



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ – ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ  
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Υδατικό Αποτύπωμα και Εικονικό Νερό: Μεθοδολογίες και  
Εργαλεία Υπολογισμού**

**ΠΑΠΑΝΙΚΟΥ ΧΡΥΣΑΝΘΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΝΑΚΟΥΔΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2021**

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).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής

Κανακούδης Βασίλειος, Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής

Κεραμάρης Ευάγγελος, Επ. Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής

Καρακασίδης Θ., Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αισθάνομαι την ανάγκη και την υποχρέωση να ευχαριστήσω κάποια άτομα που συνέβαλαν σημαντικά στην υλοποίηση αυτής της προσπάθειας.

Αρχικά, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας καθηγητή Κανακούδη Βασίλειο για την πολύτιμη βοήθεια του και την ορθή καθοδήγηση του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας τόσο στο κομμάτι της έρευνας όσο και για την συμβολή του στη διόρθωσή της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή Κεραμάρη Ευάγγελο και τον καθηγητή Καρακασίδη Θεόδωρο του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη συμμετοχή τους στην τριμελή εξεταστική επιτροπή.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την αμέριστη υποστήριξη και βοήθεια τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την έρευνα και τη συλλογή πληροφοριών γύρω από τις έννοιες του υδατικού αποτυπώματος και του εικονικού νερού. Αφορά τη μελέτη της ιστορίας τους, των μεθόδων υπολογισμού τους, των πεδίων εφαρμογής τους και της συμβολής τους στην προσπάθεια για αειφόρο ανάπτυξη και βιωσιμότητα. Στόχος είναι οι έννοιες αυτές να γίνουν κατανοητές μέσω πολυάριθμων παραδειγμάτων από τον αναγνώστη και να γίνει αντιληπτή η άρρηκτη σύνδεση τους με τη σωστή διαχείριση υδατικών πόρων και με την αλυσίδα παραγωγής των προϊόντων.

Αρχικά γίνεται ιστορική αναδρομή στη δημιουργία των εννοιών καθώς και διαχωρισμός τους. Το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας ορίζεται ως ο όγκος του γλυκού νερού που απαιτείται για την διάθεση του στο αγοραστικό κοινό σε όλη τη διαδικασία παραγωγής λαμβάνοντας υπόψη εκτός της άμεσης, την έμμεση κατανάλωση νερού. Το εικονικό νερό αξιοποιείται στον χώρο του εμπορίου και των διαπεριφερειακών συναλλαγών. Επικεντρώνεται δηλαδή στην μετακίνηση του νερού μέσω αγαθών από χώρα σε χώρα και υπολογίζεται για την αξιολόγηση οικονομικών και εμπορικών ζητημάτων. Οπτικοποιεί ουσιαστικά την ροή του γλυκού νερού σε εγχώριο και παγκόσμιο επίπεδο.

Στη συνέχεια, γίνεται η διάκριση και η ανάλυση των συνιστωσών του υδατικού αποτυπώματος (μπλε, πράσινη και γκρι συνιστώσα). Παρουσιάζεται διεξοδικά η πιο διαδεδομένη μέθοδος υπολογισμού του υδατικού αποτυπώματος κατά Hoekstra και Charagain για ένα προϊόν, έναν καταναλωτή, μια γεωγραφικά οριοθετημένη περιοχή και ένα έθνος.

Γίνεται παρουσίαση και αξιολόγηση των διαθέσιμων εργαλείων υπολογισμού του προσωπικού υδατικού αποτυπώματος και υδατικού αποτυπώματος μια επιχείρησης που είναι εύκολα προσβάσιμα στο διαδίκτυο. Τα εργαλεία που επιλέχθηκαν να μελετηθούν παρουσιάζονται το καθένα ξεχωριστά και έπειτα συγκρίνονται για να αναδειχθεί το βέλτιστο. Τέλος, γίνεται εφαρμογή υποθετικών σεναρίων σε ορισμένα από τα εργαλεία που μελετήθηκαν.

Σε σχέση με το προσωπικό υδατικό αποτύπωμα, γίνεται ανάλυση των καθημερινών συνθηκών που το συγκροτούν, στο νοικοκυριό, στη διατροφή και στην κατανάλωση. Αναφέρονται τα υδατικά αποτυπώματα καθημερινών απλών πράξεων καθώς και τα υδατικά αποτυπώματα τροφίμων με επίκεντρο το κρέας και τα ζωικά προϊόντα. Τελικά, δίνονται συμβουλές και εύκολοι τρόποι για τη μείωση και τη διαμόρφωση ενός βιώσιμου υδατικού αποτυπώματος.

Εμβαθύνουμε παραπάνω στην έννοια του εικονικού νερού μελετώντας τα ισοζύγια εικονικού νερού των εθνών, του εμπορίου και των διαπεριφερειακών συναλλαγών καθώς και τις επιπτώσεις που έχει σε κάθε χώρα το εμπόριο του. Με τις παραπάνω γνώσεις μπορούν να διαμορφωθούν στρατηγικές για καλύτερη και πιο βιώσιμη διαχείριση του παγκόσμιου εμπορίου εικονικού νερού.

Τέλος, επισημαίνεται η σπουδαιότητα της ύπαρξης των εννοιών του υδατικού αποτυπώματος και του εικονικού νερού καθώς και των εργαλείων υπολογισμού του προσωπικού υδατικού αποτυπώματος. Η ορθή και συνεπής χρήση και αξιοποίηση τους μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στην βιώσιμη ανάπτυξη του πλανήτη μας.

## Abstract

The aim of this dissertation is to research and collect information on the concepts of water footprint and virtual water. It focuses on the study of their history, their calculation methods, their fields of application and their contribution to the general effort for sustainability. The purpose is to make these concepts understandable by the reader through numerous examples and to understand their inextricable link with the proper management of water resources and the production chain of products.

Initially, the historical background of the concepts is researched as well as their differences. The water footprint of a product or service is defined as the volume of fresh water required to make it available to the purchasing public throughout the production process, taking into account, in addition to direct, indirect water consumption. Virtual water is used in the field of interregional trade. In other words, it focuses on the movement of water through goods from country to country and is calculated for the evaluation of economic and commercial issues. It essentially visualizes the flow of fresh water domestically and globally.

Then, the components of the water footprint (blue, green and gray component) are defined and analyzed. The most common method of calculating the water footprint according to Hoekstra and Chapagain for a product, a consumer, a geographically defined region and a nation is presented in detail.

The available tools for calculating the personal water footprint and water footprint of a company that are easily accessible on the internet are presented and evaluated. The tools selected to be studied are presented individually and then compared, in order to highlight the best. Finally, hypothetical scenarios are applied to some of the tools studied.

In relation to the personal water footprint, an analysis is made of the daily habits which it consists in the household, in the diet and in consumption. The water footprints of daily simple operations as well as the water footprints of food, focusing on meat and animal products, are mentioned. Finally, tips and easy ways to reduce and shape a sustainable water footprint are given.

We go deeper into the concept of virtual water by studying the virtual water balances of nations and interregional trade as well as the impact that virtual water trade has on each country. With that knowledge, strategies can be formulated for better and more sustainable management of the global virtual water trade.

Finally, the importance of the existence of the concepts of water footprint and virtual water as well as the tools for calculating the personal water footprint is pointed out.

Their correct and consistent use and utilization can make a significant contribution to the sustainable development of our planet.

## Περιεχόμενα

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....</b>	<b>i</b>
<b>Περίληψη .....</b>	<b>ii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>iv</b>
<b>Κατάλογος Εικόνων .....</b>	<b>ix</b>
<b>Κατάλογος Πινάκων.....</b>	<b>x</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή .....</b>	<b>1</b>
1.1. Γενικά για το νερό .....	1
1.2. Παγκόσμια πρόσβαση στο νερό σήμερα .....	2
1.3. Παγκόσμια κρίση υδατικών πόρων.....	4
1.4. Ιστορική Αναδρομή .....	4
1.5. Ορισμός και σύγκριση των εννοιών Υδατικού Αποτυπώματος και Εικονικού Νερού 6	
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Το Υδατικό Αποτύπωμα (Water Footprint) .....</b>	<b>9</b>
2.1. Η έννοια του υδατικού αποτυπώματος .....	9
2.2. Διάκριση των Υδατικών Αποτυπωμάτων με βάση το χρώμα .....	9
2.2.1. Μπλε Υδατικό Αποτύπωμα .....	9
2.2.2. Πράσινο Υδατικό Αποτύπωμα.....	11
2.2.3. Γκρι Υδατικό Αποτύπωμα .....	12
2.3. Υπολογισμός Υδατικού Αποτυπώματος .....	13
2.3.1. Διάκριση κύριων πεδίων εφαρμογής.....	13
2.3.2. Μελέτη της παραγωγικής αλυσίδας .....	13
2.3.3. Άμεσο και έμμεσο υδατικό αποτύπωμα.....	14
2.4. Μέθοδοι υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος .....	15
2.4.1. Υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος.....	15
2.4.2. Υδατικό αποτύπωμα καταναλωτή .....	18
2.4.3. Υδατικό αποτύπωμα μιας γεωγραφικά οριοθετημένης περιοχής .....	19
2.4.4. Υδατικό αποτύπωμα Έθνους.....	20
2.4.5. Υδατικό αποτύπωμα και Έθνη.....	24
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Εργαλεία υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος (Water footprint calculators).....</b>	<b>28</b>
3.1. Εισαγωγή.....	28
3.2. WATER FOOTPRINT NETWORK (www.waterfootprint.org) .....	29
3.2.1. Προσωπικό υδατικό αποτύπωμα (simplified water footprint calculator) .....	29



3.2.2.	Προσωπικό υδατικό αποτύπωμα (extended water footprint calculator) .....	30
3.2.3.	Water footprint assessment tool .....	31
3.2.4.	Product Gallery .....	32
3.3.	WATER FOOTPRINT CALCULATOR (www.watercalculator.org) .....	32
3.4.	AQUAPATH (www.aquapath-project.eu) .....	33
3.5.	SUSTAINABILITY (www.activesustainability.com) .....	34
3.6.	PELICAN WATER (www.pelicanwater.com).....	35
3.7.	GREEN KEY (www.greenkey.global) .....	35
3.8.	AGROCLIMATE (www.agroclimate.org) .....	37
3.9.	BEF (www.b-e-f.org) .....	38
3.9.1.	Για μια επιχείρηση .....	38
3.9.2.	Για ένα event .....	39
3.10.	Σύγκριση εργαλείων υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος .....	40
3.10.1.	Σύγκριση εργαλείων υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος..	40
3.10.2.	Σύγκριση εργαλείων υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος επιχειρήσεων	45
3.10.3.	Συμπεράσματα .....	45
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Χρήση των εργαλείων υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος με την εφαρμογή υποθετικών σεναρίων .....</b>		<b>47</b>
4.1.	Προσωπικό υδατικό αποτύπωμα.....	47
4.1.1.	WATER FOOTPRINT CALCULATOR .....	47
4.1.2.	WATER FOOTPRINT NETWORK.....	48
4.1.3.	PELICAN WATER.....	49
4.2.	Υδατικό αποτύπωμα ξενοδοχείου .....	50
4.2.1.	GREEN KEY .....	50
4.3.	Υδατικό αποτύπωμα επιχείρησης .....	51
4.3.1.	BEF .....	51
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Παραδείγματα Υδατικών Αποτυπωμάτων και τρόποι μείωσης του προσωπικού υδατικού αποτυπώματος .....</b>		<b>53</b>
5.1.	Εισαγωγή .....	53
5.2.	Πως διαμορφώνεται το προσωπικό υδατικό αποτύπωμα .....	53
5.3.	Το υδατικό αποτύπωμα στο νοικοκυριό και τρόποι μείωσης του .....	55
5.4.	Το υδατικό αποτύπωμα και τα τρόφιμα .....	57
5.4.1.	Σύγκριση μπλε, πράσινου και γρι υδατικού αποτυπώματος βιομηχανίας κρέατος και ελευθέρως βοσκής .....	58
5.4.2.	Παραδείγματα υδατικών αποτυπωμάτων τροφίμων .....	60

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Το Εικονικό Νερό (Virtual Water) .....</b>	<b>62</b>
6.1. Εισαγωγή .....	62
6.2. Διεθνής ροή εικονικού νερού .....	62
6.3. Εμπόριο εικονικού νερού μεταξύ των μεγαλύτερων χωρών.....	65
6.4. Εξοικονόμηση νερού των χωρών λόγω του εμπορίου εικονικού νερού .....	67
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : Συμπεράσματα .....</b>	<b>68</b>
7.1. Η σπουδαιότητα του Υδατικού Αποτυπώματος .....	68
7.2. Η σπουδαιότητα του Εικονικού Νερού .....	69
7.3. Η σπουδαιότητα των εργαλείων υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος .....	69
7.4. Μείωση του υδατικού αποτυπώματος .....	70
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>73</b>
<b>Εργαλεία .....</b>	<b>75</b>
<b>Διαδικτυακοί τόποι.....</b>	<b>75</b>

## Κατάλογος Εικόνων

**Εικόνα 1-1 :** Παγκόσμια κατανομή νερού.

**Εικόνα 2-1 :** Υπολογισμός μπλε υδατικού αποτυπώματος.

**Εικόνα 2-2 :** Υπολογισμός πράσινου υδατικού αποτυπώματος.

**Εικόνα 2-3 :** Το άμεσο και έμμεσο υδατικό αποτύπωμα σε όλα τα στάδια παραγωγής ενός ζωικού προϊόντος.

**Εικόνα 2-4 :** Απλοποιημένο παράδειγμα υπολογισμού ΥΑ σε σύστημα παραγωγής ενός προϊόντος.

**Εικόνα 2-5 :** Υπολογισμός εθνικού υδατικού αποτυπώματος.

**Εικόνα 2-6 :** Απεικόνιση των συναλλαγών που διαμορφώνουν το εθνικό υδατικό αποτύπωμα ([www.waterfootprintnetwork.org](http://www.waterfootprintnetwork.org)).

**Εικόνα 2-7 :** Πράσινο, μπλε και γκρι υδατικό αποτύπωμα ανά έθνος κατά την περίοδο 1996-2005 ( Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. 2011).

**Εικόνα 2-8 :** Μέσο υδατικό αποτύπωμα κατά κεφαλή ανά χρόνο σε m<sup>3</sup> ( Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. 2011).

**Εικόνα 3-1 :** Simplified water footprint calculator.

**Εικόνα 3-2 :** Extended water footprint calculator- κατανάλωση τροφίμων.

**Εικόνα 3-3 :** Extended water footprint calculator- οικιακή χρήση νερού.

**Εικόνα 3-4 :** Water footprint calculator.

**Εικόνα 3-5 :** Aquapath water footprint calculator.

**Εικόνα 3-6 :** Sustainability water footprint calculator.

**Εικόνα 3-7 :** Pelican water footprint calculator.

**Εικόνα 3-8 :** Green key water footprint calculator.

**Εικόνα 3-9 :** Agroclimate water footprint calculator.

**Εικόνα 3-10 :** Bef water footprint calculator.

**Εικόνα 3-11 :** Bef footprint calculator – event.

**Εικόνα 4-1 :** Αποτελέσματα υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος με το εργαλείο Water footprint calculator.

**Εικόνα 4-2 :** Αποτελέσματα υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος με το εργαλείο Water footprint network.

**Εικόνα 4-3 :** Αποτελέσματα υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος με το εργαλείο Pelican water.

**Εικόνα 4-4 :** Αποτελέσματα υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος ξενοδοχείου με το εργαλείο Green key.

**Εικόνα 4-5 :** Αποτελέσματα υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος επιχείρησης με το εργαλείο BEF.

**Εικόνα 5-1 :** Κατανομή της οικιακής κατανάλωσης νερού.

**Εικόνα 6-1 :** Ισορροπία του εικονικού νερού ανά χώρα και κατεύθυνση των ροών του στο εμπορίων γεωργικών και βιομηχανικών προϊόντων τη χρονική περίοδο 1996-2005 ( Hoekstra and Mekonnen, 2011).

## Κατάλογος Πινάκων

**Πίνακας 3-1 :** Εργαλεία υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος και πεδία εφαρμογής.

**Πίνακας 3-2 :** Εργαλεία υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος και πλήθος κατηγοριών ερωτήσεων.

**Πίνακας 3-3 :** Εργαλεία υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος και πλήθος ερωτήσεων που παρέχει το καθένα.

**Πίνακας 3-4 :** Εργαλεία υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος και πλήθος ερωτήσεων ανά κατηγορία.

**Πίνακας 3-5 :** Κατάταξη των εργαλείων υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος με χρωματική κωδικοποίηση.

**Πίνακας 6-1 :** Εισαγωγή και εξαγωγή εικονικού νερού στις σημαντικότερες χώρες του κόσμου το 2006 και το 2015 ( $Mm^3$  και %) (Guangyao Deng , Fengying Lu et al., 2021).

**Πίνακας 6-2 :** Εξοικονόμηση εγχώριων υδάτων μέσω της εισαγωγής εικονικού νερού τη χρονική περίοδο 1996-2005 ( Hoekstra and Mekonnen, 2011).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

### 1.1. Γενικά για το νερό

Η γη, είναι φαινομενικά ένας πλανήτης όπου το νερό υπάρχει σε αφθονία. Αυτή είναι και η αιτία που η ζωή ευδοκίμησε και συνεχίζει να ευδοκμεί. Το νερό είναι αναγκαίο για την επιβίωση και για την διατήρηση της ισορροπίας των οικοσυστημάτων. Ανέκαθεν ήταν απαραίτητη η εξασφάλιση πόσιμου νερού για τις ανθρώπινες κοινότητες αλλά και αρδευτικού για τις καλλιέργειες τους. Το νερό είναι ζωτικής σημασίας για τον άνθρωπο αλλά και κάθε ζωντανό οργανισμό γι' αυτό και δεν αποτελούσε αγαθό που ο άνθρωπος αποκτούσε με οικονομικό αντάλλαγμα. Αντίθετα το θεωρούσε αναπόσπαστο κομμάτι της επιβίωσης και της εξέλιξης του, το αξιοποιούσε και το σεβόταν ως δώρο που του προσφέρει η φύση.

Στη σύγχρονη ζωή ο ρόλος και οι χρήσεις του νερού έχουν πάρει πολύ μεγαλύτερες διαστάσεις. Στην εποχή όπου ο άνθρωπος εξελίσσεται συνεχώς, αυξάνει την παραγωγή αγαθών και επικεντρώνεται στην ανάπτυξη της οικονομίας, το νερό χρησιμοποιείται ως μέσο για την επίτευξη οικονομικών στόχων. Οι καθημερινές ανθρώπινες δραστηριότητες καταναλώνουν – και κατ' επέκταση ρυπαίνουν- υπέρογκες ποσότητες νερού για ποικίλους σκοπούς.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, το μεγαλύτερο κομμάτι της κατανάλωσης υδατικών πόρων οφείλεται στον αγροτικό τομέα, στο βιομηχανικό και έπειτα στην οικιακή χρήση. Οι ενέργειες αυτές εξαντλούν τους διαθέσιμους πόρους και υποβαθμίζουν την ποιότητα των υδάτων. Πέραν της ιδιότητας του νερού να είναι πηγή ζωής, ο άνθρωπος το έχει μετατρέψει και σε ανεκτίμητο και αναντικατάστατο οικονομικό αγαθό. Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη ότι λιγότερο από το 1% του παγκόσμιου νερού μπορεί να καταναλωθεί από τον άνθρωπο και ένας στους τρεις ανθρώπους δεν έχει πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό, έχει γίνει επιτακτική η ανάγκη της σωστής και βιώσιμης διαχείρισης των υδατικών πόρων από τα κράτη, της αντιμετώπισης του γλυκού νερού ως φυσικό πόρο σε ανεπάρκεια και της προσέγγισης του προβλήματος με συνεπή και ορθή διαχείριση.

Το διαθέσιμο νερό της γης βρίσκεται μοιρασμένο σε ωκεανούς, ξηρά και ατμόσφαιρα. Σαφέστατα ο μεγαλύτερος όγκος ύδατος βρίσκεται στους ωκεανούς και αποτελεί το 97% του συνολικού επίγειου νερού. Το μεγαλύτερο ποσοστό γλυκού νερού εντοπίζεται στους πόλους στη μορφή πάγου ενώ λιγότερο στην ξηρά στην μορφή υπόγειου νερού λιμνών και ποταμών. Συνεπώς, το προσβάσιμο γλυκό νερό από την ανθρωπότητα είναι ελάχιστο συγκριτικά με το εύρος της χρήσης και της κατανάλωσης του. Η κατανομή του νερού φαίνεται διαγραμματικά στην εικόνα.

## ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΕΡΟΥ



Εικόνα 2-1 : Παγκόσμια κατανομή νερού.

### 1.2. Παγκόσμια πρόσβαση στο νερό σήμερα

Η πρόσβαση στο νερό και την αποχέτευση είναι διεθνώς αναγνωρισμένο ανθρώπινο δικαίωμα. Δυστυχώς, ακόμη και σήμερα δισεκατομμύρια άνθρωποι συνεχίζουν να στερούνται υπηρεσίες που κρίνονται ως βασικές. Τα Ηνωμένα Έθνη στην τελευταία αναφορά για την παγκόσμια ανάπτυξη και διαχείριση των υδάτων διερευνούν τα συμπτώματα του αποκλεισμού αλλά και τρόπους για να ξεπεραστούν οι ανισότητες μελλοντικά (UNESCO, 2019).

Το 2010, η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών ενέκρινε ψήφισμα που αναγνωρίζει «το δικαίωμα σε ασφαλές και καθαρό πόσιμο νερό και αποχέτευση ως ανθρώπινο δικαίωμα» και το 2015 το ανθρώπινο δικαίωμα στην αποχέτευση αναγνωρίστηκε ρητά ως ξεχωριστό δικαίωμα. Τα κράτη πλέον υποχρεώνονται να εργαστούν για την επίτευξη καθολικής πρόσβασης σε νερό και αποχέτευση για όλους. Προτεραιότητα πρέπει φυσικά να δίνεται σε αυτούς που έχουν μεγαλύτερη ανάγκη. Πέντε χρόνια αργότερα, ο στόχος αειφόρου ανάπτυξης 6 της ατζέντας για τη βιώσιμη ανάπτυξη του 2030 στοχεύει στη διασφάλιση της βιώσιμης διαχείρισης και πρόσβασης σε νερό και αποχέτευση για όλους έως το 2030 (UNESCO, 2019).

Παρά τη σημαντική πρόοδο τα τελευταία 15 χρόνια, ο στόχος για την πανανθρώπινη πρόσβαση σε νερό δεν είναι εφικτός και μεγάλο μέρος του πληθυσμού ζει σε συνθήκες που παραβιάζουν τα ανθρώπινα του δικαιώματα. Το 2015, τρεις στους δέκα ανθρώπους (2,1 δισεκατομμύρια) δεν είχαν πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό και 4,5 δισεκατομμύρια άνθρωποι (έξι στους δέκα) δεν είχαν ασφαλή διαχείριση εγκαταστάσεων υγιεινής (UNESCO, 2019).

*«Η πρόσβαση στο νερό είναι ζωτικό δικαίωμα για την αξιοπρέπεια κάθε ανθρώπου»,* δήλωσε ο Γενικός Διευθυντής της UNESCO Audrey Azoulay. Ωστόσο, δισεκατομμύρια άνθρωποι εξακολουθούν να στερούνται αυτού του δικαιώματος. Η νέα έκδοση της Παγκόσμιας Έκθεσης για την Ανάπτυξη των Υδάτων του ΟΗΕ δείχνει ότι η συλλογική αποφασιστικότητα να προχωρήσει και οι προσπάθειες να είναι η πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό αναφαίρετο δικαίωμα είναι επιτεύξιμες (UNESCO, 2019).

*«Οι αριθμοί μιλούν από μόνοι τους. Εάν η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος και η μη βιώσιμη πίεση στους παγκόσμιους υδάτινους πόρους συνεχίσουν με τους τρέχοντες ρυθμούς, το 45% του παγκόσμιου ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος και το 40% της παγκόσμιας παραγωγής σιτηρών θα διατρέχουν κίνδυνο έως το 2050. Φτωχοί και περιθωριοποιημένοι πληθυσμοί θα επηρεαστούν δυσανάλογα, επιδεινώνοντας ήδη τις ήδη αυξανόμενες ανισότητες [...] Η αναφορά του 2019 παρέχει στοιχεία για την ανάγκη προσαρμογής προσεγγίσεων, τόσο στην πολιτική όσο και στην πρακτική, για την αντιμετώπιση των αιτίων του αποκλεισμού και της ανισότητας»,* δήλωσε ο Gilbert F. Houngbo, πρόεδρος του ΟΗΕ-Νερό και Πρόεδρος του Διεθνούς Ταμείου Γεωργικής Ανάπτυξης (UNESCO, 2019).

Σε παγκόσμια κλίμακα, στην Αφρική βρίσκεται το 50% των ανθρώπων που πίνει νερό από πηγές που δεν κρίνονται ασφαλείς. Στην Υποσαχάρια Αφρική, μόνο το 24% του πληθυσμού έχει πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό και το 28% έχει βασικές εγκαταστάσεις υγιεινής που δεν μοιράζεται με άλλα νοικοκυριά. Σημαντικές αποκλίσεις στην πρόσβαση υπάρχουν ακόμη και μέσα στην ίδια χώρα, ιδίως μεταξύ των πλουσίων και των φτωχών. Στις αστικές περιοχές, οι άνθρωποι που στεγάζονται σε πρόχειρα καταλύματα χωρίς τρεχούμενο νερό πληρώνουν συχνά 10 έως 20 φορές περισσότερο από τους γείτονές τους σε πλουσιότερες γειτονιές για νερό παρόμοιας ή χαμηλότερης ποιότητας που αγοράζεται από πωλητές νερού ή βυτιοφόρα (UNESCO, 2019).

Όσοι περιθωριοποιούνται λόγω φύλου, ηλικίας, κοινωνικοοικονομικής κατάστασης ή λόγω της εθνικότητας, θρησκευτικής ή γλωσσικής τους ταυτότητας, είναι επίσης πιθανότερο να έχουν περιορισμένη πρόσβαση σε κατάλληλο νερό και αποχέτευση. Στην Υποσαχάρια Αφρική το βάρος συλλογής νερού πέφτει κυρίως σε γυναίκες και κορίτσια και κάθε ταξίδι για την παραλαβή νερού διαρκεί τουλάχιστον 30 λεπτά (UNESCO, 2019). Από τα παραπάνω εύκολα προκύπτει πως η έλλειψη ασφαλών προσβάσιμων πηγών και αποχέτευσης επιφέρουν πλήθος συνεπειών, όπως κακές συνθήκες υγείας και διαβίωσης, υποσιτισμό ακόμη και έλλειψη ευκαιριών για εκπαίδευση και απασχόληση (UNESCO, 2019).

### 1.3. Παγκόσμια κρίση υδατικών πόρων

Το νερό, τόσο ως περιβαλλοντικός όσο και ως οικονομικός πόρος περνά παγκόσμια κρίση. Η κρίση αυτή οφείλεται στην εξάντληση των επιφανειακών και υπόγειων υδατικών φορέων από την βιομηχανία και τη γεωργία, αλλά και στην κατασπατάληση που παρατηρείται σε ατομικό επίπεδο. Η κρίση στα αποθέματα νερού γίνεται εντονότερη εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, της ραγδαίας πληθυσμιακής αύξησης και της συνεχούς οικονομικής ανάπτυξης που δεν αναλογίζεται τις περιβαλλοντικές συνέπειες όσο την αύξηση του κέρδους.

Ο άνθρωπος δεν έχει αποκτήσει κατά του αιώνες συνείδηση σχετικά με την κατανάλωση του νερού καθώς είναι αγαθό που θεωρεί απεριόριστο και ανεξάντλητο. Στην σύγχρονη εποχή, όλα τα αγαθά και οι υπηρεσίες αποκτούν αξία ανάλογα με το οικονομικό τους κόστος. Παρά το γεγονός ότι το γλυκό πόσιμο νερό είναι αναφαίρετο δικαίωμα κάθε ανθρώπου και το κόστος του επιβάλλεται να είναι προσιτό για κάθε κοινωνική τάξη, η χαμηλή του οικονομική αξία συνεπάγεται και την υποτίμηση της σπουδαιότητας του για τη διατήρηση της ζωής. Το κόστος του νερού σε οικονομικό επίπεδο δεν αντικατοπτρίζει τις ανεπανόρθωτες συνέπειες που επιφέρει η αλόγιστη χρήση του. Για το λόγο αυτό δεν γίνεται αντιληπτή η ατομική επίδραση στην παγκόσμια κρίση του νερού.

Γενικότερα η κατανάλωση και η ρύπανση του νερού θεωρούνται δραστηριότητες ανεξάρτητες μεταξύ τους. Ωστόσο εάν αναλογιστούμε την απαραίτητη συμμετοχή του νερού στην παραγωγή και διάθεση προϊόντων συμπεραίνουμε ότι η σύνδεση της με την ρύπανση είναι άμεση. Η διερεύνηση της κατανάλωσης αλλά και της ρύπανσης των υδάτων κρίνεται πλέον απαραίτητη προκειμένου να εξασφαλιστεί η βιώσιμη διαχείριση του νερού.

### 1.4. Ιστορική Αναδρομή

Το 1993 ο John Anthony Allan εφηύρε την έννοια του εικονικού νερού και συγκεκριμένα ισχυρίστηκε ότι το νερό πρέπει να αρχίσει να θεωρείται «υγρό κεφάλαιο». Υποστήριξε πως οι χώρες που θα υιοθετήσουν τη φιλοσοφία του εικονικού νερού ως γνώμονα στο παγκόσμιο εμπόριο θα παρατηρήσουν άμεση οικονομική ανάπτυξη και πρόοδο κι αυτό γιατί ορισμένα τρόφιμα έχουν πολύ χαμηλότερο κόστος όταν εισάγονται, απ' όσο όταν παράγονται εγχώρια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Ισραήλ, μια χώρα με έντονη λειψυδρία. Μια χώρα σαν αυτή πρέπει να απέχει από την καλλιέργεια υδροβόρων σοδειών και την εξαγωγή τους (π.χ. καλλιέργειες πορτοκαλιών) και επομένως να αποφεύγει την εξαγωγή μεγάλων ποσοτήτων νερού σε άλλα μέρη του κόσμου. Ο J. Anthony Allan διαπίστωσε ότι χώρες που χαρακτηρίζονται φτωχές στον τομέα του νερού και των υδατικών πόρων, καλύπτουν τις ανάγκες τους σε τρόφιμα μέσω της εισαγωγής τους



και όχι παράγοντας τα τρόφιμα εγχώρια. Τόνισε ότι η εισαγωγή της έννοιας του εικονικού νερού της πολιτικής διαχείρισης του μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά στην παγκόσμια ειρήνη και την μείωση και αποφυγή συγκρούσεων με αφορμή υδατικούς πόρους. Όλα αυτά τα πρότεινε σε μια χρονική περίοδο όπου οι δυτικές κυβερνήσεις άρχισαν να αναπροσαρμόζουν την περιβαλλοντική τους διακυβέρνηση και το εικονικό νερό πρόσφερε ουσιαστικά το υπόβαθρο για να αρχίσει το νερό να αντιμετωπίζεται ως εμπόρευμα διεθνώς (Allan, 1993).

