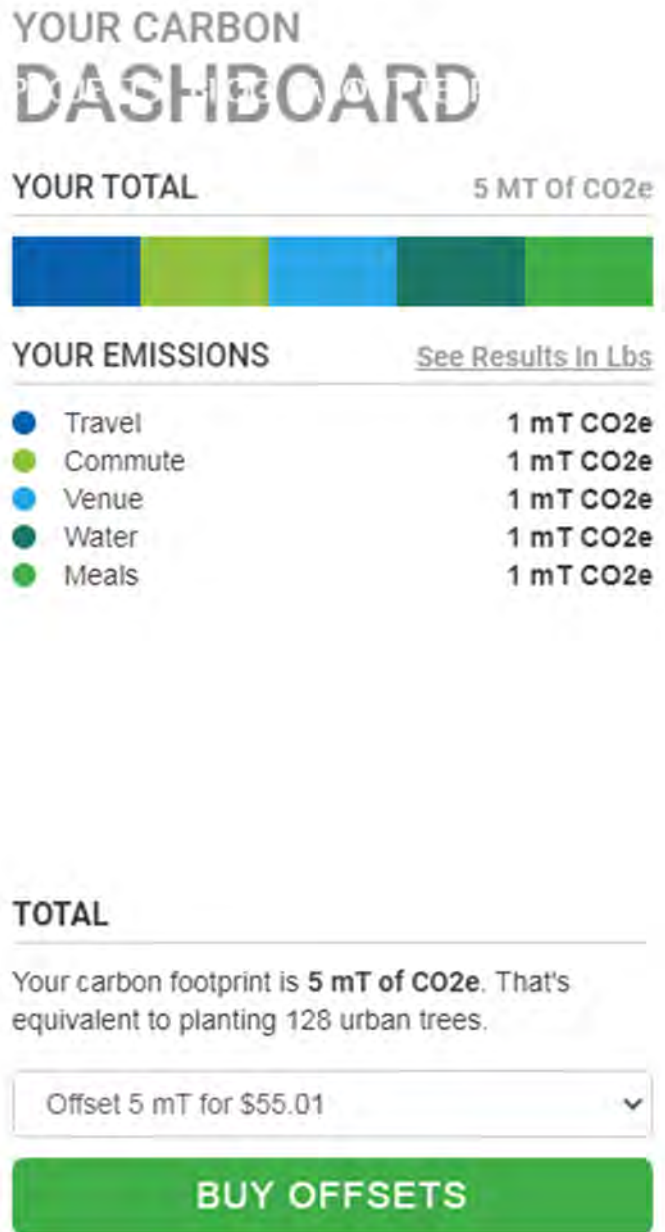
5.1.1.1. TERRAPASS

Αυτό το εργαλείο, όπως είδαμε και παραπάνω, είναι πιο αναλυτικό με περισσότερες ερωτήσεις και λεπτομέρειες και δεν αφορά μόνο ένα ταξίδι σαν το Climate Care αλλά και δεξιώσεις. Όσον αφορά τον υπολογισμό ενός event περιέχει επιπλέον ερωτήσεις σχετικά με τα γεύματα και το νερό που θα καταναλωθούν κατά την διάρκεια αυτού και περισσότερες επιλογές για τα μέσα μετακίνησης.

Δεδομένα εισόδου :

- 3 μέρες θα διαρκέσει το event.
- Κατανάλωση 100 μπουκαλιών νερών.
- Κατανάλωση 20 γευμάτων εκ των οποίων το 20% είναι χορτοφαγικά.

Το αποτέλεσμα του ανθρακικού αποτυπώματος αυτού του event είναι 5 mT CO₂. Ακόμα ο ισοδύναμος αριθμός δέντρων που πρέπει να φυτευτούν σε μια αστική περιοχή για να ισοσταθμιστούν οι εκπομπές CO₂ είναι 128, όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω.



Εικόνα 5-10 : Αποτελέσματα του ανθρακικού αποτυπώματος ενός ταξιδιού στο Terra Pass

5.2. ΥΠΟΘΕΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΤΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΝΕΡΟΥ

Όσον αφορά τα εργαλεία υπολογισμού θα χρησιμοποιηθούν το πιο αναλυτικό και το πιο απλουστευμένο εργαλείο στον υπολογισμό του ατομικού υδατικού αποτυπώματος. Όπως φαίνεται και από το προηγούμενο κεφάλαιο αυτά είναι το water footprint network και το pelican water αντίστοιχα. Επίσης θα εφαρμοστεί υποθετικό σενάριο για ένα ξενοδοχείο με την χρήση του Green Key και για μία επιχείρηση με την χρήση του BEF.

Για το ατομικό υδατικό αποτύπωμα θα χρησιμοποιηθούν κοινά στοιχεία εισόδου για κοινές ερωτήσεις ώστε να παρατηρηθούν και τυχόν αποκλίσεις στα αποτελέσματα.

