



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ & ΚΡΙΣΕΩΝ

POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER & CRISES MANAGEMENT STRATEGIES

Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης

Master Thesis

« Οι προκλήσεις στη διαχείριση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα και οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης »

« The challenges in the management of water resources in Greece and the impact of the climate crisis »

Γερασιμος Παπαδάτος/ Gerasimos Papadatos

A.M. / R.N. : 7114132200195

Ειδικές Εκδόσεις / Special Publications:

No. 2024089

Αθήνα, Μάρτιος 2024

Athens, March 2024



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ & ΚΡΙΣΕΩΝ

POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER & CRISES MANAGEMENT STRATEGIES

Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης
Master Thesis

**« Οι προκλήσεις στη διαχείριση των υδατικών πόρων στην
Ελλάδα και οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης »**

**« The challenges in the management of water resources in
Greece and the impact of the climate crisis »**

Γερασιμος Παπαδάτος / Gerasimos Papadatos

A.M. / R.N. : 7114132200195

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

«Ειδική_Επ_Καθοδήγηση»

Δρ. «Καρκάνη Άννα»,

«Ρούκας Δημήτριος»

Δρ. «Διακάκης Μιχάλης»,
«ΒαθμίδαΦορέας_02»

Δρ. «Λέκκας Ευθύμης»,
Καθηγητής ΕΚΠΑ

Ειδικές Εκδόσεις / Special
Publications:

No. 2024089

**Αθήνα,
Μάρτιος
2024**
Athens, March
2024

Περίληψη

Η διαχείριση των υδατικών πόρων, δηλαδή το σύνολο των ενεργειών για την αρμονική σχέση μεταξύ των διαθέσιμων υδατικών πόρων και των κέντρων κατανάλωσης με στόχο τη διατηρήσιμη ανάπτυξη της σχέσης αυτής στο παρόν και στο μέλλον, συναντά πλήθος προκλήσεων. Λαμβανομένου υπόψη ότι το κατάλληλο προς χρήση ποσοστό του παγκοσμίως διατιθέμενου νερού είναι μόλις το 0,6% γίνεται εύκολα κατανοητή και αντιληπτή η σημαντικότητα της ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων καθώς και η ανάγκη της δημιουργίας παρακαταθήκης ενεργειών για τους επερχόμενους συνεχιστές του έργου αυτού.

Στις προκλήσεις που ο τομέας αυτός παραδοσιακά αντιμετωπίζει, κυρίως λόγω της αύξησης της ανθρώπινης δραστηριότητας που είτε υποβαθμίζει - εξαντλεί - περιορίζει διατιθέμενους υδατικούς πόρους, έρχεται να προστεθεί τα τελευταία χρόνια και ο παράγοντας της κλιματικής κρίσης και οι επιπτώσεις του, που επιδεινώνει τελικά την επάρκεια των πόρων αυτών.

Στην Ελλάδα, η ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων αποτελεί ζήτημα υψίστης εθνικής σημασίας, αφού αφορά την ασφάλεια του συνόλου της κοινωνίας. Για αυτό και πρέπει να αντιμετωπίζεται ως προτεραιότητα και να λαμβάνει υπόψη τα νέα δεδομένα, ιδιαίτερα αυτά που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή και από το γεγονός ότι φαίνεται να επιβεβαιώνονται τα αρνητικά σενάρια ως προς το πώς επηρεάζει η κλιματική αλλαγή την ευρύτερη περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου.

Στο προσεχές μέλλον η τάση προδιαγράφει συνεχώς λιγότερες ποσότητες βροχής και παράλληλα αυξημένες ανάγκες σε νερό, με αποτέλεσμα να μεγαλώνει το χάσμα μεταξύ προσφοράς και ζήτησης νερού. Συνεπώς για να ισοσκελιστεί η διαφορά θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην καλύτερη διαχείριση των υδάτινων πόρων με συγκράτηση της ζήτησης και παράλληλα στην αύξηση των διαθέσιμων ποσοτήτων νερού για κάλυψη των αναγκών, έτσι ώστε να διασφαλίζονται επαρκείς ποσότητες νερού καλής ποιότητας τόσο για τις επόμενες γενιές, όσο και για το περιβάλλον.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εργασία καταγράφεται η υφιστάμενη κατάσταση στη διαχείριση υδατικών πόρων στον Ελληνικό χώρο, με τις ιδιαιτερότητες που προκύπτουν λόγω του γεωγραφικού αναγλύφου της χώρας, την ύπαρξη πολύ μεγάλου αριθμού νησιών και τη συγκέντρωση των δραστηριοτήτων που απαιτούν εντατική χρήση υδατικών πόρων (όπως γεωργία και αστικά κέντρα) σε διαφορετικές θέσεις από τις περιοχές που υπάρχει διαθεσιμότητα υδατικών πόρων.

Εν συνεχεία καταγράφονται οι επιπτώσεις εξαιτίας της κλιματικής κρίσης στον τομέα αυτών και τέλος γίνονται προτάσεις που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την κατάσταση αλλά και να δημιουργήσουν υπόβαθρο για τις επόμενες γενιές που θα κληθούν να αντιμετωπίσουν, δυστυχώς, δυσκολότερες καταστάσεις.

Λέξεις κλειδιά: Διαχείριση Υδατικών Πόρων, Κλιματική Κρίση, Ιδιαιτερότητες στον Ελληνικό Χώρο, Προτάσεις για το Μέλλον

Abstract

Water resources management, i.e. the set of actions for a harmonious relationship between available water resources and consumption with the aim of sustainable development of this relationship in the present and in the future, faces numerous challenges.

Given that the proportion of the world's water available for use is only 0.6%, the importance of rational management of water resources and the need to create a legacy of actions for future successors to this task are easily understood and appreciated.

The challenges that this sector has traditionally faced, mainly due to the increase in human activity, which either degrades, depletes or limits the available water resources, have been compounded in recent years by the climate crisis and its effects, which ultimately intensifies the adequacy of these resources.

In Greece, the rational management of water resources is an issue of the utmost national importance, since it concerns the security of society and the country's development. This is why it must be treated as a priority and must take into account new data, especially those resulting from climate change and the fact that negative scenarios regarding the impact of climate change on the wider Eastern Mediterranean region seem to be confirmed.

In the near future, the trend foresees less and less rainfall and increased water demand, resulting in a widening gap between water supply and demand. Therefore, in order to close the gap, special emphasis should be placed on better management of water resources by curbing demand and increasing the quantities of water available to meet needs, so as to ensure sufficient quantities of good quality water for future generations and for the environment.

In this thesis the current situation in water resources management in Greece is described, with the particularities that arise due to the geographical relief of the country, the existence of a very large number of islands and the concentration of activities that require intensive use of water resources (such as agriculture and urban centers) in different locations from the areas where water resources are available.

The impact of the climate crisis on this sector is then described, and finally proposals are made that could improve the situation and provide a basis for future generations who will unfortunately have to face more difficult situations.

Key words: Water Resources Management, Climate Crisis, Peculiarities in Greece, Proposals for the Future

Περιεχόμενα

Κατάλογος Πινάκων	7
Κατάλογος Εικόνων	7
Εισαγωγή, Σκοπός της εργασίας	9
1. Κεφάλαιο 1. Η διαχείριση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα	10
1.1. Εισαγωγικά στοιχεία για τη διαχείριση υδατικών πόρων.....	10
1.1.1. Διαθέσιμο φυσικό νερό	10
1.1.2. Διατιθέμενο φυσικό νερό και χρήση	10
1.1.3. Υδατικοί πόροι και διαχείριση αυτών	12
1.2. Οι ιδιαιτερότητες του Ελληνικού Χώρου	13
1.2.1. Γενικά στοιχεία για τον Ελληνικό χώρο	13
1.2.2. Ειδικότερα στοιχεία	14
1.2.3. Νομικό Πλαίσιο για τη διαχείριση των υδατικών πόρων	19
1.3. Προβλήματα και προκλήσεις στη διαχείριση υδατικών πόρων στην Ελλάδα	20
1.3.1. Ρύπανση	22
1.3.2. Υφαλμύρωση υδροφορέων	24
1.3.3. Τα δάση και η επίδρασή τους	26
1.3.4. Οι πλημμύρες	27
1.3.5. Η σπατάλη του νερού σε οικιστικές χρήσεις	28
1.3.6. Η σπατάλη του νερού στη γεωργία	29
1.3.7. Η σπατάλη του νερού στην κτηνοτροφία	33
1.3.8. Το πρόβλημα της λειψυδρίας στα νησιά	34
2. Κεφάλαιο 2. Η κλιματική κρίση στη διαχείριση υδατικών πόρων	36
2.1. Ορισμοί και έννοιες και γενικά στοιχεία	36
2.1.1. Η κλιματική μεταβλητότητα	36
2.1.2. Η κλιματική αλλαγή	37
2.1.3. Η κλιματική κρίση	39
2.1.4. Τα αίτια της κλιματικής κρίσης	40
2.1.4.1. Ρύπανση της ατμόσφαιρας και περιβάλλοντος	40
2.1.4.2. Το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου	41
2.1.4.3. Η “τρύπα” του όζοντος	43
2.2. Η κλιματική κρίση και η επιρροή αυτής στη διαχείριση των υδατικών πόρων στον Ελληνικό χώρο	44
2.2.1. Η γενικότερη επίδραση της κλιματικής κρίσης στους υδατικούς πόρους	44
2.2.2. Τα ειδικότερα δεδομένα για την Ελλάδα	46
2.3. Οι επιπρόσθετες προκλήσεις στη διαχείριση των υδατικών πόρων του Ελληνικού χώρου εξαιτίας της κλιματικής κρίσης	47
2.3.1. Η μείωση της τροφοδότησης των επιφανειακών και υπογείων υδροφορέων	49
2.3.2. Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του αέρα	51

2.3.3.	Η αυξημένη υφαλμύρωση των υπόγειων παράκτιων υδροφορέων και η επιδείνωση του φαινομένου ερημοποίησης	52
2.3.4.	Η αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας	53
2.3.5.	Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας	54
2.3.6.	Πλημμυρικά φαινόμενα	56
3.	Κεφάλαιο 3. Προτάσεις για την ορθολογική διαχείριση υδατικών πόρων εν μέσω κλιματικής κρίσης	58
3.1.	Γενικά περί αντιμετώπισης της κλιματικής κρίσης	58
3.2.	Η διαχείριση της ξηρασίας	59
3.2.1.	Οι δυνατότητες μείωσης της κατανάλωσης νερού για άρδευση	60
3.2.2.	Οι δυνατότητες μείωσης της αστικής κατανάλωσης φρέσκου νερού	62
3.2.3.	Διαφύλαξη των υπογείων υδροφορέων από υφαλμύρωση	63
3.2.4.	Η αντιμετώπιση της λειψυδρίας στα νησιά του Αιγαίου και στην Κρήτη	64
3.3.	Η αντιμετώπιση των πλημμυρών	68
3.3.1.	Πρόσφατα πλημμυρικά γεγονότα που έχουν πλήξει την επικράτεια	71
3.3.2.	Προστασία από τις πλημμύρες	78
3.3.2.1.	Μείωση της επικινδυνότητας	78
3.3.2.2.	Η μείωση της τρωτότητας	79
4.	Κεφάλαιο 4. Συμπεράσματα	81
5.	Βιβλιογραφία	82

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.	Ετήσιο Υδρολογικό Ισοζύγιο ανά υδατικό διαμέρισμα	16
Πίνακας 2.	Χρήσεις του διατιθέμενου φρέσκου νερού στην Ελλάδα	17
Πίνακας 3.	Αγροτική κατανάλωση νερού ανά υδατική περιφέρεια	17
Πίνακας 4.	Αστική κατανάλωση νερού ανά υδατική περιφέρεια	18
Πίνακας 5.	Ενεργειακή ζήτηση νερού ανά υδατική περιφέρεια	18
Πίνακας 6.	Κατανάλωση νερού ανά κιλό παραγωγής	33
Πίνακας 7.	Μείωση ποσοστού βροχοπτώσεων στην επικράτεια	50
Πίνακας 8.	Αύξηση μέσης θερμοκρασίας στην επικράτεια	51

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.	Το φρέσκο νερό δεν είναι αγαθό αυτονόητο, αλλά χρειάζεται προστασία	12
Εικόνα 2.	Υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδος	16
Εικόνα 3.	Προσομοίωση της διαχείρισης του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας	21
Εικόνα 4.	Ο πιο πολύτιμος πόρος του πλανήτη απειλείται από τη ρύπανση	22
Εικόνα 5.	Υδάτινος κύκλος του αζώτου και των πηγών νιτρικής ρύπανσης	23
Εικόνα 6.	Στάδια φαινομένου υφαλμύρωσης λόγω υπεράντλησης	25
Εικόνα 7.	Ένα από τα διεθνή σήματα που σκοπό έχουν την ευαισθητοποίηση του πληθυσμού γύρω από τη σοβαρότητα της σπατάλης νερού	29
Εικόνα 8.	Μία ακόμη από τις ακατάλληλες μεθόδους άρδευσης	30
Εικόνα 9.	Άρδευση με κανόνια. Η πιο σπάταλη μέθοδος άρδευσης	31
Εικόνα 10.	Ένα παλαιό σύστημα άντλησης από αρδευτικό κανάλι	32
Εικόνα 11.	Γεωτρήσεις στον Ελληνικό χώρο	33
Εικόνα 12.	Το φαινόμενο της όξινης βροχής	41
Εικόνα 13.	Το φαινόμενο του θερμοκηπίου	42
Εικόνα 14.	Η τρύπα του όζοντος	43
Εικόνα 15.	Παραδείγματα επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής	45
Εικόνα 16.	Κλιματικές περιοχές της Ελλάδας για την εκτίμηση των κλιματικών μεταβολών	49
Εικόνα 17.	Ποσοστιαίες (%) μεταβολές του μέσου ετήσιου ύψους του υετού μεταξύ των περιόδων (α) 2021-2050 και 1961-1990, (β) 2071-2100 και 1961-1990 (σενάριο A1B)	50
Εικόνα 18.	Μεταβολές της μέσης θερμοκρασίας του αέρα (οC) μεταξύ των περιόδων (α) 2021-2050 και 1961-1990, (β) 2071-2100 και 1961-1990 (σενάριο A1B)	52

Εικόνα 19.	Τάση μεταβολής (mm ανά έτος) επιπέδου της θαλάσσιας στάθμης, για την περίοδο 1992-2014	55
Εικόνα 20.	Μεταβολές πιθανότητας υπέρβασης του κατωφλίου έντασης βροχόπτωσης πέρα από το οποίο προκύπτει αυξημένος κίνδυνος πλημμύρας μεταξύ των 2070-2100 (A2, B2), 2090-2099 (A1B) και 1961-1990	57
Εικόνα 21.	Έλλειμμα (m ³) Βορείου Αιγαίου	65
Εικόνα 22.	Έλλειμμα νερού στα Δωδεκάνησα σε m ³	66
Εικόνα 23.	Έλλειμμα νερού στις Κυκλάδες σε m ³	67
Εικόνα 24.	Εικόνα μεσογειακού κυκλώνα	70
Εικόνα 25.	Η πλημμύρα στη Μάνδρα, 2017 (1)	71
Εικόνα 26.	Η πλημμύρα στη Μάνδρα, 2017 (2)	71
Εικόνα 27.	Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα Ζήνων 18-11-2017	72
Εικόνα 28.	Ο κυκλώνας Ζήνων δυτικά της Κέρκυρας	72
Εικόνα 29.	Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα ΙΑΝΟΣ 17-09-2020	73
Εικόνα 30.	Ιστιοπλοικά σκάφη στην Κεφαλλονιά	73
Εικόνα 31.	Γέφυρα ποταμού Αφρατίου	74
Εικόνα 32.	Ψαχνά Ευβοίας	75
Εικόνα 33.	Διδυμότειχο – Ερυθροπόταμος (1)	76
Εικόνα 34.	Διδυμότειχο – Ερυθροπόταμος (2)	76
Εικόνα 35.	Πλυμμηρισμένα χωρία στο κάμπο της Καρδίτσας, Σεπτέμβριος 2023	77

Εισαγωγή

Αντικείμενο της μεταπτυχιακής διατριβής είναι η διερεύνηση της παρούσας κατάστασης αναφορικά με τη διαχείριση των υδατικών πόρων στον Ελληνικό χώρο και οι προκλήσεις που ήδη καταγράφονται και διαφαίνονται εξαιτίας της κλιματικής κρίσης και των άμεσων και έμμεσων συνεπειών αυτής τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ανατολική Μεσόγειο γενικότερα. Τέλος επιχειρείται η καταγραφή προτάσεων αντιμετώπισης, κατά το δυνατόν σε καλύτερο βαθμό, των συνεπειών αυτών τόσο άμεσα όσο και στο εγγύς μέλλον.

Σκοπός της εργασίας

Η ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων σε μία χώρα είναι ιδιαίτερα σημαντική. Η Ελλάδα δεν αποτελεί εξαίρεση. Η παρούσα εργασία προσπαθεί να θέσει υπό το νέο διαμορφούμενο πρίσμα της κλιματικής αλλαγής, τη διαχείριση των υδατικών πόρων στον Ελληνικό χώρο. Επιπλέον προσπαθεί να συγκεντρώσει κάτω από μία ενιαία ενότητα τόσο τα υφιστάμενα θέματα του χώρου όσο και τα επιπρόσθετα θέματα λόγω των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και να προτείνει τρόπους αντιμετώπισης των θεμάτων αυτών.

Οφελος της εργασίας θα είναι η συγκέντρωση μέτρων και προτάσεων αντιμετώπισης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει η διαχείριση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα.

Τέλος πρέπει να είναι κατανοητό το γεγονός ότι τα παραπάνω μέτρα/προτάσεις χρήζουν μεγαλύτερης περεταίρω επεξεργασίας από τους αρμόδιους της Πολιτείας, κάτι που ξεφεύγει από το σκοπό της παρούσας εργασίας.

Δομή της εργασίας

Στο πρώτο κεφάλαιο με τίτλο « Η διαχείριση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα» αρχικά γίνεται μία εισαγωγή στις βασικές έννοιες γύρω από τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Εν συνεχεία παρουσιάζονται οι ιδιαιτερότητες στη διαχείριση των υδατικών πόρων στον Ελλαδικό χώρο και τέλος καταγράφονται τα υφιστάμενα θέματα και προβλήματα, καθώς και οι τρέχοντες μέθοδοι αντιμετώπισής τους.