Χρειάστηκε σχεδόν μία δεκαετία για να κερδίσει το εικονικό νερό το ενδιαφέρον της επιστημονικής ερευνητικής κοινότητας. Ωστόσο, στις 19 Μαρτίου 2008 ο J. Anthony Allan κέρδισε το Stockholm Water Prize, ένα βραβείο με κύρος στον χώρο της επιστήμης του νερού. Η έννοια του εικονικού νερού βραβεύτηκε γιατί έδωσε βάση στην ευαισθητοποίηση σχετικά με τη σχέση μεταξύ των καλλιεργειών, των οικονομικών και των πολιτικών διαδικασιών.

Την αφομοίωση του εικονικού νερού στις επιστημονικές και περιβαλλοντικές πρακτικές βοήθησε σημαντικά η τεχνολογική ανάπτυξη. Το εύρος της χρήσης του έχει εξελιχθεί σημαντικά σε σχέση με τους αρχικούς υπολογισμούς του J. Anthony Allan που απεικόνιζε τα πλεονάσματα και τα ελλείμματα νερού των διαφόρων χωρών. Ειδικά σε παγκόσμια κλίμακα η χρήση του εικονικού νερού θα ήταν αδύνατη χωρίς την εξέλιξη του προγραμματισμού και της μοντελοποίησης των προβλημάτων. Η χρήση υπολογιστών, προγραμμάτων και μοντέλων στην περιβαλλοντική διαχείριση ήταν το καθοριστικό βήμα για την αποδοχή του εικονικού νερού σαν χρήσιμη και απαραίτητη έννοια στη διαχείριση των υδατικών πόρων.

Το 2002, ο Arjen Y. Hoekstra μέλος της UNESCO-IHE παρουσίασε για πρώτη φορά την έννοια του υδατικού αποτυπώματος στο Διεθνές Συνέδριο για το εμπόριο εικονικού νερού στο Ντέλφτ της Ολλανδίας (Hoekstra, 2002). Μέχρι πρότινος, η επιστήμη δεν επικεντρώθηκε ιδιαίτερα στην συσχέτιση της κατανάλωσης νερού και της ρύπανσης του κατά μήκος ολόκληρης της αλυσίδας παραγωγής και διάθεσης προϊόντων. Ως συνέπεια αυτού, δεν έχει γίνει πλήρως αντιληπτό το γεγονός ότι η οργάνωση και τα χαρακτηριστικά μιας αλυσίδας παραγωγής επηρεάζουν σημαντικά τους όγκους της κατανάλωσης νερού και της ρύπανσης που αντιπροσωπεύουν ένα τελικό καταναλωτικό προϊόν. Η οπτικοποίηση της χρήσης νερού που κρύβεται πίσω από τα προϊόντα μπορεί να συμβάλλει στην κατανόηση του παγκόσμιου χαρακτήρα του γλυκού νερού και στην ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων της κατανάλωσης και του εμπορίου υδάτινων πόρων ( Hoekstra & Chapagain, 2007).

Εφόσον ο δεσμός του νερού με την παραγωγική διαδικασία και διάθεση των προϊόντων στους καταναλωτές είναι άρρηκτος γίνεται αντιληπτή και η συμβολή του στο παγκόσμιο εμπόριο. Η τελική εικόνα του παγκόσμιου εμπορίου σχηματίζεται με βάση την διαχείριση και αξιοποίηση του υδατικού πόρου από κάθε χώρα. Όπως είναι κατανοητό διαφορετικοί τομείς του εμπορίου απαιτούν και διαφορετικούς όγκους

υδάτινου πόρου γι' αυτό και οι χώροι του εμπορίου που δραστηριοποιείται κάθε χώρα εξαρτώνται από τη διαθεσιμότητα του νερού στον τόπο αυτό. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση παραγωγής και εξαγωγής του βαμβακιού. Ξεκινώντας από το χωράφι και φτάνοντας στο τελικό προϊόν, το βαμβάκι περνά από ορισμένα στάδια παραγωγής, το καθένα με τις αντίστοιχες επιπτώσεις του στον υδατικό πόρο. Τα στάδια αυτά βρίσκονται συχνά σε διαφορετικές τοποθεσίες και η τελική κατανάλωση μπορεί να βρίσκεται επίσης σε άλλο μέρος. Για παράδειγμα, το βαμβάκι δεν καλλιεργείται στη Μαλαισία αλλά εισάγεται ακατέργαστο από την Κίνα, την Ινδία και το Πακιστάν, μεταποιείται στη βιομηχανία της κλωστοϋφαντουργίας και έπειτα εξάγεται στη μορφή βαμβακερών ρούχων στην αγορά της Ευρώπης (Charagain et al. 2006).

Το αντίκτυπο που έχει η κατανάλωση ενός προϊόντος στους υδάτινους πόρους εντοπίζεται εξετάζοντας όλη την αλυσίδα παραγωγής και διάθεσης του στον καταναλωτή. Επικεντρώνοντας την προσοχή μας στη σύνδεση μεταξύ κατανάλωσης και χρήσης νερού μπορούμε να αναπτύξουμε νέες αποδοτικότερες τακτικές αξιοποίησης του. Το σημαντικότερο όπλο στην εξοικονόμηση υδατικού πόρου είναι η μελέτη του έμμεσης κατανάλωσης (Charagain et al.2006).

### 1.5. Ορισμός και σύγκριση των εννοιών Υδατικού Αποτυπώματος και Εικονικού Νερού

Οι δείκτες του εικονικού νερού και του υδατικού αποτυπώματος δίνουν νέες διαστάσεις στη μελέτη της κατανάλωσης νερού, δίνοντας φως σε ενέργειες που ενώ απαιτούν μεγάλους όγκους νερού για την διεξαγωγή τους δεν λαμβάνονταν υπόψη στο παρελθόν. Οι μελέτες κατανάλωσης νερού στη βιομηχανία αλλά και στη γεωργία υπολόγιζαν κυρίως τις υδροληψίες και όχι το νερό κατά μήκος όλης της παραγωγικής διαδικασίας.

Το **υδατικό αποτύπωμα** ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας ορίζεται ως ο όγκος του γλυκού νερού που απαιτείται για την διάθεση του στο αγοραστικό κοινό σε όλη τη διαδικασία παραγωγής λαμβάνοντας υπόψη εκτός της άμεσης, την έμμεση κατανάλωση νερού. Ό,τι χρησιμοποιούμε, φορούμε, αγοράζουμε, πουλάμε, τρώμε απαιτεί νερό για να φτιαχτεί. Το υδατικό αποτύπωμα μπορεί να μετρηθεί για μία μόνο διαδικασία, όπως η καλλιέργεια ρυζιού, για ένα προϊόν, όπως ένα ζευγάρι παπούτσια, για τα καύσιμα που καταναλώνει το αυτοκίνητό μας ή για μια ολόκληρη πολυεθνική εταιρεία. Αντίστοιχα το υδατικό αποτύπωμα ενός ατόμου, ενός έθνους, μιας βιομηχανίας ορίζεται ως το σύνολο του υδατικού αποτυπώματος των προϊόντων και των υπηρεσιών που καταναλώνει το άτομο, το έθνος ή η βιομηχανία (Water footprint network).

Το υδατικό αποτύπωμα το μετρούμε σε κυβικά μέτρα ανά τόνο παραγωγής, ανά εκτάριο καλλιεργήσιμης γης αλλά και σε άλλες μονάδες, ανάλογα το αντικείμενο μελέτης και τον τομέα στον οποίο θα αξιοποιηθούν τα αποτελέσματα της.

Οι έννοιες του εικονικού νερού και του υδατικού αποτυπώματος διαφέρουν στο ρόλο αλλά και στην έκταση χρήσης τους. Το εικονικό νερό είναι δείκτης παραγωγής ενώ το υδατικό αποτύπωμα δείκτης κατανάλωσης. Έχοντας λοιπόν στην διάθεση μας έναν δείκτη από την πλευρά της παραγωγής και έναν από την πλευρά της κατανάλωσης φανερώνεται η δυναμική σχέση ανάμεσα σε παραγωγό καταναλωτή χρήσιμη στον σχεδιασμό πολιτικής διαχείρισης των υδάτων.

Το **εικονικό νερό** αξιοποιείται στον χώρο του εμπορίου και των διαπεριφερειακών συναλλαγών. Επικεντρώνεται δηλαδή στην μετακίνηση του νερού μέσω αγαθών από χώρα σε χώρα και υπολογίζεται για την αξιολόγηση οικονομικών και εμπορικών ζητημάτων. Οπτικοποιεί ουσιαστικά την ροή του γλυκού νερού σε εγχώριο και παγκόσμιο επίπεδο. Η μελέτη της ροής του εικονικού νερού σε διεθνές επίπεδο δημιουργεί τις έννοιες του εισαγόμενου και εξαγόμενου εικονικού νερού. Η γνώση της ροής του εικονικού νερού μεταξύ των χωρών αποτελεί ανεκτίμητο όπλο καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την ισορρόπηση της κατανάλωσης και εξοικονόμησης των υδάτων.

Για παράδειγμα, μια περιοχή με έντονη λειψυδρία έχει τη δυνατότητα να αυξάνει τον διαθέσιμο υδατικό πόρο της αποφεύγοντας την κατανάλωση των εγχώριων υδάτων και εισάγοντας προϊόντα από χώρες με αφθονία υδατικού πόρου. Έτσι αυξάνει τη διαθεσιμότητα νερού εικονικά. Έχει δηλαδή διαθέσιμο υδατικό πόρο σε εικονική μορφή. Η διαχείριση του νερού κατ' αυτόν τον τρόπο αλλάζει τη φύση των εμπορικών συναλλαγών μεταξύ κρατών αναπτύσσοντας το εμπόριο προς όφελος τόσο των χωρών με ευμάρεια σε νερό όσο και αυτών με έλλειψη (Allan, 1993).

Από την άλλη, το υδατικό αποτύπωμα, είναι ένας δείκτης με μεγάλες διαστάσεις που δημιουργήθηκε σε αντιστοιχία με το οικολογικό αποτύπωμα και το αποτύπωμα του άνθρακα. Στόχος του είναι να υποδείξει την επίδραση των καταναλωτών στην κατανάλωση του γλυκού νερού γι' αυτό και χρησιμοποιείται σε ατομικά και εθνικά επίπεδα. Οι πληροφορίες που προκύπτουν από τον υπολογισμό του ορίζονται χρονικά, γεωγραφικά και επιπλέον ορίζουν το είδος του νερού που χρησιμοποιήθηκε. Η έννοια του εικονικού νερού έδωσε στον Hoekstra τα θεμέλια για την επινόηση μιας έννοιας με περισσότερες προεκτάσεις που δεν επικεντρώνεται αποκλειστικά στους όγκους γλυκού νερού. Το πλήθος των πληροφοριών συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των σκοπών για τους οποίους καταναλώνονται και μολύνονται οι περιορισμένοι πλέον υδατικοί μας πόροι και σε ευρύτερη κλίμακα, στον εντοπισμό των περιοχών που νοσούν εξαιτίας της υπερβολικής χρήσης και μόλυνσης του πόρου. Σαφέστατα το υδατικό αποτύπωμα έχει ιδιαίτερα περιβαλλοντικό και αφυπνιστικό

χαρακτήρα καθώς ενημερώνει τον καταναλωτή και του υποδεικνύει την επίδραση του στην εξάντληση των υδατικών πόρων μέσω των καταναλωτικών του επιλογών.

Παρά το γεγονός ότι οι δύο έννοιες διαχωρίζονται με σαφήνεια και το εικονικό νερό και το υδατικό αποτύπωμα είναι δείκτες που αναφέρονται σε διαφορετικά στάδια παραγωγής-κατανάλωσης και έχουν διαφορετικά πεδία εφαρμογής επικρατεί μια σύγχυση και συνήθως θεωρούνται ταυτόσημες. Το Water Footprint Network (WFN) αντιμετωπίζει το εικονικό νερό και το υδατικό αποτύπωμα ως συνώνυμα με αποτέλεσμα πλέον οι δύο όροι να χρησιμοποιούνται στις ίδιες εφαρμογές και μελέτες και ο υπολογισμός τους να είναι ουσιαστικά ίδιος. Όπως προκύπτει από την σύγκριση που κάναμε παραπάνω, κάθε δείκτης θα μπορούσε να προσφέρει πολυάριθμες και διαφορετικές πληροφορίες σε ξεχωριστούς τομείς της αλυσίδας παραγωγής-κατανάλωσης. Δυστυχώς με την εξίσωση τους και την ενσωμάτωσή τους σε μια κοινή σημασία, δεν εκμεταλλευόμαστε το εύρος της χρησιμότητάς τους. Με τη διάκριση των δύο διαφορετικών πεδίων εφαρμογής θα μπορούσαμε να έχουμε αναλυτικότερα αποτελέσματα και σαφή προσδιορισμό της πηγής των προβλημάτων που οδηγούν σε υπερκατανάλωση, λειψυδρία, ρύπανση των υδάτων κλπ.

Το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος ισούται με ορισμένο αριθμό λίτρων. Τα λίτρα αυτά αντιπροσωπεύουν και το εικονικό νερό του προϊόντος αυτού. Ωστόσο με την ταύτιση αυτή εξισώνουμε την κατανάλωση νερού για το προϊόν αυτό είτε αυτό καταναλώνεται στον τόπο παραγωγής του είτε χιλιόμετρα μακριά. Επομένως θα είχαμε πιο αξιόπιστες πληροφορίες εάν διαχωρίζαμε το ρόλο των δύο δεικτών. Έτσι ο δείκτης του εικονικού νερού θα αποτελούσε υπόδειξη του νερού που καταναλώθηκε κατά την παραγωγή και ο δείκτης του υδατικού αποτυπώματος του νερού που καταναλώθηκε από την παραγωγή έως και την κατανάλωση (Hoekstra & Charagain 2011).

Για παράδειγμα, σύμφωνα με το Water Footprint Network, το υδατικό αποτύπωμα ενός πορτοκαλιού είναι 50 λίτρα. Το εικονικό νερό που περιέχει είναι επίσης 50 λίτρα. Ωστόσο, το υδατικό αποτύπωμα του πορτοκαλιού θα έπρεπε να διαφοροποιείται ανάλογα με τον τόπο κατανάλωσης του. Η μεταφορά, η διανομή και η παράδοση του στον καταναλωτή συνεπάγεται και την κατανάλωση επιπλέον όγκου νερού και επομένως μεγαλύτερου υδατικού αποτυπώματος σε σχέση με το πορτοκάλι που καταναλώνεται στον τόπο παραγωγής του. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το υδατικό αποτύπωμα πρέπει να προκύπτει από το άθροισμα του εικονικού νερού της διαδικασίας παραγωγής συν το εικονικό νερό της διαδικασίας διανομής (Water footprint network).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Το Υδατικό Αποτύπωμα (Water Footprint)

### 2.1. Η έννοια του υδατικού αποτυπώματος

Όπως ορίστηκε και παραπάνω, το υδατικό αποτύπωμα είναι ένας πολυδιάστατος δείκτης ογκομετρικής χρήσης νερού και ρύπανσης. Οι παραδοσιακοί δείκτες χρήσης νερού όπως η άντληση συνήθως αφορούν όγκους που λαμβάνονται από ένα υδατικό σύστημα ενώ το υδατικό αποτύπωμα δείχνει κατανάλωση νερού που συνδέεται με την ανθρώπινη δραστηριότητα (π.χ. καλλιέργεια πορτοκαλιών, πλύσιμο πιάτων). Το νερό αυτό χάνεται από το υδατικό σύστημα και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλο σκοπό στην ίδια τοποθεσία. Συνοπτικά δηλαδή, το υδατικό αποτύπωμα δείχνει την απαλλοτρίωση του νερού χρονικά και γεωγραφικά (Hoekstra & Charagain 2011).

Ο δείκτης του υδατικού αποτυπώματος εξετάζει ταυτόχρονα την άμεση και την έμμεση κατανάλωση νερού μιας διαδικασίας, ενός προϊόντος, μια υπηρεσίας και περιλαμβάνει την κατανάλωση και τη ρύπανση του νερού καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου παραγωγής από την αλυσίδα εφοδιασμού έως και τον τελικό χρήστη.

### 2.2. Διάκριση των Υδατικών Αποτυπωμάτων με βάση το χρώμα

Διακρίνουμε το υδατικό αποτύπωμα σε:

- Μπλε υδατικό αποτύπωμα
- Πράσινο υδατικό αποτύπωμα
- Γκρι υδατικό αποτύπωμα

#### 2.2.1. Μπλε Υδατικό Αποτύπωμα

Μπλε χαρακτηρίζουμε το ΥΑ που σχετίζεται με τη χρήση γλυκού νερό που προέρχεται είτε από επιφανειακούς είτε από υπόγειους πόρους. Υποδεικνύει την καταναλωτική χρήση-δέσμευση των μπλε υδατικών πόρων. Μπλε είναι για παράδειγμα το νερό που διατίθεται για οικιακή χρήση όπως και το νερό με το οποίο αρδεύονται αγροτικές εκτάσεις.

Με τον όρο καταναλωτική χρήση αναφερόμαστε στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Το νερό εξατμίζεται.
- Το νερό ενσωματώνεται στο προϊόν.
- Το νερό δεν επιστρέφει στην ίδια λεκάνη απορροής, για παράδειγμα, επιστρέφει σε άλλη λεκάνη απορροής ή στη θάλασσα
- Το νερό δεν επιστρέφει την ίδια περίοδο, για παράδειγμα, αποσύρεται σε ξηρή περίοδο και επιστρέφει σε υγρή περίοδο (Hoekstra & Charagain 2011).

Το σημαντικότερο από τα παραπάνω αποτελεί η εξάτμιση και συνήθως η καταναλωτική χρήση εξομοιώνεται με αυτή. Στη συνολική εξάτμιση συμπεριλαμβάνεται όλη η εξάτμιση που σχετίζεται με την παραγωγή όπως και το νερό που εξατμίζεται κατά την αποθήκευση νερού, κατά τη μεταφορά του, την επεξεργασία του, τη συλλογή και τέλος την απόρριψη του από κανάλια αποχέτευσης και από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων.

Ο υπολογισμός του μπλε υδατικού αποτυπώματος γίνεται ως εξής:

$$\text{Μπλε Υδατικό Αποτύπωμα} = \begin{array}{c} \text{Εξάτμιση Μπλε Νερού} \\ + \\ \text{Ενσωμάτωση Μπλε Νερού} \\ + \\ \text{Χαμένη Επιστροφή Ροής} \end{array}$$

**Εικόνα 2-1 :** Υπολογισμός μπλε υδατικού αποτυπώματος.

Η **Χαμένη Επιστροφή Ροής** είναι το στοιχείο που αναφέρεται στο τμήμα της ροής επιστροφής που δεν είναι δυνατό να επαναχρησιμοποιηθεί στην ίδια λεκάνη απορροής κατά τη διάρκεια της ίδιας περιόδου απόσυρσης είτε γιατί κατέληξε σε διαφορετική λεκάνη απορροής, είτε γιατί επέστρεψε σε διαφορετική χρονική περίοδο (Hoekstra & Charagain 2011).

Στη διαδικασία υπολογισμού του μπλε υδατικού αποτυπώματος είναι πιθανό να γίνεται διάκριση μεταξύ των διαφόρων ειδών πηγών του μπλε νερού. Συγκεκριμένα, ο διαχωρισμός μπορεί να γίνει εύκολα σε επιφανειακά ρέοντα ύδατα και ορυκτά υπόγεια ύδατα. Ειδικότερα ,με χρήση επιμέρους χρωμάτων έχουμε το **ανοιχτό μπλε** (επιφανειακά ύδατα), **σκούρο μπλε** (ανανεώσιμα υπόγεια ύδατα) και **μαύρο** (ορυκτά ύδατα). Σε επίπεδο εφαρμογής τα δεδομένα συνήθως είναι ανεπαρκή για να γίνει τόσο συγκεκριμένος προσδιορισμός των πηγών του μπλε νερού (Hoekstra & Charagain 2011).

Επιπλέον, κατά τον καθορισμό του συνολικού μπλε υδατικού αποτυπώματος και τη διάκριση των πηγών προέλευσης του γίνεται να διακρίνουμε και την καταναλωτική χρήση που προέρχεται από τη συλλογή των υδάτων της βροχής. Η συλλογή του βρόχινου νερού στον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος αποτελεί μια ιδιαίτερη περίπτωση καθώς είναι αμφιλεγόμενο το αν πρέπει να κατατάσσεται στο μπλε η στο πράσινο υδατικό αποτύπωμα. Συνήθως το βρόχινο νερό που υπό άλλες συνθήκες θα αποτελούσε απορροή κατηγοριοποιείται στο μπλε υδατικό αποτύπωμα. Πολλές φορές αυτό το νερό αξιοποιείται για την παροχή πόσιμου νερού σε ζώα και

για την άρδευση καλλιεργειών. Ωστόσο σε περιπτώσεις που το βρόχινο νερό χρησιμοποιείται για να αυξήσει την υγρασία και τη γονιμότητα του εδάφους σε καλλιεργούμενες εκτάσεις, τότε κατηγοριοποιείται στο πράσινο υδατικό αποτύπωμα (Hoekstra & Charagain 2011).

Τέλος, η μονάδα μέτρησης του μπλε υδατικού αποτυπώματος είναι όγκος νερού ανά μονάδα χρόνου (ημέρα, μήνας, έτος). Διαιρώντας το με την ποσότητα του προϊόντος που προκύπτει από την παραγωγική διαδικασία στην οποία αναφέρεται το αποτύπωμα μπορούμε να εκφράσουμε το υδατικό αποτύπωμα ως όγκο νερού ανά μονάδα προϊόντος (Hoekstra & Charagain 2011).

### 2.2.2. Πράσινο Υδατικό Αποτύπωμα

**Πράσινο** χαρακτηρίζουμε το **υδατικό αποτύπωμα** της χρήσης του νερού των κατακρημνίσεων το οποίο πέφτει με τη βροχή κατακρατείται και αποθηκεύεται από το έδαφος και στη συνέχεια είτε εξατμίζεται είτε απορροφάται από τα φυτά και τις καλλιέργειες. Το πράσινο νερό είναι ιδιαίτερα ωφέλιμο για τις καλλιέργειες ωστόσο δεν είναι δυνατόν να αξιοποιείται όλος ο όγκος του καθώς πάντα ένα μέρος του εξατμίζεται και δεν είναι όλες οι εποχές του χρόνου και όλες οι τοποθεσίες κατάλληλες για καλλιέργειες (Water Footprint Network).

Το πράσινο υδατικό αποτύπωμα έχει ως πεδίο εφαρμογής τη γεωργία, τη δασοκομία και προϊόντα με βάση το ξύλο και περιλαμβάνει το συνολικό νερό της εξατμισοδιαπνοής του βρόχινου νερού των χωραφιών συν το νερό που έχει ενσωματωθεί στην αντίστοιχη συγκομιδή ή στο ξύλο που αναφερόμαστε (Hoekstra & Charagain 2011).

Ο υπολογισμός του πράσινου υδατικού αποτυπώματος γίνεται ως εξής:

**Πράσινο Υδατικό Αποτύπωμα =**

$$\begin{array}{c} \text{Εξάτμιση Πράσινου Νερού} \\ + \\ \text{Ενσωμάτωση Πράσινου Νερού} \end{array}$$

**Εικόνα 2-2 :** Υπολογισμός πράσινου υδατικού αποτυπώματος.

Η διάκριση μεταξύ του υδατικού αποτυπώματος μπλε και πράσινου νερού είναι σημαντική επειδή οι υδρολογικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις, καθώς και το οικονομικό κόστος ευκαιρίας της χρήσης επιφανειακών και υπόγειων υδάτων για παραγωγή, διαφέρουν σημαντικά από τις επιπτώσεις και το κόστος της χρήσης βρόχινου νερού (Falkenmark και Rockström, 2004; Hoekstra and Charagain, 2008).

Για την εκτίμηση και τον υπολογισμό της κατανάλωσης πράσινου νερού στη γεωργία έχουμε στη διάθεση μας ένα σύνολο εμπειρικών τύπων και μοντέλα καλλιέργειας κατάλληλα για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής βάση ορισμένων δεδομένων εισόδου που αφορούν τα χαρακτηριστικά του κλίματος, του εδάφους και το είδος της καλλιέργειας (Hoekstra & Charagain 2011).

### 2.2.3. Γκρι Υδατικό Αποτύπωμα

Το **γκρι υδατικό αποτύπωμα** αναφέρεται στην ποσότητα γλυκού νερού που απαιτείται για την αφομοίωση ρύπων έτσι ώστε να πληρούν συγκεκριμένα πρότυπα ποιότητας νερού. Αποτελεί έναν δείκτη ρύπανσης και επομένως υπολογίζει τον όγκο του γλυκού νερού που είναι απαραίτητος έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη δυνατή ποιότητα του νερού και η ελάχιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Το γκρι υδατικό αποτύπωμα λαμβάνει υπόψη τους ρύπους που απορρίπτονται σε πόρους γλυκού νερού άμεσα, δηλαδή μέσω δικτύου σωλήνων ή έμμεσα μέσω απορροής. (Hoekstra & Charagain, 2011).

Το γκρι υδατικό αποτύπωμα υπολογίζεται διαιρώντας το φορτίο ρύπων ( $L$  σε μάζα/χρόνο) με τη διαφορά μεταξύ του περιβαλλοντικού προτύπου ποιότητας νερού για τον συγκεκριμένο ρύπο (η μέγιστη αποδεκτή συγκέντρωση  $C_{max}$ , σε μάζα / όγκο) και της φυσικής του συγκέντρωσης στο υδάτινο σώμα υποδοχής ( $C_{nat}$ , σε μάζα / όγκο).

$$\text{Γκρι Υδατικό Αποτύπωμα} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}} \quad (1)$$

Όταν αναφερόμαστε σε φυσική συγκέντρωση, εννοούμε τη συγκέντρωση που θα παρατηρούσαν στο υδάτινο σώμα υποδοχής εάν η λεκάνη απορροής δεν είχε διαταραχθεί από ανθρώπινες παρεμβάσεις. Έτσι όταν πρόκειται για ανθρωπογενείς ουσίες που υπό κανονικές συνθήκες δεν συναντώνται στην λεκάνη απορροής  $C_{nat}=0$ . Αντίστοιχα όταν πρόκειται για φυσικές συγκεντρώσεις που δεν γνωρίζουμε με ακρίβεια αλλά εκτιμούμε ότι είναι χαμηλές τότε υποθέτουμε επίσης  $C_{nat}=0$  (Hoekstra & Charagain 2011).

Το γκρι υδατικό αποτύπωμα είναι δείκτης της ικανότητας αφομοίωσης. Αυτός είναι και ο λόγος που στον υπολογισμό του χρησιμοποιούμε τη φυσική συγκέντρωση και όχι την πραγματική. Η ικανότητα αφομοίωσης ενός σώματος νερού υποδοχής εξαρτάται από τη διαφορά της μέγιστης επιτρεπόμενης και της φυσικής συγκέντρωσης μιας ουσίας. Εάν ωστόσο, αφαιρούσαμε την πραγματική συγκέντρωση από τη μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση θα βρίσκαμε την εναπομένουσα ικανότητα αφομοίωσης η οποία όπως είναι αναμενόμενο αλλάζει συνεχώς σε συνάρτηση με το επίπεδο ρύπανσης σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή (Hoekstra & Charagain 2011).



## 2.3. Υπολογισμός Υδατικού Αποτυπώματος

### 2.3.1. Διάκριση κύριων πεδίων εφαρμογής

Ο δείκτης του υδατικού αποτυπώματος έχει πολλά πεδία εφαρμογής. Επομένως ο υπολογισμός του μπορεί να περιλαμβάνει ένα συγκεκριμένο αυτοτελές βήμα μιας διαδικασίας ή μια ολόκληρη αλυσίδα από διαφορετικής φύσεως διαδικασίες. Οι υπολογισμοί που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον και χρησιμότητα είναι οι παρακάτω:

- Υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος
- Υδατικό αποτύπωμα ενός καταναλωτή ή μιας κοινότητας καταναλωτών
- Υδατικό αποτύπωμα μιας γεωγραφικά οριοθετημένης περιοχής (μιας λεκάνης απορροής, πολιτείας κλπ.)
- Υδατικό αποτύπωμα ενός έθνους
- Υδατικό αποτύπωμα μιας επιχείρησης
- Υδατικό αποτύπωμα μιας καλλιέργειας

### 2.3.2. Μελέτη της παραγωγικής αλυσίδας

Οι κανόνες στην υπολογιστική διαδικασία του υδατικού αποτυπώματος, όπως και των δεικτών του οικολογικού αποτυπώματος και του αποτυπώματος άνθρακα είναι ασαφείς και όχι αυστηρά οριοθετημένοι. Οι υπολογισμοί μπορούν να είναι επιφανειακοί και χονδρικοί ή αναλυτικοί και χρονοβόροι. Η αλυσίδα παραγωγής είναι περίπλοκη και αποτελείται από αμέτρητα παρακλάδια που η συμβολή του στην κατανάλωση νερού κρίνεται σημαντική ή ασήμαντη από την κρίση του μελετητή.

Η μόνη οδηγία που ακολουθείται στην λογιστική του υδατικού αποτυπώματος είναι: συμπεριλαμβάνεται στο συνολικό υδατικό αποτύπωμα ενός συστήματος παραγωγής, το αποτύπωμα όλων των διαδικασιών που συμβάλλουν «σημαντικά» σε αυτό. Ωστόσο, ο μοναδικός κανόνας με σαφήνεια είναι ταυτόχρονα αρκετά ασαφής. Ο κάθε μελετητής κρίνει την ποσότητα νερού που θεωρεί «σημαντική» στους υπολογισμούς του (Hoekstra & Charagain 2011).

Πρέπει να γνωρίζουμε ότι οι αλυσίδες εφοδιασμού είναι ατελείωτες και χρησιμοποιούν ποικιλία εισροών οι οποίες εναλλάσσονται σε κάθε βήμα της. Στην πράξη όμως, είναι συγκεκριμένα τα βήματα αυτά που διαμορφώνουν το συνολικό υδατικό αποτύπωμα του τελικού προϊόντος. Για παράδειγμα, όταν ένα προϊόν περιέχει συστατικά τα οποία προέρχονται από το γεωργικό τομέα, τα συστατικά αυτά αποτελούν μεγάλο μερίδιο του αποτυπώματος του. Αυτό συμβαίνει επειδή εκτιμάται ότι το 86 τοις εκατό του αποτυπώματος νερού της ανθρωπότητας βρίσκεται στη γεωργία (Hoekstra and Charagain, 2008). Στην περίπτωση των βιομηχανικών συστατικών στα προϊόντα, η συμβολή τους είναι σημαντική όταν

συνδέονται με τη ρύπανση των υδάτων, όταν έχουν δηλαδή γκρι υδατικό αποτύπωμα.