5.2.1. Ατομικό υδατικό αποτύπωμα

Δεδομένα εισόδου :

Άτομα στο σπίτι : 1

Χρόνος που σπαταλάει στο μπάνιο ανά μέρα : 5 λεπτά

Αριθμός φορών που πλένονται τα πιάτα με πλυντήριο πιάτων ανά βδομάδα: 3

Αριθμός φορών που πλένονται τα ρούχα με το πλυντήριο ανά βδομάδα : 3

Αριθμός φορών που ποτίζεται ο κήπος ανά βδομάδα : 1

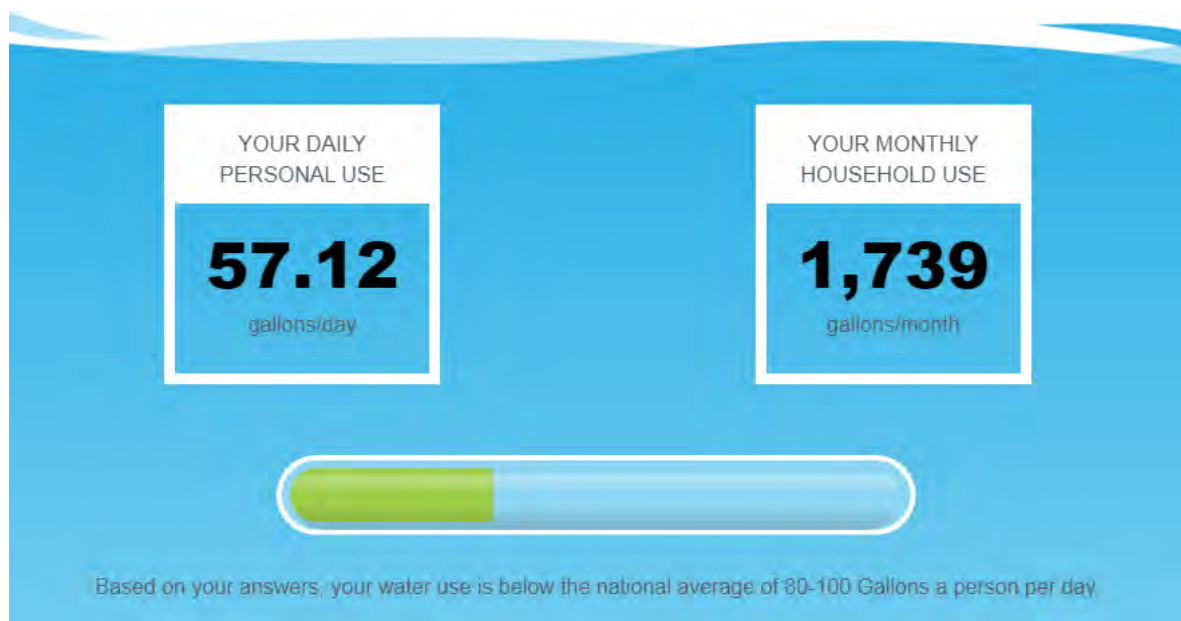
Αριθμός φορών καθαρισμού του οχήματος ανά βδομάδα : 1

5.2.1.1. PELICANWATER

Εισάγαμε τα γενικά δεδομένα εισόδου καθώς και επιπλέον τα εξής:

- 5 φορές την ημέρα χρησιμοποιείται το καζανάκι της τουαλέτας
- Η τουαλέτα εγκαταστάθηκε στην οικία μετά το 1994
- 10 λεπτά την μέρα συνολικά είναι ανοιχτές οι βρύσες του μπάνιου
- 50 τετραγωνικά πόδια η επιφάνεια του κήπου

Τα αποτελέσματα του υποθετικού σεναρίου με την χρήση του pelicanwater παρουσιάζονται παρακάτω:



Εικόνα 5-11 : Αποτελέσματα υδατικού αποτυπώματος με την χρήση του Pelican water

5.2.1.2. WATERFOOTPRINTNETWORK

Πέρα από τα κοινά στοιχεία εισόδου συμπληρώθηκαν και τα παρακάτω στοιχεία στο υποθετικό σενάριο.

Αρχικά συμπληρώθηκε ότι η κατοικία του χρήστη είναι η Ελλάδα και η διατροφή του είναι υψηλή σε λιπαρά και ζάχαρη. Έπειτα δηλώθηκε η κατανάλωση προϊόντων ανά βδομάδα :

- Δημητριακών :2 κιλά.
- Κρέατος : 3 κιλά.
- Γαλακτοκομικών : 1 κιλό.
- Αυγά :1 κιλό.
- Φρούτα :1 κιλό.
- Αμυλούχες ρίζες :2 κιλά.
- Καφές : 7 κούπες.
- Τσάι : 0 κούπες.

Στον τομέα της κατανάλωσης νερού εντός του σπιτιού συμπληρώθηκαν τα εξής στοιχεία :

- 7 μπάνια ανά βδομάδα.
- 5 φορές την μέρα χρήση της βρύσης για πλύσιμο δοντιών, χεριών ή ξύρισμα αφήνοντας την βρύση να τρέχει κατά την διάρκεια της διαδικασίας.
- Η τουαλέτα δεν έχει διπλό καζανάκι.