Το δεύτερο κεφάλαιο με τίτλο «Η κλιματική κρίση στη διαχείριση υδατικών πόρων» ξεκινά και αυτό με μία εισαγωγή στις βασικές έννοιες. Εν συνεχεία εξειδικεύεται στην κλιματική κρίση στη λεκάνη της Ανατολικής Μεσογείου και της Ελλάδος ειδικότερα και καταγράφονται οι συνέπειες αυτής στη διαχείριση των υδατικών πόρων.

Τέλος στο τρίτο κεφάλαιο με τίτλο « Προτάσεις για την ορθολογική διαχείριση υδατικών πόρων εν μέσω κλιματικής κρίσης» καταγράφονται προτάσεις και μέτρα με σκοπό την άμβλυση των συνεπειών στη διαχείριση των υδατικών πόρων εξαιτίας των περιπλοκών της κλιματική κρίσης τόσο άμεσα όσο και μακροπρόθεσμα.

Ακολουθεί τέλος ένα τέταρτο μικρό κεφάλαιο, όπου επιχειρείται, με ελάχιστα λόγια, μία ανασκόπηση των προηγουμένων αναφερθέντων και η εξαγωγή συμπερασμάτων.

Κεφάλαιο 1^ο.

Η διαχείριση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα.

1.1 Εισαγωγικά στοιχεία για τη διαχείριση υδατικών πόρων.

Από τα κυρίαρχα στοιχεία της φύσης και της ζωής είναι το νερό. Είναι ουσία που δεν μπορεί να αντικατασταθεί και αποτελεί το κύριο στοιχείο για την ισορροπία της φύσης και την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη γη.

Οι ιδιότητες του νερού – φυσικές και χημικές – ρυθμίζουν, ελέγχουν και στηρίζουν τις κλιματικές και γεωλογικές συνθήκες κάθε περιοχής αλλά και τους βιολογικούς κύκλους όλων των οργανισμών. Το νερό έχει διαδραματίσει τον σημαντικότερο ρόλο στην εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού ως τροφή και ως πρώτη ύλη.

Με την συμβολή της ηλιακής ενέργειας, η βιόσφαιρα του πλανήτη μας, κυριαρχείται από τον αέναο κύκλο του νερού μέσω της εξάτμισης, της βροχόπτωσης, της φυσικής ροής και της κίνησης στην επιφάνεια του εδάφους, αλλά και της διείσδυσής του σε αυτό.

1.1.1. Διαθέσιμο φυσικό νερό.

Το διαθέσιμο φρέσκο νερό για την κάλυψη των υδατικών αναγκών συνολικά του πληθυσμού της γης (περίπου 8 δις κάτοικοι), έχει ως εξής:

- Χημικό νερό (δηλαδή το νερό που εμπεριέχεται σε όλες τις χημικές ενώσεις στον πλανήτη): 230 τετράκις εκατ. κυβ. μέτρα
- Ελεύθερο νερό: 1,37 πεντάκις εκατ. κυβ. μέτρα.

Από το συνολικό ελεύθερο νερό:
97,2% είναι το αλμυρό νερό,
2,1% είναι σε μορφή χιονιού ή πάγου,
0,001% είναι υδρατμοί στην ατμόσφαιρα,
0,6% είναι το διαθέσιμο φρέσκο νερό.

- Από το διαθέσιμο φρέσκο νερό 98,8% είναι υπόγειο & μόνο 1,2% είναι επιφανειακό (το 50% του υπόγειου νερού βρίσκεται σε βάθος > 800μ).
- Το φρέσκο νερό που χρησιμοποιούμε για τις ανάγκες της κοινωνίας μας είναι: 4,1 τετράκις εκατ. κυβ. μέτρα (97,62%) υπόγειο νερό & 100 τρις εκατ. κυβ. μέτρα (2,38%) επιφανειακό νερό ποταμών-λιμνών.

1.1.2. Διατιθέμενο φυσικό νερό και χρήση.

Όπως αναφέρθηκε στα παραπάνω, μόνο το 0,6 % του νερού, σε παγκόσμια κλίμακα θεωρείται κατάλληλο και διατίθεται για χρήση.

Ας δούμε τώρα ορισμένα πληθυσμιακά και άλλα στοιχεία σε σχέση με το διατιθέμενο νερό προς χρήση.

- Περίπου το 1/3 παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί σε χώρες με υδατικό πρόβλημα, δηλαδή περίπου 3 δις ανθρώπων,
- Η ελάχιστη απαιτούμενη ημερήσια κατανάλωση πόσιμου νερού είναι 24 lt ανά άτομο. Η κατανάλωση αυτή στις λεγόμενες «αναπτυγμένες» χώρες είναι πολλαπλάσια. Στην Ελλάδα εκτιμάται σε 200 lt/ κάτοικο/ ημέρα. Η κατανάλωση πόσιμου νερού στην Ευρώπη συνεχίζει να είναι υποπολλαπλάσια αυτής των ΗΠΑ.
- Ο άνθρωπος, σε παγκόσμια κλίμακα, καταναλώνει κατά μέσο όρο για αστικές ανάγκες ποσοστό 7% της συνολικής κατανάλωσης. Η γεωργία καταναλώνει το 87% και το υπόλοιπο η κτηνοτροφία, δασοκομία και η βιομηχανία.
- Με τη συμβολή του γλυκού νερού και με τις τρέχουσες συνθήκες εκμετάλλευσης των εδαφών παράγεται σήμερα το 99% της τροφής του ανθρώπου. Έχει υπολογιστεί ότι ο κάθε άνθρωπος απαιτεί 5 στρέμματα αρόσιμης γης για να διατραφεί επαρκώς. Αντί αυτού σήμερα ο πληθυσμός της γης (8 δις) χρησιμοποιεί 2.7 στρέμματα κατ' άτομο (ήδη τα 3 δις υποσιτίζονται, κατά την Παγκόσμια Τράπεζα, 2019) και σε 40 χρόνια σε κάθε άτομο θα αντιστοιχεί 1.4 στρέμματα. Αυτό είναι επακόλουθο της αλλαγής χρήσης γης από γεωργική σε αστική, βιομηχανική, κλπ. Αλλά ο κυριότερος παράγοντας μείωσης της γεωργικής γης παραμένει η διεργασία της διάβρωσης μια και πάνω από το 80% της παγκόσμιας γεωργικής γης περισσότερο ή λιγότερο διαβρώνεται.
- Ο πληθυσμός αυξάνεται περίπου με τους σημερινούς ρυθμούς και προβλέπεται, αν αυτές οι τάσεις συνεχιστούν, με το ακραίο απαισιόδοξο σενάριο, το 2050 να γίνει 14 δις και το 2100 40 δις. Είναι σχεδόν βέβαιο, ότι η πληθυσμιακή αυτή αύξηση δεδομένης της μείωσης της εκμεταλλεύσιμης γης κατά άτομο θα οδηγήσει σε προβλήματα τροφικής επάρκειας, εντατικοποίηση της χρήσης των πόρων και σε περαιτέρω υποβάθμιση.
- Σε λιγότερο από 25 χρόνια υπολογίζεται ότι τα 2/3 του παγκοσμίου πληθυσμού θα ζουν σε χώρες με υδατικά προβλήματα.

- Μέχρι το 2030 η κατανάλωση του νερού αναμένεται να αυξηθεί κατά 40% με το 17% επιπλέον νερό να χρειάζεται για την παραγωγή τροφής.



Εικόνα 1. Το φρέσκο νερό δεν είναι αγαθό αυτονόητο, αλλά χρειάζεται προστασία.

1.1.3. Υδατικοί πόροι και διαχείριση αυτών.

Το σύνολο των αξιοποιήσιμων και ανανεώσιμων υδάτων κάθε χώρας ονομάζονται υδατικοί πόροι και είναι το σύνολο του νερού που «παράγεται» εντός της κάθε χώρας και αυτού που έρχεται από «εξωτερικούς» υδατικούς πόρους (διασυνοριακά ύδατα).

Η ποσότητα των παραγόμενων υδατικών πόρων καθορίζεται κυρίως από τα φυσικά χαρακτηριστικά των επιφανειακών και υπογείων υδροφορέων.

Με τον όρο Διαχείριση Υδατικών Πόρων (Δ.Υ.Π.) εννοούμε τη συστηματική παρακολούθηση:

α. των διατιθέμενων υδατικών πόρων,
β. των αναγκών σε φρέσκο νερό,
και τη λήψη των κατάλληλων μέτρων για την ασφαλή κάλυψη των αναγκών αυτών τώρα και μελλοντικά κατά τον ευνοϊκότερο τρόπο από άποψη οικονομίας, και επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Συνομογραφικά, μπορεί να λεχθεί ότι η διαχείριση των υδατικών πόρων περιέχει όλες τις οργανωμένες δραστηριότητες, σχετικά με την ανάπτυξη, διατήρηση, προστασία και

τον έλεγχο προστασίας των υδατικών πόρων και των έργων τους, κάτω απ' όλες τις συνθήκες, με την ταυτόχρονη προστασία του περιβάλλοντος και την αειφορία του πόρου. Η διαχείριση δηλαδή πρέπει να είναι προετοιμασμένη για όλα τα πιθανά συμβάντα και αυτό καθορίζει και τον βαθμό επιτυχίας της (Καραβίτης .X - Αγγελίδης Σ., 2005).

Υπό αυτό το πρίσμα, οι στόχοι της Δ.Υ.Π είναι οι ακόλουθοι:

1. Να προμηθεύει νερό επαρκούς ποσότητας και κατάλληλης ποιότητας για την κατά το δυνατόν καλύτερη και επαρκέστερη ικανοποίηση των οικιακών, αγροτικών, βιομηχανικών, ενεργειακών και άλλων αναγκών, χωρίς περιβαλλοντικά προβλήματα.
2. Να προστατεύει τους υδατικούς πόρους από την υπέρ εκμετάλλευσή τους και τη ρύπανση
3. Να παρέχει ικανοποιητική προστασία στο κοινωνικό σύνολο από τα ακραία υδρολογικά φαινόμενα (πλημμύρες – ξηρασίες) (N. Μαμάσης, 2011)..

Οι βασικές λειτουργίες της Διαχείρισης Υδατικών Πόρων περιλαμβάνουν:

- Στρατηγική διαχείριση (Planning)
- Σχεδιασμός (Design)
- Κατασκευή (Construction)
- Λειτουργική διαχείριση (Operational Management)

Η στρατηγική διαχείριση (Planning) εμπεριέχει:

- Εκτίμηση των διαθέσιμων υδατικών πόρων
- Εκτίμηση των αναγκών σε νερό
- Τεχνικοοικονομική και περιβαλλοντική διερεύνηση έργων και μέτρων για την αύξηση των διαθέσιμων πόρων
- Τεχνικοοικονομική και περιβαλλοντική διερεύνηση τεχνολογικών και διαχειριστικών μέτρων για την μείωση της ζήτησης
- Βέλτιστη επιλογή μέτρων και έργων
- Χρονοδιάγραμμα εφαρμογής των μέτρων ή κατασκευής των έργων

Η διαχείριση των Υδατικών Πόρων είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη διαδικασία της ανάπτυξης όσο και με εκείνη της περιβαλλοντικής πολιτικής και στρατηγικής, ενώ η ορθολογική διαχείρισή τους συμβαδίζει υποχρεωτικά με τη μέριμνα για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και με τη διαφύλαξη της δημόσιας υγείας με αυστηρούς αξιόπιστους και συστηματικούς ελέγχους.

1.2. Οι ιδιαιτερότητες του Ελληνικού Χώρου.

1.2.1. Γενικά στοιχεία για τον Ελληνικό χώρο.

Η Ελλάδα είναι μία σχετικά ευνοημένη υδρολογικά χώρα της Μεσογείου, αν και η αναντιστοιχία της χρονικής, και κυρίως της χωρικής κατανομής των βροχοπτώσεων με τις χρονικές και χωρικές κατανομές της ζήτησης έχει δημιουργήσει στο παρελθόν και εξακολουθεί να δημιουργεί προβλήματα έλλειψης νερού.

Ευρύτερα αποδεκτή είναι επίσης η διαπίστωση ότι, λόγω ευκολίας, η εκμετάλλευση των υπογείων υδάτων γίνεται με εντονότερο ρυθμό σε σύγκριση με την εκμετάλλευση των επιφανειακών υδάτων, καθώς στη δεύτερη περίπτωση είναι αναγκαίες σοβαρές και συχνά μακροχρόνιες επενδύσεις. (National Geographic)

Είναι γεγονός πως η χώρα περιλαμβάνει αναλογικά με το μέγεθός της μεγάλο αριθμό ποταμών και λιμνών και επίσης οι γεωλογικές συνθήκες ευνοούν την συγκέντρωση υπόγειων υδάτων.

Η επιφάνεια του Ελληνικού χώρου ανέρχεται στα 130.000 τετρ. χλμ περίπου, εκ των οποίων το 20% αντιπροσωπεύει τα περίπου 3.000 νησιά της χώρας (σε σύνολο 4.000 της λεκάνης της Μεσογείου). Η επιφάνεια της Ελλάδος είναι κατά τα 2/3 ορεινή και το ανάγλυφο της χώρας περικλείεται από τη μεγαλύτερη ακτογραμμή στην Ευρώπη, μήκους 16.000 χλμ περίπου.

Η συνολική μέση ετήσια κατακρήμνιση στον Ελλαδικό χώρο ανέρχεται σε 850 χλστ ύψους βροχής ανά στρέμμα. Καθοριστικό ρόλο στη κατανομή των κατακρημνίσεων παίζει η οροσειρά της Πίνδου, με τις δυτικές σε αυτή περιοχές να δέχονται σαφώς μεγαλύτερα ύψη βροχής, της τάξης των 1.500χλστ βροχής ανά στρέμμα, και τις ανατολικές να δέχονται σημαντικά μικρότερα ύψη βροχής.

Πιο συγκεκριμένα, στην χώρα, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα εκτιμώνται σε 116.330 hm³ /έτος, ενώ το συνολικό υδατικό δυναμικό υπολογίζεται κατά προσέγγιση σε 57.100 hm³ /έτος, στα οποία περιλαμβάνονται και τα νερά που εισρέουν από γείτονες χώρες, κυρίως μέσω των ποταμών Έβρου, Νέστου και Στρυμόνα.

Τα κατακρημνίσματα και η εξατμισοδιαπνοή, σε συνδυασμό με τα φυσικά χαρακτηριστικά των υπόγειων υδροφορέων, είναι οι κύριες κλιματικές μεταβλητές που καθορίζουν την ποσότητα των εσωτερικά παραγόμενων υδατικών πόρων.

Τα κατακρημνίσματα αποτελούν το κυριότερο συστατικό του εμπλουτισμού των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Από την άλλη, η εξατμισοδιαπνοή είναι μια σημαντική υδρολογική απώλεια που συμβαίνει τόσο στην επιφάνεια του εδάφους, αλλά και στα ανώτερα στρώματα του αέρα.

Η τιμή της εξατμισοδιαπνοής στην Ελλάδα είναι αρκετά υψηλή, ιδίως στις ξηρές, ανατολικές περιοχές της χώρας, δηλαδή σε αυτές με τα μικρότερα κατακρημνίσματα.

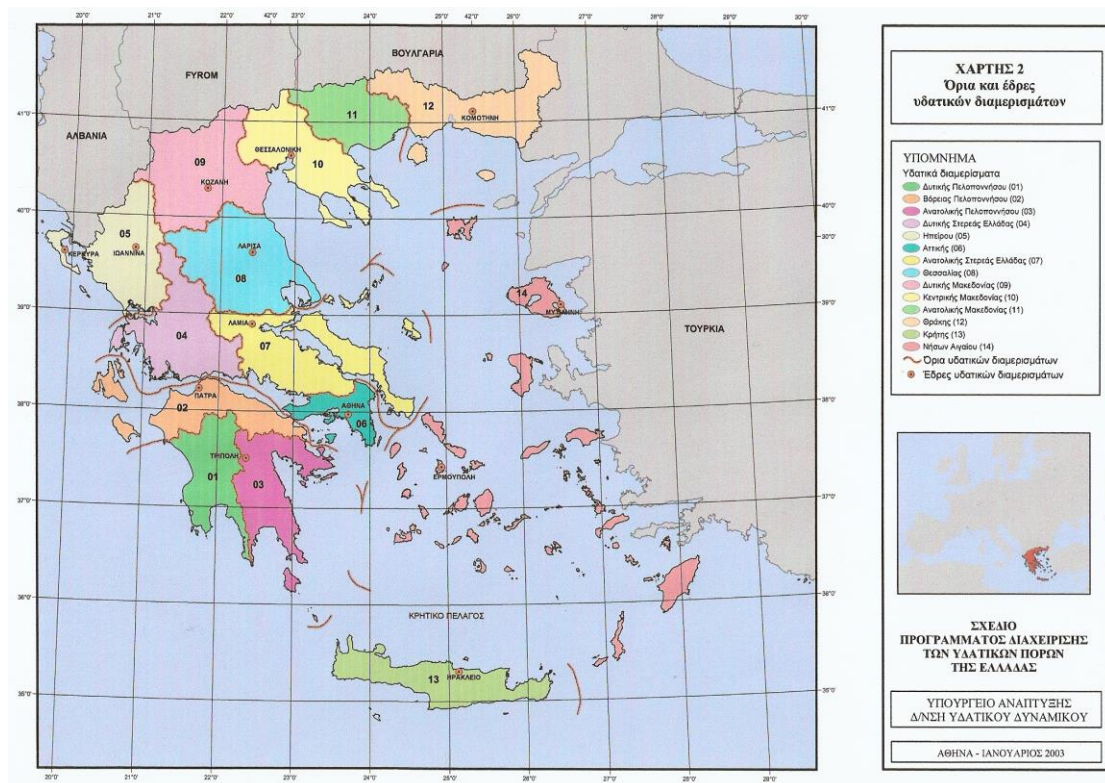
1.2.2. Ειδικότερα στοιχεία.

Η συνθετότητα των καταστάσεων που παρουσιάζονται στον Ελληνικό χώρο οδηγεί σε σύγκρουση μεταξύ των υδατικών απαιτήσεων και των διαθέσιμων υδατικών πόρων (Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα, Τράπεζα της Ελλάδος 2011).