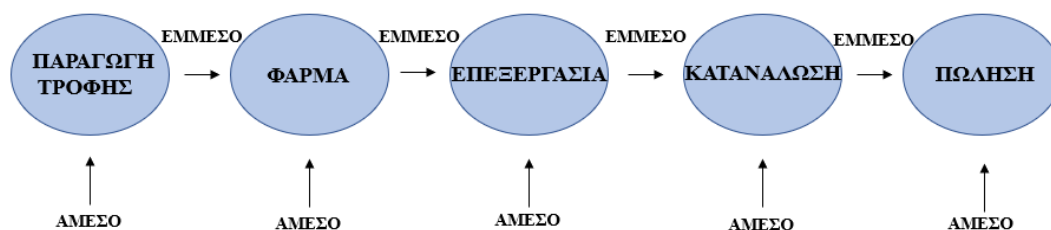
Η μεταφορά των προϊόντων συνήθως δεν συμπεριλαμβάνεται στο υδατικό τους αποτύπωμα καθώς είναι μία διαδικασία που δεν καταναλώνει σημαντική ποσότητα γλυκού νερού και συνδέεται κυρίως με το αποτύπωμα άνθρακα. Σε ορισμένες περιπτώσεις που οι μεταφορές καταναλώνουν βιοκαύσιμα ή υδροηλεκτρική ενέργεια τότε συνιστάται ο συνυπολογισμός του γλυκού νερού στο τελικό υδατικό αποτύπωμα. (Gerbens-Leenes et al, 2009a, b; Yang et al, 2009; Dominguez-Faus et al, 2009).

Τέλος, έχει τεθεί ο προβληματισμός εάν πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ανθρώπινη εργασία η οποία είναι αναπόσπαστο κομμάτι της παραγωγής. Θεωρητικά, οι εργαζόμενοι είναι συντελεστής εισόδου που απαιτεί πόσιμο νερό, τρόφιμα, ένδυση και το συνολικό αυτό γλυκό νερό αποτελεί έμμεσο υδατικό αποτύπωμα του τελικού προϊόντος. Ο λόγος που το νερό αυτό δεν συνυπολογίζεται στο τελικό υδατικό αποτύπωμα έχει να κάνει με το γεγονός ότι οι εργαζόμενοι είναι παράλληλα και οι τελικοί καταναλωτές. Η εργασία αποκλείεται από τους παράγοντες που διαμορφώνουν το υδατικό αποτύπωμα καθώς η χρήση της θα οδηγούσε στη δημιουργία ενός ατελείωτου βρόχου καταμέτρησης (Hoekstra & Chapagain 2011).

### 2.3.3. Άμεσο και έμμεσο υδατικό αποτύπωμα

Εκτός από τη διάκριση του υδατικού αποτυπώματος ανάλογα με το χρώμα ( μπλε, πράσινο και γκρι ) μπορεί να γίνει και άλλη μια διάκριση σχετικά με τη χρήση του νερού. Όπως έχουμε αναφέρει το υδατικό αποτύπωμα δεν περιορίζεται στην μέτρηση της άμεσης χρήσης του νερού αλλά υπολογίζει και την έμμεση χρήση του και αυτό είναι που το ξεχωρίζει και σαν δείκτη. Έτσι προκύπτουν οι όροι **άμεσου (direct)** και του **έμμεσου (indirect)** υδατικού αποτυπώματος.

Ανέκαθεν οι καταναλωτές και οι επιχειρήσεις εστίαζαν την προσοχή τους στην άμεση κατανάλωση γλυκού νερού ενώ στην πραγματικότητα, η έμμεση κατανάλωση τους είναι πολύ μεγαλύτερη και κατ' επέκταση, σπουδαιότερη. Σαφώς, στον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος συμπεριλαμβάνεται τόσο η άμεση, όσο και η έμμεση κατανάλωση γλυκού νερού. Η χρησιμότητα του δείκτη έγκειται στο γεγονός ότι οι καταναλωτές τόσο σε ατομικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο επιχείρησης, παραμελούσαν ότι το καθοριστικό μέρος του αποτυπώματος τους σχετίζεται με τα προϊόντα που αγοράζουν και όχι με την οικιακή κατανάλωση νερού. Στην Εικόνα 2-3 παρουσιάζεται σε σχεδιάγραμμα το άμεσο και το έμμεσο υδατικό αποτύπωμα που συναντάται στην αλυσίδα παραγωγής ενός ζωικού προϊόντος.



**Εικόνα 2-3 :** Το άμεσο και έμμεσο υδατικό αποτύπωμα σε όλα τα στάδια παραγωγής ενός ζωικού προϊόντος.

## 2.4. Μέθοδοι υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος

Η κλασική μέθοδος υπολογισμού του υδατικού αποτυπώματος είναι αυτή που πρότειναν οι Hoekstra και Charagain (2008). Έπειτα, οι Ridoutt και Pfister (2010) βασισμένοι στην πρότυπη μέθοδο ανέπτυξαν μια παραλλαγή της. Παρακάτω παρουσιάζεται λεπτομερώς η μεθοδολογία υπολογισμού κατά Hoekstra και Charagain για τους σημαντικότερους τύπους υδατικού αποτυπώματος.

### 2.4.1. Υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος

#### 2.4.1.1. Ορισμός ΥΑ προϊόντος

Το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος ορίζεται ως ο συνολικό όγκος γλυκού νερού που χρησιμοποιείται είτε άμεσα είτε έμμεσα κατά τη διάρκεια της παραγωγής. Λαμβάνει υπόψη την κατανάλωση νερού αλλά και τη ρύπανση αυτού γι' αυτό και μπορούμε να το διαιρέσουμε σε πράσινο, μπλε και γκρι υδατικό αποτύπωμα (Water footprint network).

Πολλές φορές το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος εκφράζεται ως «περιεχόμενο εικονικού νερού». Ωστόσο χρησιμοποιώντας αυτό τον όρο αναφερόμαστε μονάχα στον όγκο του γλυκού νερού χωρίς καμία προέκταση, ενώ με το υδατικό αποτύπωμα μπορούμε να δούμε τον όγκο του είδους του νερού αλλά και το πότε και πού χρησιμοποιήθηκε και πόσος όγκος ρυπάνθηκε για να έχουμε τελικά στη διάθεση μας το συγκεκριμένο προϊόν.

#### 2.4.1.2. Υπολογισμός του ΥΑ προϊόντος

Το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος μπορεί να υπολογιστεί με δύο μεθοδολογίες οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω.

### 1<sup>η</sup> Προσέγγιση

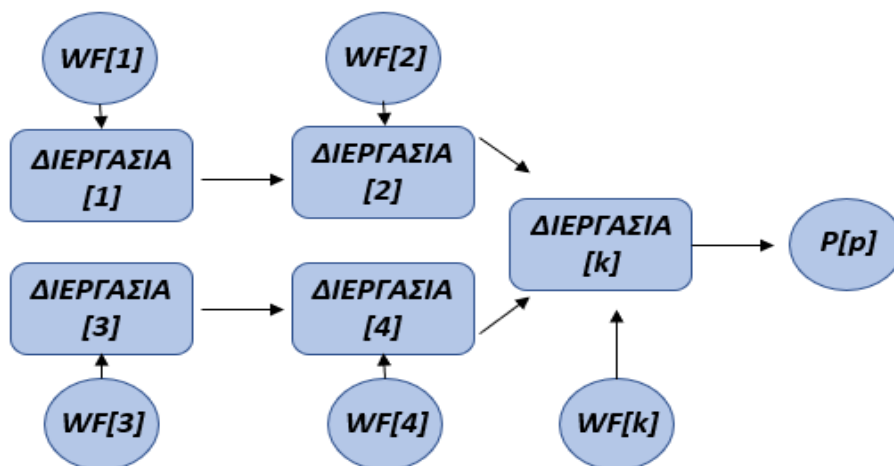
Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που ένα σύστημα παραγωγής παράγει αποκλειστικά ένα μονάχα προϊόν. Στο ενδεχόμενο ενός τέτοιου συστήματος, τα διάφορα υδατικά αποτυπώματα στα βήματα της παραγωγικής αλυσίδας μπορούν όλα να αποδοθούν στο τελικό και μοναδικό προϊόν που προκύπτει. Στην πράξη ωστόσο, σπάνια συναντούμε συστήματα παραγωγής από τα οποία προκύπτει μόνο ένα προϊόν. Για παράδειγμα, από τις αγελάδες προμηθευόμαστε το γάλα, το κρέας και το δέρμα τους. Έτσι συμπεραίνουμε ότι τα συστήματα παραγωγής είναι πολύ πολύπλοκα. Παρόλα αυτά υπάρχουν περιπτώσεις που αυτή η προσέγγιση υπολογισμού είναι εφαρμόσιμη.

Σε αυτή λοιπόν την απλή περίπτωση, το υδατικό αποτύπωμα του τελικού προϊόντος ισούται με το άθροισμα των υδατικών αποτυπωμάτων των διεργασιών παραγωγής, προς την ποσότητα του προϊόντος που παράχθηκε:

$$\mathbf{WF}_{\text{prod}} = \frac{\sum_{i=1}^k \mathbf{WF}_{\text{process}[i]}}{P[p]} \quad [\text{όγκος/μάζα}] \quad (2)$$

Όπου,

- **WFprocess [i]** = Το υδατικό αποτύπωμα μιας διεργασίας i σε μονάδες όγκου ανά χρόνο
- **P** = Η παραγόμενη ποσότητα του προϊόντος σε μονάδες μάζας ανά χρόνο



**Εικόνα 2-4 :** Απλοποιημένο παράδειγμα υπολογισμού ΥΑ σε σύστημα παραγωγής ενός προϊόντος.

### 2<sup>η</sup> Προσέγγιση

Αυτή η προσέγγιση είναι και η βασική μεθοδολογία που χρησιμοποιούμε για τον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος προϊόντων με βάση τα επιμέρους υδατικά

αποτυπώματα των προϊόντων που εισάγονται και είναι απαραίτητα στο τελευταίο βήμα της παραγωγικής διαδικασίας και του αποτυπώματος του βήματος αυτού.

Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

- Έχοντας ένα προϊόν εξόδου και έναν αριθμό προϊόντων εισόδου κατά τη διαδικασία παραγωγής τότε, αθροίζοντας τα αποτυπώματα νερού των προϊόντων εισόδου και προσθέτοντας το αποτύπωμα της διαδικασίας, παίρνουμε το υδατικό αποτύπωμα του τελικού προϊόντος.
- Έχοντας έναν αριθμό προϊόντων εξόδου και ένα μονάχα προϊόν εισόδου, διανέμουμε το υδατικό αποτύπωμα της εισόδου είτε ανάλογα με την αξία είτε ανάλογα με το βάρος των τελικών προϊόντων.
- Τέλος, η πιο συνήθης περίπτωση είναι από έναν αριθμό προϊόντων εισόδου να προκύπτει ένας αριθμός προϊόντων εξόδου. Έχουμε δηλαδή  $y$  εισαγόμενα και  $z$  εξαγόμενα προϊόντα. Προσθέτουμε επίσης το νερό που χρησιμοποιήθηκε κατά την διεργασία και το μοιράζουμε στα υδατικά αποτυπώματα των τελικών προϊόντων.

Το υδατικό αποτύπωμα του εξαγόμενου προϊόντος  $p$  υπολογίζεται ως εξής:

$$\mathbf{WFprod}[p] = \left( \mathbf{WFprocess}[p] + \sum_{i=1}^y \frac{\mathbf{WFprod}[i]}{f_p[p,i]} \right) \times \mathbf{fv}[p] \quad [\text{όγκος/μάζα}] \quad (3)$$

Όπου,

- $\mathbf{WFprod}[p]$  = Το υδατικό αποτύπωμα του εξαγόμενου προϊόντος  $p$  σε μονάδες όγκου νερού ανά μάζα
- $\mathbf{WFprod}[i]$  = Το υδατικό αποτύπωμα του εισαγόμενου προϊόντος  $i$
- $\mathbf{WFprocess}[p]$  = Το υδατικό αποτύπωμα του βήματος της διαδικασίας παραγωγής κατά το οποίο μετατρέπουμε τα  $y$  εισαγόμενα στα  $z$  εξαγόμενα σε μονάδες όγκου νερού ανά μονάδα προϊόντος
- $\mathbf{fp}[p,i]$  = Παράμετρος που εκφράζει την αναλογία προϊόντος
- $\mathbf{fv}[p]$  = Παράμετρος που εκφράζει την αναλογία αξίας προϊόντος

Η **αναλογία προϊόντος** ενός εξαγόμενου προϊόντος  $p$  που προέρχεται από την επεξεργασία ενός προϊόντος  $i$  ορίζεται ως η ποσότητα του εξαγόμενου ( $w[p]$ , μάζα) ανά ποσότητα εισαγόμενου ( $w[i]$ , μάζα)

$$f_p[p,i] = \frac{w[p]}{w[i]} \quad (4)$$

Η **αναλογία αξίας** ενός εξαγόμενου προϊόντος  $p$  ορίζεται ως ο λόγος της αγοραστικής αξίας του προϊόντος αυτού προς τη συνολική αξία όλων των εξαγόμενων προϊόντων

$$f_v[p] = \frac{\text{price}[p] \times w[p]}{\sum_{p=1}^z (\text{price}[p] \times w[p])} \quad (5)$$

Στην απλή υποπερίπτωση που από ένα εισαγόμενο προϊόν προκύπτει ένα εξαγόμενο η εξίσωση παίρνει τη μορφή:

$$\mathbf{WFprod}[p] = \mathbf{WFprocess}[p] + \frac{\mathbf{Wfprod}[p]}{f_{p,i}} \quad [\text{όγκος/μάζα}] \quad (6)$$

Συγκεντρωτικά, για τον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος του τελικού προϊόντος ξεκινάμε από τον υπολογισμό των αποτυπωμάτων των αρχικών πόρων, στην έναρξη της αλυσίδας εφοδιασμού, και στη συνέχεια βήμα με βήμα υπολογίζουμε τα αποτυπώματα των ενδιάμεσων προϊόντων έως το τελικό βήμα. Συνυπολογίζουμε επίσης, το νερό που απαιτείται για την κάθε διεργασία. Τέλος, καταθέτουμε το σύνολο αυτών των στοιχείων στα τελικά προϊόντα σύμφωνα πάντα με την αναλογία προϊόντος και την αναλογία αξίας.

#### 2.4.2. Υδατικό αποτύπωμα καταναλωτή

##### 2.4.2.1. Ορισμός ΥΑ καταναλωτή

Το υδατικό αποτύπωμα ενός καταναλωτή ορίζεται ως ο συνολικός όγκος νερού που καταναλώνεται κατά την παραγωγή των προϊόντων και υπηρεσιών που χρησιμοποιεί ο καταναλωτής και του νερού που ρυπαίνεται κατά την παραγωγή τους. Αντίστοιχα, το υδατικό αποτύπωμα μιας ομάδας καταναλωτών, είναι το άθροισμα των ατομικών τους αποτυπωμάτων (Hoekstra & Charagain 2011).

##### 2.4.2.2. Υπολογισμός του ΥΑ καταναλωτή

Όπως έχουμε προαναφέρει, στον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος του καταναλωτή, αθροίζουμε το άμεσο με το έμμεσο υδατικό αποτύπωμα. Στο άμεσο περιλαμβάνονται καθημερινές ανθρώπινες δραστηριότητες που απαιτούν τη χρήση νερού όπως προσωπική υγιεινή, πότισμα λουλουδιών κλπ. Στο έμμεσο περιλαμβάνονται τα υδατικά αποτυπώματα των προϊόντων και των υπηρεσιών που καταναλώνει ο καταναλωτής.

$$\mathbf{WFκαταναλωτή} = \mathbf{WFάμεσο} + \mathbf{WFέμμεσο} \quad (7)$$

Όπου το  $\mathbf{WFέμμεσο}$  υπολογίζεται ως εξής:

$$\mathbf{WFέμμεσο} = \sum_p (\mathbf{C}[p] \times \mathbf{WFprod}[p]) \quad (8)$$

Όπου,

- $\mathbf{C}[p]$ = η κατανάλωση του προϊόντος p (μονάδες προϊόντος/χρόνο)
- $\mathbf{WFprod}[p]$ = το υδατικό αποτύπωμα του προϊόντος (όγκος νερού/μονάδα προϊόντος)

Ο συνολικός όγκος του  $p$  που καταναλώνεται συνήθως προέρχεται από διαφορετικά μέρη  $x$ . Το μέσο υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος  $p$  υπολογίζεται ως εξής:

$$WF_{prod}[p] = \frac{\sum_x (C[x,p] \times WF_{prod}[x,p])}{\sum_x C[x,p]} \quad (9)$$

Όπου,

- **$C[x,p]$** = η κατανάλωση του προϊόντος  $p$  από το μέρος  $x$  (μονάδες προϊόντος/χρόνο)
- **$WF_{prod}[x,p]$** = το υδατικό αποτύπωμα του προϊόντος  $p$  από το μέρος  $x$  (όγκος νερού/μονάδα προϊόντος)

Παρόμοια με το υδατικό αποτύπωμα προϊόντος, στον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος καταναλωτή, ο κάθε μελετητής μπορεί να επιλέξει το επίπεδο ακρίβειας των υπολογισμών και το πλήθος λεπτομερειών που θα αξιοποιήσει. Σε αρκετές περιπτώσεις που δεν γίνεται εντοπισμός της προέλευσης των προϊόντων που συγκροτούν το έμμεσο υδατικό αποτύπωμα του καταναλωτή, αυτό υπολογίζεται με βάση παγκόσμιες ή εθνικές γενικές εκτιμήσεις των υδατικών αποτυπωμάτων των προϊόντων αυτών.

#### 2.4.3. Υδατικό αποτύπωμα μιας γεωγραφικά οριοθετημένης περιοχής

##### 2.4.3.1. Ορισμός ΥΑ γεωγραφικά οριοθετημένης περιοχής

Αποτελεί πολύ σημαντική κατηγορία υδατικού αποτυπώματος καθώς μπορεί να περιλαμβάνει πλήθος περιπτώσεων χωρικών και υδρολογικών μονάδων όπως λεκάνες απορροής ποταμών, μια πολιτεία, μια επαρχία, ένα έθνος.

##### 2.4.3.2. Υπολογισμός ΥΑ γεωγραφικά οριοθετημένης περιοχής

Το υδατικό αποτύπωμα μια γεωγραφικά οριοθετημένης περιοχής υπολογίζεται αθροίζοντας όλα τα υδατικά αποτυπώματα των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή αυτή.

$$WF_{area} = \sum_q WF_{process}[q] \quad (10)$$

Όπου,

- **$WF_{process}[q]$** = το υδατικό αποτύπωμα μιας διεργασίας  $q$  στην περιοχή μελέτης.

Σε μια γεωγραφικά οριοθετημένη περιοχή είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να ποσοτικοποιείται το νερό που αποτελεί υδατικό αποτύπωμα των εξαγόμενων προϊόντων αλλά και αυτών που εισάγονται και το υδατικό τους αποτύπωμα περιέχει

νερό άλλων περιοχών του πλανήτη. Η γνώση αυτής της κατανομής του νερού μας πληροφορεί για τα επίπεδα λειψυδρίας της περιοχής μελέτης αλλά και της εξοικονόμησης που πραγματοποιεί σε υδατικό πόρο εισάγοντας προϊόντα από άλλες γεωγραφικές περιοχές. Το **ισοζύγιο εικονικού νερού** μιας περιοχής σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο ορίζεται ως η καθαρή εισαγωγή εικονικού νερού (Νίκαθαρη), η οποία ισούται με την ακαθάριστη εισαγωγή εικονικού νερού ( $V_i$ ) μείον την ακαθάριστη εξαγωγή εικονικού νερού ( $V_e$ ).

$$V_{\text{καθαρή}} = V_i - V_e \quad (11)$$

Στην περίπτωση που το ισοζύγιο είναι θετικό αυτό δείχνει καθαρή εισροή εικονικού νερού στην περιοχή. Όταν αντιθέτως το ισοζύγιο είναι αρνητικό τότε έχουμε καθαρή εκροή εικονικού νερού από την περιοχή σε διαφορετικές περιοχές. Ένα θετικό ισοζύγιο λοιπόν μας δείχνει ότι γίνεται εξοικονόμηση του τοπικού υδατικού πόρου αξιοποιώντας υδατικούς πόρους του υπόλοιπου κόσμου.

#### 2.4.4. Υδατικό αποτύπωμα Έθνους

Κατά κανόνα, το εθνικό υδατικό αποτύπωμα αναφέρεται στη χρήση γλυκού νερού στα όρια της χώρας χωρίς να διακρίνει τις διάφορες χρήσεις του. Δεν διακρίνει δηλαδή το νερό που χρησιμοποιείται για την παραγωγή προϊόντων που θα καταναλωθούν από το έθνος και των προϊόντων που θα εξαχθούν σε άλλα έθνη. Επίσης το εθνικό υδατικό αποτύπωμα δεν λαμβάνει υπόψη το πράσινο και το γκρι νερό, μόνο το μπλε.

##### 2.4.4.1. Υπολογισμός του ΥΑ ενός έθνους

Το υδατικό αποτύπωμα των καταναλωτών ενός έθνους ( $WF_{\text{κατ,έθνος}}$ ) μπορεί να αναλυθεί σε:

- **Εσωτερικό υδατικό αποτύπωμα ( $WF_{\text{εσ}}$ )** : αφορά τη χρήση των εγχώριων υδατικών πόρων με σκοπό την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών τα οποία θα καταναλωθούν από τον πληθυσμό του ίδιου του έθνους. Είναι το άθροισμα του υδατικού αποτυπώματος εντός του έθνους ( $WF_{\text{περιοχ,έθνος}}$ ) μείον τον όγκο του εικονικού νερού που περιέχουν τα προϊόντα που εξάγει αυτό σε άλλα έθνη ( $V_{e,d}$ ).

$$WF_{\text{εσ}} = WF_{\text{περιοχ,έθνος}} - V_{e,d} \quad (12)$$

- **Εξωτερικό υδατικό αποτύπωμα ( $WF_{\text{εξ}}$ )** : αφορά τη χρήση υδατικών πόρων σε άλλα έθνη με σκοπό την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών και την εισαγωγή της από το έθνος που μελετάται. Ισούται με το εισαγόμενο εικονικό



νερό ( $V_i$ ) μείον τον όγκο του εξαγόμενου εικονικού νερού σε άλλα έθνη ως αποτέλεσμα της εξαγωγής εισαγόμενων προϊόντων ( $V_{e,r}$ ).

$$WF_{εξ} = V_i - V_{e,r} \quad (13)$$

Χρήσιμοι είναι επίσης οι παρακάτω όροι:

- **Εξαγόμενο εικονικό νερό ( $V_e$ )** : αποτελείται από το εικονικό νερό που περιέχουν τα εξαγόμενα προϊόντα ( $V_{e,d}$ ) και το εικονικό νερό που περιέχουν τα επανεξαγόμενα προϊόντα ( $V_{e,r}$ ).

$$V_e = V_{e,d} + V_{e,r} \quad (14)$$

- **Εισαγόμενο εικονικό νερό ( $V_i$ )** : αποτελείται από το εξωτερικό υδατικό αποτύπωμα ( $WF_{εξ}$ ) και ένα μέρος του επανεξαγόμενου ( $V_{e,r}$ ).

$$V_i = WF_{εξ} + V_{e,r} \quad (15)$$

Από τα παραπάνω προκύπτει το **ισοζύγιο εικονικού νερού** ενός έθνους ως εξής:

$$V_i + WF_{\text{περιοχ, έθνος}} = V_e + WF_{\text{κατ, έθνος}} \quad (16)$$

Το υδατικό αποτύπωμα της εθνικής κατανάλωσης ( $WF_{\text{κατ, έθνος}}$ ) υπολογίζεται με δυο διαφορετικές προσεγγίσεις.

#### 1<sup>η</sup> προσέγγιση

Στην προσέγγιση αυτή το υδατικό αποτύπωμα της εθνικής κατανάλωσης ( $WF_{\text{κατ, έθνος}}$ ) υπολογίζεται ως το άθροισμα του υδατικού αποτυπώματος εντός του έθνους ( $WF_{\text{περιοχ, έθνος}}$ ) και της εισαγωγής εικονικού νερού ( $V_i$ ) μείον την εξαγωγή εικονικού νερού ( $V_e$ ).

$$WF_{\text{κατ, έθνος}} = WF_{\text{περιοχ, έθνος}} + V_i - V_e \quad (17)$$

Για το **ακαθάριστο εισαγόμενο εικονικό νερό** ισχύει:

$$V_i = \sum_{ne} \sum_p (Ti[ne, p] \times WF_{\text{prod}}[ne, p]) \quad (18)$$

Όπου,

- **$Ti[ne, p]$**  = Η εισαγόμενη ποσότητα του προϊόντος  $p$  από το έθνος  $ne$  (μονάδες προϊόντος/χρόνο)
- **$WF_{\text{prod}}[ne, p]$**  = Το υδατικό αποτύπωμα του προϊόντος  $p$  στο έθνος εξαγωγής του (όγκος νερού/μονάδα προϊόντος). Όταν δεν υπάρχουν στοιχεία και μελέτες για το υδατικό του αποτύπωμα τότε λαμβάνεται σύμφωνα με παγκόσμιους ή εθνικούς μέσους όρους που αφορούν το συγκεκριμένο προϊόν.

Για το **ακαθάριστο εξαγόμενο νερό** ισχύει:

$$V_e = \sum_p T_e[p] \times WF'_{prod}[p] \quad (19)$$

Όπου,

- **$T_e[p]$**  = Η εξαγόμενη ποσότητα του προϊόντος  $p$  από το έθνος (μονάδες προϊόντος/χρόνο)
- **$WF'_{prod}[p]$**  = ο μέσος όρος του υδατικού αποτυπώματος του εξαγόμενου προϊόντος (όγκος νερού/μονάδα προϊόντος).

Ο μέσος όρος του υδατικού αποτυπώματος του εξαγόμενου προϊόντος ( $WF'_{prod}[p]$ ) υπολογίζεται από τον τύπο:

$$WF'_{prod}[p] = \frac{P[p] \times WF_{prod}[p] + \sum_{ne} (T_i[ne,p] \times WF_{prod}[ne,p])}{P[p] + \sum_{ne} T_i[ne,p]} \quad (20)$$

Όπου,

- **$P[p]$**  = Η παραγόμενη ποσότητα του προϊόντος  $p$  μέσα στο έθνος (μονάδες προϊόντος/χρόνο)
- **$T_i[ne,p]$**  = Η εισαγόμενη ποσότητα του προϊόντος  $p$  από το έθνος  $ne$  (μονάδες προϊόντος/χρόνο)
- **$WF_{prod}[ne,p]$**  = Το υδατικό αποτύπωμα του προϊόντος  $p$  στο έθνος εξαγωγής του (όγκος νερού/μονάδα προϊόντος)
- **$WF_{prod}[p]$**  = Το υδατικό αποτύπωμα του προϊόντος  $p$  όταν παράγεται μέσα στο έθνος (όγκος νερού/μονάδα προϊόντος).

## 2<sup>η</sup> προσέγγιση

Στην προσέγγιση αυτή καταλήγουμε στο αποτέλεσμα υπολογίζοντας αρχικά το υδατικό αποτύπωμα μιας ομάδας καταναλωτών του έθνους που μας ενδιαφέρει. Έτσι όπως στον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος καταναλωτή, προσθέτουμε το άμεσο και το έμμεσο υδατικό αποτύπωμα της ομάδας των καταναλωτών.

$$WF_{καταναλωτή} = WF_{άμεσο} + WF_{έμμεσο} \quad (21)$$

Το άμεσο υδατικό αποτύπωμα αναφέρεται στο νερό που καταναλώνεται σε επίπεδα οικιακής χρήσης από τους καταναλωτές. Το έμμεσο αναφέρεται στο νερό που περιέχουν σε εικονική μορφή τα προϊόντα και οι υπηρεσίες που χρησιμοποιούν οι καταναλωτές και υπολογίζεται από τον τύπο:

$$WF_{έμμεσο} = \sum_p (C[p] \times WF'_{prod}[p]) \quad (22)$$

Όπου,

- **C[p]**= Η κατανάλωση του προϊόντος p από τους καταναλωτές του έθνους (μονάδες προϊόντος/χρόνο)
- **WF'prod[p]** = Το υδατικό αποτύπωμα του προϊόντος (όγκος νερού/μονάδα προϊόντος).

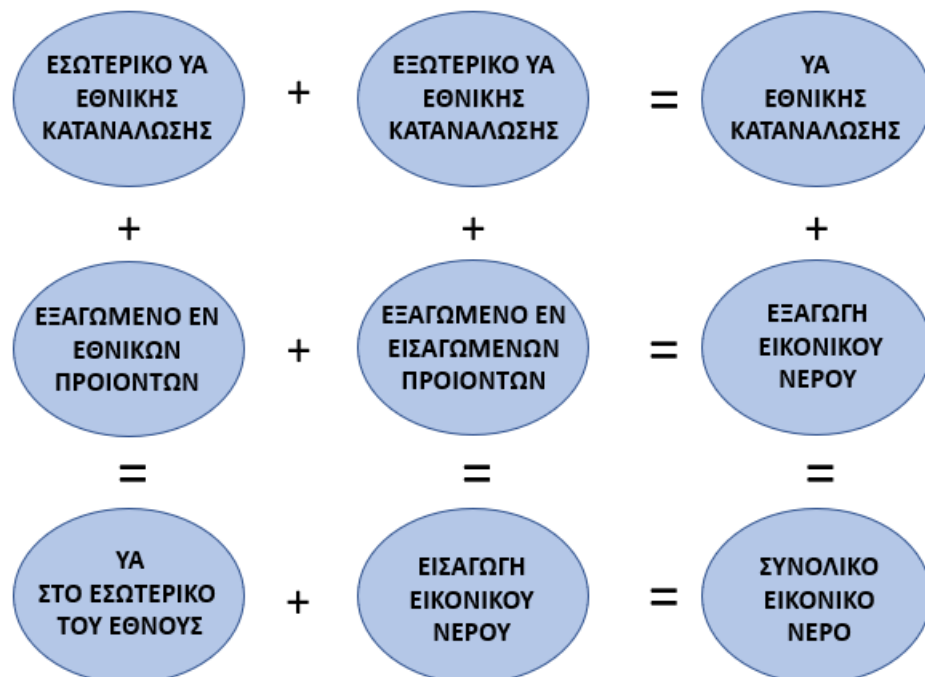
Παρόμοια με την 1<sup>η</sup> προσέγγιση ισχύει:

$$WF'prod[p] = \frac{P[p] \times WFprod[p] + \sum_{ne} (Ti[ne,p] \times WFprod[ne,p])}{P[p] + \sum_{ne} Ti[ne,p]} \quad (23)$$

Όπου,

- **P[p]**= Η παραγόμενη ποσότητα του προϊόντος p μέσα στο έθνος (μονάδες προϊόντος/χρόνο)
- **Ti[ne,p]**= Η εισαγόμενη ποσότητα του προϊόντος p από το έθνος ne (μονάδες προϊόντος/χρόνο)
- **WFprod[ne,p]**= Το υδατικό αποτύπωμα του προϊόντος p στο έθνος εξαγωγής του (όγκος νερού/μονάδα προϊόντος)
- **WFprod[p]**= Το υδατικό αποτύπωμα του προϊόντος p όταν παράγεται μέσα στο έθνος (όγκος νερού/μονάδα προϊόντος).