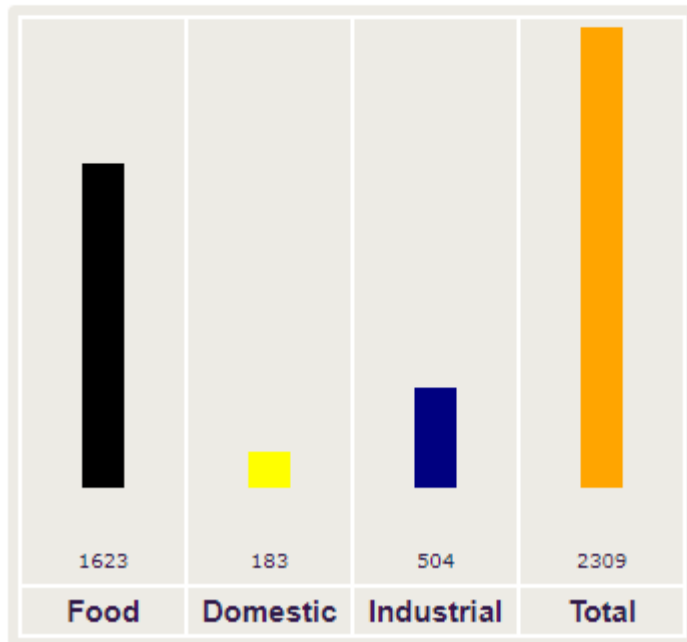
Τέλος στον τομέα της κατανάλωσης εκτός του σπιτιού δηλώθηκαν τα εξής:

- 10 λεπτά την βδομάδα ποτίζεται ο κήπος.
- 10 λεπτά την βδομάδα πλένεται εξοπλισμός ή η αυλή και το πεζοδρόμιο.
- 15 τετραγωνικά μέτρα οι διαστάσεις της πισίνας.
- 2 φορές των χρόνο αδειάζει η πισίνα.

Στο κλείσιμο συμπληρώνεται ετήσιος μισθός 25 χιλιάδες δολάρια. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω:

Your total water footprint is **2309 m³** per year.

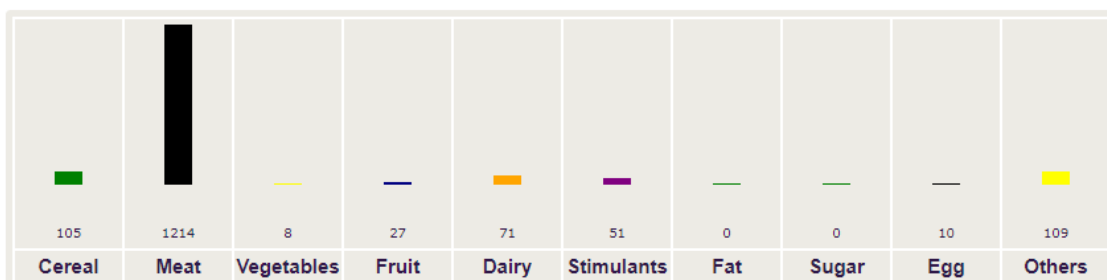
Components of your total water footprint



Εικόνα 5-12 : Αποτελέσματα υδατικού αποτυπώματος με την χρήση του *Water footprint network*

Ακόμα το water footprint network εμφανίζει για κάθε κατηγορία τροφής την κατανάλωση νερού σε διαγράμματα.

Categories within the food component of your water footprint



The water footprint calculators are under copyright:
© 2005 Arjen Y. Hoekstra, Ashok K. Chapagain and Mesfin M. Mekonnen

Εικόνα 5-13 : Διάγραμμα υδατικού αποτυπώματος ανάλογα με το είδος τροφής

5.2.2. Σενάριο μέτρησης υδατικού αποτυπώματος ενός ξενοδοχείου

5.2.2.1. GREENKEY

Εισάγουμε αρχικά την περίοδο μέτρησης η οποία είναι ένας χρόνος και χώρα που βρίσκεται το ξενοδοχείου η Ελλάδα. Έπειτα συμπληρώνουμε λεπτομέρειες σχετικά με τις εγκαταστάσεις.

- 2000 τετραγωνικά μέτρα η συνολική έκταση του ξενοδοχείου.
- 1000 τετραγωνικά μέτρα η συνολική έκταση των δωματίων προς ενοικίαση.
- 500 τετραγωνικά μέτρα η συνολική έκταση των χώρων συγκεντρώσεων.
- 3000 ο αριθμός των κρατήσεων δωματίων κατά την διάρκεια του έτους.

Επίσης δηλώνονται στοιχεία σχετικά με τις καταναλώσεις νερού για το έτος αυτό. Πιο συγκεκριμένα :

- 100 χιλιάδες λίτρα μετρημένο δημοτικό νερό.
- 20 χιλιάδες λίτρα αμέτρητο δημοτικό νερό.
- 50 χιλιάδες λίτρα εμφιαλωμένο νερό .

Τέλος δηλώθηκε ότι δεν χρησιμοποιείται αμέτρητο νερό για το καζανάκι της τουαλέτας και το πότισμα του εδάφους. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.

The results for your accommodation is:

170000 litres of total water usage for the reporting period

44.1 litres of water usage per occupied room on a daily basis

Your water footprint gives you a starting point to map out a strategy for future improvement.