Κυριότερες των καταστάσεων αυτών είναι οι ακόλουθες:

- Η ανομοιόμορφη χωρική κατανομή των κατακρημνίσεων μεταξύ Δυτικής και ανατολικής Ελλάδας, με μεγαλύτερα ύψη κατακρημνίσεων να καταγράφονται δυτικά της οροσειράς της Πίνδου και τα λιγότερα ανατολικά αυτής,
- Ανομοιόμορφη χωρική κατανομή καταγράφεται και στον άξονα Βορρά – Νότου με τα νησιά του Αιγαίου να έχουν πολύ μικρότερες κατακρημνίσεις σε σχέση με την ηπειρωτική χώρα, ενώ η Βόρεια Ελλάδα επηρεάζεται σαφώς ευνοϊκά από τα διακρατικά ύδατα των ποταμών Εβρου, Νέστου και Στρυμόνα που πηγάζουν από τους ορεινούς όγκους της Βουλγαρίας,
- Η ανομοιόμορφη χρονική κατανομή των κατακρημνίσεων, δεδομένου ότι το 85% των κατακρημνίσεων αφορούν στη χειμερινή περίοδο και μόνο το 15% αυτών αφορούν στη θερινή περίοδο,
- Σε άμεση συνάρτηση με το προηγούμενο έρχεται να προστεθεί η άνιση και ανομοιόμορφη κατανομή της ζήτησης, δεδομένου ότι τη θερινή περίοδο η ζήτηση είναι η πλέον έντονη λόγω των αναγκών της γεωργίας (~ 80% της πανελλαδικής ζήτησης νερού αφορά σε γεωργικές – κτηνοτροφικές ανάγκες) και του τουρισμού αντίστοιχα,
- Η ανομοιόμορφη χωρική κατανομή της ζήτησης με τη μεγαλύτερη ζήτηση να παρουσιάζεται στα αστικά κέντρα, σε περιοχές γεωργικής εκμετάλλευσης και στην παράκτια ζώνη λόγω τουρισμού, απομακρυσμένα από τις περιοχές συγκέντρωσης των κατακρημνίσεων,
- Το τεράστιο, αναλογικά με την επιφάνεια της χώρας, μήκος της ακτογραμμής που ευνοεί την υποβάθμιση των παράκτιων υπόγειων υδροφορέων, όταν σε συνθήκες υπεράντλησης εισέρχονται σε αυτούς θαλάσσια ύδατα,
- Η έντονη γεωμορφολογική διάρθρωση του αναγλύφου της χώρας που επιδρά καταλυτικά στη διαμόρφωση τόσο των υδροφόρων οριζόντων όσο και της επιφανειακής απορροής,
- Τέλος οι ειδικές συνθήκες που επικρατούν στα νησιά του Αιγαίου με μικρά ύψη κατακρημνίσεων, μικρή έκταση με έντονο ανάγλυφο, μεγάλες απορροές και μικρές κατεισδύσεις και έντονη ανομοιόμορφη κατανομή της ζήτησης μεταξύ θερινής και χειμερινής περιόδου.

Η Ελλάδα διαιρείται σε 14 υδατικά διαμερίσματα. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται η εκτίμηση του υδρολογικού ισοζυγίου της χώρας σε μέση ετήσια βάση. Είναι σαφές ότι το σύνολο του υδατικού δυναμικού υπερκαλύπτει την ποσότητα που διατίθεται για τις διάφορες χρήσεις. Παρόλα αυτά, όμως, μόνο ένα μικρό μέρος αυτού του δυναμικού είναι αξιοποιήσιμο, τόσο από οικονομικής όσο και από τεχνικής άποψης. Αποτέλεσμα αυτού είναι η ύπαρξη προβλημάτων ανεπάρκειας νερού σε διάφορες περιοχές και για συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα (Θεοχάρη, 2020).



Εικόνα 2. Υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδος (Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης)

Πίνακας 1				
Ετήσιο Υδρολογικό Ισοζύγιο ανά υδατικό διαμέρισμα				
α/α	Υδατικό Διαμέρισμα	Προσφορά (εκατ. Μ3)	Ζήτηση (εκατ μ3)	Παρατηρήσεις
1	Δυτική Πελοπόννησος	73	55	Πλεόνασμα
2	Βόρεια Πελοπόννησος	122	104	Πλεόνασμα
3	Ανατολική Πελοπόννησος	56	67	Έλλειμα
4	Δυτική Κεντρική Ελλάδα	415	82	Πλεόνασμα
5	Ήπειρος	193	33	Σημαντικό Πλεόνασμα
6	Αττική	56	54	Πλεόνασμα
7	Ανατολική Κεντρική Ελλάδα	128	187	Έλλειμα
8	Θεσσαλία	210	335	Έλλειμα
9	Δυτική Μακεδονία	159	136	Πλεόνασμα
10	Κεντρική Μακεδονία	137	130	Σημαντικό Πλεόνασμα
11	Ανατολική Μακεδονία	354	132	Πλεόνασμα
12	Θράκη	424	253	Πλεόνασμα
13	Κρήτη	130	133	Οριακό Έλλειμα
14	Νησιά Αιγαίου	7	25	Έλλειμα
	ΣΥΝΟΛΑ	2.464	1.726	Πλεόνασμα

Πηγή: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Αειφόρος ανάπτυξη 2017

Παρατηρήσεις:

1. Οι τιμές και τα χαρακτηριστικά τους αφορούν στο Μήνα Ιούλιο,
2. Οι ποσότητες προσφοράς για το υδατικό διαμέρισμα Αττικής αφορούν ύδατα μεταφερόμενα από άλλο διαμέρισμα,
3. Οι μεγαλύτερες ποσότητες προσφοράς για το υδατικό διαμέρισμα Κρήτης καλύπτονται πλημμελώς από πηγές και γεωτρήσεις.

Από τον πίνακα αυτό είναι εμφανές πως οι ιδιαιτερότητες του Ελληνικού χώρου επηρεάζουν τα ισοζύγια παραγωγής και ζήτησης, με τα ελλειμματικά υδατικά διαμερίσματα να είναι αυτά των ανατολικών περιοχών της χώρας, της Θεσσαλίας των νησιών του Αιγαίου και την Κρήτη.

Η κατανάλωση του νερού στην χώρα εκτιμάται ότι είναι 11.240 hm³ /έτος, με το μεγαλύτερο ποσοστό τους να χρησιμοποιούνται για άρδευση (γεωργική χρήση) και ύδρευση πόλεων και οικισμών

Πίνακας 2		
Χρήσεις του διατιθέμενου φρέσκου νερού στην Ελλάδα		
α/α	Χρήσεις	% ποσότητας διατιθέμενου φρέσκου νερού
1	Γεωργική χρήση (γεωργία – κτηνοτροφία)	80,43 %
2	Αστική χρήση	16,72 %
3	Βιομηχανική χρήση	1,85%
4	Παραγωγή ενέργειας	1%
	ΣΥΝΟΛΑ	100%

Πηγή: ΕΜΠ

Η γεωργική κατανάλωση ανά υδατικό διαμέρισμα όπως είναι αναμενόμενο είναι μεγαλύτερη στις περιφέρειες της Θεσσαλίας, της ανατολικής Στερεάς και της Κεντρικής Μακεδονίας.

Πίνακας 3		
Αγροτική κατανάλωση νερού ανά υδατική περιφέρεια		
α/α	Υδατικό Διαμέρισμα	% κατανάλωσης
1	Δυτική Πελοπόννησος	3,3%
2	Βόρεια Πελοπόννησος	5,4%
3	Ανατολική Πελοπόννησος	3,2%
4	Δυτική Κεντρική Ελλάδα	6,0%
5	Ήπειρος	6,0%
6	Αττική	1,6%
7	Ανατολική Κεντρική Ελλάδα	12,5%
8	Θεσσαλία	25,10%
9	Δυτική Μακεδονία	5,9%
10	Κεντρική Μακεδονία	10,50%
11	Ανατολική Μακεδονία	5,2%
12	Θράκη	6,7%
13	Κρήτη	5,2%
14	Νησιά Αιγαίου	1,4%
	ΣΥΝΟΛΑ	100%

Πηγή: ΕΜΠ

Ειδικά στη Θεσσαλία, η αγροτική χρήση του νερού είναι περίπου 2πλάσια από την Ανατολική Κεντρική Στερεά που έχει τη 2η μεγαλύτερη ζήτηση, ενώ οι διαθέσιμοι πόροι μέχρι σήμερα δεν μπορούν να καλύψουν επαρκώς τη ζήτηση.

Μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο οι αρδευόμενες εκτάσεις στην Ελλάδα αυξάνονται συνεχώς λόγω της ακολουθούμενης πολιτικής στις δημόσιες επενδύσεις, τουλάχιστον μέχρι την ένταξη της χώρας στην ΕΕ (1981), και μετά λόγω των επιδοτήσεων και ενισχύσεων του πρωτογενούς τομέα από την ΕΕ, οπότε και εκτοξεύτηκαν (1985), λόγω της στροφής μεγάλου μέρους της αγροτικής εκμετάλλευσης σε υδροβόρες καλλιέργειες (βαμβάκι, καπνός κ.λπ.). Για να καλυφθούν αυτές οι αυξημένες ανάγκες σε νερό άρδευσης, έγινε μείωση της απορροής, δηλαδή συγκράτηση των νερών των υγρών περιόδων σε τεχνητούς ταμιευτήρες ή εκτροπή αυτών σε αρδευόμενες εκτάσεις, καθώς και εκμετάλλευση των υπογείων υδάτων.

Πίνακας 4		
Αστική κατανάλωση νερού ανά υδατική περιφέρεια		
α/α	Υδατικό Διαμέρισμα	% κατανάλωσης
1	Δυτική Πελοπόννησος	3,0%
2	Βόρεια Πελοπόννησος	4,8%
3	Ανατολική Πελοπόννησος	2,2%
4	Δυτική Κεντρική Ελλάδα	2,8%
5	Ήπειρος	5,5%
6	Αττική	37,1%
7	Ανατολική Κεντρική Ελλάδα	5,4%
8	Θεσσαλία	6,9%
9	Δυτική Μακεδονία	5,1%
10	Κεντρική Μακεδονία	10,5%
11	Ανατολική Μακεδονία	3,0%
12	Θράκη	3,5%
13	Κρήτη	5,4%
14	Νησιά Αιγαίου	4,8%
	ΣΥΝΟΛΑ	100%

Πηγή: ΕΜΠ

Αντίστοιχα η αστική κατανάλωση ανά υδατικό διαμέρισμα είναι μεγαλύτερη στην Αττική, στην Κεντρική Μακεδονία και στους τουριστικούς προορισμούς, με την περιοχή της Αττικής να παρουσιάζει 3 φορές περισσότερη κατανάλωση από αυτή της Κεντρικής Μακεδονίας.

Πίνακας 5		
Ενεργειακή ζήτηση νερού ανά υδατική περιφέρεια		
α/α	Υδατικό Διαμέρισμα	% κατανάλωσης
1	Δυτική Πελοπόννησος	7,5%
2	Βόρεια Πελοπόννησος	6,6%
3	Ανατολική Πελοπόννησος	3,8%
4	Δυτική Κεντρική Ελλάδα	19,8%
5	Ήπειρος	10,4%

6	Αττική	0,9%
7	Ανατολική Κεντρική Ελλάδα	5,7%
8	Θεσσαλία	8,5%
9	Δυτική Μακεδονία	9,4%
10	Κεντρική Μακεδονία	9,4%
11	Ανατολική Μακεδονία	7,5%
12	Θράκη	2,8%
13	Κρήτη	4,7%
14	Νησιά Αιγαίου	2,8%
	ΣΥΝΟΛΑ	100%

Πηγή: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Η ενεργειακή χρήση προκύπτει από την κατανάλωση νερού για την ψύξη των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως και από την κατανάλωση νερού για τον καθαρισμό υλικών ορυχείων κλπ. Η ενεργειακή ζήτηση του νερού είναι χωρικά περιορισμένη στις περιοχές όπου υπάρχουν ενεργειακοί σταθμοί, όμως το σύνολο της ενεργειακής ζήτησης έχει κατανεμηθεί εμπειρικά ανά υδατική περιφέρεια.

1.2.3. Νομικό Πλαίσιο για τη διαχείριση των υδατικών πόρων.

Η αδιαφιλονίκητη σημασία του νερού και των υδατικών πόρων τα καθιστά αντικείμενο ρύθμισης από το δίκαιο. Η χώρα μας δεν αποτελεί την εξαίρεση.

Κοινές βάσεις της προστασίας των υδάτων είναι πλέον:

- Η αντίληψη του νερού ως κοινού αγαθού, που αφορά όλα τα κράτη και έχει διασυννοριακό χαρακτήρα τόσο η προστασία του, όσο και η ρύπανσή του,
- Η συνειδητοποίηση ότι το νερό αποτελεί ευαίσθητο και εξαντλούμενο αγαθό, αλλά και οικονομικό πόρο,
- Η αειφόρος διαχείριση του νερού (βιώσιμη διαχείριση).

Για την οικονομία του λόγου στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αναφέρονται μόνον επιγραμματικά τα πρόσφατα κυρίως νομοθετικά διατάγματα που αναφέρονται στη διαχείριση των υδατικών πόρων. Τα διατάγματα αυτά αναφέρονται τόσο στο εθνικό μας δίκαιο όσο και στην εναρμόνιση αυτού με τη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

- Ν.1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος. Νερό – στοιχείο του περιβάλλοντος – μέτρα για την ποιότητα.
- Ν.1739/87 για την διαχείριση των υδατικών πόρων. Σύγχρονη αντίληψη – θεσμοθέτηση διαδικασιών και οργάνων για την άσκηση της διαχείρισης σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο. (14 Υδατικά διαμερίσματα)
- Οδηγία - πλαίσιο 2000/60 ΕΚ για την προστασία και την διαχείριση των υδάτων. Διαχείριση ανά λεκάνη απορροής του ποταμού και άσκηση της διαχείρισης βάσει εγκεκριμένων Σχεδίων Διαχείρισης ανά λεκάνη απορροής.
- Ν.3199/03 Εναρμόνιση του εθνικού μας δικαίου με την οδηγία 2000/60.

- ΠΔ 51/2007/ΦΕΚ 54B/8-3-2007 «Καθορισμός μέτρων και διαδικασία για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/60»
- ΚΥΑ 39626/ΦΕΚ2075/25-9-2009 «Καθορισμός μέτρων για την προστασία των υπόγειων νερών από την ρύπανση και την υποβάθμιση σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2006/118ΕΚ»
- ΚΥΑ 51354/ΦΕΚ 1909B/8-12-2010 «Καθορισμός ποιότητας προτύπων περιβάλλοντος για τις συγκεντρώσεις ορισμένων ρύπων και ουσιών προτεραιότητας στα επιφανειακά ύδατα σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2008/105ΕΚ»
- ΚΥΑ 140384/ΦΕΚ 2017B/9-9-2011 «Ορισμός εθνικού δικτύου παρακολούθησης της ποιότητας και της ποσότητας των υδάτων με καθορισμό των θέσεων (σταθμών) μετρήσεων και των φορέων που υποχρεώνονται στην λειτουργία τους κατά το άρθρο 4 του Ν. 3199/2003(Α΄280)
- ΚΥΑ 146896/2014/ΦΕΚ 2878/27-10-2014 «Κατηγορίες αδειών χρήσης και εκτέλεσης έργων αξιοποίησης των υδάτων. Διαδικασία και όροι έκδοσης των αδειών περιεχόμενο και διάρκεια ισχύος τους και άλλες διατάξεις» (αντικατάσταση της ΚΥΑ 43504/ΦΕΚ 1784B/2005).

1.2. Προβλήματα και προκλήσεις στη διαχείριση υδατικών πόρων στην Ελλάδα.

Παρά την σχετική επάρκεια της Ελλάδας σε ανανεώσιμους υδατικούς πόρους, η χώρα αντιμετωπίζει υδατικά προβλήματα, τα οποία εκδηλώνονται κυρίως στις πιο ευάλωτες περιοχές από την άποψη υδατικού ισοζυγίου, στις οποίες περιλαμβάνονται τα νησιά, οι παράκτιοι υγρότοποι, καθώς και οι περιοχές μεγάλης αστικής, τουριστικής και αγροτικής ανάπτυξης. (Θεοχάρη, 2020).

Η έλλειψη νερού στις Ανατολικές ηπειρωτικές περιοχές της χώρας είναι μια μόνιμη κατάσταση, ενδημική, απόλυτα εξαρτημένη από τις καιρικές συνθήκες. Παρόμοια και σε χειρότερο μέτρο είναι η κατάσταση στα νησιά του Αιγαίου και στην Κρήτη.

Δυστυχώς, στις περισσότερες περιπτώσεις, υπάρχει αντίδραση από την μεριά των υπεύθυνων μόνο όταν τα φαινόμενα αυτά γίνονται ακραία και επηρεάζουν σημαντικό κομμάτι του πληθυσμού. Οι όποιες κινητοποιήσεις βασίζονται συνήθως σε μη εκτεταμένα ή κατασταλτικά μέτρα, αν και είναι προφανές ότι όλες οι παρόμοιες καταστάσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν μόνο με μια μακροπρόθεσμη πολιτική ολοκληρωμένης και ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων.

Κατά την εξέταση του νερού ως φυσικού πόρου στο πλαίσιο της υδατικής επάρκειας, είναι απαραίτητο να διαχωριστούν δύο έννοιες διαφορετικές μεταξύ τους, που όμως πολλές φορές συγχέονται τόσο από τους επιστήμονες όσο και από τους υπεύθυνους χάραξης και εφαρμογής πολιτικής. Η πρώτη έννοια είναι η έννοια της ανομβρίας ή ξηρασίας, δηλαδή της μειωμένης προσφοράς νερού στο περιβάλλον, είτε μέσω της άμεσης (βροχόπτωσης) είτε μέσω της έμμεσης (επιφανειακή και υπόγεια παροχή) σε σύγκριση με μετρήσεων χρονοσειρών του παρελθόντος. Η δεύτερη έννοια είναι αυτή της λειψυδρίας που σχετίζεται με τη μείωση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού σε σύγκριση με την υπάρχουσα ή προβλεπόμενη χρήση. Η λειψυδρία μπορεί να είναι αποτέλεσμα της ανομβρίας (περίπτωση όπου οι δύο έννοιες ταυτίζονται ποσοτικά). Μπορεί όμως να προκύπτει και σε εποχή κανονικής ή και μεγαλύτερης του μέσου όρου προσφοράς νερού και οφείλεται είτε σε κακή υδατική διαχείριση είτε σε εσφαλμένο

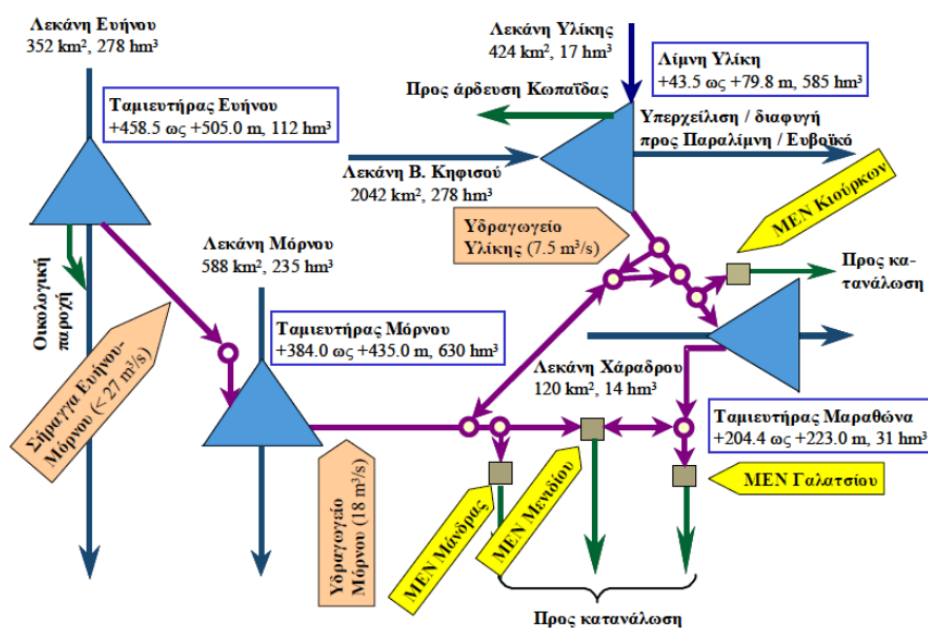
προγραμματισμό χρήσεων που δεν μπορούν να καλυφθούν από το υπάρχον δυναμικό (Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα, Τράπεζα της Ελλάδος 2011).