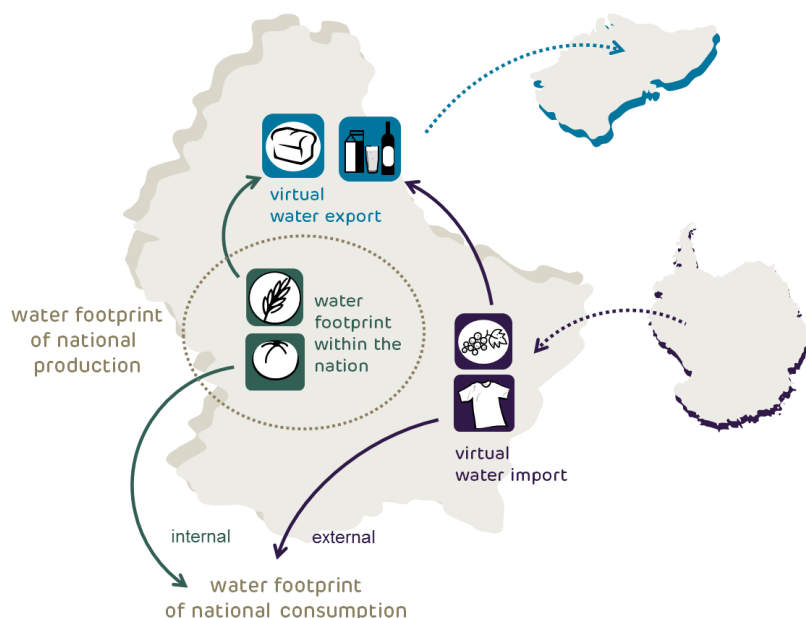
Στην Εικόνα 2-5 απεικονίζεται απλουστευμένα ο υπολογισμός του εθνικού υδατικού αποτυπώματος.



Εικόνα 2-5 : Υπολογισμός εθνικού υδατικού αποτυπώματος.

### Σύγκριση των δύο προσεγγίσεων

Σε θεωρητικό επίπεδο και οι δύο προσεγγίσεις οδηγούν στο ίδιο αποτέλεσμα. Ωστόσο, το αποτέλεσμα της πρώτης προσέγγισης μπορεί να μεταβάλλεται ελαφρώς δίνοντας υψηλότερο ή χαμηλότερο αποτέλεσμα εάν τα προϊόντα με μεγάλα υδατικά αποτυπώματα αυξάνονται ή μειώνονται κατά τη διάρκεια του έτους. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι η υπόθεση ότι υπάρχει ισορροπία. Επίσης, στην πρώτη προσέγγιση μπορεί να υπάρχουν ανακρίβειες καθώς μπορεί να υπάρχει καθυστέρηση μεταξύ της στιγμή που το νερό χρησιμοποιείται στην παραγωγή και τη στιγμή που διατίθεται το προϊόν στο εμπόριο. Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα για την περίπτωση αυτή είναι η βιομηχανία κρέατος και δέρματος. Το υδατικό αποτύπωμα των ζώων αναφέρεται στο νερό που είχε καταναλωθεί από τα ζώα καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Έτσι ο υπολογισμός αποκτά μεγάλη πολυπλοκότητα και είναι αναμενόμενο να υπάρχουν ανακρίβειες (Hoekstra & Charagain, 2011).



**Εικόνα 2-6 :** Απεικόνιση των συναλλαγών που διαμορφώνουν το εθνικό υδατικό αποτύπωμα ([www.waterfootprintnetwork.org](http://www.waterfootprintnetwork.org))

#### 2.4.5. Υδατικό αποτύπωμα και Έθνη

Κατά τη διαμόρφωση των εθνικών σχεδίων που αφορούν τα ύδατα, οι κυβερνήσεις έχουν υιοθετήσει μια καθαρά εθνική προοπτική, με στόχο την αντιστοίχιση των εθνικών παροχών νερού με τις εθνικές ανάγκες σε νερό. Κυβερνήσεις έχουν αναζητήσει τρόπους για να ικανοποιήσουν τους καταναλωτές του νερού χωρίς να δίνουν ιδιαίτερη βαρύτητα στη συνολική ποσότητα νερού που απαιτούν. Ακόμα κι αν οι κυβερνήσεις εξετάζουν επιλογές για τη μείωση των αναγκών σε νερό, γενικά δεν λαμβάνουν υπόψη την παγκόσμια διάσταση της ζήτησης νερού. Όλες οι χώρες εμπορεύονται αγαθά υψηλής έντασης νερού, αλλά λίγες κυβερνήσεις εξετάζουν

επιλογές για εξοικονόμηση νερού μέσω εισαγωγής προϊόντων υψηλής έντασης νερού ή αξιοποίησης σχετικής αφθονίας νερού για παραγωγή προϊόντων υψηλής έντασης νερού για εξαγωγή. Επιπλέον, επικεντρώνοντας το ενδιαφέρον στη χρήση νερού μόνο στη χώρα τους, οι κυβερνήσεις δεν έχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα της βιωσιμότητας της εθνικής κατανάλωσης. Πολλές χώρες έχουν εξωτερικεύσει σημαντικά το υδατικό τους αποτύπωμα, χωρίς να γνωρίζουν αν τα εισαγόμενα προϊόντα σχετίζονται με την εξάντληση των υδάτων ή τη ρύπανση στις χώρες παραγωγής (Hoekstra & Charagain 2011).

Χώρες με περιορισμένους υδάτινους πόρους όπως η Βόρεια Αφρική, το Μεξικό και η Μέση Ανατολή πρέπει να εξαρτώνται από εισαγόμενα αγαθά για να καλύψουν όλες τις ανάγκες του πληθυσμού τους. Αυτό ισχύει επίσης για χώρες με περιορισμένη έκταση όπως η Ιαπωνία και η Σιγκαπούρη. Η Ευρώπη, μολονότι είναι πλούσια σε υδάτινους πόρους και χερσαία έκταση, έχει το 40% του υδατικού της αποτυπώματος έξω από τα σύνορά της. Οι διαφορές στο εσωτερικό και εξωτερικό υδατικό αποτύπωμα της κατανάλωσης είναι επίσης μεγάλες. Στην Ολλανδία, το 95% του υδατικού αποτυπώματος της κατανάλωσης βρίσκεται κάπου αλλού στον κόσμο μέσω εισαγόμενων αγαθών, ενώ στην Ινδία και την Παραγουάη μόνο το 3% του εθνικού υδατικού αποτυπώματος της κατανάλωσης είναι εξωτερικό ([www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org)).

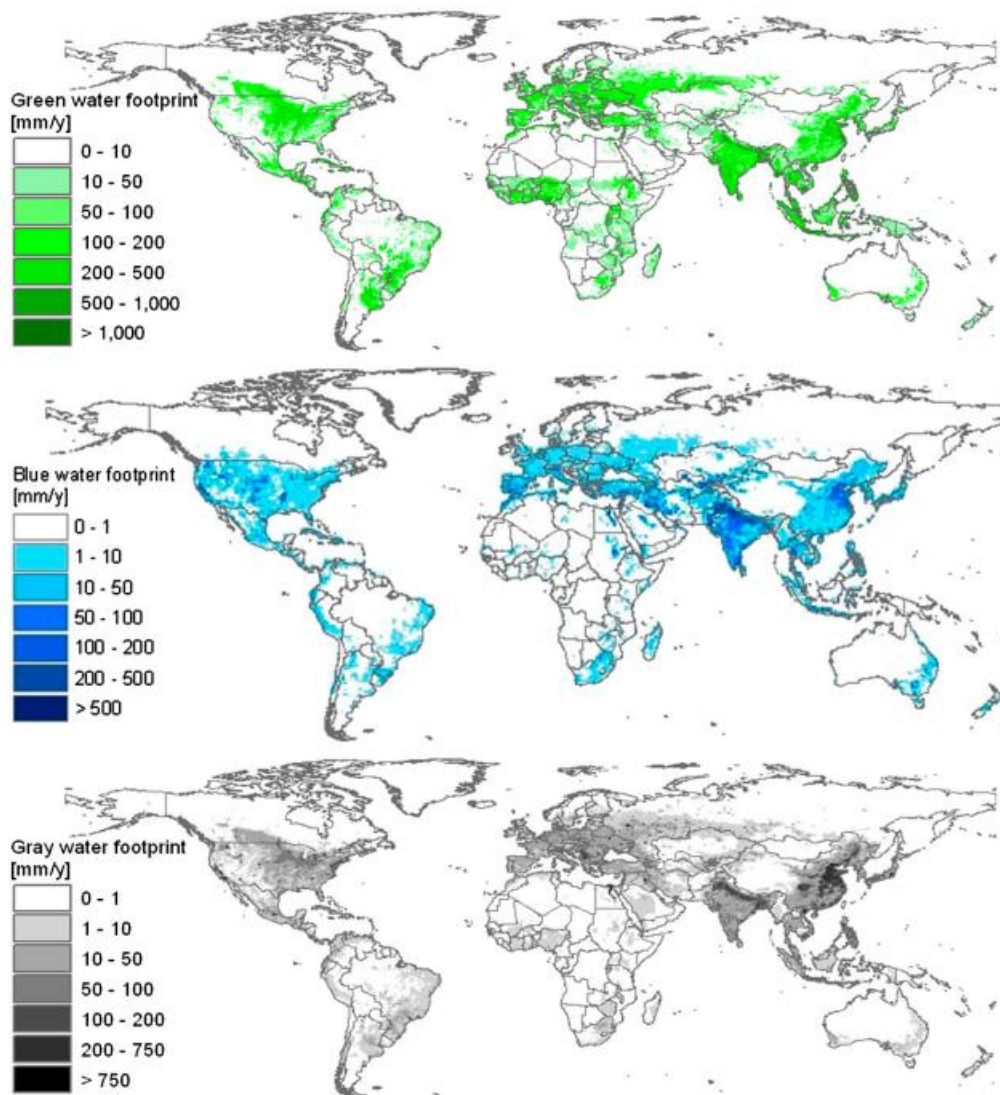
Το παγκόσμιο αποτύπωμα νερού την χρονική περίοδο 1996-2005 είναι ίσο με 9087 Gm<sup>3</sup>/έτος (74% πράσινο, 11% μπλε, 15% γκρι). Το αποτύπωμα αυτό προκύπτει ως εξής:

- 92% αγροτική παραγωγή
- 4.4% βιομηχανική παραγωγή
- 3.6% οικιακή παροχή νερού

Το μέσο παγκόσμιο υδατικό αποτύπωμα του μέσου καταναλωτή είναι ίσο με 1385 m<sup>3</sup>/έτος. Οι κάτοικοι των ΗΠΑ έχουν το μεγαλύτερο υδατικό αποτύπωμα, με 2842 m<sup>3</sup>/έτος κατά κεφαλήν ενώ οι κάτοικοι της Κίνας και της Ινδίας έχουν μέσο κατά κεφαλήν υδατικό αποτύπωμα 1071 m<sup>3</sup>/έτος και 1089 m<sup>3</sup>/έτος αντίστοιχα (Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. 2011).

Η Κίνα, η Ινδία και οι ΗΠΑ είναι οι χώρες με το μεγαλύτερο συνολικό υδατικό αποτύπωμα στην επικράτειά τους, με συνολικά 1207, 1182 και 1053 Mm<sup>3</sup>/έτος αντίστοιχα. Περίπου το 38% του παγκόσμιου υδατικού αποτυπώματος εντοπίζεται στις τρεις αυτές χώρες. Η επόμενη χώρα στην κατάταξη είναι η Βραζιλία, με συνολικό υδατικό αποτύπωμα εντός της επικράτειάς της 482 Mm<sup>3</sup>/έτος. Η Ινδία είναι η χώρα με το μεγαλύτερο μπλε υδατικό αποτύπωμα, ίσο με 243 Mm<sup>3</sup>/έτος και είναι το 24% του παγκόσμιου μπλε υδατικού αποτυπώματος. Η άρδευση σιτηρών είναι η δραστηριότητα που απαιτεί τον μεγαλύτερο όγκο νερού (33%), ακολουθεί η άρδευση ρυζιού (24%) και η άρδευση ζαχαροκάλαμου (16%). Η Κίνα είναι η χώρα με το

μεγαλύτερο γκρι υδατικό αποτύπωμα εντός των συνόρων της, ίσο με  $360 \text{ Mm}^3/\text{έτος}$  το οποίο είναι το 26% του παγκόσμιου γκρι υδατικού αποτυπώματος (Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. 2011). Στην Εικόνα 2-7 φαίνεται στο χάρτη η ακριβής κατανομή του μπλε, πράσινου και γκρι υδατικού αποτυπώματος των εθνών τη χρονική περίοδο 1995-2005 ενώ στην εικόνα 2-8 απεικονίζεται η κατανομή των κατά κεφαλήν υδατικών αποτυπωμάτων.

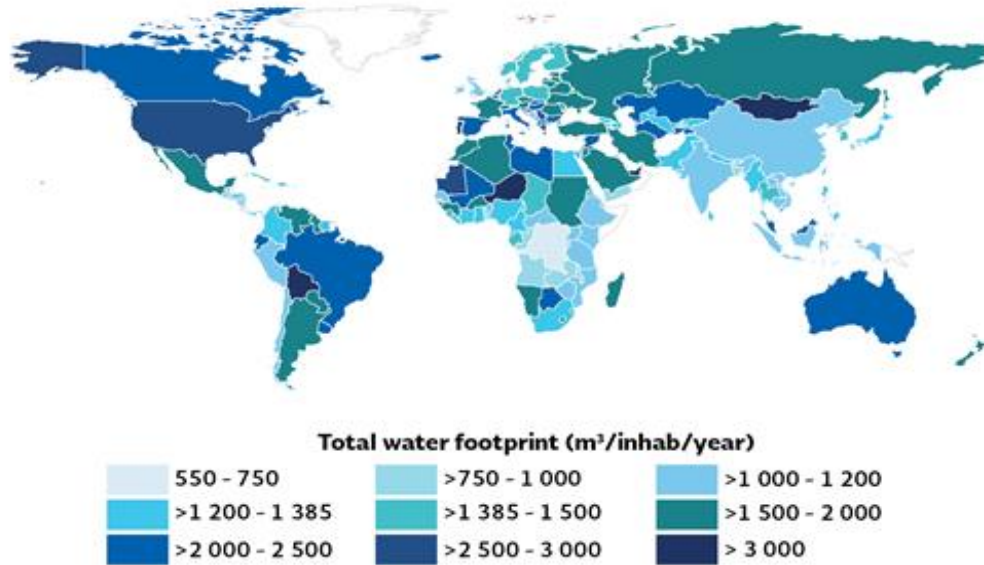


**Εικόνα 2-7 :** Πράσινο, μπλε και γκρι υδατικό αποτύπωμα ανά έθνος κατά την περίοδο 1996-2005 ( Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. 2011).

Τα υδατικά αποτυπώματα των προϊόντων που καταναλώνονται εξαρτώνται από τις συνθήκες στις περιοχές προέλευσης. Για παράδειγμα, οι πολύ χαμηλές γεωργικές αποδόσεις και τα σχετικά μεγάλα αποτυπώματα νερού ανά μονάδα συγκομιδής σε ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες εξηγούν γιατί μπορούν να έχουν ένα σχετικά μεγάλο υδατικό αποτύπωμα εθνικής κατανάλωσης.

## Total water footprint per capita

Map 1



**Source:**

Mekonnen, M.M. γ A.Y. Hoekstra. *National Water Footprint Accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption*. Value of Water Research Report Series No.50, UNESCO-IHE, Delft the Netherlands. 2011.

**Εικόνα 2-8 :** Μέσο υδατικό αποτύπωμα κατά κεφαλή ανά χρόνο σε m<sup>3</sup> ( Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. 2011).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Εργαλεία υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος (Water footprint calculators)

### 3.1. Εισαγωγή

Η εξοικείωση του καταναλωτή με τους δείκτες του υδατικού αποτυπώματος και του εικονικού νερού έχει γίνει πλέον εφικτή μέσω διαδικτυακών τόπων που με απλά και σύντομα ερωτηματολόγια, υπολογίζουν το υδατικό αποτύπωμα ενός ατόμου και κατ' επέκταση ενός νοικοκυριού, μιας επιχείρησης, μιας περιοχής, ενός προϊόντος καθώς και τις συνιστώσες του νερού ( μπλε, πράσινο, γκρι). Τα εργαλεία αυτά προωθούνται από ΜΚΟ, εθνικές και τοπικές αρχές αλλά και διάφορες εταιρίες.

Τα τελευταία χρόνια, έχει γίνει αντιληπτή η σπουδαιότητα της εξοικονόμησης υδατικού πόρου. Πολυάριθμες μελέτες τόνισαν τη σημαντικότητα της μέτρησης του όγκου νερού που καταναλώνεται από ένα άτομο ή ένα έθνος. Τα εργαλεία αυτά είναι εύκολα στην χρήση και δεν απαιτούν χρηματικό αντίτιμο. Αποτελούν, 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. Έτσι η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των διαθέσιμων εργαλείων είναι σημαντική για την εύρεση της έγκυρης πληροφορίας και την κατανόηση της. Οι ερωτήσεις που θέτουν τα περισσότερα εργαλεία αφορούν καθημερινές ανθρώπινες συνήθειες που κάθε άτομο πραγματοποιεί τακτικά, αλλά ο τρόπος με τον οποίο αυτές γίνονται μπορεί να είναι συνετός και οικολογικός ή δαπανηρός.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται κάποια από τα εργαλεία υπολογισμού που χρησιμοποιούνται συχνότερα, καθώς και οι τομείς που εξυπηρετούν:

**Πίνακας 3-1 :** Εργαλεία υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος και πεδία εφαρμογής.

ΕΡΓΑΛΕΙΟ	ΠΕΔΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΥΑ
<a href="http://www.waterfootprint.org">www.waterfootprint.org</a>	Προσωπικό, εθνικό, παγκόσμιο, λεκάνη απορροής
<a href="http://www.watercalculator.org">www.watercalculator.org</a>	Προσωπικό
<a href="http://www.aquapath-project.eu">www.aquapath-project.eu</a>	Προσωπικό
<a href="http://www.activesustainability.com">www.activesustainability.com</a>	Προσωπικό
<a href="http://www.pelicanwater.com">www.pelicanwater.com</a>	Προσωπικό
<a href="http://www.greenkey.global">www.greenkey.global</a>	Ξενοδοχειακές μονάδες
<a href="http://www.agroclimate.org">www.agroclimate.org</a>	Γεωργικές καλλιέργειες
<a href="http://www.b-e-f.org">www.b-e-f.org</a>	Επιχειρήσεις, events



Ο καθένας μας μπορεί να επισκεφτεί τους παραπάνω ιστότοπους και μέσα από μια ευχάριστη και σύντομη διαδικασία να αντιληφθεί οπτικά και ποσοτικά τον όγκο του γλυκού νερού που δεσμεύει καθημερινά χρησιμοποιώντας ανέσεις και καταναλώνοντας προϊόντα που προηγουμένως δεν γνώριζε ότι η διαδικασία δημιουργίας τους και η παροχή τους σε αυτόν κατανάλωναν μεγάλο όγκο υδατικού πόρου.

### 3.2. WATER FOOTPRINT NETWORK ([www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org))

Το water footprint network αποτελεί τον πιο διαδεδομένο διαδικτυακό τόπο που παρέχει πληροφορίες για το εικονικό νερό και το υδατικό αποτύπωμα. Απαντά σε όλα τα ερωτήματα που προκύπτουν για τους παραπάνω δείκτες με σύντομο και κατανοητό τρόπο ενημερώνοντας έγκυρα και ουσιαστικά.

Διαθέτει δύο διαφορετικά εργαλεία υπολογισμού του προσωπικού υδατικού αποτυπώματος, ένα απλοποιημένο και ολιγόλεπτο (simplified water footprint calculator) και ένα εκτενές (extended water footprint calculator). Διαθέτει επίσης το water footprint assessment tool όπου μπορούν να υπολογιστούν το υδατικό αποτύπωμα μιας γεωγραφικά οριοθετημένης περιοχής, ενός προϊόντος, ενός έθνους, ενός ποταμού.

#### 3.2.1. Προσωπικό υδατικό αποτύπωμα (simplified water footprint calculator)

Το εργαλείο αυτό θέτει στο χρήστη μονάχα 4 ερωτήσεις:

- Χώρα στην οποία κατοικεί
- Φύλο
- Διατροφικές συνήθειες
- Ετήσιο εισόδημα σε δολάρια

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι βασισμένα σε μέσους όρους του έθνους στο οποίο ανήκει ο χρήστης.

#### 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 3-1 :** Simplified water footprint calculator.

### 3.2.2. Προσωπικό υδατικό αποτύπωμα (extended water footprint calculator)

Το εργαλείο αυτό ζητά αρχικά τη χώρα κατοικίας του χρήστη και έπειτα θέτει πλήθος ερωτήσεων τις οποίες κατατάσσει σε 3 μεγάλες κατηγορίες:

- **Κατανάλωση τροφίμων:** 11 ερωτήσεις σχετικά με τις διατροφικές συνήθειες του χρήστη στις οποίες συμπληρώνει την κατανάλωση του σε κιλά ανά εβδομάδα ή κιλά ανά ημέρα.
- **Οικιακή κατανάλωση νερού (εσωτερική):** 11 ερωτήσεις σχετικά με το μπάνιο, τις οικιακές συσκευές, το πλύσιμο κλπ.
- **Οικιακή κατανάλωση νερού (εξωτερική):** 6 ερωτήσεις για τις δραστηριότητες που απαιτούν νερό έξω από το σπίτι όπως η ύπαρξη πισίνας, το πότισμα του κήπου, το πλύσιμο αυτοκινήτου.
- **Ετήσιο εισόδημα σε δολάρια**

#### Personal calculator - extended

Your individual water footprint is equal to the water required to produce the goods and services consumed by you. Please take your time and feel free to use the extended water footprint calculator developed by the researchers at UNESCO-IHE to assess your own unique water footprint. The calculations are based on the water requirements per unit of product as in your country of residence.

Note: put decimals behind a point, not a comma (e.g. write 1.5 and not 1,5).

Country of residence	Select a Country ▾
<b>Food consumption</b>	
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?	Fat content ▾
How is your sugar and sweets consumption?	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

**Εικόνα 3-2 :** Extended water footprint calculator- κατανάλωση τροφίμων.

<b>Domestic water use - indoors</b>	
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
<b>Domestic water use - outdoors</b>	
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
How long do you water your garden each time?	<input type="text"/> minute per watering
How long per week do you spend rinsing equipment, driveways, or sidewalks each week?	<input type="text"/> minute per week
If you have a swimming pool what is its capacity?	<input type="text"/> cubic meter
How many times per year do you empty your swimming pool?	<input type="text"/> number per year
<b>Industrial goods consumption</b>	
What is your gross yearly income? (Only that part of income which is consumed by you).	<input type="text"/> US\$ per year

**Εικόνα 3-3 :** Extended water footprint calculator- οικιακή χρήση νερού.

### 3.2.3. Water footprint assessment tool

Το Water footprint assessment tool παρέχει τις επιλογές υπολογισμού εθνικού ΥΑ, παγκόσμιου ΥΑ και ΥΑ ποταμού. Αναλυτικότερα:

- **Εθνικό υδατικό αποτύπωμα:** αρχικά ο χρήστης επιλέγει τη χώρα που τον ενδιαφέρει και στη συνέχεια το εργαλείο παρέχει πληροφορίες είτε για το συνολικό υδατικό αποτύπωμα, είτε για τις επιμέρους κατηγορίες του (οικιακή χρήση, καλλιέργειες, βιομηχανία). Εμφανίζονται γραφήματα με τις ποσότητες νερού που καταναλώνονται καθώς και σε ποια συνιστώσα του ΥΑ ανήκουν (μπλε, πράσινο, γκρι). Αναφέρονται επίσης οι καλλιέργειες που υπάρχουν στη χώρα και το ποσοστό του ΥΑ που αποτελεί κάθε μια από αυτές.
- **Ποτάμι:** αρχικά ο χρήστης επιλέγει το ποτάμι για το οποίο θέλει να λάβει πληροφορίες. Έπειτα εμφανίζονται γραφήματα και πίνακες που παρουσιάζουν την κατανάλωση νερού του ποταμού από τις καλλιέργειες της περιοχής, το είδος των καλλιεργειών που υπάρχουν και το είδος της κατανάλωσης (μπλε, πράσινο, γκρι).
- **Παγκόσμιο υδατικό αποτύπωμα:** παρουσιάζονται σε πίνακες και γραφήματα οι ποσότητες κατανάλωσης νερού σε οικιακή χρήση, βιομηχανία και καλλιέργειες. Διακρίνεται η κατανάλωση σε μπλε, πράσινη και γκρι. Συγκρίνονται τα συνολικά εθνικά υδατικά αποτυπώματα και τα κατά κεφαλήν.

### 3.2.4. Product Gallery

Το εργαλείο αυτό, αποτελεί μια εικονική βιβλιοθήκη πολυάριθμων προϊόντων που καταναλώνουμε καθημερινά όπως τροφίμων, προϊόντων ένδυσης κλπ. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το προϊόν που τον ενδιαφέρει και να ενημερωθεί για το συνολικό του υδατικό αποτύπωμα αλλά και για την ποσότητα που περιέχει σε μπλε, πράσινο και γκρι νερό.

### 3.3. WATER FOOTPRINT CALCULATOR ([www.watercalculator.org](http://www.watercalculator.org))

Το Water footprint calculator αποτελεί ένα εργαλείο που επικεντρώνεται αποκλειστικά στον υπολογισμό του προσωπικού υδατικού αποτυπώματος. Οι ερωτήσεις διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- **Οικιακή κατανάλωση νερού (εσωτερική):** αποτελείται από 13 ερωτήσεις που αφορούν τη διάρκεια του ντους, τη συχνότητα που χρησιμοποιούνται η βρύση, το καζανάκι, το πλυντήριο καθώς και το είδος των εγκαταστάσεων που διαθέτουμε.
- **Οικιακή κατανάλωση νερού (εξωτερική):** αποτελείται από 8 ερωτήσεις που αφορούν τη μέθοδο που ακολουθούμε για το πλύσιμο αυτοκινήτων, την ύπαρξη πισίνας, το πότισμα του κήπου καθώς και τον τρόπο και τη συχνότητα που επιλέγουμε για τη δραστηριότητα αυτή.
- **Εικονικό νερό:** αποτελείται από 11 ερωτήσεις σχετικά με τις μετακινήσεις, τα καύσιμα και την ενέργεια, τις διατροφικές συνήθειες, την ανακύκλωση, την αγορά ενδυμάτων και άλλων αγαθών.

Το εργαλείο αυτό υπολογίζει το υδατικό αποτύπωμα σε γαλόνια ανά ημέρα και συγκρίνει τα αποτελέσματα του χρήστη με το μέσο προσωπικό υδατικό αποτύπωμα των ΗΠΑ. Δίνει επίσης τη δυνατότητα στο χρήστη να δει αναλυτικά το υδατικό αποτύπωμα κάθε επιμέρους δραστηριότητας του.

Το χαρακτηριστικό που κάνει το συγκεκριμένο εργαλείο χρήσιμο και φιλικό στο μέσο χρήστη είναι ότι του παρέχει εύκολα εφαρμόσιμες συμβουλές για κάθε του καθημερινή συνήθεια που επιβαρύνει το υδατικό του αποτύπωμα κάνοντας την εξοικονόμηση νερού να φαίνεται εφικτή και προσιτή.

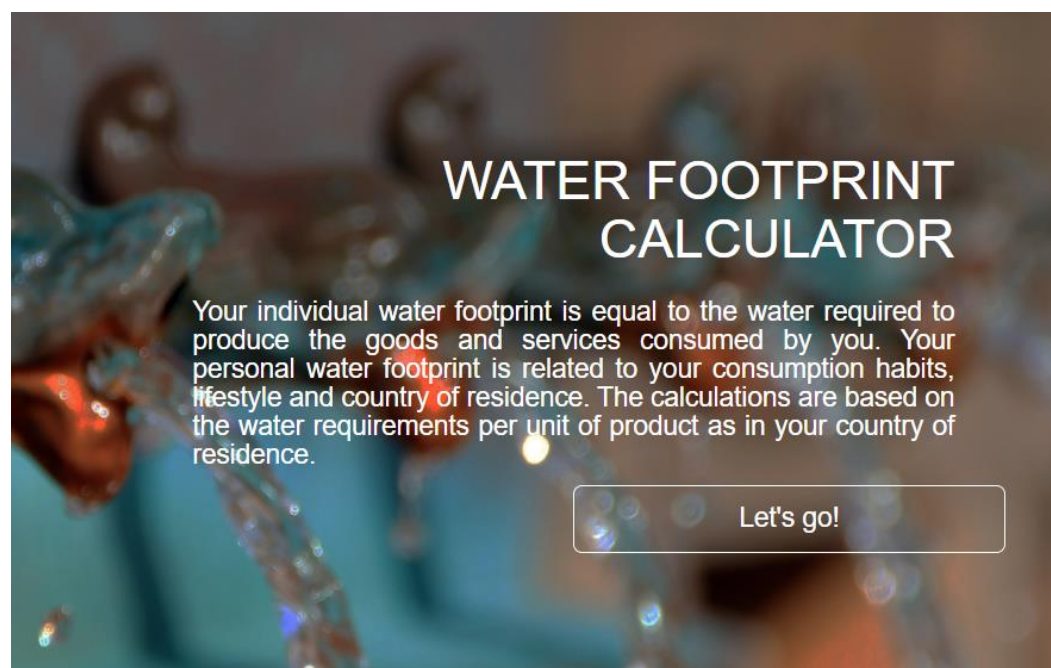


**Εικόνα 3-4 :** Water footprint calculator.

### 3.4. AQUAPATH ([www.aquapath-project.eu](http://www.aquapath-project.eu))

Όμοια με το Water footprint calculator το Aquapath εξειδικεύεται στον υπολογισμό προσωπικού υδατικού αποτυπώματος. Αρχικά ο χρήστης επιλέγει τη χώρα που κατοικεί. Στη λίστα ωστόσο υπάρχουν ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες. Εάν ο χρήστης δεν κατοικεί σε μια από τις χώρες αυτές τότε τον οδηγεί στο Water Footprint Network για τον υπολογισμό του υδατικού του αποτυπώματος.