A Green Key action plan (imperative criterion) can help you to list a series of actions to reduce the water footprint of your establishment.

The Green Key management (international and national) is more than happy to support you in your endeavour.

Εικόνα 5-14 : Αποτελέσματα μέτρησης υδατικού αποτυπώματος ενός ξενοδοχείου με το Green key

5.2.3. Υδατικό αποτύπωμα μιας επιχείρησης

5.2.3.1. BEF

Στο BEF ο χρήστης αρκεί να συμπληρώσει μόνο τις διαστάσεις των εγκαταστάσεων της επιχείρησης και το είδος αυτής ώστε να υπολογιστεί το ΥΑ του. Σε αυτό το σενάριο υποθέτουμε ότι υπάρχει μόνο ένα κτίριο συνολικής επιφάνειας 1000 τετραγωνικών ποδιών και το είδος της supermarket. Το αποτέλεσμα είναι 68.900 γαλόνια ετησίως, όπως φαίνονται στην εικόνα παρακάτω.

calculate your business' water use

In this section you will calculate the estimated water use of your business or organization. Please note that these are estimates only, based on national averages of water use by facility type and size or the exact figures you enter from your water bill.

Do you know your business facility's exact annual water usage?

Yes ?

No, I need to calculate use according to building type ?

Building #1:

Label this building (optional)

Supermarket 1000 sq ft

+ ADD ANOTHER BUILDING

<< BACK

WATER USE 68,900 gallons

Εικόνα 5-15 : Αποτελέσματα του υδατικού αποτυπώματος μιας επιχείρησης στο BEF

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καταλήγουμε ότι ο άνθρωπος, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, επηρέασε με τις ενέργειες του σημαντικά το περιβάλλον. Η ρύπανση της ατμόσφαιρας, η μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας, το λιώσιμο των πάγων είναι μερικές από τις συνέπειες της αλόγιστης κατανάλωσης ορυκτών πόρων και αύξησης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.

Η σοβαρότητα των επιπτώσεων στον πλανήτη μας υπενθυμίζει την σημαντικότητα της δράσης για την αντιμετώπιση και επίλυση των προβλημάτων που δημιουργήθηκαν και την λήψη μέτρων.

Το αποτύπωμα του άνθρακα δημιουργήθηκε με σκοπό να μετρηθεί η εκπομπή ρύπων ενός ανθρώπου, μιας οργάνωσης, μιας επιχείρησης, ενός έθνους και να σταματήσει η αλόγιστη ρύπανση που γινόταν προγενέστερα. Στόχος του να ενημερώσει, να ευαισθητοποιήσει, να συγκινήσει και να γίνει το μέσο που θα δείξει και θα τονίσει ποιες ανθρώπινες ενέργειες επέρχονται τροποποίησης ώστε να επέλθει μείωση των ρύπων του.

Έτσι δημιουργήθηκαν τα εργαλεία υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος τα οποία βρίσκονται στο διαδίκτυο, είναι εύκολα προσβάσιμα και εύχρηστα και ο καθένας μπορεί να τα βρει. Το πλήθος αυτών είναι μεγάλο και γι αυτό μερικά από αυτά διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Σύμφωνα με έρευνες, ένας χρήστης για τα ίδια δεδομένα εισόδου μπορεί να έχει διαφορετικά αποτελέσματα καθώς ο τρόπος υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος διαφέρει από εργαλείο σε εργαλείο. Γι αυτό τον λόγο χρήστης θα πρέπει από μόνος του να ενημερωθεί, να τα συγκρίνει και να βρει το εργαλείο του οποίου οι υπολογισμοί είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα. Αυτός είναι και ο σκοπός της εργασίας αυτής η οποία συγκρίνει εργαλεία μεταξύ τους με σκοπό να βρει το βέλτιστο.

Το νερό όπως είδαμε και παραπάνω είναι ένας από τους σημαντικότερους φυσικούς πόρους και έτσι θα έπρεπε να αντιμετωπίζεται. Η σημασία του στον άνθρωπο είναι τεράστια και γι αυτό η χρήση του δεν θα έπρεπε να είναι αλόγιστη. Την ευθύνη γι αυτή την σπατάλη που γίνεται μοιράζονται από κοινού οι καταναλωτές, οι παραγωγοί, οι επενδυτές και οι κυβερνήσεις καθώς ο καθένας αυξάνει την κατανάλωση του αυξάνοντας το συνολικό παγκόσμιο υδατικό αποτύπωμα. Οι καταναλωτές ευθύνονται για την επιλογή των προϊόντων που καταναλώνουν και σε τι βαθμό. Έρευνες δείχνουν ότι τα καταναλωτικά