Χαρακτηριστική περίπτωση λειψυδρίας αποτελεί το σύνολο σχεδόν των νησιών του Αιγαίου, η Κρήτη και το λεκανοπέδιο Αττικής. Τα νησιά του Ιονίου ευεργετούνται από τη «σκιά» της οροσειράς της Πίνδου με σημαντικές ποσότητες κατακρημνίσεων και μικρότερα ποσοστά εξατμισοδιαπνοής και δεν εμφανίζουν τέτοια προβλήματα.

Πολλά από τα νησιά του Αιγαίου, όπως οι Κυκλάδες, παρότι το μικρό μέγεθός τους (άρα και τις μικρές δυνατότητες υδατικών συγκεντρώσεων), το ορεινό του αναγλύφου τους (άρα και τις μεγάλες επιφανειακές απορροές των κατακρημνήσεων), τη μεγάλη θερμοκρασία και ηλιοφάνεια (άρα και την υψηλή εξάτμιση) διέθεταν στο παρελθόν επαρκής υδατικούς πόρους για την κάλυψη των αναγκών τους. Όμως οι αλλαγές των χρήσεων γης από γεωργία, κτηνοτροφία και αλιεία σε τουριστική βιομηχανία, η εντυπωσιακή αύξηση του πληθυσμού τη θερινή περίοδο και οι συνεπακόλουθες αλλαγές στον τρόπο ζωής δημιουργούν αυξημένη ζήτηση σε νερό την οποία το υπάρχον υδατικό δυναμικό αδυνατεί να καλύψει.

Ανάλογης προέλευσης είναι το διαχρονικό πρόβλημα του λεκανοπεδίου Αττικής όπου η συνεχώς διογκούμενη αστυφιλία και οι μεταβολές στον τρόπο ζωής έχουν εξαντλήσει το υπάρχον υδατικό δυναμικό από τη δεκαετία του 1920, τις δυνατότητες του φράγματος Μαραθώνα από τη δεκαετία του 1950, τις δυνατότητες της λίμνης Υλίκης από τη δεκαετία του 1970, τις δυνατότητες του ταμιευτήρα Μόρνου από τη δεκαετία του 1990 ενώ επί του παρόντος μοιάζει να υπάρχει μία ισορροπία με το φράγμα εκτροπής του ποταμού Ευήνου.

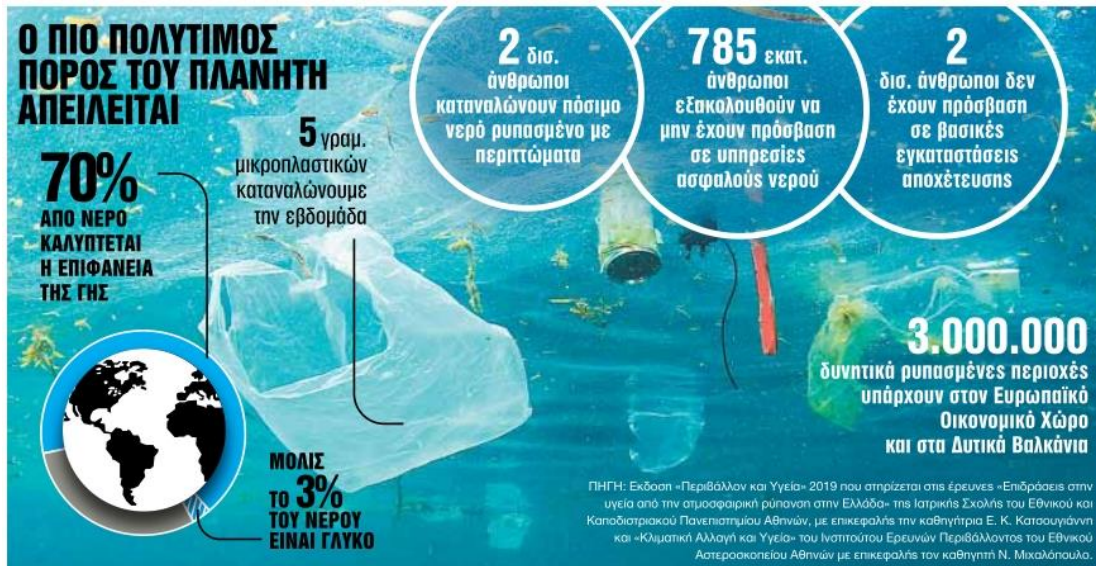
Υδροδοτικό σύστημα Αθήνας



Εικόνα 3: Ευστρατιάδης Α.: Προσομοίωση της διαχείρισης του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας

1.3.1. Ρύπανση.

Η ρύπανση είναι μία πρόκληση που πρέπει να αντιμετωπιστεί. Πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες μπορούν και έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ποιότητα των υδάτων των ποταμών, των λιμνών, των θαλασσών και των υπόγειων υδροφορέων.



Εικόνα 4. Ο πιο πολύτιμος πόρος του πλανήτη απειλείται από τη ρύπανση (Πηγή: ekatanalotis.gr).

Η ποιότητα των υδάτων επηρεάζεται άμεσα από απορρίψεις, όπως από εργοστάσια ή σταθμούς επεξεργασίας λυμάτων, τις ονομαζόμενες «σημειακές πηγές ρύπανσης». Μπορεί επίσης να επηρεαστεί από ρύπανση που προέρχεται από διάχυτες πηγές, όπως φυτοφάρμακα από γεωργικές δραστηριότητες και ρύπους που αποδεσμεύονται από τη βιομηχανία στην ατμόσφαιρα και οι οποίοι στη συνέχεια πέφτουν στη γη και στη θάλασσα, την ονομαζόμενη «διάχυτη ρύπανση».

Στον Ελλαδικό χώρο, όπου οι βιομηχανικές μονάδες είναι αριθμητικά μικρές σε σχέση με άλλα κράτη – μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και βρίσκονται συγκεντρωμένες σε συγκεκριμένες περιοχές της χώρας, μεγαλύτερο, διάχυτο και διαχρονικό είναι το πρόβλημα της ρύπανσης των υπόγειων υδροφορέων εξαιτίας αλόγιστης χρήσης φυτοφαρμάκων. Ως αποτέλεσμα αυτής υπάρχει το φαινόμενο της νιτρορύπανσης που οφείλεται στη χρήση νιτρικών λιπασμάτων και εμφανίζεται με τη μορφή αθροιστικής συσσώρευσης νιτρικών, τα οποία σε ορισμένες περιπτώσεις φθάνουν σε επίπεδα που είναι απαγορευτικά για τη χρήση του νερού για σκοπούς ύδρευσης. Παρόλες της προσπάθειας ελέγχου, ευαισθητοποίησης γύρω από το θέμα αυτό το πρόβλημα συνεχίζει να υπάρχει και μάλλον οξύνεται, ως αποτέλεσμα της ανάγκης μεγιστοποίησης του οφέλους της παραγωγής αλλά και των νέων σκευασμάτων που βρίσκονται σε κυκλοφορία.

Για τη ρύπανση από τα αστικά λύματα, που παρότι επί πολλές δεκαετίες ήταν σημαντικός παράγοντας ρύπανσης, υπάρχει σημαντική βελτίωση προερχόμενη από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων που έχουν ήδη κατασκευαστεί και κατασκευάζονται.

Όμως, παρά το γεγονός ότι κατά τα τελευταία χρόνια υπήρξε μια σημαντική βελτίωση, με την κατασκευή εγκαταστάσεων επεξεργασίας αστικών λυμάτων, υπάρχουν

ωστόσο απόλυτα χαρακτηριστικές περιπτώσεις οικολογικής καταστροφής υδάτινων σωμάτων. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν ο Ασωπός ποταμός, ο οποίος ρυπαίνεται μέσω της ανεξέλεγκτης απόρριψης υγρών αποβλήτων στην περιοχή των Οιοφυτών από παραγωγικές μονάδες της περιοχής, ο ποταμός Κηφισός, η λίμνη Κορώνεια κ.ά.

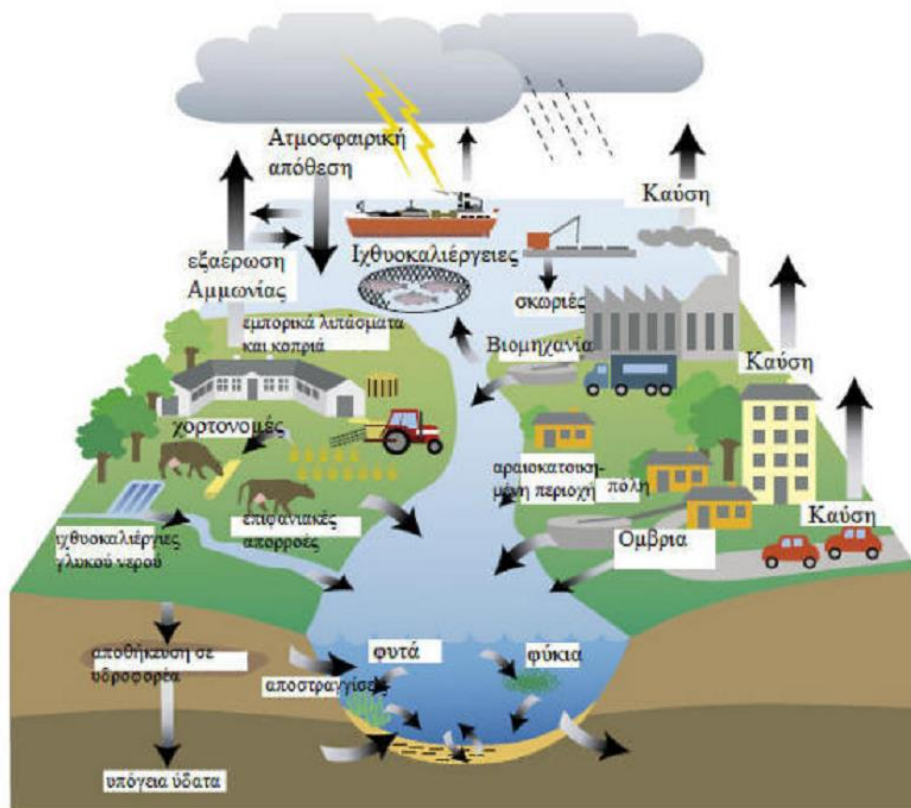
Επιπλέον λίμνες, οι οποίες βρίσκονται κοντά σε κατοικημένες περιοχές, έχουν ήδη υποστεί υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων τους, λόγω της αύξησης της ανθρώπινης δραστηριότητας. Ως παραδείγματα η λίμνη Παμβώτιδα και η λίμνη της Καστοριάς.

Πέρα από την μόλυνση που συμβαίνει σε ορισμένα ποτάμια ή λίμνες στην Ελλάδα, το ίδιο επικρατεί και σε γειτονικές χώρες με αποτέλεσμα το ρυπασμένο νερό να μεταφέρεται και στην Ελλάδα μέσω των βορείων συνόρων της χώρας.

Ιδιαίτερα σημαντικό θέμα για την επικράτεια αποτελεί το φαινόμενο της νιτρορύπανσης εξαιτίας κυρίως της αλόγιστης χρήσης παρασιτοκτόνων και φυτοφαρμάκων στις γεωργικές καλλιέργειες το πλεόνασμα των οποίων «βρίσκει» το δρόμο του όχι μόνο στους επιφανειακούς και υπόγειους υδροφορείς αλλά εν τέλει στην τροφική αλυσίδα.

Ως νιτρορύπανση θεωρούμε την άμεση ή έμμεση απόρριψη στο υδάτινο περιβάλλον αζωτούχων ενώσεων, με σημαντικότερες επιπτώσεις την πρόκληση βλαβών στην ανθρώπινη υγεία και την υποβάθμιση των υδατικών οικοσυστημάτων. Στο διάγραμμα που ακολουθεί φαίνεται ακριβώς αυτό.

Επισκόπηση του υδάτινου κύκλου του αζώτου και των πηγών νιτρικής ρύπανσης



Εικόνα 5. Υδάτινος κύκλος του αζώτου και των πηγών νιτρικής ρύπανσης. (Πηγή:Υ. ΠΕ.ΘΕ Υδάτινοι πόροι και περιβάλλον Θεσσαλίας)

1.3.2. Υφαλμύρωση υδροφορέων.

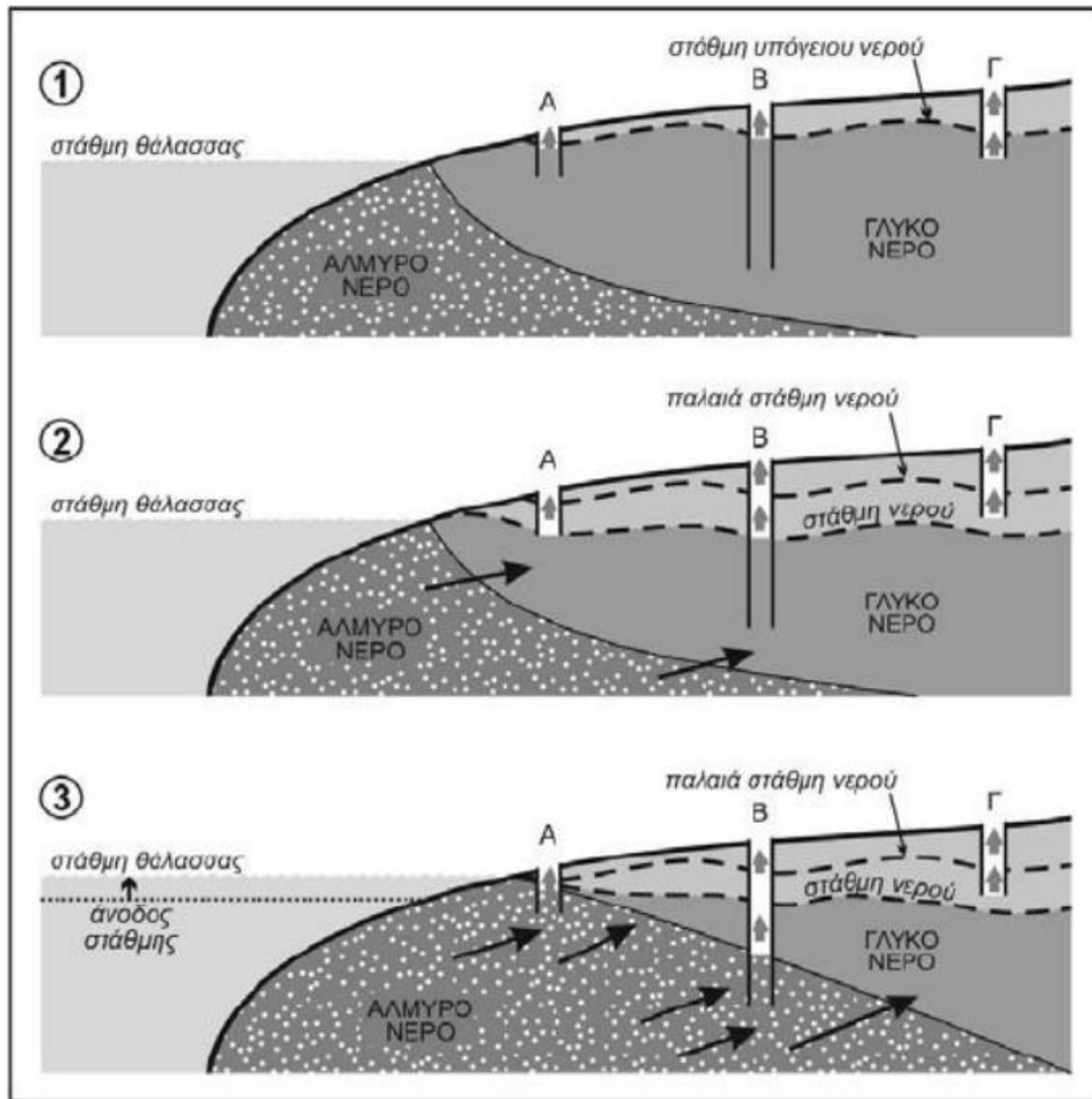
Ως υφαλμύρωση υδροφορέων ορίζεται το φαινόμενο του εμπλουτισμού του υπόγειου νερού με διαλυμένα άλατα και συγκεκριμένα με ιόντα χλωρίου και νατρίου (Θεοχάρης, 2015).

Οι παραλιακές περιοχές και κυρίως σε μια χώρα όπως είναι η Ελλάδα είναι αρκετά πυκνοκατοικημένες, ενώ ο πληθυσμός τους αυξάνεται ακόμα περισσότερο την τουριστική περίοδο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Η αύξηση αυτή των απαιτήσεων τους σε νερό καλείται να ικανοποιηθεί σε περιόδους χαμηλής έως μηδαμινής βροχόπτωσης και κατ' επέκταση μειωμένων διαθέσιμων αποθεμάτων νερού.

Η κάλυψη αυτών των αναγκών συνήθως επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση των παράκτιων υπόγειων υδροφορέων. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με την ανεξέλεγκτη διάνοιξη γεωτρήσεων για την κάλυψη και των αρδευτικών αναγκών επιπλέον των υδρευτικών σε τέτοιες περιοχές έχουν οδηγήσει σε φαινόμενα διείσδυσης της θάλασσάς στους παράκτιους αυτούς υδροφορείς, με αποτέλεσμα την υφαλμύρωση τους.