Το ερωτηματολόγιο αποτελεί ίδιας φύσεως ερωτήσεις με τα προηγούμενα εργαλεία υπολογισμού. Ερωτήσεις σχετικά με τη διατροφή (φρούτα και λαχανικά, γαλακτοκομικά προϊόντα, κρέας, τσάι και καφές) και ερωτήσεις σχετικά με το ντους, το πλύσιμο δοντιών, το πλύσιμο αυτοκινήτου. Τέλος ο χρήστης συμπληρώνει το ετήσιο εισόδημα του σε δολάρια. Τα αποτελέσματα είναι σε λίτρα ανά εβδομάδα και συγκρίνεται με το μέσο προσωπικό υδατικό αποτύπωμα της Ευρώπης.



**Εικόνα 3-5 :** Aquapath water footprint calculator.

### 3.5. SUSTAINABILITY ([www.activesustainability.com](http://www.activesustainability.com))

Το εργαλείο Sustainability αφορά επίσης τον υπολογισμό του προσωπικού υδατικού αποτυπώματος και κατατάσσει τις ερωτήσεις στις ακόλουθες κατηγορίες:

- **Σπίτι:** πότε χτίστηκε, εάν διαθέτει πλυντήριο και τι είδους, πόσο χρόνο αφιερώνουμε στο μπάνιο πόσο συχνά πατάμε το καζανάκι κλπ.
- **Εξωτερική χρήση:** πλύσιμο αυτοκινήτου, πότισμα κήπου, ύπαρξη συστήματος επαναχρησιμοποίησης γκρι νερού ή συλλέκτη βρόχινου νερού κλπ.
- **Ανακύκλωση:** ρωτά εάν ο χρήστης ανακυκλώνει και εάν ναι ποια υλικά (γυαλί, χαρτί, πλαστικό)
- **Διατροφή:** συχνότητα κατανάλωσης κρέατος (χοιρινό, μοσχαρίσιο και πουλερικά), καθώς και πόσες κούπες γάλακτος και καφέ καταναλώνει ο χρήστης σε καθημερινή βάση.
- **Μετακινήσεις:** στο εργαλείο αυτό ο χρήστης δεν καλείται μονάχα να συμπληρώσει χονδρικά τις αποστάσεις που διανύει με το αυτοκίνητο αλλά και τον αριθμό πτήσεων που εκτελεί κάθε χρόνο.

Μετά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε γαλόνια ανά εβδομάδα για κάθε κατηγορία ξεχωριστά και συνολικά.

The screenshot shows the 'Water Footprint Calculator' interface. It includes the following sections and fields:

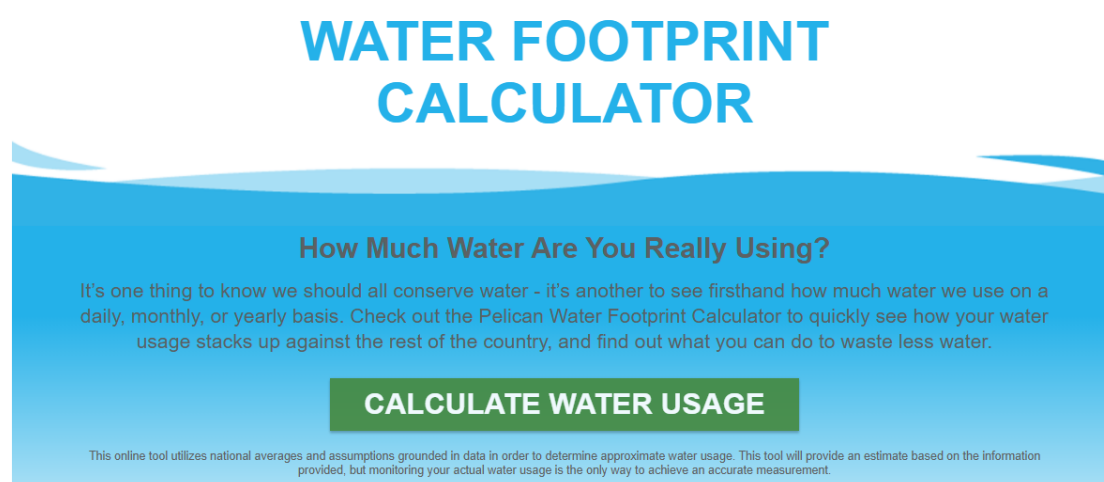
- Home:**
  - When your house was built? (Dropdown: After 1994)
  - Does your household use a dishwasher? (Dropdown: Yes)
  - Showers/Week (Text input)
  - Minutes to shower (Text input)
  - Baths instead of showers/Week (Text input)
  - Do you flush when you pee? (Dropdown: Yes)
  - Kind of Washing /machine (Dropdown: Front Loading)
  - Loads/Week (Text input)
- Outdoor:**
  - Do you have a greywater system in Home.? (Dropdown: Yes)
  - Do you have a rain barrel system in Home.? (Dropdown: Yes)
  - Do you have a car.? (Dropdown: Yes)
- Car Wash:**
  - How do you wash car.? (Dropdown: Garden)
  - Daily (Dropdown: Daily)
- Recycle:**
  - Do you recycle bottles and cans.? (Dropdown: All)
  - Do you recycle papers? (Dropdown: All)
  - Do you recycle plastic.? (Dropdown: All)

**Εικόνα 3-6 :** Sustainability water footprint calculator.

### 3.6. PELICAN WATER ([www.pelicanwater.com](http://www.pelicanwater.com))

Το εργαλείο Pelican water διαθέτει ένα ενιαίο ερωτηματολόγιο 11 ερωτήσεων που σε αντίθεση με τα παραπάνω εργαλεία δεν χωρίζει σε επιμέρους κατηγορίες. Συνοπτικά περιλαμβάνει ερωτήσεις σχετικά με τη διάρκεια του ντους, τη συχνότητα πλύσης των πιάτων και το μέσο, τη συχνότητα που πατάμε το καζανάκι κλπ. Ρωτά επίσης το χρήστη εάν οι βρύσες του είναι χαμηλής ροής και εάν οι συσκευές του εξοικονομούν ενέργεια. Στη συνέχεια ακολουθούν ερωτήσεις για το πότισμα του κήπου, τη συχνότητα ποτίσματος και τα τετραγωνικά μέτρα κήπου που διαθέτει το σπίτι μας. Τέλος ο χρήστης συμπληρώνει πόσο συχνά πραγματοποιεί το πλύσιμο του αυτοκινήτου καθώς και πόσα αυτοκίνητα έχει στην κατοχή του.

Στο εργαλείο αυτό, τα αποτελέσματα για το υδατικό αποτύπωμα του χρήστη δεν εμφανίζονται άμεσα μετά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει τη διεύθυνση του ηλεκτρονικού του ταχυδρομείου έτσι ώστε να του αποσταλούν.



**Εικόνα 3-7 :** Pelican water footprint calculator.

### 3.7. GREEN KEY ([www.greenkey.global](http://www.greenkey.global))

Το εργαλείο αυτό διαφέρει από τα παραπάνω καθώς η χρήση του αφορά ξενοδοχεία. Ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει τη χρονική περίοδο για την οποία ενδιαφέρεται να υπολογίσει το υδατικό αποτύπωμα καθώς και τη χώρα που βρίσκεται το ξενοδοχείο.

Οι ερωτήσεις χωρίζονται σε 4 κατηγορίες:

- **Πληροφορίες εγκαταστάσεων:** απαιτείται να συμπληρωθούν η έκταση της ξενοδοχειακής μονάδας σε τετραγωνικά μέτρα, ο αριθμός των δωματίων και το μέγεθος τους, ο αριθμός των δωματίων που ήταν κατειλημμένα την χρονική περίοδο ενδιαφέροντος κλπ.
- **Πηγές νερού:** απαιτείται να συμπληρωθεί ο όγκος του τιμολογούμενου μετρούμενου αλλά και του μη τιμολογούμενου μετρούμενου νερού, του εμφιαλωμένου νερού, του νερού που προέρχεται από αφαλάτωση. Υπάρχει επίσης ερώτηση σχετικά με την ύπαρξη επεξεργασίας λυμάτων στο ξενοδοχείο.
- **Μη μετρούμενο νερό:** στην κατηγορία αυτή ο χρήστης δηλώνει εάν το ξενοδοχείο αξιοποιεί νερό το οποίο δεν καταγράφεται καθώς και αν γνωρίζει την ποσότητα του νερού αυτού.
- **Χρήση του πλυντηρίου ρούχων:** ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει την ποσότητα ρούχων που πλένονται το χρονικό διάστημα που δήλωσε αρχικά σε τόνους. Η ερώτηση αυτή συμπληρώνεται στην περίπτωση που το νερό που καταναλώνεται σε πλύσεις πλυντηρίου δεν συμπεριλαμβάνεται στις ποσότητες που αναφέρθηκαν στις παραπάνω ερωτήσεις.

Τέλος, ο χρήστης λαμβάνει τα αποτελέσματα στην προσωπική του διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

## Water calculation tool

If you are a hotel or other type of accommodation, you can calculate your water footprint using the water calculation tool below. The water calculation follows the “Hotel Water Measurement Initiative” (HWMI) tool developed by the Sustainable Hospitality Alliance (SHA), formerly called International Tourism Partnership (ITP).

To calculate the water footprint of your accommodation, please follow the following steps:

**Εικόνα 3-8 :** Green key water footprint calculator.

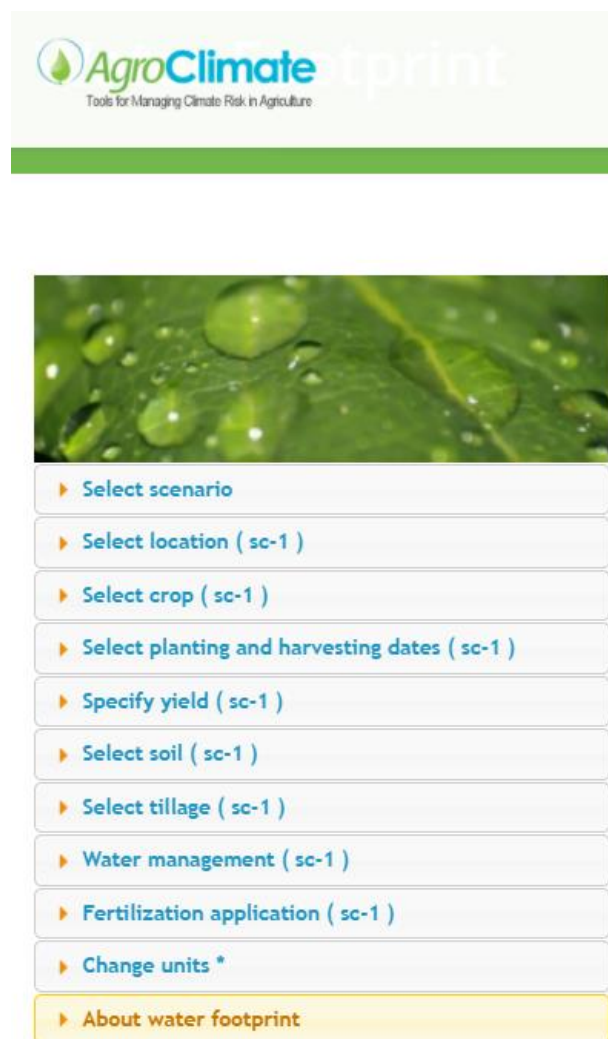


### 3.8. AGROCLIMATE ([www.agroclimate.org](http://www.agroclimate.org))

Το εργαλείο αυτό εξειδικεύεται στον τομέα της γεωργίας και υπολογίζει το υδατικό αποτύπωμα αγροτικών προϊόντων. Απευθύνεται σε χρήστες που ασχολούνται με τη γεωργία και το ερωτηματολόγιο αποτελείται από 8 ερωτήσεις που αφορούν τις καλλιέργειες τους:

- **Τοποθεσία ενδιαφέροντος:** ο χρήστης εντοπίζει και επιλέγει στο χάρτη την περιοχή που βρίσκεται το χωράφι του και συμπληρώνει τον ταχυδρομικό κώδικα.
- **Είδος καλλιέργειας:** ο χρήστης συμπληρώνει την κατηγορία που ανήκει η καλλιέργεια του (π.χ. φρούτα και λαχανικά, δημητριακά) και έπειτα το προϊόν που καλλιεργεί (π.χ. πατάτα).
- **Ημερομηνίες φυτέματος και συγκομιδής της σοδιάς.**
- **Σοδιά:** ο χρήστης συμπληρώνει τη σοδιά μετά τη συγκομιδή σε κιλά ανά εκτάριο.
- **Έδαφος:** στο σημείο αυτό πρέπει να συμπληρωθούν το είδος του εδάφους (άμμος, άργιλος), το βάθος των ριζών της καλλιέργειας και προσεγγιστικά η οργανική ύλη του εδάφους (υψηλή, μεσαία, χαμηλή).
- **Τεχνικές:** ο χρήστης συμπληρώνει τον τρόπο που φυτεύεται η καλλιέργεια και τον τρόπο που τελικά οργώνεται.
- **Άρδευση:** ο χρήστης συμπληρώνει τον τρόπο που αρδεύεται η καλλιέργεια (κατακρημνίσεις, χειροκίνητο πότισμα, αυτόματο πότισμα).
- **Λιπάσματα:** συμπληρώνεται το είδος του λιπάσματος που χρησιμοποιείται και ο τρόπος εφαρμογής του.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του εργαλείου αυτού είναι ότι ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την επιλογή σεναρίων έτσι ώστε να εντοπίσει την επίδραση της αλλαγής ορισμένων πρακτικών στο τελικό υδατικό αποτύπωμα της καλλιέργειας του και να επιλέξει το βέλτιστο σενάριο.



**Εικόνα 3-9 :** Agroclimate water footprint calculator.

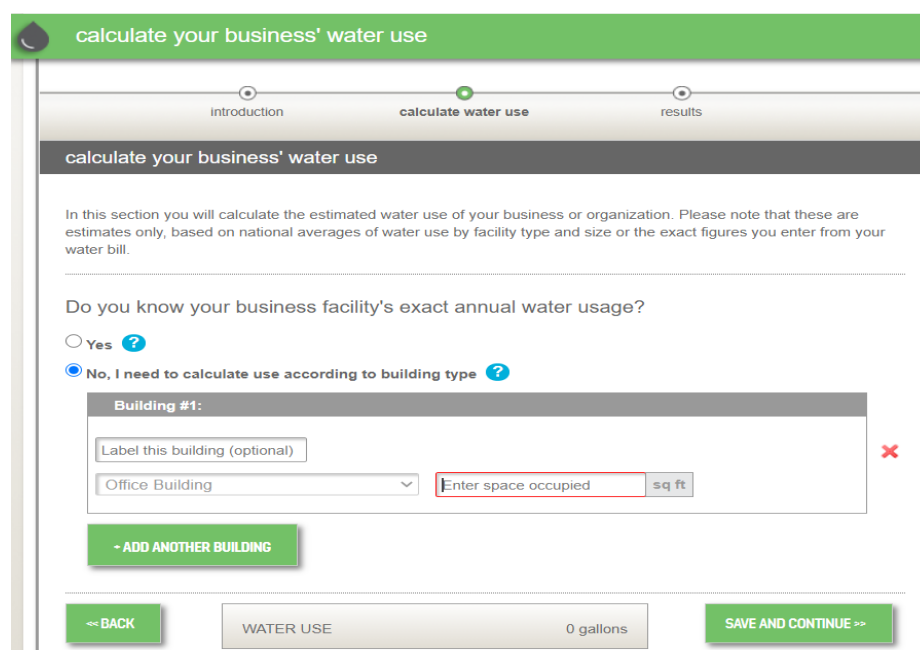
### 3.9. BEF ([www.b-e-f.org](http://www.b-e-f.org))

Το εργαλείο αυτό υπολογίζει το υδατικό αποτύπωμα μιας επιχείρησης ή ενός event. Έχει επίσης τη δυνατότητα να υπολογίζει όλες τις πτυχές του οικολογικού αποτυπώματος.

#### 3.9.1. Για μια επιχείρηση

Για τον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος μιας επιχείρησης το ερωτηματολόγιο ζητά αρχικά από το χρήστη ως δεδομένα εισόδου την ετήσια κατανάλωση νερού της επιχείρησης. Εάν ο χρήστης γνωρίζει την ακριβή ετήσια κατανάλωση τότε το εργαλείο θα αποφέρει και τα βέλτιστα αποτελέσματα στο τελικό υδατικό αποτύπωμα. Εάν ωστόσο ο χρήστης δεν έχει στη διάθεση του τα στοιχεία αυτά, τότε μπορεί να πραγματοποιήσει τον υπολογισμό συμπληρώνοντας τον τύπο του κτίσματος της επιχείρησης και το εμβαδόν του σε τετραγωνικά μέτρα. Αυτή η επιλογή παρέχει μια εκτίμηση χρήσης νερού για τον τύπο κτιρίου της επιχείρησης.

Βασίζεται στην εθνική μέση χρήση νερού ανά τετραγωνικό μέτρο για κάθε τύπο κτιρίου που αναφέρεται στις επιλογές του εργαλείου. Αν και δεν είναι ακριβής μέτρηση, αυτή είναι μια εξαιρετική επιλογή για επιχειρήσεις που δεν γνωρίζουν την ετήσια κατανάλωση νερού. Εάν ο τύπος κτιρίου της επιχείρησης του χρήστη δεν αναφέρεται στο μενού, επιλέγει τον τύπο που βρίσκεται πλησιέστερα στην εγκατάστασή του. Δυστυχώς, τα εθνικά στοιχεία μέσης χρήσης νερού για όλους τους εμπορικούς τύπους κτιρίων δεν είναι ακόμη διαθέσιμα (American Water Works Association). Το συγκεκριμένο εργαλείο δυστυχώς δεν παρέχει τη δυνατότητα υπολογισμού του έμμεσου υδατικού αποτυπώματος.

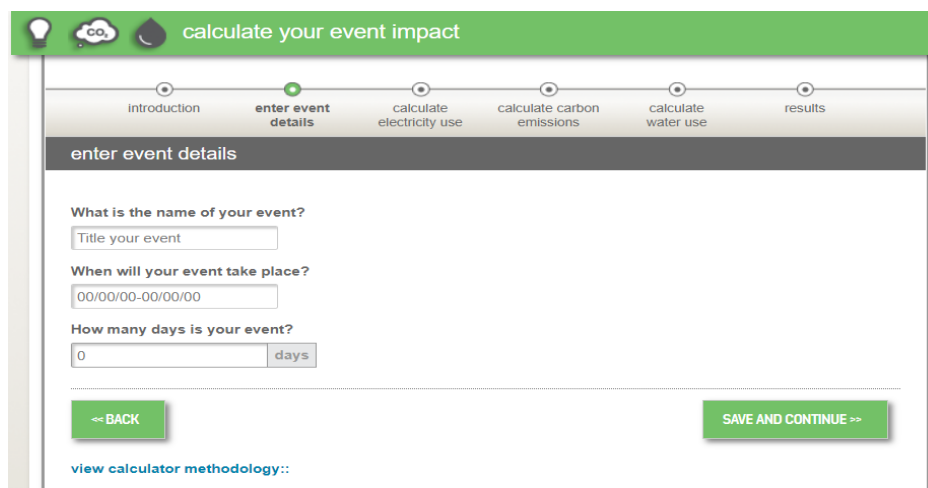


The screenshot shows a web-based calculator interface titled "calculate your business' water use". It features a progress bar at the top with three steps: "Introduction", "calculate water use" (which is the current step), and "results". Below the progress bar, there is a heading "calculate your business' water use" and a paragraph of introductory text. The main question is "Do you know your business facility's exact annual water usage?". There are two radio button options: "Yes" and "No, I need to calculate use according to building type". The "No" option is selected. Below this, there is a section for "Building #1" with a text input field for "Label this building (optional)", a dropdown menu currently showing "Office Building", and a text input field for "Enter space occupied" followed by "sq ft". A red "X" icon is visible to the right of the input fields. Below the building input section is a green button labeled "- ADD ANOTHER BUILDING". At the bottom of the interface, there are three buttons: "<< BACK", "WATER USE 0 gallons", and "SAVE AND CONTINUE >>".

**Εικόνα 3-10 :** Bef water footprint calculator.

### 3.9.2. Για ένα event

Στην περίπτωση ενός event το εργαλείο δεν αφορά αποκλειστικά το υδατικό αποτύπωμα αλλά συνδυάζει τον υπολογισμό του ανθρακικού, του ηλεκτρικού και του υδατικού αποτυπώματος. Ο χρήστης συμπληρώνει αρχικά την ημερομηνία που διεξάγεται η δεξίωση και τη διάρκεια της. Όσον αφορά το υδατικό αποτύπωμα απαιτείται μονάχα να συμπληρώσει την συνολική κατανάλωση νερού που σημειώθηκε στις εγκαταστάσεις που πραγματοποιήθηκε η δεξίωση που τον ενδιαφέρει.



**Εικόνα 3-11 :** Bef footprint calculator – event.

### 3.10. Σύγκριση εργαλείων υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος

#### 3.10.1. Σύγκριση εργαλείων υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος

Δυστυχώς δεν υπάρχουν αρκετές έρευνες για την αξιολόγηση και τη σύγκριση των εργαλείων υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος. Εργαλεία υπολογισμού των άλλων δεικτών του οικολογικού αποτυπώματος όπως το ανθρακικό έχουν μελετηθεί εκτενέστερα και εις βάθος. Έγινε αντιληπτό ότι υπάρχει πλήθος εργαλείων για τον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος και ένας χρήστης καλείται να επιλέξει ποιο από αυτά θα εμπιστευτεί και θα χρησιμοποιήσει. Ενώ όλα τα εργαλεία αυτά αποσκοπούν στον υπολογισμό του ίδιου δείκτη, καθένα από αυτά καταλήγει στο αποτέλεσμα με διαφορετικό πλήθος ερωτήσεων και κατά συνέπεια με διαφορετική ακρίβεια. Η διαδικασία περιλαμβάνει ερωτήσεις σχετικά με τις καθημερινές μας συνήθειες και δραστηριότητες που περιλαμβάνουν την κατανάλωση νερού. Τα εργαλεία που αποσκοπούν σε μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελέσματος περιλαμβάνουν ερωτήσεις σχετικά με τη ρουτίνα του χρήστη όπως πόσο διαρκεί το ντους του, πόσες φορές την εβδομάδα χρησιμοποιεί το πλυντήριο πιάτων, πόσες μερίδες κρέατος συμπεριλαμβάνει στην εβδομαδιαία διατροφή του, πόσα χιλιόμετρα διανύει με το αυτοκίνητο του, ποια υλικά ανακυκλώνει κ.α.

Συγκεκριμένα για το προσωπικό υδατικό αποτύπωμα μελετήθηκαν 5 διαφορετικά εργαλεία τα οποία ενώ εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό, παρουσιάζουν ποικιλομορφία. Πρόκειται για τα εργαλεία:

- Water footprint network
- Water footprint calculator
- Aquapath
- Sustainability
- Pelican water

Η αξιοπιστία και η ακρίβεια τους κρίνεται από:

- τον αριθμό κατηγοριών που παρέχουν
- το πλήθος των ερωτήσεων που περιέχει η κάθε κατηγορία
- τον τρόπο παρουσίασης των αποτελεσμάτων

Το πιο αδύναμο εργαλείο σε σχέση με το πλήθος κατηγοριών που παρέχει είναι το Pelican water. Αυτό συμβαίνει γιατί είναι το μόνο εργαλείο που περιλαμβάνει μονάχα δύο κατηγορίες ερωτήσεων (εσωτερική και εξωτερική οικιακή χρήση νερού) και δεν λαμβάνει καθόλου υπόψη την έμμεση κατανάλωση νερού από το χρήστη (εικονικό νερό). Ακολουθούν το Water footprint network και το Aquarpath καθώς διαθέτουν επιπλέον κατηγορία σχετικά με τις διατροφικές συνήθειες του χρήστη. Τα εργαλεία Sustainability και Water footprint calculator διαφοροποιούνται ως προς το είδος των κατηγοριών καθώς προσφέρουν ερωτήσεις που αφορούν την ανακύκλωση και τις μετακινήσεις τόσο με αυτοκίνητο όσο και με αεροπλάνο. Ωστόσο, το Water footprint calculator, ενώ ουσιαστικά προσφέρει το μεγαλύτερο πλήθος κατηγοριών ερωτήσεων, κατανέμει τις ερωτήσεις του σε τρεις ομάδες. Λαμβάνει υπόψη συνήθειες που τα άλλα εργαλεία αγνοούν (π.χ. ποσότητα τροφής κατοικίδιου). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι κατηγορίες ερωτήσεων του κάθε εργαλείου.

**Πίνακας 3-2 :** Εργαλεία υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος και πλήθος κατηγοριών ερωτήσεων.

ΕΡΓΑΛΕΙΟ	ΟΙΚΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ		ΔΙΑΤΡΟΦΗ	ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ				
WF network	✓	✓	✓			3
WF calculator	✓	✓	✓	✓	✓	5
Aquarpath	✓	✓	✓			3
Sustainability	✓	✓	✓	✓	✓	5
Pelican water	✓	✓				2

Ωστόσο το πλήθος των ερωτήσεων είναι καθοριστικότερο στην ακρίβεια των εργαλείων. Καταμετρώντας τις ερωτήσεις όλων των ερωτηματολογίων συμπεραίνουμε ότι:

**Πίνακας 3-3 :** Εργαλεία υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος και πλήθος ερωτήσεων που παρέχει το καθένα.

ΕΡΓΑΛΕΙΟ	ΠΛΗΘΟΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ
Water footprint network	29
Water footprint calculator	32
Aquarpath	14
Sustainability	26
Pelican water	11

Αναλυτικότερα, στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το πλήθος ερωτήσεων του κάθε εργαλείου ανά κατηγορία:

**Πίνακας 3-4 :** Εργαλεία υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος και πλήθος ερωτήσεων ανά κατηγορία.

ΕΡΓΑΛΕΙΟ	ΑΜΕΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ		ΕΜΜΕΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	ΕΙΣΟΔΗΜΑ	ΣΥΝΟΛΟ
	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΝΕΡΟ		
WF network	11	6	11	1	29
WF calculator	13	8	11	0	32
Aquarpath	5	1	7	1	14
Sustainability	8	5	13	0	26
Pelican water	8	3	0	0	11

Αυτό που κάνει το Water footprint calculator το εργαλείο με το μεγαλύτερο πλήθος ερωτήσεων είναι ότι ανάλογα με τις απαντήσεις του χρήστη μπορεί να εμφανίσει περισσότερες ερωτήσεις. Για παράδειγμα, στην κατηγορία εξωτερική χρήση νερού υπάρχει ερώτηση σχετικά με το πότισμα κήπου ή γκαζόν. Εάν ο χρήστης απαντήσει πως δεν έχει κήπο που ποτίζει προχωρά σε άλλης φύσεως ερωτήσεις. Εάν ωστόσο απαντήσει καταφατικά του εμφανίζονται επιπλέον 2 ερωτήσεις που εμβαθύνουν στη χρήση του νερού για τη δραστηριότητα αυτή. Αξιόλογο είναι επίσης το εργαλείο του Water footprint network καθώς εμβαθύνει ιδιαίτερα στις διατροφικές συνήθειες του χρήστη ζητώντας στοιχεία που αφορούν τις συγκεκριμένες ποσότητες από κάθε είδος τροφής που περιλαμβάνει στο εβδομαδιαίο διαιτολόγιο του. Στην κατάταξη ακολουθεί το εργαλείο Sustainability με 26 ερωτήσεις και τελευταίο το Pelican water με 11 ερωτήσεις, γεγονός λογικό καθώς αγνοεί το έμμεσο υδατικό αποτύπωμα του χρήστη στους υπολογισμούς.

Καθοριστικό ρόλο στην αξιολόγηση των εργαλείων υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος διαδραματίζει και ο τρόπος παρουσίασης των αποτελεσμάτων στο χρήστη. Είναι ίσως το σημαντικότερο κομμάτι της διαδικασίας καθώς από τα αποτελέσματα του ο χρήστης μπορεί να ευαισθητοποιηθεί και να επιφέρει αλλαγές στις συνήθειες του εάν το υδατικό του αποτύπωμα είναι μεγάλο και επιβαρυντικό στον πλανήτη. Με τη σειρά λοιπόν που αναφέρονται έχουμε:

- Το **Water footprint network** μετά τον υπολογισμό του υδατικού αποτυπώματος παρουσιάζει τα αποτελέσματα με τη μορφή γραφημάτων. Παρέχει ξεχωριστά γραφήματα για τις κατηγορίες της διατροφής, της οικιακής κατανάλωσης νερού, της βιομηχανικής κατανάλωσης νερού και τέλος ένα γράφημα για το συνολικό υδατικό αποτύπωμα. Έπειτα παρουσιάζει σε αναλυτικότερο γράφημα όλα τα υδατικά αποτυπώματα που διαμορφώνουν το κομμάτι της διατροφής (κρέας, γαλακτοκομικά, φρούτα κλπ.).
- Το **Water footprint calculator** παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα συγκρίνει το υδατικό αποτύπωμα του χρήστη με το μέσο προσωπικό υδατικό αποτύπωμα των ΗΠΑ. Εμφανίζονται τόσες κατηγορίες γραφημάτων όσες και οι κατηγορίες ερωτήσεων και ο χρήστης μπορεί όχι μόνο να συγκρίνει το συνολικό του αποτύπωμα με το μέσο των ΗΠΑ αλλά και το επιμέρους αποτύπωμα κάθε δραστηριότητας του. Τέλος, για κάθε τομέα χρήσης νερού υπάρχει μία επιπλέον στήλη για εκπαιδευτικό σκοπό. Εφόσον ο χρήστης έχει την πρόθεση να μειώσει το υδατικό του αποτύπωμα μπορεί να δει απλές συμβουλές και εύκολα υλοποιήσιμες για οποιοδήποτε τομέα ενδιαφέρεται.
- Το **Aquapath** παρουσιάζει τα αποτελέσματα στη μορφή πίτας και συγκρίνει το υδατικό αποτύπωμα του χρήστη με το μέσο προσωπικό υδατικό αποτύπωμα της χώρας του, εφόσον αυτή εμφανίζεται στις διαθέσιμες επιλογές και ανήκει στην Ευρώπη, περιορίζοντας έτσι τις δυνατότητες του εργαλείου.
- Το **Sustainability** παρουσιάζει στα αποτελέσματα το ετήσιο υδατικό αποτύπωμα του χρήστη συνολικά αλλά και σε κάθε κατηγορία κατανάλωσης νερού ξεχωριστά.
- Το **Pelican water** απαιτεί από το χρήστη να συμπληρώσει τη διεύθυνση ηλεκτρονικού του ταχυδρομείου για να του αποστείλει τα αποτελέσματα του υπολογισμού. Του αποστέλλει τόσο το συνολικό όσο και τα επιμέρους υδατικά του αποτυπώματα στις κατηγορίες. Ωστόσο το γεγονός ότι η λήψη των αποτελεσμάτων δεν γίνεται απευθείας όπως στα παραπάνω εργαλεία το καθιστά λιγότερο φιλικό στη χρήση.