πρότυπα των ανθρώπων σε παγκόσμια κλίμακα δείχνουν κατανάλωση προϊόντων με υψηλή απαίτηση νερού κατά την παραγωγή τους. Οι παραγωγοί από την πλευρά τους δεν ενδιαφέρονται να εφαρμόσουν μεθόδους και πρακτικά μέσα από τις οποίες θα επιτευχθεί εξοικονόμηση των υδατικών πόρων και βιώσιμη χρήση των διαθέσιμων πηγών νερού. Οι επενδυτές, με πρωταρχικό στόχο τους το οικονομικό όφελος, αδιαφορούν για την αειφορία και για τα υδατικά αποθέματα. Τέλος, οι πολιτικές των κρατών, μέσα από το μη ολοκληρωμένο νομικό πλαίσιο δεν λειτουργούν απαγορευτικά σε όλους τους παραπάνω ώστε να μην σπαταλούν αλόγιστα υδατικούς πόρους. Επιπρόσθετα, η απουσία κινήτρων με στόχο την βιώσιμη παραγωγή και την κατανάλωση με κριτήριο πάντα την αειφορία αποτελεί έναν ακόμη παράγοντα ο οποίος προστίθεται και αυτός και συμβάλει με τη σειρά του σε όλη αυτή τη δυσμενή κατάσταση.

6.1. Η σημαντικότητα του ΥΑ

Το ΥΑ αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο στην εκτίμηση της αειφορίας της οικειοποίησης φυσικών πόρων από τον άνθρωπο καθώς δίνει χρήσιμες πληροφορίες στο τομέα της διαχείρισης των υδάτινων πόρων. Μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την λειψυδρία ενός τόπου και να συντελέσει στην ελαχιστοποίηση των προβλημάτων όσον αφορά την έλλειψη νερού. Ακόμα βοηθάει στην κατανόηση του πως ο καταναλωτής συνδέεται με την παραγωγή των προϊόντων και τη χρήση υδάτινων πόρων.

Μια κυβέρνηση ενός κράτους μπορεί να καταστρώνει σχέδια που αφορούν τον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος του έθνους για διάφορους λόγους. Με τον υπολογισμό του ίχνους νερού έχει την ικανότητα να διαπιστώνει τα προϊόντα αυτά που χρειάζονται περισσότερο νερό κατά την διάρκεια της παραγωγή τους καθώς επίσης και εκείνα τα οποία απαιτούν λιγότερο. Οι πληροφορίες που θα προκύψουν από την έρευνά της αυτή θα συμβάλουν στην επιλογή μέτρων ώστε να επικεντρώσει την προσοχή της κυρίως στην παραγωγή προϊόντων με χαμηλό υδατικό αποτύπωμα και να εισάγει προϊόντα από άλλες χώρες με υψηλό υδατικό αποτύπωμα. Η αντιμετώπιση και πολιτική της αυτή θα έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση σημαντικών αποθεμάτων νερού εντός της επικράτειας της.

Ακόμα ο καταναλωτής, γνωρίζοντας το ατομικό του υδατικό αποτύπωμα, μπορεί να επηρεαστεί, να συγκινηθεί και να αλλάξει καθημερινές συνήθειες όπως είναι η αλόγιστη χρήση της βρύσης στο μπάνιο ή στο πλύσιμο των πιάτων ή η επιλογή προϊόντων που αγοράζει και να μειώσει το ατομικό του υδατικό αποτύπωμα.

Τέλος με το ΥΑ οι επιχειρήσεις μπορούν ευκολότερα να πληροφορηθούν με ποιες μεθόδους και πρακτικά μέσα μπορούν να επιτύχουν καλύτερη εξοικονόμηση των υδάτινων πόρων.

Σημαντικό ρόλο στην επίτευξη όλων των παραπάνω παίζουν τα εργαλεία του υδατικού αποτυπώματος τα οποία υπολογίζουν το ΥΑ ενός ατόμου, μιας επιχείρησης, ενός οργανισμού, ενός έθνους. Με την χρήση αυτών ο χρήστης μπορεί να ενημερωθεί για την κατανάλωση του νερού στην κατηγορία που τον ενδιαφέρει καθώς και ποιες ενέργειες καταναλώνουν περισσότερο νερό και επιδέχονται βελτίωση. Έτσι το εργαλείο μπορεί να συμβάλει στην ευαισθητοποίηση του και να γίνει το κίνητρο για να παρθούν μέτρα και να γίνουν ενέργειες που θα οδηγήσουν στην εξοικονόμηση των φυσικών πόρων. Ακόμα είναι αυτό που μπορεί να υποδείξει στον χρήστη ποιες ενέργειες του επιδέχονται βελτίωση και πως με απλές κινήσεις μπορεί να μειώσει το ΥΑ του. Δεν ενημερώνει δηλαδή μόνο για το αποτέλεσμα αλλά βοηθάει να εντοπιστεί που βρίσκεται το πρόβλημα.

Υπάρχουν αρκετά εργαλεία στο διαδίκτυο και ένας χρήστης μπορεί να τα εντοπίσει εύκολα με μια απλή αναζήτηση. Παρατηρήθηκε ωστόσο ότι για ίδια δεδομένα εισόδου διαφορετικά εργαλεία μπορούν να δώσουν διαφορετικά αποτελέσματα καθώς κάποια είναι πιο λεπτομερή από άλλα ή υπολογίζουν το ΥΑ με διαφορετικούς τύπους. Πιο συγκεκριμένα στον τομέα του ατομικού ΥΑ τα πιο απλά εργαλεία υπολογίζουν την κατανάλωση εντός και εκτός σπιτιού. Τα αναλυτικότερα λαμβάνουν υπόψη και τις διατροφικές και αγοραστικές συνήθειες του ατόμου καθώς και την ανακύκλωση των απορριμμάτων και την κατανάλωση καυσίμων. Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και στους λοιπούς τομείς (εθνικό, επιχείρησης κλπ.).