Ο μηχανισμός του φαινομένου της υφαλμύρωσης είναι αρκετά απλός.

Στις παράκτιες περιοχές το θαλασσινό νερό έρχεται σε επαφή με το γλυκό. Τα δύο υγρά διαχωρίζονται καθώς το αλμυρό νερό είναι βαρύτερο λόγω της μεγαλύτερης πυκνότητάς του. Αυτό συμβαίνει λόγω του υψηλού ρυθμού άντλησης από γεωτρήσεις, ο οποίος ξεπερνά το ρυθμό της φυσικής αναπλήρωσης του με αποτέλεσμα την πτώση της στάθμης του υπόγειου υδροφορέα. Σε κάθε περίπτωση σχηματίζεται ένας όγκος θαλασσινού νερού κάτω από το γλυκό που λόγω της μορφής του ονομάζεται σφήνα θαλασσινού νερού. Κατ' αυτό τον τρόπο το θαλασσινό νερό εισέρχεται στον υδροφορέα καθιστώντας το νερό του υφάλμυρο και ακατάλληλο τόσο για ύδρευση όσο και για άρδευση αλλά και για οποιαδήποτε άλλη χρήση.



Εικόνα 6: Στάδια φαινομένου υφαλμύρωσης λόγω υπεραντλήσης (πηγή: Βουδούρης κ.α., 2005)

Το πρόβλημα της υφαλμύρωσης οφείλεται τόσο σε φυσικά αίτια όσο και στις διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Πολλές φορές μάλιστα και σε συνδυασμό των δύο παραπάνω.

Στα φυσικά αίτια συμπεριλαμβάνονται οι κλιματικές αλλαγές, οι μετακινήσεις του εδάφους καθώς και η ανύψωση της μέσης στάθμης της θάλασσας ενώ οι υπεραντλήσεις είναι η άλλη σημαντική αιτία του φαινομένου και οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Πιο συγκεκριμένα τα φυσικά αίτια που συμβάλλουν στην εμφάνιση του φαινομένου είναι τα εξής (Λατινόπουλος 2000):

- Η παγίδευση θαλασσινού νερού από πολύ παλιά στους γεωλογικούς σχηματισμούς του υδροφορέα,
- Η διάλυση πετρωμάτων που οδηγεί στην απελευθέρωση αλμυρού νερού λόγω της κίνησης του υπόγειου νερού,
- Μετακίνηση παλιού αλμυρού νερού μέσω της φυσικής συναγωγής ή της αγωγής θερμότητας μέσα από ρήγματα, κενά ή και εδαφικές διαταραχές που έχουν προκληθεί από την διάνοιξη γεωτρήσεων,

- Η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας, οι καθοδικές κινήσεις του εδάφους ακόμα και ο συνδυασμός των δύο.

Τα αίτια ανθρωπογενούς προελεύσεως αφορούν κυρίως την ανεξέλεγκτη άντληση των υπόγειων υδάτων στις παράκτιες περιοχές προκαλώντας έτσι την πτώση της στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και σε πολλές περιπτώσεις τη διείσδυση του θαλασσινού νερού στο υπόγειο νερό.

Τέλος πρέπει να λαμβάνεται πάντα σοβαρά υπόψη το πολύ μεγάλο μήκος της ακτογραμμής που συμβάλλει στην ευκολότερη μετακίνηση ποσοτήτων υφάλμυρου ύδατος σε υποβαθμισμένους- εξαντλημένους υδροφορείς κοντά στην ακτογραμμή.

Σε περιοχές και χώρες όπως η Ελλάδα που μεγάλο μέρος της οικονομίας αποτελεί ο τουρισμός και η γεωργία, η μείωση αυτή των διαθέσιμων αποθεμάτων πόσιμου νερού μπορεί να αποβεί καταστροφική. Κυρίως δε τους καλοκαιρινούς μήνες που οι ανάγκες είναι αυξημένες καθώς εκτός του ότι μειώνονται τα επιφανειακά αποθέματα υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση του πληθυσμού στις παράκτιες περιοχές. Κατ' αυτό τον τρόπο παρατηρείται εκτός των άλλων και αύξηση του κόστους ζωής με ταυτόχρονη μείωση του βιοτικού επιπέδου καθώς η έλλειψη νερού είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το επίπεδο ζωής της κάθε περιοχής.

Όσον αφορά το γεωργικό τομέα, η έλλειψη των κατάλληλων υποδομών αποθήκευσης και εκμετάλλευσης των επιφανειακών υδατικών πόρων οδηγεί στην αδυναμία κάλυψης των αρδευτικών αναγκών και στη χρήση υφάλμυρων ποσοτήτων νερού πολλές φορές για τις καλλιέργειες. Τα παραπάνω έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της αλατότητας του εδάφους και κατά συνέπεια τη μείωση της απόδοσης των καλλιεργειών αλλά και την υποβάθμιση των ίδιων των εδαφών. Επίσης έτσι παρατηρείται αύξηση του κόστους παραγωγής, μείωση της ανταγωνιστικότητας, μείωση των αγαθών προς πώληση άρα και του εισοδήματος των αγροτών ενώ τέλος και πάλι όλα αυτά οδηγούν στη μείωση του βιοτικού επιπέδου.

Ειδικότερα οι περιοχές που τοποθετούνται στον άξονα Θεσσαλονίκη–Αθήνα–Πάτρα, εξαιτίας της συγκέντρωσης πληθυσμού και των πιο έντονων δραστηριοτήτων, σε συνδυασμό με τα περιορισμένα αποθέματα νερού που παρουσιάζουν, διαθέτουν το πιο οξυμένο πρόβλημα σε ό,τι αφορά στην ποιότητα του νερού εξαιτίας της ρύπανσης (Θεοχάρη, 2020).

1.3.3. Τα δάση και η επίδρασή τους.

Το δάσος, ως στοιχείο που παρεμβάλλεται ανάμεσα στην ατμόσφαιρα και το έδαφος, ασκεί σημαντική υδρολογική επίδραση. Το ποσοστό αυτής της κατακράτησης αντιστοιχεί, κατά μέσο όρο, σε 10-20% για τα φυλλοβόλα είδη και σε 30-40% για τα αείφυλλα κωνοφόρα.

Στην Ελλάδα, στην οποία είναι κυρίαρχα τα φυλλοβόλα είδη που δεν φέρουν φύλλα τον χειμώνα και οι βροχές πέφτουν φθινόπωρο, άνοιξη και χειμώνα, το ποσοστό είναι πολύ μικρότερο. Από το νερό που φθάνει στο έδαφος, ένα πολύ μικρό μέρος απορρέει επιφανειακά, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του διηθείται, χάρη στο μεγάλο πορώδες του δασικού εδάφους, το οποίο δρα ως ένας τεράστιος ταμιευτήρας. Αυτό είναι και ένα εκ των πλεονεκτημάτων του δάσους έναντι όλων των άλλων χερσαίων οικοσυστημάτων και των καλλιεργειών.

Εκτός, όμως, από την υδρονομική επίδραση του δάσους, η οποία συνίσταται στην αποτροπή των πλημμυρών και τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων και είναι

ιδιαίτερα σημαντική για χώρες όπως η Ελλάδα, εξίσου σημαντική, είναι και η επίδραση που έχει στην ποιότητα του νερού. Η δασική χλωρίδα και το δασικό έδαφος δρουν ως ένα τεράστιο βιολογικό φίλτρο, με αποτέλεσμα το νερό που παράγεται στο δάσος να είναι ποιοτικά καλύτερο, από οργανοληπτικής, χημικής και μικροβιολογικής άποψης (Θεοχάρη, 2020).

Η μείωση της δασικής κάλυψης της χώρας τις τελευταίες δεκαετίες ως αποτέλεσμα αύξησης της ανθρώπινης δραστηριότητας και στοχευμένων καταστροφών (εμπρησμοί) με σκοπό το κέρδος, έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί η επιφανειακή απορροή των υδάτων προς την θάλασσα και να μειωθεί αντίστοιχα η ποσότητα των υδάτων που καταλήγουν στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες.

1.3.4. Οι πλημμύρες.

Κατά τα τελευταία 140 χρόνια η Ελλάδα είναι τέταρτη σε φονικές πλημμύρες στην Ανατολική Μεσόγειο. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών από το 1882 έως το 2021 στη χώρα μας και στα Βαλκάνια, πλημμύρες με περισσότερους από 10 θανάτους εμφανίζονται μία φορά στα 6,5 χρόνια και με περισσότερους από 22 θανάτους μία φορά στα 12 χρόνια (Ναυτεμπορική).

Τα αίτια των πλημμυρών είναι ποικίλα, κυρίως λόγω ανεπαρκών υποδομών σε συνδυασμό με ανθρωπογενείς παρεμβάσεις ενώ συνήθως το κάθε πλημμυρικό φαινόμενο που θα επιδράσει αρνητικά στο κοινωνικό σύνολο, προκαλώντας καταστροφές σε περιουσίες και θέτοντας σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές έρχεται ως αποτέλεσμα συνδυασμένων αιτιάσεων σε συγκεκριμένη χωροχρονική στιγμή.

Αν επιχειρήσει κάποιος επιγραμματικά να καταγράψει τα αίτια των πλημμυρών στον Ελλαδικό χώρο μπορούν να σημειωθούν τα ακόλουθα:

- Το γενικά ορεινό ανάγλυφο της χώρας διευκολύνει και επιτρέπει μεγάλες παροχές ομβρίων υδάτων προς τα κατάντη μέσω χειμάρρων με απολήξεις σε σημεία κατά μήκος της ακτογραμμής. Όμως η συγκέντρωση μεγάλου αριθμού πληθυσμού κατά μήκος των ακτογραμμών και η συνεπακόλουθη αστικοποίηση, συνδυαζόμενη με την κατά κανόνα άναρχη δόμηση που επί δεκαετίες κυριαρχεί στη χώρα έχουν ως αποτέλεσμα την αλλοίωση του σχήματος και των διαστάσεων των εκβολών των χειμάρρων εις όφελος του εκάστοτε οικισμού - πόλης. Τα συνεπακόλουθα αποτελέσματα, όταν μεγάλα ύψη βροχής καλούνται να παροχετευτούν μέσω των συστημάτων αυτών είναι γνωστά σε όλους μας.
- Παρόμοιο και σε μεγαλύτερη έκταση είναι το φαινόμενο αυτό σε όλα τα αστικά κέντρα (Αττική, Θεσσαλονίκη, πόλεις της Θεσσαλίας και αλλού) όπου οι φυσικές διαδρομές της παροχέτευσης ομβρίων έχουν γίνει τμήματα της πόλης όπως δρόμοι και οικόπεδα με κτίσματα.
- Η επί δεκαετίες συνεχιζόμενη μείωση της επιφάνειας των δασών, περιμετρικά των πόλεων και οικισμών, ως αποτέλεσμα πυρκαγιών, μειωμένης και μη επαρκούς αναδάσωσης και έλλειψη αποτελεσματικής πολιτικής προστασίας τους επιδρά αρνητικά στις δυνατότητες του εδάφους να απορροφήσει ικανές ποσότητες κατακρυσμάνσεων με αποτέλεσμα οι πλημμυρικές παροχές προς τα κατάντη να μεγαλώνουν.

- Η ανεπάρκεια έργων παροχέτευσης ομβρίων υδάτων εντός των αστικών κέντρων ως αποτέλεσμα της έλλειψης ολοκληρωμένου σχεδιασμού κατά την επέκταση αυτών συνδυαζόμενη με ανεπαρκή συντήρηση αυτών.

1.3.5. Η σπατάλη του νερού σε οικιστικές χρήσεις.

Η σπατάλη του νερού σε οικιστικές χρήσεις στον Ελληνικό χώρο περιγράφεται ως συνδυαστικό αποτέλεσμα των εξής παραγόντων:

1. Καταρχήν συνεχίζει να υπάρχει η διάχυτη πεποίθηση στο σύνολο του πληθυσμού ότι η επάρκεια και η εγγυημένη ποιότητα φρέσκου νερού είναι δεδομένη τώρα και στο μέλλον, κάτι που απέχει φυσικά πολύ από την πραγματικότητα.
2. Αποτέλεσμα αυτού είναι η έλλειψη κατάλληλης νοοτροπίας εξοικονόμησης νερού αλλά και ενημέρωσης σχετικά με τη διαρκή ανάγκη περιορισμού και ελέγχου της κατανάλωσης νερού. Είναι αξιοσημείωτο ότι ενώ τα τελευταία χρόνια πολλές συζητήσεις γίνονται για πολλά άλλα παρόμοια θέματα εξοικονόμησης ενέργειας, ανακύκλωσης και ούτω καθεξής οι συζητήσεις που αφορούν τη μεταβολή συνηθειών στην κατανάλωση νερού είναι οι τελευταίες στη σειρά.
3. Βασικό εθνικό προϊόν της χώρας έχουν αναχθεί πλέον τα οφέλη από την τουριστική βιομηχανία. Ο τομέας αυτός όμως εξεταζόμενος από την πλευρά σπατάλης νερού, λόγω της φύσης του, ευνοεί σαφώς τη σπατάλη. Ο συνδυασμός δε της σπατάλης εξαιτίας της βιομηχανίας τουρισμού σε περιοχές της χώρας που αντιμετωπίζουν θέματα επάρκειας υδατικών αποθεμάτων και της σαφούς αναγκαιότητας διατήρησης και επέκτασης των τουριστικών υποδομών δημιουργεί δυσεπίλυτες καταστάσεις.
4. Η παλαιότητα και η κακή συντήρηση των δικτύων ύδρευσης σε πόλεις και οικισμούς που έχει ως αποτέλεσμα μεγάλες ποσότητες φρέσκου νερού να διαρρέουν πριν καν φτάσουν στην κατανάλωση.

Έτσι για τον Ελληνικό χώρο έχουμε:

- Μέση ημερήσια οικιακή χρήση μόνιμων κατοίκων: 150-200 lt/d/κάτοικο (αυξάνει σημαντικά σε ημιαστικές περιοχές και προάστια λόγω άρδευσης κήπων κτλ.)
- Μέση ημερήσια οικιακή χρήση παραθεριστών: 200-250 lt/d/κάτοικο
- Μέση ημερήσια τουριστική χρήση: 250-350 lt/d/κλίνη
- Ετήσια κατανάλωση στην Ελλάδα: 920 εκατ. m³ (~12% συνολικής κατανάλωσης) Ετήσια κατανάλωση στην Αθήνα (έτος 2014): 420 εκατ.m³ (>100m³/κάτοικο)

Το 80% της κατανάλωσης επιστρέφει στο αποχετευτικό δίκτυο.



Εικόνα 7. Ένα από τα διεθνή σήματα που σκοπό έχουν την ευαισθητοποίηση του πληθυσμού γύρω από τη σοβαρότητα της σπατάλης νερού (Πηγή: Διαδίκτυο)

Δυστυχώς οι τρόποι αντιμετώπισης των αυξημένων αναγκών σε νερό περιοχών με περιορισμένους ή ανεπαρκείς ίδιους υδατικούς πόρους αλλά με μεγάλα ποσοστά αστικής συγκέντρωσης, όπως είναι για παράδειγμα η Αθήνα, ή άνυδρων νησιωτικών περιοχών με αυξημένη τουριστική κίνηση, είναι συχνά ατελέσφοροι, καθώς στις περισσότερες των περιπτώσεων σκοπός των επιλεγθέντων μέτρων είναι η εξασφάλιση νερού, χωρίς, ωστόσο, να επιδιώκεται η παράλληλη αποτελεσματική αντιμετώπιση της σπατάλης του (Τσακίρης, 2020).

1.3.6. Η σπατάλη του νερού στη γεωργία.

Από το σύνολο του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού της χώρας ποσοστό της τάξεως του 80% διατίθεται για αγροτική χρήση, κυρίως άρδευση και κτηνοτροφία. Από την ποσότητα αυτή εκτιμάται ότι ποσοστό της τάξης του 70% έως το 80% χάνεται για διάφορους λόγους.

Χαρακτηριστικό αυτού είναι το γεγονός ότι για την άρδευση της Θεσσαλίας ξοδεύουμε την ίδια ποσότητα νερού που χρειάζεται για να αρδευθεί όλο το Ισραήλ και συνεχίζουμε να ζητάμε την εκτροπή του Αχελώου για την ενίσχυση του υδατικού δυναμικού της περιοχής χωρίς να αναζητούμε στην ουσία τρόπους περιορισμού της σπατάλης. (Καθημερινή).

Οι αρδευόμενες εκτάσεις ανέρχονται σε ~ 13. εκ στρέμματα και αποτελούν ποσοστό 32% της συνολικής καλλιεργούμενης επιφάνειας της επικράτειας, ή περίπου το 60% των πεδινών εδαφών.

Οι εκτάσεις αυτές αρδεύονται από δημόσια εγχειοβελτιωτικά έργα σε ποσοστό 40% ενώ το υπόλοιπο 60% εξυπηρετείται από ιδιωτικά έργα, κυρίως γεωτρήσεις.

Τέλος από τις εκτάσεις αυτές ποσοστό 35-40% αρδεύεται με επιφανειακά συστήματα άρδευσης, ποσοστό 50 έως 55% με συστήματα καταιονισμού και μόνον ποσοστό 10% με συστήματα στάγδην άρδευσης (ως επί τω πλείστο καλλιέργειες θερμοκηπίων).

Η τυπική ετήσια αρδευτική κατανάλωση ανά στρέμμα στην Ελλάδα εκτιμάται σε 600m³/στρέμμα (συμπεριλαμβανομένων των απωλειών των δικτύων).

Εκτιμήσεις ετησίων αρδευτικών αναγκών στη Θεσσαλία σε τιμές m³/στρέμμα είναι: Σιτάρι, 120, Αμπέλια 295, Ντομάτα 470, Βαμβάκι 595, Καλαμπόκι 625, Ζαχαρότευτλα 660, Τριφύλλι 1.000.

Οι λόγοι της σπατάλης νερού στη γεωργία οφείλονται στα ακόλουθα:

Χρήση μεθόδων άρδευσης που σπαταλούν νερό.