Επιπλέον είναι σημαντικό να σημειωθεί πως ως συνέπεια του ότι η χώρα κατοικίας διαμορφώνει διαφορετικά το υδατικό αποτύπωμα, τα εργαλεία που ζητούν από το χρήστη τον τόπο κατοικίας του δίνουν ρεαλιστικότερα αποτελέσματα. Το Water footprint network και το Aquapath λαμβάνουν υπόψη τη χώρα κατοικίας του χρήστη

αλλά το πρώτο εργαλείο υπερτερεί καθώς προσφέρει πολύ μεγαλύτερο πλήθος επιλογών από το δεύτερο.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται με χρωματική κωδικοποίηση τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των εργαλείων υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος σύμφωνα με όλα τα κριτήρια που αναφέρθηκαν:

**Πίνακας 3-5 :** Κατάταξη των εργαλείων υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος με χρωματική κωδικοποίηση.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΥΑ				
ΠΛΗΘΟΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ	WF Network	WF calculator	Aquapath	Sustainability	Pelican Water
ΠΛΗΘΟΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ	WF Network	WF calculator	Aquapath	Sustainability	Pelican Water
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΜΕΣΜΑΤΩΝ	WF Network	WF calculator	Aquapath	Sustainability	Pelican Water
ΧΩΡΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	WF Network	WF calculator	Aquapath	Sustainability	Pelican Water

Πλήθος κατηγοριών:

- Γκρι, τα εργαλεία που συμπεριλαμβάνουν μόνο την άμεση κατανάλωση (εσωτερική, εξωτερική).
- Πράσινο, τα εργαλεία που συμπεριλαμβάνουν και τη διατροφή.
- Κίτρινο, τα εργαλεία που συμπεριλαμβάνουν όλα τα παραπάνω και επιπλέον την ανακύκλωση και την κατανάλωση καυσίμων.

Πλήθος ερωτήσεων:

- Γκρι, άνω των 10
- Πράσινο, άνω των 25
- Κίτρινο, άνω των 30

Παρουσίαση αποτελεσμάτων:

- Γκρι, ελλιπές
- Πράσινο, ικανοποιητικό
- Κίτρινο, άριστο

Χώρα κατοικίας:

- Γκρι, δεν λαμβάνουν υπόψη τη χώρα κατοικίας
- Κίτρινο, λαμβάνουν υπόψη τη χώρα κατοικίας

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω θα μπορούσε κανείς τα καταλήξει στο συμπέρασμα ότι τα εργαλεία Water footprint network και Water footprint calculator είναι αυτά



που προσφέρουν το μεγαλύτερο πλήθος κατηγοριών, ερωτήσεων και το φιλικότερο περιβάλλον στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων με σκοπό την ευαισθητοποίηση του χρήστη. Το Water footprint network θα δώσει τα ακριβέστερα αποτελέσματα καθώς περιλαμβάνει τη συνιστώσα της χώρας κατοικίας στον υπολογισμό ενώ το Water footprint calculator θα προσφέρει χρήσιμες και εύκολα εφαρμόσιμες συμβουλές για τη μείωση του προσωπικού υδατικού αποτυπώματος.

### 3.10.2. Σύγκριση εργαλείων υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος επιχειρήσεων

Εκτός από τα εργαλεία για τον υπολογισμό του προσωπικού υδατικού αποτυπώματος παρουσιάστηκαν και τα εργαλεία BEF για επιχειρήσεις και Green key για ξενοδοχεία. Το εργαλείο BEF θα μπορούσε να θεωρηθεί πιο χρήσιμο καθώς καλύπτει πολλά είδη επιχειρήσεων σε αντίθεση με το Green key. Ωστόσο τα στοιχεία εισόδου που απαιτεί είναι μονάχα τα τετραγωνικά μέτρα των εγκαταστάσεων της επιχείρησης. Είναι υπεραπλουστευμένο και όπως είναι λογικό τα αποτελέσματα δεν έχουν ιδιαίτερη ακρίβεια.

Αντίθετα το εργαλείο Green key, ενώ επικεντρώνεται μονάχα σε ένα συγκεκριμένο είδος επιχείρησης (ξενοδοχεία) απαιτεί πλήθος πληροφοριών εισόδου για να δώσει το βέλτιστο αποτέλεσμα, όπως το πλήθος και η χρήση του κάθε δωματίου (δωμάτια επισκεπτών, αίθουσες συνεδριάσεων κλπ.) καθώς και την μετρούμενη κατανάλωση νερού και από που προέρχεται αυτή, την μη μετρούμενη κατανάλωση νερού και τα μέσα που χρησιμοποιούνται για καθαρισμό ρούχων κλπ.

### 3.10.3. Συμπεράσματα

Η χρησιμότητα των εργαλείων αυτών είναι μεγαλύτερη από το να παρέχουν απλά ένα νούμερο σε λίτρα στον χρήστη. Οποιοσδήποτε ευαισθητοποιηθεί και επιθυμεί να εμβαθύνει στο νούμερο αυτό, θα αντιληφθεί πως έχει τον πλήρη έλεγχο να διαμορφώσει το υδατικό του αποτύπωμά του με τρόπο τέτοιο ώστε να μην κάνει κατάχρηση των υδατικών πόρων του πλανήτη. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επικεντρωθεί στην κάθε ενέργεια του ξεχωριστά συγκρίνοντας τη δική του κατανάλωση με παγκόσμιους μέσους όρους και να λάβει χρήσιμες συμβουλές για να βελτιωθεί και κατ' επέκταση να μειώσει το υδατικό του αποτύπωμα.

Σαφώς, δεν έχουν όλες οι συνιστώσες του υδατικού αποτυπώματος τον ίδιο συντελεστή βαρύτητας στο συνολικό αποτέλεσμα. Για παράδειγμα, το υδατικό αποτύπωμα της ανθρωπότητας θα παρουσίαζε δραματική πτώση εάν κάθε άνθρωπος μείωνε στο μισό την κατανάλωση ζωικών προϊόντων καθώς αποτελούν τα προϊόντα με τα μεγαλύτερα υδατικά αποτυπώματα στην αγορά. Σκοπός όμως είναι οι καταναλωτές να αναπτύξουν περισσότερο την περιβαλλοντική τους συνείδηση και να καταλάβουν ότι είναι ικανοί να συμβάλουν στην εξοικονόμηση νερού -και σε

οποιοδήποτε από τα άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα αντιμετωπίζει ο πλανήτης σήμερα- δίχως να απαρνηθούν τον άνετο τρόπο ζωή τους και δίχως να στερηθούν κανένα υλικό αγαθό. Αρκεί οι καταναλωτές να σταματήσουν να αντιμετωπίζουν το νερό σαν αγαθό ανεξάντλητο και να αρχίσουν να το χρησιμοποιούν με μέτρο και σύνεση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Χρήση των εργαλείων υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος με την εφαρμογή υποθετικών σεναρίων

### 4.1. Προσωπικό υδατικό αποτύπωμα

Όπως συμπεράναμε παραπάνω τα εργαλεία με την υψηλότερη ακρίβεια για τον υπολογισμό του προσωπικού υδατικού αποτυπώματος είναι το Water footprint calculator και το Water footprint network και εκείνο με τη χαμηλότερη είναι το Pelican water. Για να εντοπίσουμε το μέγεθος των αποκλίσεων θα εφαρμόσουμε ένα υποθετικό σενάριο στα τρία αυτά εργαλεία. Στις ερωτήσεις που είναι κοινές στα εργαλεία θα συμπληρώνουμε τα ίδια στοιχεία και σε αυτές που διαφέρουν τα επιπλέον στοιχεία που απαιτούνται.

Τα γενικά δεδομένα εισόδου που θα συμπληρώσουμε είναι:

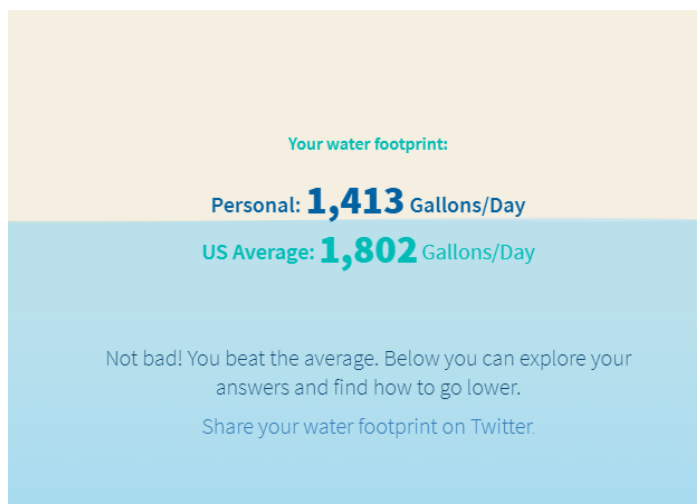
- Αριθμός ατόμων στο νοικοκυριό : 1
- Χρόνος που αφιερώνεται στο ντους : 10 λεπτά ανά ημέρα
- Φορές που στο μπάνιο γεμίζεται η μπανιέρα : 1 φορά ανά εβδομάδα
- Χρήση πλυντηρίου πιάτων : 4 φορές ανά εβδομάδα
- Χρήση πλυντηρίου ρούχων: 1 φορά ανά εβδομάδα
- Χρόνος που τρέχει η βρύση : 10 λεπτά ανά ημέρα
- Φορές που ποτίζεται ο κήπος : 1 φορά ανά εβδομάδα
- Φορές που καθαρίζεται το αυτοκίνητο : 1 φορά ανά εβδομάδα

#### 4.1.1. WATER FOOTPRINT CALCULATOR

Τα επιπλέον δεδομένα που συμπληρώνουμε στο εργαλείο αυτό είναι:

- Το ντους και οι βρύσες είναι χαμηλής ροής καθώς εγκαταστάθηκαν μετά το 1994
- Το καζανάκι πατιέται κάθε φορά που χρησιμοποιείται η τουαλέτα
- Η κατοικία δεν διαθέτει σύστημα επαναχρησιμοποίησης γκρι νερού
- Ο κήπος περιλαμβάνει φυτά που δεν απαιτούν συχνό πότισμα
- Η κατοικία δεν διαθέτει βαρέλι για τη συλλογή του βρόχινου νερού
- Η κατοικία δεν διαθέτει πισίνα
- Τα μίλια που διανύονται με το αυτοκίνητο είναι 200 ανά εβδομάδα
- Η ηλεκτροδότηση προέρχεται από υπηρεσία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας
- Το μεγαλύτερο μέρος του χαρτιού, του γυαλιού, του αλουμινίου και του πλαστικού που χρησιμοποιείται ανακυκλώνεται.
- Τα λευκά είδη του σπιτιού και τα ρούχα χρησιμοποιούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα και έπειτα δωρίζονται.

- Η διατροφή περιλαμβάνει κρέας μερικές μέρες της εβδομάδος αλλά όχι καθημερινά.
- Ξοδεύονται δέκα δολάρια ανά μήνα για τη διατροφή του κατοικίδιου



**Εικόνα 4-1 :** Αποτελέσματα υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος με το εργαλείο Water footprint calculator.

Το αποτέλεσμα του υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος με τη χρήση του εργαλείου Water footprint calculator δείχνει πως το υδατικό αποτύπωμα του χρήστη ισούται με 1.413 γαλιόνια/ημέρα δηλαδή, 5,35 m<sup>3</sup>/ημέρα και 1.952,75 m<sup>3</sup>/έτος.

#### 4.1.2. WATER FOOTPRINT NETWORK

Αρχικά συμπληρώνεται ότι η κατοικία βρίσκεται στην Ελλάδα. Τα επιπλέον δεδομένα που συμπληρώνουμε στο εργαλείο αυτό είναι:

##### Κατανάλωση τροφίμων

- Δημητριακά : 2 kg ανά εβδομάδα
- Κρέας : 1 kg ανά εβδομάδα
- Γαλακτοκομικά προϊόντα : 2 kg ανά εβδομάδα
- Αυγά : 0,5 kg ανά εβδομάδα
- Η διατροφή είναι υψηλή σε λιπαρά και η κατανάλωση ζάχαρης ισορροπημένη
- Λαχανικά : 3 kg ανά εβδομάδα
- Φρούτα : 1 kg ανά εβδομάδα
- Καφές: 2 κούπες ανά ημέρα
- Τσάι: 1 κούπα ανά ημέρα

##### Οικιακή χρήση νερού (εσωτερική)

- 1 ντους ανά ημέρα

- Χρήση της βρύσης 6 φορές ανά ημέρα για πλύσιμο χεριών, δοντιών, ξύρισμα ενώ η βρύση κλείνει κατά τη διάρκεια της διαδικασίας
- Η τουαλέτα έχει κοινό καζανάκι

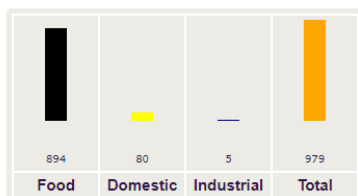
#### Οικιακή χρήση νερού (εξωτερική)

- Πότισμα του κήπου μια φορά τη βδομάδα για 10 λεπτά
- Καθαρισμός πεζοδρομίου για 5 λεπτά ανά εβδομάδα
- Η κατοικία δεν διαθέτει πισίνα

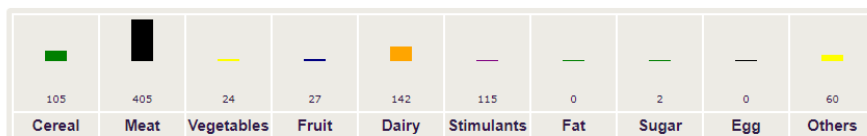
Τέλος συμπληρώνεται το ετήσιο εισόδημα 20 χιλιάδες δολάρια.

Your total water footprint is **979 m<sup>3</sup>** per year.

#### Components of your total water footprint



#### 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

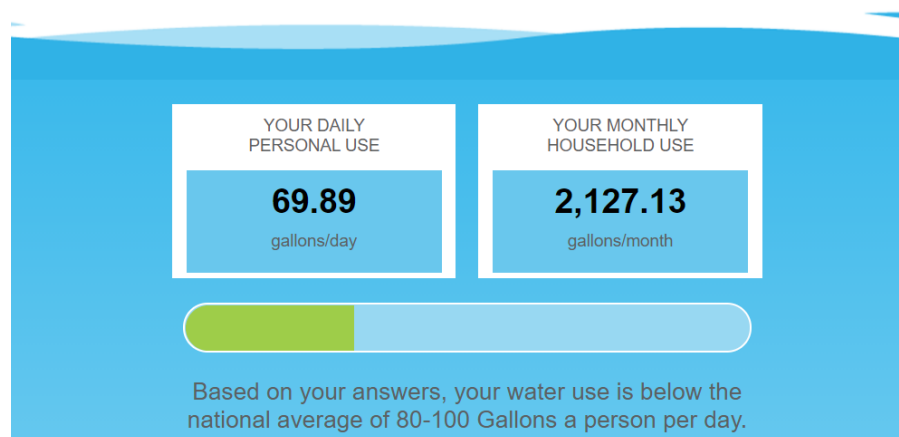
**Εικόνα 4-2 :** Αποτελέσματα υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος με το εργαλείο Water footprint network.

Το αποτέλεσμα του υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος με τη χρήση του εργαλείου Water footprint network δείχνει πως το υδατικό αποτύπωμα του χρήστη ισούται με 973 m<sup>3</sup>/έτος και επομένως 2,66 m<sup>3</sup>/ημέρα. Η απόκλιση με το αποτέλεσμα του εργαλείου Water footprint calculator οφείλεται τόσο στο γεγονός ότι απαντούμε σε διαφορετικό πλήθος και είδος ερωτήσεων αλλά και στο ότι το εργαλείο Water footprint network λαμβάνει υπόψη και τη χώρα κατοικίας του χρήστη.

#### 4.1.3. PELICAN WATER

Τα επιπλέον δεδομένα που συμπληρώνουμε στο εργαλείο αυτό είναι:

- Φορές που χρησιμοποιείται το καζανάκι: 6 φορές ανά ημέρα
- Η εγκατάσταση της τουαλέτας στην κατοικία έγινε μετά το 1994
- Ο κήπος του σπιτιού είναι 50 τετραγωνικά πόδια



**Εικόνα 4-3 :** Αποτελέσματα υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος με το εργαλείο Pelican water.

Το αποτέλεσμα του υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος με τη χρήση του εργαλείου Pelican water δείχνει πως το υδατικό αποτύπωμα του χρήστη ισούται με 69,89 γαλόνια/ημέρα δηλαδή, 0,26 m<sup>3</sup>/ημέρα και 95 m<sup>3</sup>/έτος. Προφανώς, η σημαντική αυτή απόκλιση των αποτελεσμάτων οφείλεται στο γεγονός ότι το συγκεκριμένο εργαλείο αγνοεί πλήρως την έμμεση κατανάλωση νερού στους υπολογισμούς.

## 4.2. Υδατικό αποτύπωμα ξενοδοχείου

### 4.2.1. GREEN KEY

Εφαρμόζουμε ένα υποθετικό σενάριο μέτρησης του υδατικού αποτυπώματος ενός ξενοδοχείου και συμπληρώνουμε τα παρακάτω δεδομένα εισόδου:

#### Πληροφορίες εγκατάστασης

- Περίοδος ενδιαφέροντος : Μάιος έως Οκτώβριος είναι η περίοδος που λειτουργεί το ξενοδοχείο.
- Χώρα : Ελλάδα
- Το ξενοδοχείο συνολικά : 1500 τετραγωνικά μέτρα
- Δωμάτια προς ενοικίαση : 900 τετραγωνικά μέτρα
- Δωμάτια δεξιώσεων : 300 τετραγωνικά μέτρα
- Αριθμός δωματίων επισκεπτών : 30
- Συνολικός αριθμός κρατήσεων : 2500

#### Πηγές και κατανάλωση νερού

- 90 χιλιάδες λίτρα τιμολογούμενο μετρούμενο νερό από το δήμο
- 15 χιλιάδες λίτρα μη μετρούμενο νερό από το δήμο

- 60 χιλιάδες λίτρα εμφιαλωμένο νερό
- Στο ξενοδοχείο δεν χρησιμοποιείται νερό που προέρχεται από αφαλάτωση ούτε από επεξεργασία λυμάτων
- Δεν χρησιμοποιείται νερό που δεν καταγράφεται για τα καζανάκια της τουαλέτας και για την άρδευση του γκαζόν

Το αποτέλεσμα που προκύπτει φαίνεται στην Εικόνα 4-4.

## Thank you for calculating the water usage of !

hwmi.results\_is

**165000 litres** of total water usage for the reporting period

**55 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 4-4 :** Αποτελέσματα υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος ξενοδοχείου με το εργαλείο Green key.

### 4.3. Υδατικό αποτύπωμα επιχείρησης

#### 4.3.1. BEF

Στο εργαλείο αυτό για να εφαρμόσουμε ένα υποθετικό σενάριο υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος επιχείρησης αρκεί να συμπληρώσουμε ως δεδομένα εισόδου την επιφάνεια των εγκαταστάσεων και το είδος της επιχείρησης.

Συμπληρώνουμε ότι ο τύπος του κτιρίου της επιχείρησης είναι ένα γραφείο 200 τετραγωνικών μέτρων. Το αποτέλεσμα που προκύπτει από τον υπολογισμό φαίνεται στην Εικόνα 4-5.

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)

Office Building  sq ft

- ADD ANOTHER BUILDING

---

<< BACK      WATER USE      3,800 gallons      SAVE AND CONTINUE >>

**Εικόνα 4-5 :** Αποτελέσματα υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος επιχείρησης με το εργαλείο BEF.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Παραδείγματα Υδατικών Αποτυπωμάτων και τρόποι μείωσης του προσωπικού υδατικού αποτυπώματος

### 5.1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, λόγω της ραγδαίας ταχύτητας της κλιματικής αλλαγής έχει γίνει επιτακτική η αφύπνιση των πολιτών σε περιβαλλοντικά θέματα που παλαιότερα αγνοούσαμε σε επίπεδο προσωπικό. Φυσικά, το υδατικό αποτύπωμα είναι ένας δείκτης που υπολογίζεται από επιστήμονες οι οποίοι κατανοούν τις πληροφορίες που τους παρέχει και έχουν την ικανότητα να εντοπίσουν προβλήματα λειψυδρίας, υπερκατανάλωσης, έντονης ρύπανσης και ό,τι συνεπάγονται αυτά. Ωστόσο, αυτό που κάνει τον δείκτη του υδατικού αποτυπώματος πολυτιμότερο είναι ότι μπορεί να αξιοποιηθεί και απλουστευμένα, ως εργαλείο για την ανάπτυξη περιβαλλοντικής και οικολογικής συνείδησης των πολιτών, στοχεύοντας σε περισσότερο βιώσιμη διαχείριση των παγκόσμιων υδατικών πόρων.

Ενώ φυσικά τα παραπάνω είναι αναφαίρετα δικαιώματα του κάθε ανθρώπου, η αφθονία και το χαμηλό κόστος του νερού συγκριτικά με άλλες οικιακές ανέσεις οδηγεί τον δυτικό κόσμο στην απαξίωση του πολύτιμου αυτού αγαθού και κατά συνέπεια στην αλόγιστη χρήση του. Η κατανάλωση γλυκού νερού σε επίπεδο ατομικό και επίπεδο νοικοκυριού ρυθμίζεται αποτελεσματικότερα μόνο όταν το άτομο αντιλαμβάνεται το αντίκτυπο του στο περιβάλλον και αποφασίζει συνειδητά να εξοικονομεί και να σέβεται το νερό ως αγαθό.

### 5.2. Πως διαμορφώνεται το προσωπικό υδατικό αποτύπωμα

Η βιώσιμη διαχείριση του γλυκού νερού από τους καταναλωτές και τα νοικοκυριά ξεκινάει από την μείωση του **άμεσου υδατικού αποτυπώματος** τους, το οποίο γίνεται ευκολότερα αντιληπτό από το μέσο καταναλωτή και μπορεί να δει άμεσα τη συμβολή του στο περιβάλλον και στην εξοικονόμηση του υδατικού πόρου. Αυτό συμβαίνει γιατί οι δραστηριότητες που συγκροτούν το άμεσο υδατικό αποτύπωμα του καταναλωτή, είναι οι δραστηριότητες που διαμορφώνουν και το λογαριασμό ύδρευσης που πληρώνει για το νοικοκυριό του. Η ανάπτυξη οικολογικής συνείδησης μέσω της μείωσης της κατανάλωσης γλυκού νερού σε οικιακή χρήση αποτελεί ένα από τα ευκολότερα βήματα στην προσπάθεια του ατόμου να συμβάλει στο περιβάλλον εύκολα αλλά αποτελεσματικά.

Όμως, όπως ήδη γνωρίζουμε, το υδατικό αποτύπωμα ενός καταναλωτή διαμορφώνεται τόσο από το άμεσο όσο και από το **έμμεσο υδατικό του αποτύπωμα**. Το αντίκτυπό του στο περιβάλλον λοιπόν δεν επηρεάζεται μονάχα από την μείωση της χρήσης γλυκού νερού στο νοικοκυριό του. Είναι απαραίτητη η ενημέρωση των καταναλωτών και η εξοικείωση τους με τις έννοιες υδατικό αποτύπωμα και εικονικό

νερό με σκοπό η μέριμνα τους για την προστασία των υδατικών πόρων να είναι ωφέλιμη.

Πιο συγκεκριμένα το κατά πόσο είναι βιώσιμο το **άμεσο υδατικό αποτύπωμα** ενός ατόμου καθορίζεται από τα παρακάτω:

- Ο χρόνος που αφιερώνει το άτομο σε ένα ντους. Υπολογίζεται ότι ένα δεκάλεπτο ντους σπαταλά 150 λίτρα γλυκού νερού.
- Εάν οι βρύσες παραμένουν ανοιχτές κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων όπως το πλύσιμο των δοντιών ή το πλύσιμο πιάτων τότε χάνονται περίπου 10 λίτρα νερού ανά λεπτό.
- Το καζανάκι της τουαλέτας, ενώ είναι απαραίτητο, κάθε φορά που παραλείπουμε να το πατήσουμε, εξοικονομούμε από 5 έως και 15 λίτρα νερού.
- Η συχνότητα της χρήσης των οικιακών συσκευών που απαιτούν νερό όπως το πλυντήριο πιάτων και το πλυντήριο ρούχων. Όπως θα αναφερθεί παρακάτω, ιδιαίτερη σημασία έχει και το είδος το συσκευών αυτών.
- Η ύπαρξη συστήματος αποθήκευσης και επαναχρησιμοποίησης γκρίζου νερού. Νερό δηλαδή το οποίο χρησιμοποιήθηκε από οικιακές συσκευές, νερό της βρύσης και του ντους χρησιμοποιείται για εξωτερικές δραστηριότητες όπως το πότισμα του κήπου.
- Δραστηριότητες όπως το πλύσιμο αυτοκινήτου αυξάνουν ραγδαία το υδατικό αποτύπωμα του νοικοκυριού εάν γίνονται στο σπίτι με κοινό λάστιχο και μπορούν να σπαταλήσουν έως και 380 λίτρα νερού ενώ την ίδια στιγμή η επίσκεψη σε ένα πλυντήριο αυτοκινήτων χρησιμοποιεί την μισή ποσότητα νερού ([www.watercalculator.org](http://www.watercalculator.org)).

Όλα τα παραπάνω διαμορφώνουν το άμεσο υδατικό αποτύπωμα ενός ατόμου και όπως γίνεται αντιληπτό κάθε δραστηριότητα έχει σημαντικές διακυμάνσεις που καθορίζονται από τον τρόπο και το μέσο που πραγματοποιούνται.

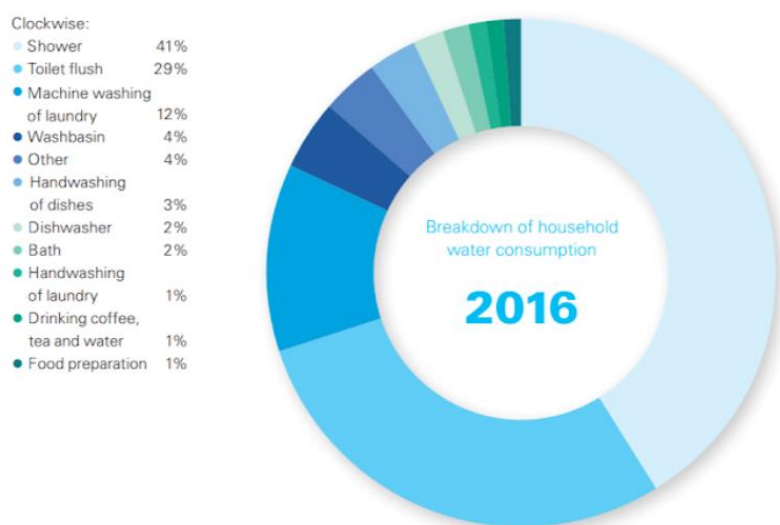
Η επόμενη συνιστώσα του υδατικού αποτυπώματος ενός καταναλωτή είναι το **έμμεσο υδατικό αποτύπωμα**. Τα στοιχεία που το διαμορφώνουν είναι τα τρόφιμα που καταναλώνει, οι υπηρεσίες που αξιοποιεί, η ενέργεια που καταναλώνει και τα αγαθά που αγοράζει. Συγκεκριμένα:

- Η παραγωγή ενέργειας διαφέρει από χώρα σε χώρα. Καύσιμα όπως ο άνθρακας, το φυσικό αέριο, τα πυρηνικά καύσιμα, το νερό, ο άνεμος, ο ήλιος έχουν όλα διαφορετικό υδατικό αποτύπωμα. Τα νοικοκυριά που προμηθεύονται ηλιακή και αιολική ενέργεια εξοικονομούν νερό αλλά και χρήματα.
- Όλα τα υλικά αγαθά όπως ρούχα, έπιπλα, συσκευές περιέχουν νερό σε εικονική μορφή και αυξάνουν το υδατικό μας αποτύπωμα. Ένα βαμβακερό μπλουζάκι και ένα τζιν απαιτούν 20.000 λίτρα νερού για να φτάσουν στα χέρια του καταναλωτή ([www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org)).

- Η ανακύκλωση χαρτιού, πλαστικού αλλά και γυαλιού εκτός του ότι είναι συνήθειες που όλοι πρέπει να τηρούμε για την προστασία του περιβάλλοντος, μειώνουν το υδατικό μας αποτύπωμα. Για παράδειγμα, ανακυκλώνοντας χαρτί ποσότητας λιγότερο από μια εφημερίδα, εξοικονομούνται 15 λίτρα νερού. Ανακυκλώνοντας αντίστοιχα όλα τα πλαστικά μας εξοικονομούνται έως και 45 λίτρα νερού/ημέρα ([www.watercalculator.org](http://www.watercalculator.org)).
- Υπολογίζεται πως κάθε άνθρωπος ξοδεύει περίπου 15 κιλά βαμβάκι το χρόνο. Ένα μόλις κιλό βαμβάκι απαιτεί 10.000 με 20.000 λίτρα νερού για να καλλιεργηθεί και να φτάσει στα χέρια μας ([www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org)).
- Η διατροφή είναι ίσως ο παράγοντας που καθορίζει περισσότερο από κάθε άλλο το έμμεσο υδατικό αποτύπωμα ενός καταναλωτή. Η κατανάλωση ζωικών προϊόντων όπως κρέας και γαλακτοκομικά αυξάνουν σημαντικά το υδατικό αποτύπωμα του καταναλωτή καθώς η βιομηχανία του κρέατος δαπανά υπέρογκες ποσότητες νερού. Το υδατικό τους αποτύπωμα περιέχει το πόσιμο νερό που παρέχουν στα εκτρεφόμενα ζώα και το υδατικό αποτύπωμα της τροφής τους.

### 5.3. Το υδατικό αποτύπωμα στο νοικοκυριό και τρόποι μείωσης του

Στις ανεπτυγμένες χώρες ο άνθρωπος έχει πρόσβαση στο νερό απλά με το άνοιγμα μια βρύσης. Δυστυχώς αυτό δεν σημαίνει ότι οι χώρες αυτές έχουν ανοσία στη λειψυδρία. Στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής ένα μέσο νοικοκυριό καταναλώνει περίπου 520 λίτρα νερού ανά ημέρα ή ανά άτομο 227 λίτρα ανά ημέρα. Στην Ευρώπη κάθε μέλος ενός νοικοκυριού καταναλώνει κατά μέσο όρο 144 λίτρα ανά ημέρα ([www.watercalculator.org](http://www.watercalculator.org)).