Γι αυτό τον λόγο θα πρέπει να γίνουν εκτενέστερες μελέτες σύγκρισης εργαλείων από επιστήμονες με σκοπό να βρεθούν τα ακριβέστερα εξ αυτών και να βοηθήσουν να βελτιωθούν αυτά που υστερούν. Επίσης οι προγραμματιστές των εργαλείων πρέπει να γνωρίζουν την ευθύνη που τους αναλογεί κατά τον σχεδιασμό ενός εργαλείου καθώς αυτό μπορεί να επηρεάσει συνειδήσεις και να ευαισθητοποιήσει κόσμο. Τέλος οι χρήστες θα πρέπει να

χρησιμοποιούν παραπάνω από ένα εργαλεία και να αναπτύξουν κρίση για το ποια αποτελέσματα είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Ακύλας Ε., Λυκούδης Σ., Λάλας Δ. (2005). Παρατηρητήριο Κλιματικών Αλλαγών, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Κλιματική Αλλαγή στον Ελλαδικό χώρο, Ανάλυση Παρατηρήσεων: τάσεις των τελευταίων 100 ετών, Αθήνα .

Ανδρίτσος Ν. (2008), Ενέργεια και Περιβάλλον, Διδακτικές Σημειώσεις Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Βόλος.

‡

Δουκάκης Ε. (2005). Ανάπτυξη Παράκτιας Ζώνης, Αθήνα.

Κουσουρήs Θ., 1998: "Το νερό στη Φύση, στην Ανάπτυξη, στην Προστασία του Περιβάλλοντος - Μονογραφίες Θαλασσιών Επιστημών 1" ΕΚΘΕ, Αθήνα.

Μελάς Δ. (2000). Κλιματικές αλλαγές.

Μουσιόπουλος, Ν., Ντζιαχρήστος, Λ., Σλίνη, Θ. (2015). Τεχνικές προστασίας περιβάλλοντος-Αρχές αειφορίας. Ελληνικά ακαδημαϊκά ηλεκτρονικά συγγράμματα και βοηθήματα.

Μπινιάρης Σ. (2006). Το Περιβάλλον Ρύπανση και Προστασία.

Τζελατίδης Ι. (2013). Η έννοια του Υδατικού Αποτυπώματος ως εργαλείου αξιολόγησης της διαχείρισης των υδατικών πόρων. Εφαρμογή στις γεωργικές καλλιέργειες της λεκάνης απορροής της Μυγδονίας. Θεσσαλονίκη.

Ξενόγλωσση

Aichele, A., Felbehmayr, G.(2012). Kyoto and the carbon footprint of Nations. Journal of Environmental Economics and Management, 63(3), 336-354.

Aldaya, M.M., Allan, J.A., Hoekstra, A.Y.(2010). Strategic importance of green water in international crop trade. Ecological Economics, 69(4), 887-894.

Aldaya, M. 2011: Virtual Water Trade in a Globalised World. Water Management Options in a Globalised World. Lasalle House Switzerland, 20 .

Allan, J.A., (1998). Virtual water: a strategic resource, global solutions to regional.

Allan, T. 2011: Virtual Water: tackling the threat to our planet's most precious resource. London: IB Tauris.

Andersson, D. (2020). A novel approach to calculate individuals' carbon footprints using financial transaction data – App development and design. Journal of Cleaner Production, 256.

Ansorge, L., Stejskalova L., Dlabar J.(2020). Grey water footprint as a tool for implementing the Water Framework Directive – Temelín nuclear power station. Journal of Cleaner Production, 263(1), 121541.

Ansorge, L. and Beránková, T. (2017). LCA Water Footprint AWARE Characterization Factor Based on Local Specific Conditions. European Journal of Sustainable Development, 6(4).