Οι περισσότερες καλλιέργειες αρδεύονται με καταιονισμό, μέθοδος που βασίζεται στον ψεκασμό των καλλιεργειών με νερό ώστε το πότισμα να μοιάζει με βροχή. Στη μέθοδο αυτή ανήκουν και τα γνωστά κανόνια, με τα οποία ποτίζεται το 70% των καλλιεργειών βαμβακιού, και τα οποία ευθύνονται για τη μεγάλη σπατάλη νερού (η κατανάλωση μπορεί να φτάσει και τα 40 κ.μ./ώρα). Σε κάθε περίπτωση, ακόμα και αυτή η μέθοδος που έχει έως και 60% απώλειες ανάλογα με τις συνθήκες και τον τρόπο εφαρμογής (όπως η διεύθυνση των ανέμων, η εξατμισοδιαπνοή λόγω ακατάλληλου ωραρίου άρδευσης και άλλα) είναι καλύτερη από τη μέθοδο ποτίσματος με αυλάκια, η οποία έχει τεράστιες απώλειες.



Εικόνα 8. Μία ακόμη από τις ακατάλληλες μεθόδους άρδευσης (Πηγή: greenagenda.gr).



Εικόνα 9. Άρδευση με κανόνια. Η πιο σπάταλη μέθοδος άρδευσης μετά τη μέθοδο της κατάκλυσης (Πηγή: Οικονομικός Ταχυδρόμος)

Το φθινό νερό για άρδευση.

Το νερό που χρησιμοποιείται για άρδευση συνεχίζει να είναι εξαιρετικά φθινό, παρότι την τελευταία διετία με την εκτόξευση των τιμών στην ενέργεια το κόστος και αυτό έχει αυξηθεί. Το διαθέσιμο νερό και τα δίκτυα άρδευσης τα διαχειρίζονται οι Τοπικοί Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων (ΤΟΕΒ). Μέσω αυτών αρδεύονται περίπου τα μισά από τα 12.500.000 αρδευόμενα στρέμματα που έχει η Ελλάδα.

Οι αγρότες πληρώνουν στον τοπικό οργανισμό ένα συνολικό ποσό ανάλογο με τα στρέμματα που πρόκειται να ποτίσουν, που κυμαίνεται από 3 - 35 ευρώ το στρέμμα ανάλογα με την περιοχή στην οποία βρίσκονται. Περίπου κατά 20% περισσότερο πληρώνουν εκείνοι που ποτίζουν με αυλάκια. Ομως στη συνέχεια ο καθένας μπορεί να χρησιμοποιεί όσο νερό θέλει, εφόσον βέβαια υπάρχει διαθέσιμο, γιατί για παράδειγμα ο ΤΟΕΒ Πηνειού δεν διαθέτει τα αποθέματα για να εξυπηρετήσει τις αρδευτικές ανάγκες που υπάρχουν τόσο στην Καρδίτσα όσο και κυρίως στη Λάρισα.

Δεν υπάρχει οργανωμένος μηχανισμός που να καταγράφει αν χρησιμοποιείται όσο νερό χρειάζεται ανάλογα με τις καλλιέργειες που πρέπει να ποτιστούν. Αντίθετα σε άλλες χώρες όπου υπάρχουν τέτοια συλλογικά συστήματα διαχείρισης νερού, έχει μελετηθεί ώστε το δίκτυο να «κλείνει» όταν περάσουν τα αναγκαία για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια κυβικά μέτρα νερού.

Τα πεπαλαιωμένα δίκτυα άρδευσης.

Τα δίκτυα μεταφοράς είναι παλαιωμένα, ενώ οι αναγκαίες επενδύσεις βελτίωσης, αντικατάστασης και επέκτασης δε συμβαδίζουν με τις πραγματικές ανάγκες με αποτέλεσμα να υπάρχουν πολλές απώλειες κατά τη μεταφορά του νερού.



Εικόνα 10. Ένα παλαιό σύστημα άντλησης από αρδευτικό κανάλι (Πηγή: protothema.gr)

Οι ανεξέλεγκτες και παράνομες γεωτρήσεις.

Ο αριθμός των γεωτρήσεων που λειτουργούν σήμερα στην Ελλάδα δεν είναι γνωστός. Εκτιμάται ότι είναι αρκετά πάνω από 100.000. Σύμφωνα με στοιχεία του ΙΓΜΕ μπορούν να φθάνουν και τις 170.000, κάποιες από τις οποίες βέβαια δεν λειτουργούν.

Ωστόσο, ο αριθμός αυτός αυξάνεται κατά πολύ αν σε αυτές προστεθούν και οι παράνομες που κανείς δεν γνωρίζει πόσες ακριβώς είναι και πού βρίσκονται. Ο καθένας αγρότης μπορεί να ανοίξει μία γεώτρηση αρκεί να έχει εχέμυθους γείτονες.

Εκείνο, επίσης, που συμβαίνει συχνά είναι ότι ακόμα και αν η γεώτρηση έχει ανοιχθεί νόμιμα χρησιμοποιείται κατά παράνομο τρόπο. Στην άδεια δηλαδή για τη διάνοιξη μίας γεώτρησης αναφέρεται το βάθος της αλλά και η ποσότητα νερού που επιτρέπεται να αντλείται, χαρακτηριστικά που καταστρατηγούνται.

Τα αποτελέσματα από τα παραπάνω είναι γνωστά. Γεωτρήσεις σε μεγάλα βάθη, υποβάθμιση των υπόγειων υδροφορέων λόγω υπαλμύρωσης και τελικά έλλειψη νερού.



Εικόνα 11. Γεωτρήσεις στον Ελληνικό χώρο (Πηγή: Kathimerini.gr)

1.3.7. Η σπατάλη του νερού στην κτηνοτροφία.

Στον πίνακα 6 φαίνονται οι ποσότητες νερού που απαιτούνται ανά κιλό παραγωγής κρέατος.

Πίνακας 6	
Καταναλωση νερού ανά κιλό παραγωγής	
Παραγωγή κρέατος ανά Kg	Lt νερού που απαιτούνται
1Kg μοσχαρίσιο κρέας	22.000 lt
1 Kg χοιρινό κρέας	15.000 lt
1 Kg κρέας κοτόπουλου	3.500 – 6.000 lt
1 lt γάλα	990 lt
1 Kg καλαμπόκι (ως ζωτροφή)	450 lt

Στην Ελλάδα το μεγαλύτερο μέρος της κτηνοτροφικής παραγωγής προέρχεται από αιγοπρόβατα ενώ οι οργανωμένες κτηνοτροφικές μονάδες παραγωγής μοσχαρίσιου, χοιρινού και κρέατος από κοτόπουλο υστερούν αναλογικά με άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ενδεικτικό αυτού είναι ότι ποσοστό περίπου του 75% της κατανάλωσης μοσχαρίσιου κρέατος καλύπτεται από εισαγωγές, ενώ η εγχώρια

παραγωγή επαρκεί οριακά για την κατανάλωση χοιρινού κρέατος ενώ υπάρχει επάρκεια κρέατος κοτόπουλου.

Παρότι και στον τομέα της κτηνοτροφίας υπάρχει σημαντική έως και ανεξέλεγκτη σπατάλη νερού, η οποία θα μπορούσε να περιοριστεί με διάφορες μεθόδους κυρίως επαναχρησιμοποίησης νερού μετά από επεξεργασία αυτού, εντούτοις η συνεισφορά αυτής της σπατάλης νερού στο γενικό ποσοστό του 80% του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού της χώρας που χρησιμοποιείται για αρδευτικές και κτηνοτροφικές χρήσεις είναι μικρή.

Στην υπόλοιπη Ευρώπη και σε χώρες εκτός αυτής γίνονται βήματα προς τον περιορισμό της σπατάλης και την ορθολογικότερη διαχείριση των διαθέσιμων πόρων. Προσπάθειες παρόμοιες γίνονται στην Ελλάδα. Στη χώρα μας όμως πολύ μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η σπατάλη του νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση. Για το λόγο αυτό, και στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, οι αναφορές περιορίζονται έως το σημείο αυτό και επικεντρώνονται στο πρόβλημα της ορθολογικότερης διάθεσης του νερού για άρδευση.

1.3.8. Το πρόβλημα της λειψυδρίας στα νησιά.

Ο νησιωτικός χώρος της Ελλάδας παρουσιάζει διαφοροποιήσεις σε ό,τι αφορά την υδρολογική του κατάσταση. Έτσι, επί παραδείγματι, τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου, των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων, αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα λειψυδρίας που συνδέονται με το χαμηλό ύψος των κατακρημνίσεων. Στα νησιά του Ιονίου, παρεμφερή προβλήματα λειψυδρίας συνδέονται με ανεπάρκειες που εντοπίζονται στον τρόπο διαχείρισης των υδάτων.

Η κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη ενός νησιού στηρίζεται κυρίως στους υδατικούς πόρους, οι οποίοι καθορίζουν και το βαθμό και την έκταση της ανάπτυξής του. Ο τουρισμός αποτελεί την βάση της οικονομίας των νησιών. Το σύνολο των οικονομικών δραστηριοτήτων αποσκοπούν στην εξυπηρέτηση του τουρισμού, άρα η κυρίαρχη ζήτηση νερού προορίζεται για την ικανοποίηση των αναγκών της ύδρευσης. Οι ανάγκες σε νερό μεγιστοποιούνται κατά την διάρκεια της θερινής περιόδου, κατά την οποία, μάλιστα, οι βροχοπτώσεις είναι σχεδόν μηδενικές. Στην ίδια περίοδο, αυξάνονται και οι ανάγκες άρδευσης, οι οποίες πρέπει με την σειρά τους να ικανοποιηθούν (ΕΕΠΠ, 2010).

Στα περισσότερα νησιά που αντιμετωπίζουν οξύ πρόβλημα νερού, αυτό οφείλεται κυρίως στις υδρογεωλογικές συνθήκες, στην περιορισμένη έκτασή τους, στην γειτνίαση με τη θάλασσα και στις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, οι οποίες διαφοροποιούνται από νησί σε νησί και από χρόνο σε χρόνο (Αντωνίου, 2015). Κοντά στη λειψυδρία δεν είναι λίγες οι φορές που προστίθεται και η ποιοτική υποβάθμιση των περιορισμένων υδάτινων πόρων των νησιών.

Η υποβάθμιση της ποιότητας των υδατικών πόρων στα νησιά έχει και αυτή τις ιδιαιτερότητές της καθώς συνδέεται άμεσα με τις ανεπαρκείς διαθέσιμες ποσότητες νερού και μπορεί να αποδοθεί στους εξής παράγοντες:

- Χαμηλό ποσοστό βροχοπτώσεων σε συνδυασμό με παρατεταμένες ξηροθερμικές περιόδους, έχει σαν αποτέλεσμα μειωμένη απόδοση τόσο ποσοτικά αλλά και ποιοτικά των υφιστάμενων γεωτρήσεων λόγω γεωργικής ρύπανσης ή/και υφαλμύρινσης, την μη πλήρωση των λιμνοδεξαμενών που οδηγεί σε ακόμη μεγαλύτερη εξάρτηση από τις αντλήσεις υπόγειου νερού,

- Το έντονο του αναγλύφου των περισσότερων εκ των νησιών που έχει ως επακόλουθο την ταχεία κίνηση των ομβρίων υδάτων προς της θάλασσα, συνδυαζόμενο με ασβεστολιθικούς σχηματισμούς μικρής διαπερατότητας,
- Της αλλαγής της οικονομικής δραστηριότητας των νησιών και τη σχεδόν καθολική στροφή προς την τουριστική βιομηχανία,
- Η ασύμμετρη διαφοροποίηση του πληθυσμού αναλόγως της εποχής με τους καλοκαιρινούς μήνες ο πληθυσμός να είναι υπερπολλαπλάσιος αυτού των χειμερινών τόσο από ντόπιο πληθυσμό όσο και από τουρίστες. Η ασύμμετρη διαφοροποίηση του πληθυσμού οδηγεί προφανώς και σε ασύμμετρη αύξηση της κατανάλωσης φρέσκου νερού τους θερινούς μήνες (περίοδος ανομβρίας), η δε στροφή στην τουριστική βιομηχανία επιδεινώνει περαιτέρω την αύξηση αυτή,
- Διείσδυση της θάλασσας σε μεγάλο βαθμό στα υπόγεια υδροφόρα στρώματα εξαιτίας και των ανεξέλεγκτων παράκτιων γεωτρήσεων (υφαλμύριση),
- Ανεξέλεγκτες χωματερές και ακατάλληλη διάθεση ανεπεξέργαστων λυμάτων,
- Διάσπαρτες γεωργοκτηνοτροφικές μονάδες μικρής δυναμικότητας και χωρίς επαρκείς δυνατότητες διαχείρισης των αποβλήτων τους,
- Περιορισμένες βιομηχανικές μονάδες και, όπου υπάρχουν, τοπικού ενδιαφέροντος και συχνά χωρίς επαρκή επεξεργασία των αποβλήτων τους,
- Ανταγωνισμός για την εξασφάλιση των αναγκαίων ποσοτήτων νερού για διαφορετικές χρήσεις. Παλαιά δίκτυα ύδρευσης, τα οποία παρουσιάζουν αρκετές βλάβες με συνέπεια υψηλές απώλειες της τάξεως του 30%, αλλά και προβλήματα ρύπανσης του νερού του δικτύου,
- Σε αρκετά νησιά υπάρχει αδυναμία αποθήκευσης επαρκών ποσοτήτων νερού, εξαιτίας του μικρού τους μεγέθους αλλά και της γεωμορφολογίας τους,
- Την εγκατάλειψη των παραδοσιακών τρόπων συλλογής και αποθήκευσης βρόχινου νερού (ομβροδεξαμενές),
- Τη μη ύπαρξη ολοκληρωμένου σχεδιασμού προς την κατεύθυνση της αντιμετώπισης συνολικά του θέματος.

Κεφάλαιο 2^ο.

Η κλιματική κρίση στη διαχείριση υδατικών πόρων.

2.1. Ορισμοί και έννοιες και γενικά στοιχεία.

Με τον όρο κλιματική αλλαγή αναφερόμαστε στη μεταβολή του παγκοσμίου κλίματος και ειδικότερα σε μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτείνονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα. Οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται σε φυσικές διαδικασίες, καθώς και σε ανθρωπίνες δραστηριότητες με επιπτώσεις στο κλίμα, όπως η τροποποίηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας (Wikipedia).

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να διασαφηνιστούν οι έννοιες της κλιματικής αλλαγής, της κλιματικής μεταβλητότητας και της κλιματικής κρίσης, έννοιες που πολλές φορές συγχέονται μεταξύ τους.

2.1.1. Η κλιματική μεταβλητότητα.

Το κλίμα στον πλανήτη διαχρονικά μεταβάλλεται, και εναλλάσσεται μεταξύ ψυχρών και θερμών περιόδων. Ξεκινούμε με την Πλειστοκαινική παγετώδης περίοδος (22.000 – 14.000 χρόνια πριν από σήμερα) όπου δημιουργήθηκαν τα μεγάλα παγοκαλύμματα στη Βόρεια Ευρώπη και Βόρεια Αμερική και στις Άνδεις, Εν συνέχεια έρχεται η λεγόμενη θερμή περίοδος Μεταπαγετικού κλιματικού βέλτιστου (14.000 – 7.000 χρόνια πριν από σήμερα), όπου οι θερινές θερμοκρασίες σε Ανταρκτική και Ευρώπη ήταν 2-3 βαθμούς μεγαλύτερες από σήμερα, λειώνουν μεγάλα τμήματα από τα προαναφερθέντα παγοκαλύμματα, ενώ παράλληλα σημειώνονται και ενδιάμεσες παγετικές περιόδους της τάξεως των 2.500 ετών . Η επόμενη περίοδος είναι αυτή που ονομάζεται εποχή του σιδήρου. (7.000 χρόνια πριν από σήμερα), όπου πρόκειται για μία νέα ψυχρή περίοδο με την κορύφωση της να γίνεται 2.900 με 2.300 έτη πριν από σήμερα. Ακολουθεί η λεγόμενη Δεύτερο Βέλτιστο περίοδος (1.000- 1.200 μ.Χ), όπου πρόκειται για μία εκ νέου θερμή περίοδο με την Ευρώπη να εμφανίζει θερμοκρασίες έως και 1 βαθμό μεγαλύτερες από σήμερα. Εν συνέχεια ακολουθεί η λεγόμενη Μικρή Παγετώδης Περίοδος (1.430-1.850 μ.Χ) όπου το αρκτικό παγοκάλυμμα εξαπλώνεται δημιουργώντας προβλήματα στη Σκανδιναβία, Γροιλανδία και Ισλανδία. (Π. Νάστος ,2020).

Η περίοδος από το 1850 έως και τις μέρες μας, όπου αρχίζει και συνεχίζεται η άνοδος της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας λόγω της ανθρωπίνης δραστηριότητας, εύστοχα έχει χαρακτηριστεί από τον καθηγητή Paul Crutzen ως «ανθρωπόκαινος περίοδος».

Οι μεταβολές αυτές στο κλίμα, πλην της τελευταίας ανθρωπόκαινου περιόδου, ως κύρια αίτια έχουν τις μετακινήσεις των ηπείρων στην επιφάνεια της γης, τις ηφαιστειακές εκρήξεις, τις μεταβολές της ηλιακής δραστηριότητας, και τις ανωμαλίες στην γήινη κίνηση.

Οι μεταβολές του κλίματος οφειλόμενες σε φυσικά αίτια, όπως αυτά που προαναφέρθηκαν, συνθέτουν αυτό που ονομάζεται κλιματική μεταβλητότητα.

2.1.2. Η κλιματική αλλαγή.

Ξεκινώντας από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης, η ανθρώπινη δραστηριότητα επηρεάζει ολοένα και περισσότερο το κλίμα και τη θερμοκρασία της γης μέσω της χρήσης ορυκτών καυσίμων, της αποψίλωσης των δασών και της κτηνοτροφίας. Οι δραστηριότητες αυτές προσθέτουν τεράστιες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου, κυρίως CO₂, στα αέρια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, προκαλώντας αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου και υπερθέρμανση του πλανήτη.

Η επιρροή της ανθρώπινης δραστηριότητας στο κλίμα γίνεται εμφανής μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, όπου αρχίζουν να υπάρχουν οργανωμένα και συνεχόμενα αρχεία κλιματικών παραμέτρων. Από τη δεκαετία του 1970 αρχίζουν να γίνονται εμφανείς οι προσπάθειες περιβαλλοντικής αφύπνισης της κοινωνίας, ενώ από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 αρχίζει να γίνεται εμφανές ότι «κάτι δεν πάει καλά» με το κλίμα και το περιβάλλον ξεκινώντας από τη μείωση της στοιβάδας του όζοντος και συνεχίζοντας με το θέμα του επαυξημένου φαινομένου του θερμοκηπίου.

Οι επιστήμονες του 19ου αιώνα Jean-Baptiste Fourier, Eunice Foote και John Tyndall ήταν οι πρώτοι που μελέτησαν το ρόλο των αερίων του θερμοκηπίου στην αύξηση της θερμοκρασίας της Γης.