**Εικόνα 5-1 :** Κατανομή της οικιακής κατανάλωσης νερού.

Η εξοικονόμηση νερού στο σπίτι έχει γίνει πιο εύκολη από ποτέ με τα ακόλουθα:

- Η αντικατάσταση των οικιακών συσκευών που χρησιμοποιούν νερό (πλυντήριο πιάτων, πλυντήριο ρούχων) με αντίστοιχες με την ένδειξη ότι είναι οικολογικές και εξοικονομούν ενέργεια έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει το άμεσο υδατικό αποτύπωμα του νοικοκυριού κατά 20%. Ένα πλυντήριο πιάτων με οικολογική λειτουργία μπορεί να εξοικονομήσει έως και 19 χιλιάδες λίτρα νερό ανά έτος σε σύγκριση με το πλύσιμο πιάτων στο χέρι. Ένα πλυντήριο ρούχων νέας γενιάς είναι ικανό να πραγματοποιεί πλύσεις με το διπλάσιο βάρος χρησιμοποιώντας σχεδόν τα μισά λίτρα νερού από ένα παραδοσιακό πλυντήριο και μπορεί να εξοικονομήσει έως και 11,5 χιλιάδες λίτρα νερού ανά έτος.
- Χρήσιμη συμβουλή για την εξοικονόμηση νερού κατά το ντους είναι να περιοριζόμαστε σε 5 με 10 λεπτά. Κατά το πλύσιμο το δοντιών η βρύση να είναι κλειστή και να ανοίγει μόνο όταν είναι απαραίτητο.
- Καθοριστικό ρόλο έχει ο τύπος των βρυσών και του ντους, τα οποία όταν είναι χαμηλής ροής μπορούν να εξοικονομήσουν νερό το οποίο ουσιαστικά σπαταλούμε άσκοπα. Συγκεκριμένα, ένα ντους χαμηλής ροής παρέχει τη μισή ποσότητα νερού ανά λεπτό σε σχέση με ένα παραδοσιακό ντους. Μια βρύση χαμηλής ροής παρέχει 6 λίτρα νερού το λεπτό τη στιγμή που μία παραδοσιακή βρύση παρέχει από 11 έως και 25 λίτρα το λεπτό. Ένα καζανάκι χαμηλής ροής χρησιμοποιεί μονάχα 6 λίτρα ανά πάτημα τη στιγμή που το κοινό καζανάκι σπαταλά 15-25 λίτρα ανά πάτημα. Σε κατοικίες που έχουν κτιστεί μετά το 1994 το πιθανότερο είναι να έχουν τοποθετηθεί χαμηλής ροής συσκευές.
- Το σύστημα αποθήκευσης και επαναχρησιμοποίησης του γκρίζου νερού για τον κήπο αποτελεί μια εξαιρετικά φιλική στον υδατικό πόρο εγκατάσταση καθώς εξοικονομεί 150 λίτρα νερού ανά νοικοκυριό ανά ημέρα. Φυσικά και το παραπάνω αποτελεί δαπανηρή εγκατάσταση αλλά το πότισμα του κήπου μπορεί να έχει μηδενικά υδατικό αποτύπωμα με τη χρήση βαρελιού που συλλέγει το βρόχινο νερό και στη συνέχεια το χρησιμοποιεί για πότισμα.
- Ίσως το σημαντικότερο βήμα που μπορεί να κάνει ένα νοικοκυριό προς τη μείωση του υδατικού του αποτυπώματος είναι ο εντοπισμός και η επιδιόρθωση διαρροών. Οι διαρροές σε μεγαλύτερη κλίμακα, δηλαδή στα δίκτυα ύδρευσης και συνήθως στις ενώσεις των αγωγών και στις συνδέσεις του δικτύου με τους αγωγούς των καταναλωτών, είναι ιδιαίτερα δύσκολο να εντοπιστούν. Ωστόσο μικροδιαρροές εντός του σπιτιού όπως βρύσες ή θερμοσίφωνες που στάζουν, διαρροή από το καζανάκι ή από οποιαδήποτε οικιακή συσκευή είναι ορατές και μπορούν να επιδιορθωθούν εύκολα και άμεσα. Μία βρύση που στάζει ανά δευτερόλεπτο μπορεί να δαπανήσει περισσότερο από 11 χιλιάδες λίτρα το χρόνο. Πρακτικά το νερό αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για 180 ντους και μια τέτοια βλάβη επιδιορθώνεται δίχως ιδιαίτερη οικονομική δαπάνη.

- Αποφυγή του πλυσίματος αυτοκινήτου με το κοινό λάστιχο του κήπου. Η επίσκεψη πλυντηρίων αυτοκινήτων είναι πάντα η προτιμότερη λύση. Εάν υπάρχει η επιλογή, επισκεπτόμαστε πλυντήρια που ανακυκλώνουν το νερό των πλύσεων. Τα self-service πλυντήρια αυτοκινήτων χρησιμοποιούν τον ελάχιστο δυνατό όγκο νερού καθώς διαθέτουν λάστιχα υψηλής πίεσης που ανοίγουν για ελάχιστο χρόνο. Το υδατικό αποτύπωμα ενός πλυσίματος αυτοκινήτου στο σπίτι με χρήση κοινού λάστιχου είναι περίπου 380 λίτρα ενώ το υδατικό αποτύπωμα της ίδιας διαδικασίας σε πλυντήριο είναι το μισό.

#### 5.4. Το υδατικό αποτύπωμα και τα τρόφιμα

Εάν κάποιος συμπληρώσει τα ερωτηματολόγια των εργαλείων υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος που αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 4 και υπολογίσει το υδατικό του αποτύπωμα θα συνειδητοποιήσει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του εξαρτάται από την διατροφή του. Εναλλάσσοντας τις απαντήσεις του για να εντοπίσει πώς αυτές επηρεάζουν το τελικό υδατικό αποτύπωμα θα δει πως όσο αλόγιστη κι αν είναι η οικιακή χρήση νερού, τα μεγάλης διάρκειας ντους και η πολύωρη χρήση της βρύσης δεν έχουν το ίδιο αντίκτυπο στο τελικό αποτέλεσμα με τις διατροφικές συνήθειες του.

Είναι υπέρογκες οι ποσότητες του νερού που απαιτούνται για την παραγωγή τροφίμων. Το 69% του παγκόσμιου υδατικού πόρου καταναλώνεται από τον τομέα της γεωργίας. Το υδατικό αποτύπωμα των τροφίμων είναι τόσο μεγάλο διότι η παραγωγή τους περιλαμβάνει και τις τρεις συνιστώσες του υδατικού αποτυπώματος. Κάθε τρόφιμο έχει μπλε, πράσινο και γκρι υδατικό αποτύπωμα τα οποία έχουμε ήδη αναλύσει στο Κεφάλαιο 2.

Εάν συγκρίνουμε τα υδατικά αποτυπώματα των ζωικών και των φυτικών προϊόντων σαφέστατα τα πρώτα είναι πολύ μεγαλύτερα. Το κρέας, τα γαλακτοκομικά προϊόντα και τα αυγά έχουν μεγάλα υδατικά αποτυπώματα γιατί τα ζώα κατά τη διάρκεια της ζωής τους τρέφονται με αρδευόμενα δημητριακά τα οποία έχουν μεγάλο μπλε υδατικό αποτύπωμα ή γρασίδι που ποτίζεται με το νερό της βροχής και έχει μεγάλο πράσινο υδατικό αποτύπωμα. Τα ζώα της βιομηχανίας του κρέατος τρέφονται με καλλιέργειες όπως σόγια και καλαμπόκι που είναι ιδιαίτερα υδροβόρες και καλλιεργούνται με τη χρήση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Αντιθέτως τα ζώα ελευθέρως βοσκής τρέφονται με γρασίδι που καλλιεργείται μέσω των κατακρημνίσεων. Για παράδειγμα, το βοδινό κρέας έχει ιδιαίτερα μεγάλο υδατικό αποτύπωμα, συνήθως γύρω στα 15 λίτρα ανά κιλό ([www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org)). Τα βοοειδή καταναλώνουν υπέρογκες ποσότητες τροφής σε σχέση με τα κοτόπουλα ή τους χοίρους. Είναι λογικό να υποθέσουμε ότι το βοδινό κρέας που προέρχεται από βοσκότοπος έχει μικρότερο υδατικό αποτύπωμα από αυτό που προέρχεται από τη βιομηχανία. Ωστόσο το βοδινό κρέας έχει εξίσου μεγάλο υδατικό αποτύπωμα ανεξάρτητα της προέλευσης του. Το υδατικό αποτύπωμα δεν αξιολογείται όμως

μονάχα από τον όγκο του νερού. Ένα μεγάλο υδατικό αποτύπωμα μπορεί να είναι βιώσιμο.

Ενώ λοιπόν η εκτροφή βοοειδών έχει μεγάλο υδατικό αποτύπωμα ανεξάρτητα με τον τρόπο παραγωγής, υπάρχει αδιαμφισβήτητη διαφοροποίηση. Η διαφοροποίηση αυτή γίνεται αξιολογώντας το υδατικό τους αποτύπωμα ανά χρώμα. Το μεγαλύτερο ποσοστό του υδατικού αποτυπώματος των βοοειδών οφείλεται στην τροφή τους, στο νερό δηλαδή που χρειάστηκε για να καλλιεργηθεί. Σαφώς, το βοδινό της βιομηχανίας έχει διογκωμένο μπλε υδατικό αποτύπωμα λόγω των ζωοτροφών που προέρχονται από αρδευόμενες καλλιέργειες, όπως αναφέρθηκε. Τα ζώα ελευθέρως βοσκής θα έχουν μειωμένο μπλε υδατικό αποτύπωμα αλλά χρειάζονται περισσότερα χρόνια για να αποκτήσουν το βάρος της αγοράς και έτσι αυξάνεται κατά πολύ το πράσινο υδατικό αποτύπωμα. Φυσικά οι βοσκότοποι έχουν πολύ χαμηλότερο γκρι αποτύπωμα από τις εργοστασιακές μονάδες.

#### 5.4.1. Σύγκριση μπλε, πράσινου και γκρι υδατικού αποτυπώματος βιομηχανίας κρέατος και ελευθέρως βοσκής

Η σύγκριση των υδατικών αποτυπωμάτων της βιομηχανίας και των βοσκοτόπων είναι δύσκολη και γίνεται κυρίως προσεγγιστικά. Οι ερευνητές βασίζονται σε εθνικούς μέσους όρους και εκτιμήσεις καθώς ο τρόπος εκτροφής διαφέρει από χώρα σε χώρα. Για να εκτιμηθεί το αντίκτυπο που έχει κάθε βήμα της παραγωγικής διαδικασίας δεν χρησιμοποιούνται αριθμητικές τιμές αλλά γενικοί δείκτες που προσδιορίζουν χονδρικά τους όγκους του μπλε, πράσινου και γκριζου νερού.

Συνιστώσες υδατικού αποτυπώματος της βιομηχανίας βοοειδών σύμφωνα με το [www.watercalculator.org](http://www.watercalculator.org) :

- **Μπλε υδατικό αποτύπωμα (Μεσαίο - Μεγάλο):** ο κύριος παράγοντας που διαμορφώνει το μπλε υδατικό αποτύπωμα είναι η άρδευση των καλλιεργειών που προορίζονται για ζωοτροφές των βιομηχανοποιημένων ζώων. Πολλές φορές το νερό αυτό είναι σε εικονική μορφή εάν οι ζωοτροφές είναι εισαγόμενες. Επίσης στις ζωοτροφές προστίθεται και το εικονικό νερό που περιέχουν τα λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα και ο γεωργικός εξοπλισμός. Άλλες χρήσεις νερού που αυξάνουν το υδατικό αποτύπωμα αλλά δεν έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα στο συνολικό είναι το πόσιμο νερό που πίνουν τα εκτρεφόμενα ζώα, το νερό για τη συντήρηση των εγκαταστάσεων, για την ανάμειξη των ζωοτροφών.
- **Πράσινο υδατικό αποτύπωμα ( Μικρό – Μεσαίο):** σε νεαρή ηλικία τα βοοειδή τρέφονται με γρασίδι που μεγαλώνει με το νερό των κατακρημνίσεων. Έπειτα μεταφέρονται στη βιομηχανία και τρέφονται με ζωοτροφές.

- **Γκρι υδατικό αποτύπωμα (Μεγάλο):** το γκρι υδατικό αποτύπωμα απαρτίζουν τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες καλαμποκιού και σόγιας και καταλήγουν σε υδάτινους αποδεκτές διαταράζοντας το οικοσύστημα και μολύνοντας τους. Εκτός από αυτό, τα βοοειδή παράγουν τόνους κοπριάς. Τα απόβλητα που δημιουργούνται είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα καθώς περιέχουν αντιβιοτικά, βακτήρια, παθογόνα αλλά και βαρέα μέταλλα. Είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά προκαλώντας στους υδάτινους αποδέκτες το φαινόμενο του ευτροφισμού. Αναπτύσσονται έτσι ανεξέλεγκτα τα υδρόβια φυτά και καταναλώνουν το περισσότερο οξυγόνο θέτοντας σε κίνδυνο την υδρόβια ζωή. ([www.watercalculator.org](http://www.watercalculator.org))

Συνιστώσες υδατικού αποτυπώματος των βοοειδών ελευθέρως βοσκής:

- **Μπλε υδατικό αποτύπωμα (Μικρό):** τα κοπάδια δεν τρέφονται με αρδευόμενες καλλιέργειες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Το μπλε υδατικό τους αποτύπωμα εξαρτάται μόνο από το σανό που καταναλώνουν κατά τους χειμερινούς μήνες ή σε περιόδους ξηρασίας.
- **Πράσινο υδατικό αποτύπωμα (Μεγάλο):** τα κοπάδια τρέφονται με το γρασίδι των βοσκότοπων και καλλιέργειες που διατηρούνται εκεί και εξαρτώνται από το βρόχινο νερό. Ο φυσικός τρόπος ανατροφής τους επιμηκύνει το διάστημα που απαιτείται για να πάρουν το βάρος της αγοράς και έτσι το πράσινο υδατικό αποτύπωμα αυξάνεται. Ωστόσο δεν υπάρχουν επιπτώσεις στους τοπικούς υδάτινους πόρους.
- **Γκρι υδατικό αποτύπωμα (Μικρό):** η μόλυνση των υδάτων είναι σχεδόν ανύπαρκτη καθώς δεν γίνεται χρήση λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και ορμονών. Οι βοσκότοποι είναι μεγάλοι και η κοπριά κατανέμεται με τρόπο που δεν βλάπτει τα υδάτινα οικοσυστήματα και αντιθέτως θρέφει το έδαφος και προωθεί την ανάπτυξη των φυτών.

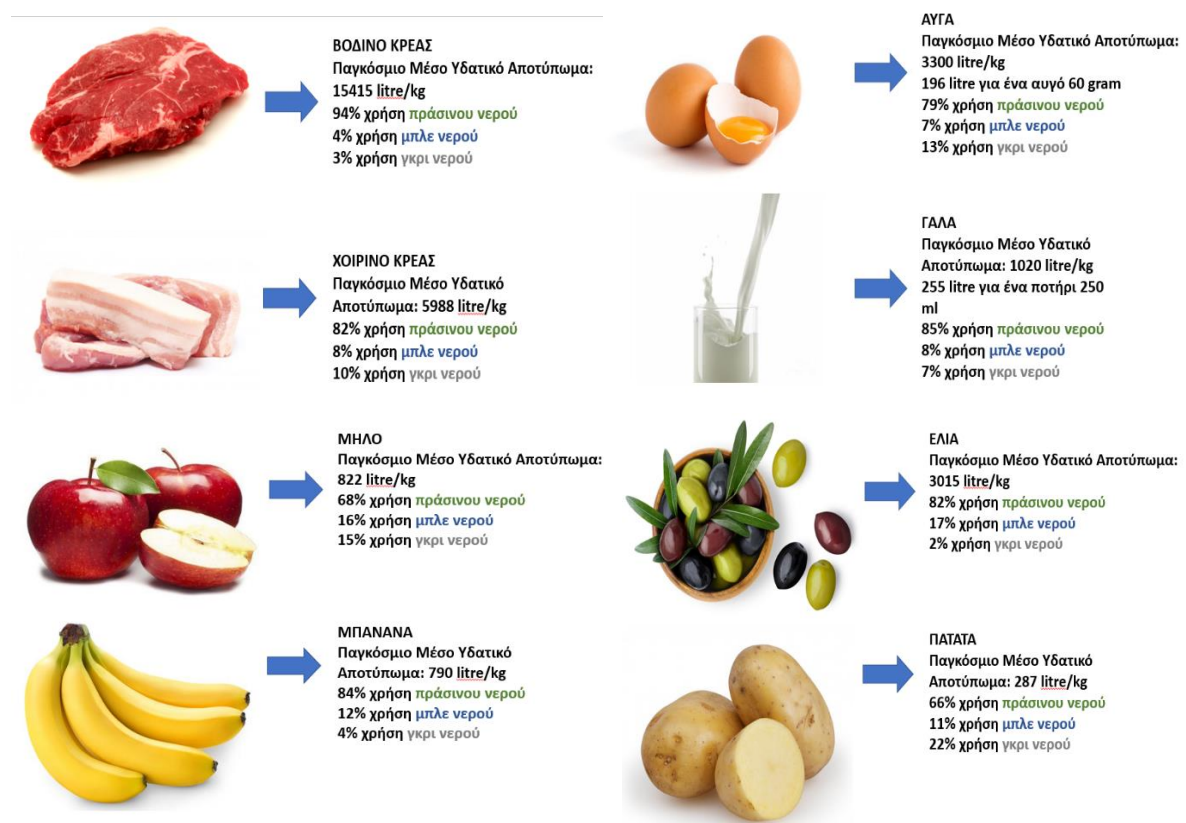
Δεν πρέπει να αγνοούμε το γεγονός ότι η βιομηχανία του κρέατος είναι υπαίτια για πολυάριθμα σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα όπως η ρύπανση της ατμόσφαιρας, η κακοποίηση των ζώων και πολλές φορές κίνδυνος της δημόσιας υγείας. Όπως έγινε αντιληπτό το μεγάλο της υδατικό αποτύπωμα συνεπάγεται και διαφορετικής φύσης απειλές στο περιβάλλον πέρα από τη λειψυδρία.

Σε επίπεδο ατομικό, η διατροφή έχει σημαντικό αντίκτυπο στο νερό και γενικότερα στο περιβάλλον. Η συμβουλή που προκύπτει για τους καταναλωτές είναι να καταναλώνουν όσο το δυνατό λιγότερο κρέας. Τις φορές που το συμπεριλαμβάνουν στη διατροφή τους, να προτιμούν ελευθέρως βοσκής ζωικά προϊόντα. Φυσικά κι έτσι, θα εξακολουθούν να έχουν πολύ μεγαλύτερα υδατικά αποτυπώματα από χορτοφάγους καταναλωτές, αλλά το αρνητικό αντίκτυπο τους στο περιβάλλον θα είναι σημαντικά μικρότερο.

#### 5.4.2. Παραδείγματα υδατικών αποτυπωμάτων τροφίμων

Ολοφάνερα, το κρέας είναι το κομμάτι της διατροφής που έχει το μεγαλύτερο αντίκτυπο στο προσωπικό υδατικό αποτύπωμα. Ένας χορτοφάγος μπορεί να έχει μόλις το μισό υδατικό αποτύπωμα ενός καταναλωτή που τρέφεται με ζωικής προέλευσης προϊόντα. Ωστόσο, υπάρχουν και τροφές φυτικής προέλευσης που έχουν μεγάλα υδατικά αποτυπώματα. Ο καφές ανήκει στις τροφές με τα μεγαλύτερα υδατικά αποτυπώματα ανά κιλό. Εάν λοιπόν συνηθίζουμε να πίνουμε δύο κούπες καφέ την ημέρα, αντικαθιστώντας τη μία με τσάι μειώνουμε αποτελεσματικά το ημερήσιο υδατικό αποτύπωμα. Επίσης, στην κατηγορία του γάλακτος το μεγαλύτερο υδατικό αποτύπωμα έχει το αγελαδινό γάλα. Το υδατικό αποτύπωμα από ένα ποτήρι αγελαδινό γάλα είναι ίσο με 113 περίπου λίτρα νερό. Αντίστοιχα το υδατικό αποτύπωμα ενός ποτηριού με γάλα αμυγδάλου είναι ίσο με 87 περίπου λίτρα νερό. Τέλος το μικρότερο υδατικό αποτύπωμα έχει το γάλα φυτικής προέλευσης. Ένα ποτήρι με γάλα σόγιας έχει υδατικό αποτύπωμα σχεδόν 35 λίτρα νερό.

Παρακάτω ακολουθούν παραδείγματα υδατικών αποτυπωμάτων προϊόντων της καθημερινής διατροφής μας, καθώς και η περιεκτικότητά τους σε μπλε, πράσινο και γκρι νερό ([www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org)).





**Διπλωματική Εργασία:** «Υδατικό αποτύπωμα και εικονικό νερό: Μεθοδολογίες και Εργαλεία Υπολογισμού»

---



**ΚΑΦΕΣ**  
Παγκόσμιο Μέσο Υδατικό Αποτύπωμα:  
18900 litre/kg 132 litre ανά κούπα  
96% χρήση πράσινου νερού  
1% χρήση μπλε νερού  
3% χρήση γκρι νερού



**ΣΟΚΟΛΑΤΑ**  
Παγκόσμιο Μέσο Υδατικό Αποτύπωμα:  
17196 litre/kg  
98% χρήση πράσινου νερού  
1% χρήση μπλε νερού  
1% χρήση γκρι νερού



**ΤΣΑΙ**  
Παγκόσμιο Μέσο Υδατικό Αποτύπωμα: 8860 litre/kg 27 litre ανά κούπα  
82% χρήση πράσινου νερού  
10% χρήση μπλε νερού  
8% χρήση γκρι νερού



**ΚΡΑΣΙ**  
Παγκόσμιο Μέσο Υδατικό Αποτύπωμα: 610 litre/kg 109 litre ανά ποτήρι  
70% χρήση πράσινου νερού  
16% χρήση μπλε νερού  
14% χρήση γκρι νερού

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Το Εικονικό Νερό (Virtual Water)

### 6.1. Εισαγωγή

Ο δείκτης του εικονικού νερού αφορά όλο το νερό που χρησιμοποιείται στην αλυσίδα παραγωγής ενός εμπορεύματος περιλαμβανομένων των υδάτων που διασχίζουν τα σύνορα ως αποτέλεσμα του εμπορίου αγαθών υψηλής έντασης νερού. Στις μέρες μας συχνότερα το αναφέρουμε ως εμπόριο εικονικού νερού (Allan, 1998). Αυτές οι εμπορικές ροές και οι επιπτώσεις τους έχουν συζητηθεί και θεωρούνται αμφιλεγόμενο θέμα, ιδίως από την αρχή της χλιετίας, όταν εισήχθη η έννοια του υδατικού αποτυπώματος. Η λογιστική αποτύπωση σημαίνει εκτίμηση της εικονικής κατανάλωσης νερού προϊόντων, ανθρώπων ή ολόκληρων εθνών (Hoekstra and Hung, 2002). Έτσι, το εικονικό νερό μπορεί να ληφθεί υπόψη για διάφορους σκοπούς όπως περιεχόμενο εικονικού νερού, αποτυπώματα και εμπορικές ροές (εικονική λογιστική εικονικού νερού).

Το εμπόριο του εικονικού νερού έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και οι επιπτώσεις του προκαλούν προβληματισμούς. Ορισμένοι μελετητές προτείνουν σενάρια που η παγκόσμια χρήση νερού γίνεται με τη βέλτιστη απόδοση. Αυτό επιτυγχάνεται με την παραγωγή αγαθών υψηλής έντασης νερού σε περιοχές με τη μεγαλύτερη αφθονία σε υδατικούς πόρους (Hoekstra and Hung, 2002), ωστόσο το ελεύθερο εμπόριο δεν έχει πάντα ως γνώμονα την επίτευξη αυτού του στόχου (Hoekstra, 2006). Τελευταία, παρατηρούνται ανησυχίες στον τομέα της δικαιοσύνης που προκύπτουν ως αποτέλεσμα του εμπορίου εικονικού νερού, ειδικά στο πλαίσιο του εμπορίου μεταξύ βιομηχανικών και αναπτυσσόμενων χωρών.

Επομένως, η διακυβέρνηση μέσω ενός συστήματος «παγκόσμιου νερού» θεωρείται απαραίτητη από ορισμένους μελετητές για την αντιμετώπιση των αρνητικών επιπτώσεων του εμπορίου και με στόχο τη βιώσιμη και δίκαιη χρήση υδάτινων πόρων (Hoekstra, 2006 2011). Από τότε, τα μέτρα αυτά έχουν γίνει αποδεκτά και έχουν χρησιμοποιηθεί από ιδρύματα όπως η UNESCO. Φαίνεται να υποδεικνύεται στενότερη αξιολόγηση της έννοιας του εικονικού νερού και του εμπορίου του μεταξύ των εθνών καθώς και των επιπτώσεων της πολιτικής του.

### 6.2. Διεθνής ροή εικονικού νερού

Κάποιες περιοχές του πλανήτη χαρακτηρίζονται από ευμάρεια σε υδατικούς πόρους και άλλες από λειψυδρία. Σε κάποιες περιοχές του πλανήτη η ζήτηση σε νερό είναι υψηλή και σε άλλες χαμηλή. Ωστόσο, η διαθεσιμότητα με τη ζήτηση δεν είναι ποσά ανάλογα. Το νερό πρέπει να κατανέμεται και να χρησιμοποιείται αποτελεσματικά. Έτσι είναι προτιμότερο μία χώρα με περιορισμένους υδατικούς πόρους να μην βασίζεται σ' αυτούς για την οικονομική της ανάπτυξη. Αντίθετα ο στόχος μια τέτοιας

χώρας πρέπει να είναι να εισάγει τα προϊόντα υψηλής έντασης νερού και να εξάγει προϊόντα χαμηλής έντασης νερού ώστε να μην επιβαρύνει τους υδατικούς πόρους του εσωτερικού. Έτσι προκύπτει η λεγόμενη ροή εικονικού νερού.

Η ανταλλαγή πόσιμου νερού μεταξύ των εθνών με ευμάρεια και των εθνών με λειψυδρία είναι μη επιτεύξιμη. Η ανταλλαγή εικονικού νερού μέσω του εμπορίου προϊόντων είναι ρεαλιστική και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εργαλείο για την σωστή παγκόσμια διαχείριση υδατικών πόρων. Η παγκοσμιοποίηση του εμπορίου νερού αποτελεί θέμα ιδιαίτερου ενδιαφέροντος καθώς η αύξηση της αλληλεξάρτησης των εθνών συνεπάγεται πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα. Προκύπτουν προβληματισμοί σχετικά με την οικονομική αξία των προϊόντων, καθώς το νερό δεν τιμολογείται με τον ίδιο τρόπο στα διάφορα έθνη και η αξία του προϊόντος πρέπει να αντικατοπτρίζει το νερό που αυτό περιέχει.

Το παγκόσμιο άθροισμα των διεθνών ροών εικονικού νερού που σχετίζονται με το εμπόριο γεωργικών και βιομηχανικών προϊόντων κατά την περίοδο 1996–2005 ήταν 2320 Gm<sup>3</sup>/έτος κατά μέσο όρο (68% πράσινο, 13% μπλε και 19% γκρι). Συγκεκριμένα διαμορφώνεται ως εξής:

- 76% εμπόριο καλλιεργειών και γεωργικών προϊόντων
- 12% εμπόριο βιομηχανικών προϊόντων
- 12% ζωικών προϊόντων

Ο όγκος του παγκόσμιου εικονικού νερού στις ροές που σχετίζονται με εγχώρια παραγόμενα προϊόντα ήταν 1762 Gm<sup>3</sup>/έτος (Hoekstra and M. Mekonnen 2011).

Κατά μέσο όρο το μπλε και το γκρι νερό στο συνολικό αποτύπωμα των προϊόντων που διακινούνται διεθνώς είναι ελαφρώς μεγαλύτερα από ότι στην περίπτωση των εγχώριων καταναλωτικών προϊόντων, που σημαίνει ότι τα εξαγόμενα αγαθά σχετίζονται στενότερα με την κατανάλωση νερού και τη ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων από τα αγαθά που δεν εξάγονται. Η πράσινη συνιστώσα στο συνολικό υδατικό αποτύπωμα των διεθνώς εξαγόμενων προϊόντων είναι 68%, ενώ είναι το 74% της συνολικής παγκόσμια παραγωγής. (Hoekstra and M. Mekonnen 2011).

Οι μεγαλύτερες ακαθάριστες εξαγωγές εικονικού νερού, οι οποίες αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το ήμισυ της παγκόσμιας εξαγωγής εικονικού νερού γίνονται από:

- Ηνωμένες Πολιτείες
- Κίνα
- Ινδία
- Βραζιλία
- Αργεντινή

- Καναδάς
- Αυστραλία
- Ινδονησία
- Γαλλία
- Γερμανία

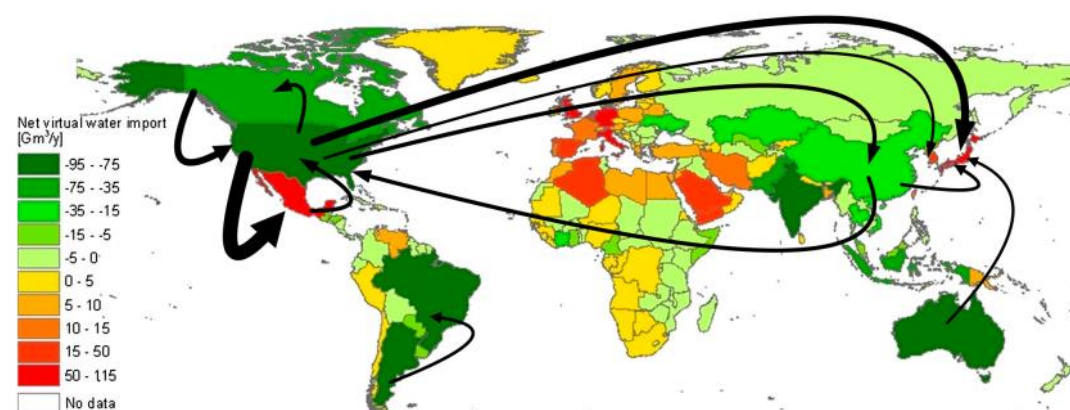
Οι μεγαλύτερες εξαγωγές μπλε εικονικού νερού, αντιπροσωπεύοντας το 49% της παγκόσμιας εξαγωγής μπλε νερού, γίνονται από:

- Ηνωμένες Πολιτείες
- Πακιστάν
- Ινδία
- Αυστραλία
- Ουζμπεκιστάν
- Κίνα
- Τουρκία

Όλες αυτές οι χώρες έχουν εν μέρει έλλειψη σε υδατικούς πόρους κάτι που θέτει το ερώτημα αν η επιλογή να καταναλώνει τον περιορισμένο εθνικό υδατικό πόρο για προϊόντα εξαγωγής είναι βιώσιμη και αποτελεσματική. Για το λόγο αυτό υπάρχουν προβληματισμοί σχετικά με την αντανάκλαση της έλλειψης αυτής στην τιμή του νερού στις χώρες αυτές.