- Awanthi, M., Navaratne, C. (2018). Carbon Footprint of an Organization: a Tool for Monitoring Impacts on Global Warming. *Procedia Engineering*, 212, 729-735.
- Baker, L. A., Hartzheim P.M., Hobbie S. E., King J.Y., Nelson K.C.(2007). Effect of consumption choices on fluxes of carbon, nitrogen and phosphorus through households. *Urban Ecosystem*, 10 (2) , 97-117.
- Bhojar,S.P., Dusad, S., Shrivastava, R., Mishra, S., Gupta, N., Rao, A.B. (2014). Understanding the Impact of Lifestyle on Individual Carbon-footprint. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 133 , 47-60.
- Birnik, A. (2013). An evidence-based assessment of online carbon calculators. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 17, .280-293.
- Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larsson, J., Lazarus, E., Morales, J.C., Wackernagel, M., Galli, A.,(2012) .Accounting for demand and supply of the Biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework. *Ecological Indicators*, 24, 518–533.
- Cazenave, A., Nerem, R., S. (2004). Present-day Sea Level Change: Observations and Causes .*Reviews of Geophysics*, 42(3).
- Chambers, N., Simmons, C., Wackernagel, M., (2000). *Sharing nature's interest: Ecological Footprints as an Indicator of Sustainability*. London, Routledge.
- Chapagain,A.K., Hoekstra ,A.Y, Savenije H.H.G. , Gautam, R.(2006). The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological Economics*,60(1),186-203.
- Chapagain, A.K.,Hoekstra, A.Y. (2003.) *Virtual Water Flows between Nations in Relation to Trade in Livestock and Livestock Products*.UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.
- Chapagain, A.K., Tickner, D. (2012). Water footprint: Help or hindrance? *Water Alternatives* , 5(3), 563-581.
- Chapagain, A., James, K.(2011).*The water and carbon footprint of household food and drink waste in the UK, 1-84405-444-6*.
- Chapagain, A., Hoekstra, A. (2008).The global component of freshwater demand and supply: an assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products. *Water International*, 33(1), 19-32.
- Chapagain, A., Hoekstra, A. (2004). *Water footprints of nations - Volume 1: Main report"* Value of water research report series NO. 16.
- Chatterton, T. J. ,Coulter, A., Musselwhite, C., Lyons, G., Clegg, S.(2009). Understanding how transport choices are affected by the environment and health: Views expressed in a study on the use of carbon calculators. *Public Health*, 123(1), 45-49.

- Crowley, T.M., Hyde, W.T., Peltier, W.R. (2001). CO₂ levels required for deglaciation of a “near-snowball” Earth. *Geophysical Research Letters*, 28(2) 283-286.
- De Girolamo, A.M., Miscioscia, P., Politi, T., Barca, E. (2019). Improving grey water footprint assessment: Accounting for uncertainty. *Ecological Indicators*, 102, 822-833.
- Ercin, E., Hoekstra, A.Y. (2013). Water footprint scenarios for 2050: A global analysis. *Environment international* 64C:71-82.
- Fader, M. (2010). Virtual water content of temperate cereals and maize: Present and potential future patterns. *Journal of Hydrology*, 384(3-4), 175-306.
- Fang, K., Heijungs, R., Snoo, G. (2014). Theoretical exploration for the combination of the ecological, energy, carbon, and water footprints: Overview of a footprint family. *Ecological Indicators*, 36, 508-518.
- Ferrara, A., Lovreglio, Roxo, J. M., Casimiro, P.C., Gomes, J.G., Kosmas, K. (2004). Deforestation. Desertification Indicator System for Mediterranean Europe.
- Franke, N., Hoekstra, A.Y., Boyacioglu, H. (2013). Grey water footprint accounting: Tier 1 supporting guidelines. *Value of Water Research Report*, 65.
- Galli, A., Wiedmann, T., Ercin, E., Knoblauch, D. (2012). Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a “Footprint Family” of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet. *Ecological Indicators* 16(2012), 100- 112.
- Gomez-Llanos, E., Duran-Baroso, P., Robina –Ramires, R. (2020). Analysis of consumer awareness of sustainable water consumption by the water footprint concept. *Science of The Total Environment*, 721, 137743.
- Gregory, J.M., Ingram W. J., Palmer, M.A., Jones, G.S., Stott, P.A., Thorpe, R.B., Lowe, J.A., Johns, T.C., Williams, K.D. (2004). A new method for diagnosing radiative forcing and climate sensitivity. *Geophysical Research Letters*, 31(3).
- Hoekstra, A.Y. (2009). Human appropriation of natural capital: a comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological Economics*, 68, 1963-1974.
- Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q. (2002). Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. *Water Science & Technology*, 49(11), 203-209.
- Hogeboom, R. (2020). The Water Footprint Concept and Water's Grand Environmental Challenges. *One Earth*, 2(3), 218-222.
- Hogeboom, R.J., Knook, L., Hoekstra, A.Y. (2018). The blue water footprint of the world's artificial reservoirs for hydroelectricity, irrigation, residential and industrial water supply, flood protection, fishing and recreation. *Advances Water Resource*, 113, 285-294.
- Holgate, S.G., Woodworth, P.L. (2004). Evidence for enhanced coastal sea level rise during the 1990s. *Geophysical Research Letters*, 31(7).