Ο νομπελίστας Σουηδός επιστήμονας Svante Arrhenius, συνεχίζοντας το έργο τους, ισχυρίστηκε το 1897 ότι η χρήση των ορυκτών καυσίμων μπορεί να οδηγήσει σε υπερθέρμανση του πλανήτη. Υπολόγισε ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες θα μπορούσαν να θερμάνουν τη Γη προσθέτοντας διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Εκείνη την εποχή όμως, οι ανθρώπινες επιρροές θεωρούνταν ασήμαντες και οι ωκεανοί μεγάλες “δεξαμενές απορρόφησης” του άνθρακα, που θα ακύρωναν αυτόματα την οποιαδήποτε ρύπανση. Έτσι, δε δόθηκε η δέουσα προσοχή και το θέμα ξεχάστηκε έως το 1975, όταν δημοσιεύθηκε η επιστημονική μελέτη του Wallace Broecker, όπου για πρώτη φορά αναφέρεται ο όρος “υπερθέρμανση του πλανήτη” (global warming).

Στα τέλη της δεκαετίας του 1980, το ζήτημα της υπερθέρμανσης του πλανήτη εμφανίστηκε στο προσκήνιο της πολιτικής και των μέσων μαζικής ενημέρωσης καθώς η ύπαρξη ικανού μεγέθους αρχείων μετεωρολογικών παραμέτρων από το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και εντεύθεν επέτρεψε να γίνει κατανοητό το γεγονός ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία αυξήθηκε κατακόρυφα.

Η υπερθέρμανση του πλανήτη έγινε ο κυρίαρχος όρος τον Ιούνιο του 1988 όταν ο επιστήμονας της NASA James E. Hansen κατέθεσε ενώπιον του Κογκρέσου ότι “η υπερθέρμανση του πλανήτη έχει φθάσει σε τέτοιο επίπεδο που μπορούμε να αποδώσουμε με υψηλό βαθμό εμπιστοσύνης μια σχέση αιτίας-αποτελέσματος μεταξύ του φαινομένου του θερμοκηπίου και της παρατηρούμενης θέρμανσης”. Η μαρτυρία του προκάλεσε μαζική κάλυψη από τα αμερικανικά μέσα ενημέρωσης κάνοντας τον όρο πολύ δημοφιλή.

Αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο, η υπερθέρμανση του πλανήτη έγινε ένα καθημερινό θέμα στα δελτία ειδήσεων, τα οποία προσπάθησαν να κοινοποιήσουν το μήνυμα ότι ο πλανήτης βιώνει μια μεταβολή στο κλίμα εξαιτίας της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Ο όρος “υπερθέρμανση του πλανήτη” επισημοποιήθηκε τη δεκαετία του 1980 για να περιγράψει τον αντίκτυπο στη θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης λόγω του αυξημένου επιπέδου των αερίων του θερμοκηπίου που παγιδεύουν τη θερμότητα στην ατμόσφαιρα. Όταν όμως οι συζητήσεις για την υπερθέρμανση του πλανήτη

μετακινήθηκαν από την επιστημονική σφαίρα στη δημόσια σκηνή, φάνηκε ότι ο όρος αυτός δεν αποτελούσε μια χρήσιμη περιγραφή και δεκαετίες αργότερα επισκιάστηκε από τον όρο “κλιματική αλλαγή” μεταξύ των επιστημόνων, των πολιτικών και των θεσμών τους.

Οι διεθνείς οργανισμοί είχαν ανοίξει το δρόμο, σχεδόν ταυτόχρονα με τη μαρτυρία του Hansen, ώστε η “κλιματική αλλαγή” να γίνει ο δημοφιλέστερος όρος. Ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO) και το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Environment Program – UNEP) ίδρυσαν το 1988 τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), η οποία το 1992 δημοσίευσε τη Σύμβαση-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή (UN Framework Convention on Climate Change).

Στη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC), η κλιματική αλλαγή ορίζεται ως η μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες, διακρίνοντας τον όρο από την κλιματική μεταβλητότητα που έχει φυσικά αίτια. (Wikipedia).

Έργο του IPCC είναι να αξιολογεί τις επιστημονικές, τεχνικές και κοινωνικο-οικονομικές πληροφορίες για την κατανόηση του κινδύνου της κλιματικής αλλαγής προερχόμενη από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Κατά τη σύνταξη των εκθέσεων αξιολόγησης συμμετέχουν εκατοντάδες κορυφαίοι εμπειρογνώμονες από όλο τον κόσμο. Έχει καταλήξει τα τελευταία χρόνια ότι τα αέρια θερμοκηπίου ευθύνονται σε τεράστιο βαθμό για την αλλαγή του κλίματος

Σύμφωνα με δημοσιεύσεις της Επιτροπής αυτής, υπάρχουν αρκετές αβεβαιότητες όσο αναφορά την κλιματική αλλαγή. Για παράδειγμα υπάρχουν αρκετές αβεβαιότητες σχετικά με το μέγεθος των επιπτώσεων που έχει η κλιματική αλλαγή στους υδάτινους πόρους, αλλά και στην ξηρασία και τις πλημμύρες. Γι’ αυτό το λόγο το IPCC έχουν αναπτύξει διαφορετικά σενάρια οικονομικής ανάπτυξης, εκπομπών θερμοκηπίου, κλιματικών και υδρολογικών μοντέλων, για να μπορέσει να καλύψει όλες τις μελλοντικές επιδράσεις.

Συμφωνία του Παρισιού για το κλίμα (2015)

Τα κύρια στοιχεία της νέας Συμφωνίας των Παρισίων είναι τα εξής:

Μακροπρόθεσμος στόχος: Οι κυβερνήσεις συμφώνησαν να συγκρατήσουν την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη αρκετά κάτω από τους 2°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα και να συνεχίσουν τις προσπάθειες να την περιορίσουν στον 1.5°C. **Συνεισφορές:** Πριν και κατά τη διάσκεψη των Παρισίων, οι χώρες υπέβαλαν ολοκληρωμένα εθνικά σχέδια κλιματικής δράσης με στόχο τη μείωση των εκπομπών τους. **Φιλοδοξία:** Οι κυβερνήσεις συμφώνησαν να γνωστοποιούν ανά 5ετία τις συνεισφορές τους με σκοπό τον καθορισμό πιο φιλόδοξων στόχων.

Διαφάνεια: Δέχθηκαν επίσης να γνωστοποιούν μεταξύ τους και στο κοινό την πρόοδό τους προς την επίτευξη των στόχων τους, με σκοπό την εξασφάλιση διαφάνειας και εποπτείας. **Αλληλεγγύη:** Η ΕΕ και άλλες ανεπτυγμένες χώρες θα εξακολουθήσουν να παρέχουν χρηματοδότηση μέτρων αντιμετώπισης της αλλαγής του κλίματος, προκειμένου να βοηθήσουν τις αναπτυσσόμενες χώρες τόσο να μειώσουν τις εκπομπές όσο και να θωρακιστούν έναντι των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής

λόγω των αλλαγών στις περιβαλλοντικές συνθήκες αλλά και στις ανθρώπινες δραστηριότητες.

2.1.3. Η κλιματική κρίση.

Έχουμε συνηθίσει όταν αναφερόμαστε στην κλιματική αλλαγή να μιλάμε σε χρόνο μέλλοντα, να λέμε ή να ρωτάμε «ποιες θα είναι οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής». Στην πραγματικότητα η κλιματική αλλαγή είναι εδώ, ζούμε εντός της. Οι συνέπειές της είναι ήδη σοβαρές. Πολλοί επιστήμονες μιλούν μάλιστα για κλιματική κρίση και όχι για κλιματική αλλαγή, θέλοντας να υπογραμμίσουν τον κρίσιμο αρνητικό αντίκτυπο της γενικής απορρύθμισης του «θερμοστάτη» του πλανήτη

Επίσης, ένας ολοένα αυξανόμενος αριθμός έγκυρων μέσων ενημέρωσης υποστηρίζει ότι η φράση κλιματική αλλαγή δεν “ταιριάζει” πια στην εποχή μας, γιατί είναι ουδέτερη, φθαρμένη και πολύ ωραία για να περιγράψει την κρίση που αντιμετωπίζει ο πλανήτης.

Σύμφωνα με την εφημερίδα The Guardian, η κλιματική αλλαγή είναι μια παθητική και ήπια φράση όταν οι επιστήμονες μιλούν για μια καταστροφή της ανθρωπότητας. Μάλιστα, ανακοίνωσε νέες κατευθυντήριες γραμμές σύνταξης της εφημερίδας με την εισαγωγή νέων όρων που περιγράφουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις περιβαλλοντικές κρίσεις που αντιμετωπίζει ο πλανήτης, όπως είναι η κλιματική έκτακτη ανάγκη (climate emergency), η κλιματική κρίση ή η κλιματική κατάρρευση (breakdown).

Η εφημερίδα The Observer και άλλα μέσα ενημέρωσης, όπως το BBC και το αμερικανικό πρακτορείο ειδήσεων Associated Press, έχουν επίσης τροποποιήσει τους εσωτερικούς τους κανόνες για τις αναφορές τους στο κλίμα.

Η διαφοροποίηση της ορολογίας ακολουθεί τις εξελίξεις, θέλοντας αφενός να προβάλει πώς από την αλλαγή του κλίματος έχουμε περάσει στην κρίση του κλίματος και αφετέρου να δώσει έμφαση στον τεράστιο αντίκτυπο που έχει ήδη αυτή η κλιματική αλλαγή στην ανθρώπινη ζωή, στα οικοσυστήματα και στη βιοποικιλότητα.

Η επιστράτευση της επικοινωνιακής δύναμης των λέξεων στον αγώνα κατά της κλιματικής αλλαγής φανερώνει τη σοβαρότητα του θέματος. Στην Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής προτείνεται η ενεργοποίηση της εκπαίδευσης και της κατάρτισης ως μέρος της λύσης για τις αλλαγές που απαιτούνται για μια επιτυχή μετάβαση σε μια πιο οικολογική ζωή.

Ο όρος “κλιματική κρίση” δεν αποτελεί κάποιον επιστημονικό όρο, γι’ αυτό και δεν υπάρχει στα επιστημονικά λεξικά και στα γλωσσάρια των διεθνών περιβαλλοντικών φορέων. Στα έγκριτα αγγλικά λεξικά (όπως το Cambridge, το Collins και το Oxford) ο ορισμός της κλιματικής κρίσης ποικίλλει, γιατί ουσιαστικά περιγράφεται μια κατάσταση, δηλαδή η σημερινή, και όχι κάποιος κλιματικός όρος. Δεν είναι καθόλου τυχαίο λοιπόν ότι η “κλιματική κρίση” τείνει να κυριαρχήσει στο δημόσιο λόγο, αφού αποδίδει με πιο εμφατικό και ξεκάθαρο τρόπο τις συνέπειες της αλλαγής του κλίματος, από τις οποίες προκύπτουν ακραία καιρικά φαινόμενα όπως είναι οι πλημμύρες, ο παρατεταμένος καύσωνας και οι ανεξέλεγκτες πυρκαγιές.

Η φράση “κλιματική κρίση” πιστώνεται στον πρώην Αντιπρόεδρο των ΗΠΑ (1993-2001) Al Gore. Προ εικοσαετίας είχε δηλώσει ότι η “κλιματική κρίση” είναι ο καταλληλότερος όρος για να σηματοδοτήσει το επείγον του ζητήματος, θεωρώντας μάλιστα ότι η γλώσσα που χρησιμοποιούμε όταν συζητάμε για την κλιματική κρίση έχει τεράστια σημασία ως μέσο τόσο για να προκαλέσουμε μια συναισθηματική αντίδραση

όσο και για να εμπνεύσουμε δράση. Το 2007 ο Al Gore μοιράστηκε με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή το βραβείο Νόμπελ Ειρήνης για τη δράση τους υπέρ του παγκόσμιου κλίματος.

Στην ομιλία αποδοχής του βραβείου δήλωσε: “Πρέπει να κατανοήσουμε τη σύνδεση ανάμεσα στην κλιματική κρίση και τα δεινά της φτώχειας, της πείνας, του HIV-AIDS και των άλλων πανδημιών. Καθώς αυτά τα προβλήματα συνδέονται, έτσι πρέπει να συνδέονται και οι λύσεις τους”.

Το Νοέμβριο του 2019 ένδεκα χιλιάδες επιστήμονες από όλο τον κόσμο, μέσω της διακήρυξής τους για το κλίμα με τίτλο “Climate emergency”, ανέφεραν ότι η Γη αντιμετωπίζει μια κλιματική έκτακτη ανάγκη λόγω των ανεπαρκών προσπαθειών για την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης σε διεθνή κλίμακα. Η προσπάθεια που οφείλει να κάνει η ανθρωπότητα είναι να φρενάρει και να ανακόψει τη διαδικασία της κλιματικής κρίσης, προτού το κλιματικό «τσουνάμι» γίνει ανεξέλεγκτο.

2.1.4. Τα αίτια της κλιματικής κρίσης.

Η κλιματική αλλαγή ή σωστότερα η κλιματική κρίση, που είναι και ο όρος που περιγράφει τη σημερινή κατάσταση, ως αίτια έχει τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο περιβάλλον που τελικά επηρεάζουν το κλίμα. Στα επόμενα καταγράφονται περιληπτικά τα κύρια αίτια και οι μηχανισμοί που τελικά οδηγούν σε αυτή.

2.1.4.1. Ρύπανση της ατμόσφαιρας και περιβάλλοντος.

Μία από τις κυριότερες αιτίες είναι η ρύπανση της ατμόσφαιρας, του νερού, του εδάφους, η όξινη βροχή, η ρύπανση του περιβάλλοντος και η ραδιενεργός ρύπανση.

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι ένα μεγάλο πρόβλημα των σύγχρονων κοινωνιών. Τα φαινόμενα της ρύπανσης της ατμόσφαιρας ξεκινούν από την εποχή της Βιομηχανικής Επανάστασης και κορυφώνονται εντονότερα τις τελευταίες πέντε με έξι δεκαετίες παράλληλα με την πρόοδο που σημείωσε ο άνθρωπος. Τα εργοστάσια, οι μονάδες παραγωγής ενέργειας, τα σύγχρονα μέσα μεταφοράς (αυτοκίνητα, αεροπλάνα) είναι υπεύθυνα για την εκπομπή βλαβερών αερίων και σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης, επίσης, συνιστούν φυσικά φαινόμενα, όπως οι πυρκαγιές και η έκρηξη ηφαιστειών. (Κούγκολος Α. 2007)

Η ρύπανση του νερού προκαλείται από τη ρύπανση των ποταμών, των λιμνών, των θαλασσών αλλά και των υπόγειων υδάτων, από την ανεξέλεγκτη παροχέτευση βλαβερών και επικίνδυνων για την υγεία υγρών προερχόμενα από μονάδες παραγωγής, από αστικά λύματα, αλλά και επειδή χρησιμοποιούνται ως τόποι εναπόθεσης διαφόρων άλλων στερεών αποβλήτων. Αναλόγως της περίπτωσης πρόκειται για ρύπανση επιφανειακών υδροφορέων (ποταμών και λιμνών), υπόγειων υδροφορέων και θαλάσσιου περιβάλλοντος

Όσον αφορά στη ρύπανση του εδάφους, διαχωρίζεται στη ρύπανση προκαλούμενη από υπερεντατική χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, και από τη ρύπανση προκαλούμενη από τοξικές ουσίες, ρύπους, πλαστικά αντικείμενα, σκουπίδια κ.λπ. Άλλες αιτίες ρύπανσης του εδάφους είναι οι ρύποι της ατμόσφαιρας και η υπερεκμετάλλευση της γης. (Χατζημπίρος Κ. 2007).

Το φαινόμενο της όξινης βροχής παρατηρείται τις τελευταίες δεκαετίες στις βιομηχανικές κυρίως περιοχές της γης. Τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, τα αέρια

(κυρίως θείο και άζωτο), που εκπέμπουν οι βιομηχανικές μονάδες, αναμειγνύονται με το νερό και το καθιστούν όξινο. Έτσι, λοιπόν, η βροχή (ή το χιόνι) που πέφτει στη γη και περιέχει τα βλαβερά αέρια, ονομάζεται όξινη βροχή. Στην πραγματικότητα, όμως, ο όρος όξινη βροχή δεν περιγράφει σωστά το φαινόμενο αυτό αφού οι όξινες ουσίες μπορεί να εναποτίθενται μέσω της βροχής, μέσω άλλων μορφών του υγρού αέρα, αλλά επίσης, μπορεί να εναποτίθενται και ως ξηρά σωματίδια (Χατζηκώστας Α., Σδούγκας Γ. 2013).



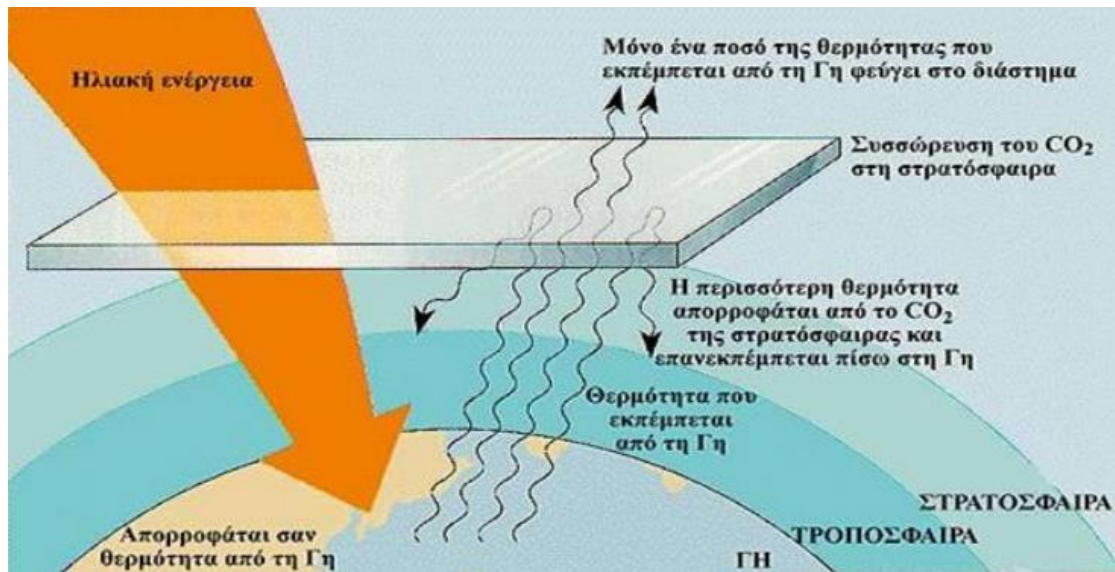
Εικόνα 12. Το φαινόμενο της όξινης βροχής (Πηγή: www.google.gr-images)

Τέλος η ανάπτυξη, των διαφόρων εφαρμογών της πυρηνικής ενέργειας, έχουν δημιουργήσει μετά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο μια νέα κατάσταση και οδήγησαν στη ραδιενεργό ρύπανση. Πυρηνικά ατυχήματα σε όλα τα στάδια των πυρηνικών εφαρμογών έχουν ήδη δημιουργήσει σοβαρές καταστάσεις ρύπανσης, ενώ η αποθήκευση των ραδιενεργών αποβλήτων απειλεί μελλοντικά με εκτεταμένη ραδιενεργό ρύπανση τη Βιόσφαιρα. Τα ραδιενεργά στοιχεία μεταφέρονται με τον άνεμο, τη βροχή, τα ποτάμια, τα θαλάσσια ρεύματα, κ.λπ. και εισχωρούν στους βιογεωχημικούς κύκλους και στο εσωτερικό των ζωντανών οργανισμών. (Μπινιάρης Σ. 2006).