Οι χώρες με τις μεγαλύτερες εισαγωγές εικονικού νερού είναι:

- Ηνωμένες Πολιτείες
- Ιαπωνία
- Γερμανία
- Κίνα
- Ιταλία
- Μεξικό
- Γαλλία
- Ηνωμένο Βασίλειο
- Ολλανδία



**Εικόνα 6-1 :** Ισορροπία του εικονικού νερού ανά χώρα και κατεύθυνση των ροών του στο εμπορίων γεωργικών και βιομηχανικών προϊόντων τη χρονική περίοδο 1996-2005 ( Hoekstra and Mekonnen, 2011).

Η εικόνα 6.1 απεικονίζει τα υδατικά ισοζύγια των χωρών και τις μεγαλύτερες ροές εικονικού νερού σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι χώρες με το πράσινο χρώμα έχουν αρνητικό υδατικό ισοζύγιο, που σημαίνει ότι χαρακτηρίζονται από καθαρή εξαγωγή εικονικού νερού. Αντίθετα, οι χώρες με κίτρινο, πορτοκαλί και κόκκινο χρώμα έχουν θετικό υδατικό ισοζύγιο, καθαρή δηλαδή εισαγωγή εικονικού νερού. Συγκεκριμένα παρατηρούμε ότι η Βόρεια και Νότια Αμερική, ο Καναδάς, η Βραζιλία και η Αυστραλία έχουν τις μεγαλύτερες εξαγωγές εικονικού νερού. Το Μεξικό, η Βόρεια Αφρική, η Μέση Ανατολή ανήκουν στις χώρες με τις μεγαλύτερες εισαγωγές εικονικού νερού.

Το 22% του συνολικού παγκόσμιου υδατικού αποτυπώματος αποτελείται από τα εξωτερικά υδατικά αποτυπώματα των εθνών. Σε μερικές Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Ιταλία, η Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ολλανδία το εξωτερικό υδατικό αποτύπωμα απαρτίζουν το 60 με 95% του συνολικού εθνικού υδατικού αποτυπώματος. Αντιθέτως, χώρες όπως η Αιθιοπία, η Ινδία, η Αργεντινή έχουν εξωτερικά υδατικά αποτυπώματα που αποτελούν μόλις το 4% του συνολικού εθνικού υδατικού αποτυπώματος ( Hoekstra and Mekonnen, 2011).

Μια χώρα με αυξημένο εξωτερικό υδατικό αποτύπωμα θα υπέθετε κανείς πως έχει περιορισμένους υδατικούς πόρους στο εσωτερικό της και καταφεύγει στο να εμπορεύεται αγαθά υψηλής έντασης νερού. Υπάρχουν ωστόσο χώρες όπως το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ολλανδία που έχουν αφθονία σε υδατικούς πόρους και θα μπορούσαν θεωρητικά να ενισχύσουν τον εγχώριο αγροτικό τομέα και κατά συνέπεια να ελαχιστοποιήσουν την εισαγωγή εικονικού νερού από το εξωτερικό.

### 6.3. Εμπόριο εικονικού νερού μεταξύ των μεγαλύτερων χωρών

Με την πάροδο των χρόνων τα διάφορα κόστη της εφοδιαστικής αλυσίδας ολοένα και μειώνονται αυξάνοντας έτσι τον όγκο των συναλλαγών και κατά συνέπεια τις

εξαγωγές και τις εισαγωγές εικονικού νερού μεταξύ των χωρών. Σύμφωνα με υπολογισμούς, η Κίνα είναι η χώρα με τον ταχύτερο ρυθμό αύξησης εισαγωγής εικονικού νερού, ο οποίος ανερχόταν σε 267,94% τη χρονιά 2015. Η ραγδαία αυτή αύξηση οφείλεται σε εισαγωγές γεωργικών προϊόντων, κυρίως σόγιας, αλλά και στην αύξηση του περιεχόμενου εικονικού νερού στα προϊόντα αυτά. Στη Νότια Αφρική, οι εισαγωγή εικονικού νερού αυξάνεται με σχετικά χαμηλό ρυθμό ίσο με 31,62%. Στον τομέα των εξαγωγών, ο μεγαλύτερος ρυθμός ανάπτυξης παρατηρείται στη Ρωσία και είναι ίσος με 131,04%. Ο μικρότερος ρυθμός ανάπτυξης εξαγωγής εντοπίζεται στο Μεξικό και είναι ίσος με 22,64% (Guangyao Deng , Fengying Lu et al., 2021). Περισσότερα αριθμητικά δεδομένα σχετικά με τις εισαγωγές και τις εξαγωγές εικονικού νερού παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-1.

**Πίνακας 6-1 :** Εισαγωγή και εξαγωγή εικονικού νερού στις σημαντικότερες χώρες του κόσμου το 2006 και το 2015 (Mm<sup>3</sup> και %) (Guangyao Deng , Fengying Lu et al., 2021).

Countries (Regions)	2006		2015		Growth Rate	
	Imports	Exports	Imports	Exports	Imports	Exports
Argentina	4350.02	26,168.44	10,575.52	49,983.43	143.11	91.01
Australia	9826.02	26,565.41	17,263.60	56,092.01	75.69	111.15
Brazil	17,665.17	37,121.06	42,795.95	66,874.17	142.26	80.15
Canada	23,977.12	57,359.51	42,120.29	70,363.28	75.67	22.67
China	58,211.15	122,508.74	214,184.51	179,470.19	267.94	46.50
France	57,114.45	19,075.54	84,206.92	24,558.17	47.44	28.74
Germany	106,626.98	11,754.03	160,776.48	16,086.13	50.78	36.86
India	32,199.46	95,652.94	73,794.43	192,988.25	129.18	101.76
Indonesia	13,163.25	34,941.79	27,410.33	67,339.65	108.23	92.72
Italy	43,849.33	15,015.26	61,245.57	19,412.72	39.67	29.29
Japan	164,476.34	671.94	251,222.32	858.65	52.74	27.79
Mexico	25,962.37	12,838.73	43,409.88	15,745.29	67.20	22.64
South Korea	27,995.41	921.73	56,067.79	1434.08	100.27	55.59
Russia	61,825.80	45,243.50	135,256.59	104,532.72	118.77	131.04
Saudi Arabia	18,173.41	461.65	45,421.14	756.71	149.93	63.91
South Africa	13,770.77	9906.95	18,125.00	15,865.80	31.62	60.15
Turkey	17,307.86	12,349.76	35,412.51	16,227.88	104.60	31.40
UK	64,421.82	2756.66	93,927.93	3542.63	45.80	28.51
USA	202,576.37	61,280.80	271,706.88	110,194.47	34.13	79.82
ROW	179,120.90	550,019.54	344,642.53	1,017,239.95	92.41	84.95
Total	1,142,613.97	1,142,613.97	2,029,566.17	2,029,566.17	77.62	77.62

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 6.1 ο συνολικός όγκος εισαγωγής εικονικού νερού ανά έτος ισούται με το συνολικό όγκο εξαγωγής εικονικού νερού ανά έτος. Αντίστοιχα ο ρυθμός αύξησης των εξαγωγών ισούται με τον ρυθμό αύξησης των εισαγωγών. Η χώρα με τη μεγαλύτερη εισαγωγή εικονικού νερού το 2006 ήταν οι ΗΠΑ, με συνολικά 202.576,37 Mm<sup>3</sup>. Οι εισαγωγές εικονικού νερού της Αργεντινής ήταν οι μικρότερες, στα 4350,02 Mm<sup>3</sup>. Η χώρα με τη μεγαλύτερη εξαγωγή εικονικού νερού ήταν η Κίνα, με συνολικά 122.508,74 Mm<sup>3</sup>. Η Σαουδική Αραβία είχε τις χαμηλότερες εξαγωγές νερού 461,65 Mm<sup>3</sup>. Η χώρα με τις μεγαλύτερες εισαγωγές εικονικού νερού το 2015 ήταν ακόμα οι ΗΠΑ, με 271.706,88 Mm<sup>3</sup>. Σε αντίθεση, Οι εισαγωγές της Αργεντινής ήταν οι χαμηλότερες στα 10.575,52 Mm<sup>3</sup>. Η χώρα με τις μεγαλύτερες εξαγωγές ήταν η Ινδία, με συνολικά 192.988,25 Mm<sup>3</sup>. Αντίθετα, οι εξαγωγές της Σαουδικής Αραβίας ήταν οι χαμηλότερες στα 756,71 Mm<sup>3</sup> (Guangyao Deng , Fengying Lu et al., 2021).

#### 6.4. Εξοικονόμηση νερού των χωρών λόγω του εμπορίου εικονικού νερού

Η εισαγωγή νερού σε εικονική μορφή μέσω του εμπορίου προϊόντων ωφελεί πολλά έθνη. Μέσω της εισαγωγής γεωργικών προϊόντων και γενικότερα τροφίμων ορισμένα έθνη αποφεύγουν τη χρήση των εθνικών τους υδάτινων πόρων. Παρακάτω παρουσιάζονται αριθμητικά δεδομένα για την εξοικονόμηση εγχώριων υδάτων πολυάριθμων χωρών.

**Πίνακας 6-2 :** Εξοικονόμηση εγχώριων υδάτων μέσω της εισαγωγής εικονικού νερού τη χρονική περίοδο 1996-2005 ( Hoekstra and Mekonnen, 2011).

ΧΩΡΑ	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ (Gm <sup>3</sup> /έτος)	ΠΡΑΣΙΝΟ ΝΕΡΟ	ΜΠΛΕ ΝΕΡΟ	ΓΚΡΙ ΝΕΡΟ
Ιαπωνία	134	80%	9%	12%
Μεξικό	83	69%	26%	6%
Ιταλία	54	83%	10%	7%
Ηνωμένο Βασίλειο	53	75%	15%	9%
Γερμανία	50	83%	14%	3%

Οι καλλιέργειες δημητριακών είναι υπεύθυνες για παγκόσμια εξοικονόμηση υδατικών πόρων ίση με 196 Gm<sup>3</sup>/έτος. Ακολουθεί η καλλιέργεια σόγιας με εξοικονόμηση 82 Gm<sup>3</sup>/έτος και τα προϊόντα ζωικής παραγωγής με εξοικονόμηση 56 Gm<sup>3</sup>/έτος ( Hoekstra and Mekonnen, 2011).

Η παγκόσμια εξοικονόμηση νερού που προκύπτει από τις ροές εικονικού νερού μέσω του εμπορίου, αγροτικών κυρίως, προϊόντων τείνει να μειωθεί. Οι χώρες με υψηλή παραγωγικότητα νερού εξάγουν υψηλής έντασης νερού προϊόντα τα οποία εισάγουν χώρες με λειψυδρία κερδίζοντας χρόνο για να ανακάμψουν οι εγχώριοι υδατικοί πόροι. Όταν οι χώρες αυτές έχουν πια αυξήσει την παραγωγικότητα τους σε νερό τότε θα μειωθεί και η εξοικονόμηση που παρατηρείται.

Το παγκόσμιο υδατικό αποτύπωμα της γεωργικής και της βιομηχανικής παραγωγής θα ήταν υψηλότερο κατά 4% εάν οι χώρες παρήγαγαν όλα τα προϊόντα που καταναλώνει το έθνος στη δική τους επικράτεια και βασιζόμενες στους δικούς τους υδατικούς πόρους. Στόχος των χωρών με έλλειψη σε υδατικούς πόρους πρέπει αρχικά να είναι η προσπάθεια ενίσχυσης τους και έπειτα η εισαγωγή προϊόντων από χώρες με ευμάρεια νερού ( Hoekstra and Mekonnen, 2011).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : Συμπεράσματα

### 7.1. Η σπουδαιότητα του Υδατικού Αποτυπώματος

Πριν την επινοήση και την εδραίωση του δείκτη Υδατικού Αποτυπώματος η ανθρωπότητα θεωρούσε πως η μέτρηση της χρήσης του νερού αφορούσε αποκλειστικά την άμεση κατανάλωση νερού. Η κατανάλωση νερού δεν είχε καταγραφεί ποτέ ξανά κατά μήκος ολόκληρης της παραγωγικής αλυσίδας. Το νερό αναλύθηκε για πρώτη φορά στις συνιστώσες του ( μπλε, πράσινο και γκρι νερό).

Αρχικά η χρήση του δείκτη περιοριζόταν στον υπολογισμό όγκων νερού χωρίς να γίνεται συσχετισμός με βιωσιμότητα και αντίκτυπο στο περιβάλλον. Σύντομα όμως το πεδίο εφαρμογής του υδατικού αποτυπώματος επεκτάθηκε αποτελώντας αρωγό στη διαχείριση της κλιματικής αλλαγής που βιώνει ο πλανήτης. Στόχος της εργασίας αυτής ήταν να αναδείξει το δείκτη του υδατικού αποτυπώματος σε κάθε τομέα που η προσφορά του είναι αξιοσημείωτη ξεκινώντας από την επιστημονική κοινότητα, τις κυβερνήσεις, το διεθνές εμπόριο, τις γεωργικές καλλιέργειες, τις βιομηχανίες και τελικά τον μέσο καταναλωτή.

Η αλόγιστη χρήση των υδατικών πόρων είναι ένα φαινόμενο διαχρονικό αλλά στην σημερινή πραγματικότητα απαιτεί άμεση αντιμετώπιση. Το υδατικό αποτύπωμα στοχεύει στο να δείχνει τη δυναμική σχέση ανάμεσα στην έλλειψη και την κατασπατάληση. Η σύνδεση του δείκτη με την προσπάθεια για βιωσιμότητα είναι εξαιρετικά σημαντική γιατί αφορά όλη την ανθρωπότητα και δίνει στον άνθρωπο την δυνατότητα να πάρει το μέλλον στα χέρια του, αναπτύσσοντας την οικολογική του συνείδηση και βάζοντας στην καθημερινότητα του την εξοικονόμηση και το σεβασμό στον υδατικό πόρο είτε αυτό γίνεται στο νοικοκυριό του, είτε στην εταιρεία του, είτε στο έθνος του.

Σε επίπεδο μιας γεωγραφικά οριοθετημένης περιοχής ο δείκτης του υδατικού αποτυπώματος μπορεί να αναδείξει μια πιθανή λειψυδρία που προκαλείται λόγω της υπερεκμετάλλευσης. Μπορεί επίσης να εντοπίσει μέσω του υπολογισμού του γκρι υδατικού αποτυπώματος έντονη ρύπανση του νερού και να δώσει το έναυσμα για τον εντοπισμό της πηγής της. Οι χρήσεις αυτές του δείκτη μεγεθύνονται και εφαρμόζονται σε εθνικό επίπεδο.

Στη βιομηχανική παραγωγή προϊόντων ο υπολογισμός του δείκτη υδατικού αποτυπώματος δεν είναι μονάχα χρήσιμος για την παραγωγή αλλά αφορά εν συνεχεία και τον καταναλωτή. Το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος διαμορφώνεται από τις μεθόδους που ακολουθούνται για την παραγωγή του και ο όγκος νερού που περιέχει αλλά και ο όγκος νερού που έχει ρυπανθεί για να φτάσει στην αγορά επιβαρύνει και τον καταναλωτή που θα το αγοράσει.



## 7.2. Η σπουδαιότητα του Εικονικού Νερού

Έχει επισημανθεί προηγουμένως ότι οι έννοιες του υδατικού αποτυπώματος και του εικονικού νερού συγχέονται και είναι σύνηθες να θεωρούνται πανομοιότυπες. Ωστόσο, διασαφηνίστηκαν τα διαφορετικά πεδία εφαρμογής και συμπεραίνουμε ότι το εικονικό νερό αφορά τους τομείς του διεθνούς εμπορίου, των διαπεριφερειακών συναλλαγών, την ανάπτυξη στρατηγικών των κυβερνήσεων για τη διαχείριση των εγχώριων υδάτων.

Με τη χρήση του δείκτη εικονικού νερού δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο «ισοζύγιο εικονικού νερού» εντός των συνόρων μια χώρας. Οι κυβερνήσεις λαμβάνουν πλήθος πληροφοριών τις οποίες μπορούν να αξιοποιήσουν για να καταστρώσουν στρατηγικές εμπορίου. Έχουν την ικανότητα να επιλέξουν να παράγουν χαμηλού υδατικού αποτυπώματος προϊόντα εντός των συνόρων της χώρας και αντίστοιχα να εισάγουν υψηλής έντασης νερού προϊόντα από άλλα έθνη. Απώτερος σκοπός είναι φυσικά η βιώσιμη διαχείριση των εγχώριων υδατικών πόρων, η καταπολέμηση της λειψυδρίας και η αύξηση των αποθεμάτων γλυκού νερού.

Το «ισοζύγιο εικονικού νερού» είναι ιδιαίτερα κατατοπιστικό στην μελέτη της διαθεσιμότητας νερού και της ροής του εικονικού νερού μεταξύ των εθνών:

- Ένα ισοζύγιο εικονικού νερού μεγαλύτερο του μηδενός υποδεικνύει καθαρή εισροή εικονικού νερού στη χώρα από άλλα έθνη μέσω της εισαγωγής βιομηχανικών και γεωργικών προϊόντων.
- Ένα ισοζύγιο νερού μικρότερο του μηδενός υποδεικνύει καθαρή εκροή εικονικού νερού μέσω της εξαγωγής προϊόντων σε άλλα έθνη.

Η μελέτη των διεθνών ροών εικονικού νερού συνδυάζει την διαχείριση των υδατικών πόρων με την βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη των εθνών. Είναι φυσικά αρμοδιότητα των κυβερνήσεων να αξιοποιήσουν τις πληροφορίες αυτές καταλλήλως και να αναπτύξουν πολιτικές με σκοπό την αειφόρο ανάπτυξη των εθνών αποδίδοντας την απαραίτητη προσοχή στη διασφάλιση των υδατικών πόρων τους και κατ' επέκταση στην προστασία του περιβάλλοντος.

## 7.3. Η σπουδαιότητα των εργαλείων υπολογισμού προσωπικού υδατικού αποτυπώματος

Η εξοικείωση των απλών καταναλωτών με την έννοια του υδατικού αποτυπώματος έχει επιτευχθεί μέσω των εργαλείων υπολογισμού που παρέχονται δωρεάν στο διαδίκτυο. Μέσω σύντομων και ευχάριστων ερωτηματολογίων ο χρήστης μπορεί να αποκτήσει ουσιαστικότερη επαφή με την κατανάλωση νερού και τις επιπτώσεις της και να οπτικοποιήσει το νερό που εμπεριέχεται σε προϊόντα και υπηρεσίες που αξιοποιεί στην καθημερινή του ζωή.

Η διάδοση της χρήσης των εργαλείων αυτών αποτελεί ένα σπουδαίο βήμα στην προσπάθεια για εξοικονόμηση και σεβασμό των υδατικών πόρων. Η βιώσιμη ανάπτυξη έχει αρχίσει να αφορά και τους ανθρώπους σε προσωπικό επίπεδο λόγω της κρίσιμης εποχής που διανύει το περιβάλλον και ο πλανήτης γη. Είναι σπουδαία η αφύπνιση των πολιτών και η ανάπτυξη σωστής καταναλωτικής συμπεριφοράς.

Ενώ θα θεωρούσε κανείς πως το υδατικό αποτύπωμα είναι όρος δυσνόητος, τα εργαλεία αυτά κάνουν εύκολα και γρήγορα αντιληπτή την έμμεση κατανάλωση νερού. Η χρησιμότητα τους είναι μεγαλύτερη από το να παρέχουν απλά ένα νούμερο σε λίτρα στον χρήστη. Οποιοσδήποτε ευαισθητοποιηθεί και επιθυμεί να εμβαθύνει στο νούμερο αυτό, θα αντιληφθεί πως έχει τον πλήρη έλεγχο να διαμορφώσει το υδατικό του αποτύπωμα με τρόπο τέτοιο ώστε να μην κάνει κατάχρηση των υδατικών πόρων του πλανήτη. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επικεντρωθεί στην κάθε ενέργεια του ξεχωριστά συγκρίνοντας τη δική του κατανάλωση με παγκόσμιους μέσους όρους και να λάβει χρήσιμες συμβουλές για να βελτιωθεί και κατ' επέκταση να μειώσει το υδατικό του αποτύπωμα.

Στόχος είναι, κατά κύριο λόγο, οι καταναλωτές να αναπτύξουν περισσότερο την περιβαλλοντική τους συνείδηση και να καταλάβουν ότι είναι ικανοί να συμβάλουν στην εξοικονόμηση νερού -και σε οποιοδήποτε από τα άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα αντιμετωπίζει ο πλανήτης σήμερα- δίχως να απαρνηθούν τον άνετο τρόπο ζωή τους και δίχως να στερηθούν κανένα υλικό αγαθό. Αρκεί οι καταναλωτές να σταματήσουν να αντιμετωπίζουν το νερό σαν αγαθό ανεξάντλητο και να αρχίσουν να το χρησιμοποιούν με μέτρο και σύνεση.

Επιπλέον, υπάρχει ποικιλία εργαλείων και οι δυνατότητες που παρέχονται αφορούν και μεγαλύτερες κλίμακες κατανάλωσης από ένα νοικοκυριό. Εταιρείες κάθε είδους, ξενοδοχειακές μονάδες και αγροτικές καλλιέργειες είναι μερικοί από τους τομείς στους οποίους υπάρχει δυνατότητα εύκολου και γρήγορου υπολογισμού του υδατικού αποτυπώματος.

#### 7.4. Μείωση του υδατικού αποτυπώματος

Σε θεωρητικό επίπεδο όλες οι συνιστώσες του υδατικού αποτυπώματος της ανθρωπότητας (μπλε, πράσινο, γκρι) μπορούν να ελαχιστοποιηθούν με την καθιέρωση της ανακύκλωσης του νερού. Με δεδομένο όμως ότι οι ανθρώπινες συνήθειες είναι δύσκολο να αλλάξουν πλήρως υπάρχει πλήθος τρόπων να μειωθεί το υδατικό αποτύπωμα σε όλα τα επίπεδα κατανάλωσης δίχως να απαιτεί αυξημένη προσπάθεια και δίχως να αφαιρεί τις ανέσεις του σύγχρονου κόσμου.

Το σημαντικότερο βήμα στην μείωση του υδατικού αποτυπώματος είναι η αναγνώριση του νερού ως πολύτιμου και αναντικατάστατου αγαθού το οποίο δεν είναι ανεξάντλητο. Ο σεβασμός απέναντι στο νερό πρέπει να καλλιεργείται συνεχώς

προκειμένου να επιτευχθεί η εξοικονόμηση του και η αναγνώριση των περιπτώσεων στις οποίες κατασπαταλάται για σκοπούς μη ωφέλιμους. Η ύπαρξη περιβαλλοντικής συνείδησης σημαίνει πως το νερό πρέπει να αντιμετωπίζεται με τον ίδιο σεβασμό και στις περιοχές που δεν υπάρχει κίνδυνος λειψυδρίας καθώς σκοπός είναι η πρόληψη και όχι η αντιμετώπιση.

Στον τομέα της γεωργίας κρίσιμη είναι η μείωση του γκρι υδατικού αποτυπώματος. Η χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων αποτελεί το μεγαλύτερο κομμάτι της ρύπανσης και η μείωση της θα συμβάλει αποτελεσματικά στην ελαχιστοποίηση τους γκρι υδατικού αποτυπώματος. Επίσης ο τρόπος και ο χρόνος εφαρμογής τους μπορούν να συντελέσουν θετικά. Φυσικά η μετατροπή των καλλιεργειών σε βιολογικές είναι η βέλτιστη λύση.

Σε επίπεδο βιομηχανίας, το υδατικό αποτύπωμα των προϊόντων που παράγονται διαμορφώνεται από μια αλυσίδα διαδικασιών οι οποίες κάθε μια ξεχωριστά έχουν το δικό τους υδατικό αποτύπωμα. Απαιτείται λοιπόν οργανωμένος και συνεχής έλεγχος των διαδικασιών αυτών με σκοπό τη βελτιστοποίηση τους. Με την εγκατάσταση των απαραίτητων συστημάτων υπάρχει η δυνατότητα συλλογής του νερού που χρησιμοποιείται στις διαδικασίες αυτές για την επαναχρησιμοποίηση του ξανά και ξανά. Επιπλέον, η μείωση των αποβλήτων και η σωστή διαχείριση τους σε εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων θα μειώσει επίσης σημαντικά το υδατικό αποτύπωμα της βιομηχανίας (Hoekstra & Charagain 2011).

Σε ατομικό επίπεδο, το πρώτο στάδιο είναι η ενημέρωση και η εκπαίδευση σχετικά με την έννοια του υδατικού αποτυπώματος. Η ευαισθητοποίηση επιτυγχάνεται μέσω της προβολής των επιπτώσεων που έχει η υπέρμετρη χρήση νερού και η αλόγιστη κατανάλωση προϊόντων και υπηρεσιών υψηλής έντασης εικονικού νερού. Εφόσον οι καταναλωτές έχουν εξοικειωθεί με τον δείκτη του υδατικού αποτυπώματος και έχουν αναπτύξει οικολογική συνείδηση ένα σημαντικό βήμα στην προσπάθεια τους να εξοικονομούν υδατικούς πόρους διαμορφώνοντας κατάλληλα τις καθημερινές τους συνήθειες είναι η προσθήκη ετικετών στα προϊόντα που θα υποδεικνύει το υδατικό τους αποτύπωμα. Με τον τρόπο αυτό ο καταναλωτής θα αποκτήσει εντονότερο αίσθημα ευθύνης και θα συνειδητοποιήσει το αντίκτυπο των επιλογών του στο περιβάλλον.

Στο Κεφάλαιο 5 έχουν παρουσιαστεί αναλυτικά τρόποι ελέγχου και μείωσης του προσωπικού υδατικού αποτυπώματος που αφορούν τόσο το άμεσο όσο και το έμμεσο υδατικό αποτύπωμα. Οι καθημερινές δραστηριότητες που μπορούν να διαμορφωθούν με τρόπο τέτοιο ώστε να γίνεται εξοικονόμηση νερού αφορούν τη χρήση νερού στο νοικοκυριό (ντους, πλύσιμο δοντιών, πλύσιμο πιάτων κλπ.), τις καταναλωτικές συνήθειες του ατόμου, τη διατροφή του, τις μετακινήσεις του κλπ. Αναφέρθηκε επίσης ότι η διατροφή είναι ο συντελεστής που διαδραματίζει τον σημαντικότερο ρόλο στη διαμόρφωση του προσωπικού υδατικού αποτυπώματος.

Συγκεκριμένα, η κατανάλωση κρέατος και γενικότερα ζωικών προϊόντων είναι αυτή που καθορίζει το μέγεθος του υδατικού αποτυπώματος καθιστώντας τη μείωση της επιτακτική.

## Βιβλιογραφία

- A.Y. Hoekstra, T. O. W. (2014). Sustainability, Environmental. 344(6188), 1114–1117.
- Aldaya, M. M., Hoekstra, a Y., & Allan, J. a. (2008). Strategic Importance of Green Water in international Crop Trade. Value of Water Research Report Series No. 25. 25, 36.
- Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2003). Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products Value of Water.
- Chini, C. M., Konar, M., & Stillwell, A. S. (2017). Direct and indirect urban water footprints of the United States. Water Resources Research, 53(1), 316–327. <https://doi.org/10.1002/2016WR019473>
- Deng, G., Lu, F., Wu, L., & Xu, C. (2021). Social network analysis of virtual water trade among major countries in the world. Science of the Total Environment, 753, 142043. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142043>
- Ercin, A. E., & Hoekstra, A. Y. (2014). Water footprint scenarios for 2050: A global analysis. Environment International, 64, 71–82. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.11.019>
- Ewing, J. J. (2011). Virtual water: tackling the threat to our planet’s most precious resource, by Tony Allen. Water International, 36(7), 948–950. <https://doi.org/10.1080/02508060.2011.628575>
- Gawel, E., & Bernsen, K. (2013). What is wrong with virtual water trading? On the limitations of the virtual water concept. Environment and Planning C: Government and Policy, 31(1), 168–181. <https://doi.org/10.1068/c11168>
- Gerbens-Leenes, P. W., & Hoekstra, A. Y. (2010). Value of Water Research Report Series No. 44 Burning water: The water footprint of biofuel-based transport Value of Water.
- Great Britain. Overseas Development Administration., & Natural Resources Institute (Great Britain). (1993). Proceedings of the Conference on Priorities for Water Resources Allocation and Management : Natural Resources and Engineering Advisers conference Southampton, July 1992. Overseas Development Administration.
- Hoekstra, A. Y. (2007). Water Footprints : The Water Needs of People in Relation to Their Consumption Pattern. 1–5. <https://doi.org/10.1081/E-EWS-120042191>

- Hoekstra, A. Y., & Chapagain, A. K. (2007). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management*, 21(1), 35–48. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9039-x>
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. & Mekonnen, M.M. (2011) *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*, Earthscan, London, UK.
- Hoekstra, A. Y., & Hung, P. Q. (2002). Virtual water trade Value of Water.
- Hoekstra, A. Y., & Hung, P. Q. (2005). Globalisation of water resources: International virtual water flows in relation to crop trade. *Global Environmental Change*, 15(1), 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.06.004>
- Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (n.d.). The water footprint of humanity. <https://doi.org/10.1073/pnas.1109936109/-/DCSupplemental>
- Hoekstra, A. Y., & Wiedmann, T. O. (n.d.). Humanity's unsustainable environmental footprint.
- Hoekstra, A., & Gerbens-Leenes, W. (2008). Global water governance: Conceptual design of global institutional arrangements *Environmental Sustainability Analysis of water footprints in Peshawar basin, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan View project Urban Water Security View project*. <https://www.researchgate.net/publication/241410154>
- Hogeboom, R. J. (2020). The Water Footprint Concept and Water's Grand Environmental Challenges. *One Earth*, 2(3), 218–222. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.02.010>
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 8(1), 763–809. <https://doi.org/10.5194/hessd-8-763-2011>
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). Value of Water Research Report Series No. 50 National water footprint accounts: Value of Water.
- Proceedings of the Conference. (1993). *International Review of the Red Cross*, 33(296), 368–376. <https://doi.org/10.1017/s0020860400081924>
- Ridoutt, B. G., & Pfister, S. (2013). A new water footprint calculation method integrating consumptive and degradative water use into a single stand-alone weighted indicator. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(1), 204–207. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0458-z>

Takawira., G. (2017). Review of Methodologies of Water Footprint. International Journal of Advanced Research, 5(5), 1–5. <https://doi.org/10.21474/ijar01/4071>

UNESCO. (2019). The United Nations World Water Development Report 2019: Leaving no one behind. In UNESCO Digital Library.

Verkerk, M. P., Hoekstra, A., & Gerbens-Leenes, P. (2008). Global Water Governance: Conceptual design of global institutional arrangements. Unesco-Ihe, 26.

Water Resources Research. (1969). Journal of the American Water Resources Association, 5(3), 2–2. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1969.tb04897.x>

## 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/>

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-waterfootprint/>

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

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

## Διαδικτυακοί τόποι

European Environment Agency <https://www.eea.europa.eu/>

The Conscious Challenge  
<https://www.theconsciouschallenge.org/ecologicalfootprintbible>

Tree Hugger <https://www.treehugger.com/we-use-how-much-water-scary-water-footprints-country-by-country-4858142>

Environmental Society <http://www.environmentandsociety.org/>