- Johannesson, S., Heinonen, J., Davidsdottir, B.(2020). Data accuracy in Ecological Footprint's carbon footprint. *Ecological Indicators*, 111 .
- Kim, B. , Neff, R. (2009). Measurement and communication of greenhouse gas emissions from U.S. food consumption via carbon calculators. *Ecological Economics*, 69(1), 186-196.
- Lin, C.J., Hu, F., Dubruille, R., Vedanayagam, J., Wen, J., Smibert, P., Loppin, B., Lai, E.C. (2018). The hpRNA/RNAi Pathway Is Essential to Resolve Intragenomic Conflict in the *Drosophila* Male Germline, (46),3, 316--326.
- Liu, W., Antonelli, M., Liu, X., Yang, H. (2017).Towards improvement of grey water footprint assessment: with an illustration for global maize cultivation. *Journal of Cleaner Production*, 147.
- Lombardi, L., Laiola, E., Tricase, E ,Rana, R. (2017). Assessing the urban carbon footprint: An overview. *Environmental Impact Assessment Review*, 66, 43-52,
- Mancini, M.S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., Wackernagel, M., Marchettini, N. (2016). Ecological Footprint: Refining the carbon Footprint calculation. *Ecological Indicators*, 61(2), 390-406.
- Monfreda, C., Wackernagel, M.,(2004). Establishing National Natural Capital Accounts Based on Detailed Ecological Footprint and Biological Capacity Assessments. *Land Use Policy* ,21(3), 231-246.
- Mulrow, J., Machaj, K., Deanes, J., Derrible, S. (2019).The state of carbon footprint calculators: An evaluation of calculator design and user interaction features”,*Sustainable Production and Consumption*, 18(5), Pages 33-40.
- Miglietta, P.P., Toma, P. , Fanizzi, F.P., De Donno, A. , Coluccia,B., Migoni, D., Bagordo, F., Serio, F. (2017).A grey water footprint assessment of groundwater chemical pollution: case study in Salento (Southern Italy).*Sustainability* , 9(5),799.
- Padgett J.P., Steinemann A.C., Clarke J.H., Vandenbergh M.P.(2008). A comparison of carbon calculators. *Environmental Impact Assessment Review* .106-115.
- Pandey, C. B.,Verma, S. K., Dagar, J. C., Srivastava, R. C. (2011). Forage production and nitrogen nutrition in three grasses under coconut tree shades in the humid-tropics. *Agro for. Syst.*, 83 (1), 1-12.
- Paterson, M., Stripples, J.(2010). My Space: governing individuals' carbon emissions. *Environment and Planning D Society and Space*, 28(2).
- Rees, W., Wackernagel, M.(1996). Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth.
- Ridoutt, B.G., Pfister, S.(2010). A revised approach to water footprinting to make transparent the impacts of consumption and production on freshwater scarcity. *Global Environmental Change*, 20(1), 113-120.

UNESCO, (1978). World water balance and water resources of the earth. UNESCO Publ., Paris, 128 pp.

Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Linares, A.C., López Falfán, J.P., Méndez García, J., Suárez-Villa, A.I., Suárez-Villa, M.G. (1999). National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological Economics* 29, 375–390.

Wackernagel, M., Schulz, N. B., Deumling, D., Linares, A. C., Jenkins, M., Karpos, 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 Sciences*, 99(14), 9266-9271.

Wiedmann, T., Minx J. (2008). A definition of 'carbon footprint'. *Ecological Economic Research Trends*, 1, 1-11.

Διαδίκτυο

Berkeley earth, (2019). Global temperature report for 2017. Ανακτήθηκε 15 Αυγούστου, 2020 από <http://berkeleyearth.org/archive/global-temperatures-2017/>

European Commission, (2008). Ανακοίνωση της επιτροπής, πρόοδοι όσον αφορά την επίτευξη των στόχων του Κιότο. Ανακτήθηκε 20 Ιουλίου, 2020 από <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM%3A2008%3A0651%3AFIN%3AEL%3APDF&fbclid=IwAR1IGJ-8zYloPusf6Muo96wmmdMokERGLrZP8yWTW-GGFgG5tfY5-Rm3d0I>

European Commission, (2015). Report from the commission to the European parliament and council. Ανακτήθηκε 20 Ιουλίου, 2020 από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015DC0576&rid=3>

EEA, (2012). GHG Emissions. Ανακτήθηκε 10 Αυγούστου, 2020 από <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/greenhouse-gas-emission-trends-6/assessment-3>

Iberdrola. The consequences of the greenhouse effect: from desertification to floods. Ανακτήθηκε 18 Ιουλίου, 2020 από <https://www.iberdrola.com/environment/greenhouse-effects-consequences-and-impacts>

IEA, (2013). CO2 emissions statistics. Ανακτήθηκε 19 Ιουλίου, 2020 από <https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/co2-emissions-statistics>

Εργαλεία

Agro Climate <http://agroclimate.org/tools/water-footprint/>

Aquapath <http://aquapath-project.eu/calculator/calculator.html>

Bef <https://store.b-e-f.org/calculate-business-footprint/water/>

Carbon Fund. Org <https://carbonfund.org/>

Carbon Independent.org <https://www.carbonindependent.org/>

Carbon Neutral <https://carbonneutral.com.au/carbon-calculator/>

Climate Care <https://climatecare.org/calculator/>

Cool Climate <https://coolclimate.org/business-calculator>

COTAP. Org <https://cotap.org/carbon-footprint-calculator/>

EPA United States Environmental Agency <https://www3.epa.gov/carbon-footprint-calculator/>

Green Key <http://feeglobalintegration.kindly.dk/online-hwmi>

Pelican Water <https://www.pelicanwater.com/education/water-footprint-calculator/>

Sustainability for all <https://www.activesustainability.com/sustainable-life/calculate-water-footprint/>

TerraPass <https://www.terrapass.com/carbon-footprint-calculator>

Water Footprint Calculator <https://www.watercalculator.org/>

Water Footprint Network <https://waterfootprint.org/en/>

WWF <https://footprint.wwf.org.uk/#/questionnaire>