2.1.4.2. Το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα φυσικό φαινόμενο, που ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά από τον Γάλλο μαθηματικό και φυσικό Fourier, το 1824. Όπως είναι γνωστό οι ακτίνες του ήλιου θερμαίνουν την επιφάνεια της Γης. Καθώς η θερμοκρασία στη Γη αυξάνεται, η θερμότητα επιστρέφει στην ατμόσφαιρα και ένα μέρος της απορροφάται ή αντανακλάται πίσω στη Γη από τα αέρια του θερμοκηπίου, που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, οι υδρατμοί, το υποξείδιο του αζώτου, το μεθάνιο και το όζον. Αυτή η φυσική διαδικασία ονομάζεται φαινόμενο του θερμοκηπίου και είναι αυτή που ευθύνεται για τη ζωή στον πλανήτη μας. Χωρίς αυτή, ο μέσος όρος θερμοκρασίας του πλανήτη μας θα ήταν -18 βαθμούς Κελσίου.

Το φαινόμενο της αύξησης της θερμοκρασίας κοντά στην επιφάνεια της γης, που οφείλεται στην ανθρωπογενή εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, CH₄, N₂O και O₃), ονομάζεται ενισχυμένο ή ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου και είναι το πραγματικό πρόβλημα για την ανθρωπότητα (Ahmada, N., Hossain, D. 2014).



Εικόνα 13. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Πηγή: www.google.gr-images)

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 800.000 ετών υπήρξαν συνεχείς διακυμάνσεις στις συγκεντρώσεις CO₂ της ατμόσφαιρας. Αυτές οι περιόδους αύξησης και πτώσης του CO₂ συμπίπτουν με την έναρξη των εποχών των παγετώνων (χαμηλό CO₂) και των διαπαγετωνικών περιόδων (υψηλό CO₂).

Αυτές οι περιοδικές διακυμάνσεις προκαλούνται από αλλαγές στην τροχιά της Γης γύρω από τον ήλιο - που ονομάζονται κύκλοι Μιλάνκοβιτς. Κατά τη διάρκεια αυτής της μεγάλης περιόδου, οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις CO₂ δεν ξεπέρασαν τα 300 μέρη ανά εκατομμύριο (ppm). Αυτό άλλαξε με τη Βιομηχανική Επανάσταση και την αύξηση των εκπομπών CO₂ από τον άνθρωπο από την καύση ορυκτών καυσίμων. Υπήρξε μια ραγδαία αύξηση των παγκόσμιων συγκεντρώσεων CO₂ κατά τους τελευταίους αιώνες, και ιδίως τις τελευταίες δεκαετίες. Για πρώτη φορά σε πάνω από 800.000 χρόνια, οι συγκεντρώσεις δεν αυξήθηκαν μόνο πάνω από τα 300ppm αλλά τώρα είναι πολύ πάνω από 400ppm (Wikipedia).

Δεν έχει σημασία μόνο το επίπεδο αλλαγής του CO₂ στην ατμόσφαιρα, αλλά και ο ρυθμός αλλαγής. Οι ιστορικές αλλαγές στις συγκεντρώσεις CO₂ συνέβαιναν κατά τη διάρκεια αιώνων ή και χιλιάδων ετών. Μας χρειάστηκαν μόνο μερικές δεκαετίες για να επιτύχουμε ακόμη μεγαλύτερες αλλαγές. Αυτό δίνει στα είδη και τα οικοσυστήματα πολύ λιγότερο χρόνο για προσαρμογή. Για να σταθεροποιήσει (ή ακόμα και να μειώσει) τις συγκεντρώσεις CO₂ στην ατμόσφαιρα, ο κόσμος πρέπει να επιτύχει καθαρές μηδενικές εκπομπές. Αυτό απαιτεί μεγάλες και γρήγορες μειώσεις των εκπομπών. Σε μια εποχή που οι παγκόσμιες εκπομπές πρέπει να μειωθούν, στην πραγματικότητα εξακολουθούν να αυξάνονται. Οι εκπομπές παρά τις μειώσεις δεν έχουν ακόμη κορυφωθεί, δηλαδή δεν έχουν φτάσει ακόμη στη μέγιστη τιμή τους.

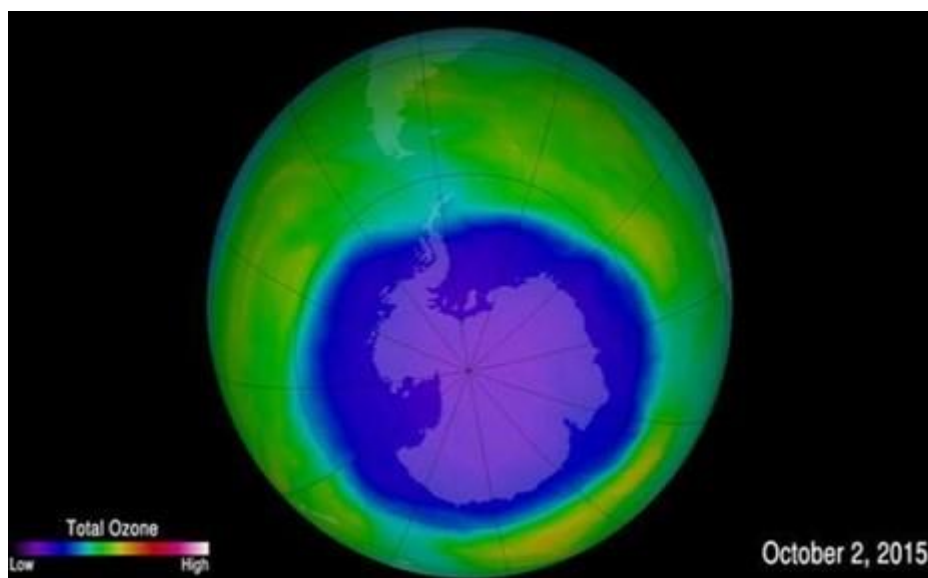
Κυριότερες επιπτώσεις του ενισχυμένου φαινομένου του θερμοκηπίου θεωρούνται οι ακόλουθες:

Αύξηση των βροχοπτώσεων, μεγαλύτερη ξηρασία στα μέσα γεωγραφικά πλάτη, κυρίως το καλοκαίρι, συχνότερη εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων, άνοδος της στάθμης της θάλασσας με αποτέλεσμα πολλές εκτάσεις να κινδυνεύουν να χαθούν κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, αλλαγές στη βλάστηση, κ.ά. (Zuberi, S., Jibran, M. 2015).

2.1.4.3. Η “τρύπα” του όζοντος.

Ως «τρύπα του όζοντος» είναι το φαινόμενο, όπου το στρώμα του όζοντος στη στρατόσφαιρα μειώνεται εξαιτίας των χλωροφθορανθράκων. Οι χλωροφθοριούχοι άνθρακες (CFC's) που απελευθερώνονται ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας από αεροζόλ, συσκευές που χρησιμοποιούν χλωροφθοράνθρακες ως ψυκτικό μέσο (κλιματιστικές μονάδες και συσκευές, ψυγεία, και ούτω καθεξής) και λοιπές συσκευές, ανεβαίνουν στη στρατόσφαιρα με αποτέλεσμα την αραίωση του στρώματος του όζοντος και τη δημιουργία της γνωστής τρύπας του όζοντος πάνω από την Ανταρκτική.

Το φυσικό στρώμα όζοντος (O₃), που βρίσκεται στη στρατόσφαιρα (25 χλμ. περίπου πάνω από τη γη) και το οποίο δρα σαν «ασπίδα» απέναντι στην υπεριώδη ακτινοβολία, σήμερα κινδυνεύει άμεσα. Η παρουσία του όζοντος προστατεύει την ύπαρξη ζωής στη Γη και απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου, που ως γνωστό είναι βλαβερή για τους ζωντανούς οργανισμούς. Παρατηρήσεις που αφορούν το όζον σε ύψος κοντά στα 40 χιλιόμετρα, δείχνουν ότι έχει μειωθεί περίπου 10 % στις μέρες μας. Η επικρατέστερη άποψη είναι πως εφόσον το όζον, που απορροφά μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, μειώνεται, θα εισέρχεται περισσότερη θερμότητα στη Γη, η οποία σε συνδυασμό με το επίσης σοβαρό φαινόμενο του θερμοκηπίου, συντελεί στην υπερθέρμανση του πλανήτη.



Εικόνα 14: Η τρύπα του όζοντος

2.2. Η κλιματική κρίση και η επιρροή αυτής στη διαχείριση των υδατικών πόρων στον Ελληνικό χώρο.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης γίνονται αισθητές σε όλες τις ηπείρους σε ολόκληρο τον κόσμο και προβλέπεται ότι θα γίνουν πιο συχνές και πιο έντονες όχι μόνο στη δεκαετία που ζούμε αλλά δυστυχώς και στις επόμενες δεκαετίες.

Το νερό είναι το κύριο μέσο με το οποίο η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τα οικοσυστήματα της γης και, κατά συνέπεια, τη ζωή των ανθρώπων. Οι επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος που σχετίζονται με το νερό εκδηλώνονται κυρίως με τη μορφή παρατεταμένων ξηρασιών και εντόνων πλημμυρών, όπως αναλυτικά θα παρουσιαστούν στα παρακάτω.

Η διαχείριση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα, όπως διεξοδικά έχει παρουσιαστεί, ήδη δημιουργεί σειρές δυσκολιών και προκλήσεων προερχόμενες κυρίως από δύο παράγοντες:

- A. Των γεωγραφικών ιδιοτεροτήτων της χώρας,
- B Τα ειδικότερα προβλήματα του Ελλαδικού χώρου λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας σε αυτόν.

Όταν στα παραπάνω έρθουν να προστεθούν οι συνέπειες εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής η κατάσταση που δημιουργείται μόνο ως εκρηκτική μπορεί να χαρακτηριστεί.

2.2.1. Η γενικότερη επίδραση της κλιματικής κρίσης στους υδατικούς πόρους.

Η κλιματική κρίση, αναμένεται ότι θα περιορίσει ακόμη περισσότερο την πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό. Οι τομείς της οικονομίας που πρόκειται να επηρεαστούν περισσότερο από τις επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στους υδατικούς πόρους είναι οι ακόλουθοι: α) η γεωργία, εξαιτίας της αυξημένης ανάγκης για ύδρευση, β) η ενέργεια, λόγω της μείωσης της παραγόμενης υδροηλεκτρικής ενέργειας, γ) η υγεία, λόγω της ποιότητας νερού και δ) η αναψυχή, στην οποία εντάσσεται ο τομέας του τουρισμού (Θεοχάρη, 2020).

Ιδιαίτερα σημαντικές είναι και οι επιπτώσεις που παρατηρούνται στα οικοσυστήματα και τη βιοποικιλότητα. Η κεντρική Ευρώπη ήδη έρχεται αντιμέτωπη με σημαντικές πλημμύρες, οι βόρειες χώρες με προβλήματα ενέργειας, υγείας και διαταραχής οικοσυστημάτων, ενώ οι νότιες αντιμετωπίζουν σημαντικό πρόβλημα λειψυδρίας και ανομβρίας.

Με άλλα λόγια, η αλλαγή του κλίματος και ο αντίκτυπός της στον υδρολογικό κύκλο μπορεί να οδηγήσουν σε: - πλημμυρικά φαινόμενα (Floods) - συνθήκες ξηρασίας (Droughts).

Η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, ως συνέπεια της κλιματικής κρίσης επιδρά καταλυτικά στους υδατικούς πόρους και επιφέρει αλυσιδωτές αντιδράσεις στα υδατικά οικοσυστήματα, προκαλώντας αλλαγές σε:

- Κατακρημνίσματα
- Εξατμισοδιαπνοή
- Απορροή
- Εδαφική υγρασία

- Υπόγεια ύδατα
- Υδατικό ισοζύγιο

Οι αλλαγές αυτές έχουν συνέπειες:

1. Χρονική – χωρική μετατόπιση βροχοπτώσεων (ανάλογα με την τοποθεσία και την εποχή)
2. Αύξηση της έντασης των ακραίων συμβάντων (φαινόμενα πλημμύρας, συνθήκες ξηρασίας κ.λπ.)
3. Αυξημένη εξατμισοδιαπνοή
4. Μειωμένο ποσοστό χιονοπτώσεων ως προς τη συνολική βροχόπτωση
5. Μετατόπιση περιόδου χιονιού τήξης ως προς τη χειμερινή περίοδο
6. Επιμήκυνση της ξηρής περιόδου
7. Αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας (λόγω της τήξης πολικών πάγων και τη θερμική διαστολή των ωκεανών) έχοντας ως αποτέλεσμα την εδαφική απώλεια παράκτιων περιοχών, την υφαλμύρωση υπόγειων υδροφορέων αλλαγές σε εκβολές ποταμών.

Υπερθέρμανση του πλανήτη

- Αυξημένη θνησιμότητα, μειωμένη παραγωγικότητα και ζημιές στις υποδομές
- Περαιτέρω πίεση σε περιοχές με έλλειψη νερού
- Δυσκολότερη η εκτροφή ζώων και η καλλιέργεια τροφίμων
- Λιώσιμο των πάγων και άνοδος της στάθμης της θάλασσας - απειλή για τις παράκτιες πόλεις και τα νησιωτικά έθνη
- Άνοδος της στάθμης της θάλασσας με μείωση της ποσότητας των διαθέσιμων γλυκών υδάτων, καθώς το νερό της θάλασσας διεισδύει περαιτέρω στον υπόγειο υδροφόρο, επηρεάζοντας τη γεωργία και την παροχή πόσιμου νερού
- Μετατόπιση των ζωνών βλάστησης και εκτεταμένη απώλεια βιοποικιλότητας

Έντονες βροχοπτώσεις - Πλημμύρες

- Μείωση παραγωγής και βιωσιμότητας της γεωργίας και της κτηνοτροφίας
- Τεράστιες οικονομικές ζημιές τις τελευταίες τρεις δεκαετίες σε πόλεις και δίκτυα
- Υπερχείλιση ποταμών
- Καταστροφή οικοσυστημάτων
- Δευτερογενείς επιπτώσεις στις υποδομές μεταφορών, στη γεωργία, στη δασοκομία, στα ύδατα και στη βιοποικιλότητα

Ξηρασία - Δασικές Πυρκαγιές

- Μείωση ικανότητας των οικοσυστημάτων να παρέχουν σημαντικές υπηρεσίες και αγαθά
- Κυρίως δευτερογενείς επιπτώσεις στις υποδομές μεταφορών, στη γεωργία, στη δασοκομία, στα ύδατα και στη βιοποικιλότητα
- Μείωση της στάθμης των ποταμών και των υπόγειων υδάτων, με αποτέλεσμα να περιορίζουν την ανάπτυξη δέντρων και καλλιεργειών

Ισχυροί Άνεμοι - Τυφώνες

- Διάβρωση εδαφών
- Αύξηση του αριθμού των επιβλαβών οργανισμών και των χωροκατακτητικών ειδών
- Αύξηση της συχνότητας εμφάνισης ορισμένων ανθρώπινων ασθενειών
- Μείωση παραγωγής και βιωσιμότητας της γεωργίας και της κτηνοτροφίας
- Τεράστιες οικονομικές ζημιές τις τελευταίες τρεις δεκαετίες σε πόλεις και δίκτυα

Εικόνα 15. Παραδείγματα επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής Πηγή: (Feyen, Ciscar Martinez & Gosling, 2020)

2.2.2. Τα ειδικότερα δεδομένα για την Ελλάδα.

Η Μεσόγειος θάλασσα αποτελεί μία από τις πλέον ευάλωτες κλιματικά περιοχές. Η θερμοκρασία των μεσογειακών υδάτων ανεβαίνει με διπλάσιο ρυθμό απ' ό,τι στον παγκόσμιο ωκεανό. Σύμφωνα με τα πρόσφατα στοιχεία του οργανισμού Corepnicus, τα τελευταία 25 χρόνια τα νερά της Μεσογείου θερμαίνονται κατά μέσον όρο 0,037 βαθμούς Κελσίου το έτος, έναντι 0,014 βαθμούς διεθνώς.

Οι συνέπειες στην Ελλάδα αναμένονται καυτές· και δεν είναι σχήμα λόγου. Σύμφωνα με μελέτες που έχουν εκπονήσει ερευνητικές ομάδες του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, της Επιτροπής Μελέτης Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής της Τράπεζας της Ελλάδος και πανεπιστημίων, οι ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35 βαθμών Κελσίου την περίοδο 2071-2100 θα είναι 35-40 περισσότερες το έτος. Οι «τροπικές νύχτες», δηλαδή όταν η θερμοκρασία δεν πέφτει κάτω από 20° C, θα είναι 50 περισσότερες. Ακόμα 40 μέρες θα προστεθούν σε ετήσια βάση σε εκείνες που απαιτείται κλιματισμός, ενώ τα 24ωρα με συνθήκες δυσφορίας θα αυξηθούν κατά 20% το καλοκαίρι. Για την περίοδο 2031-2050 οι μέρες καύσωνα στην Αττική υπολογίζεται να είναι από 10 έως 20 περισσότερες. Προβλέπεται επίσης άνοδος της μέγιστης θερμοκρασίας από 1,4° C έως 2° C. (Καθημερινή, 2021).

Αλλά πλέον δεν μιλάμε μόνο για εκτιμήσεις ή προβλέψεις, καθώς η τάση άνοδου της θερμοκρασίας εκφράζεται ήδη. Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα – επεξεργασία των στοιχείων του μετεωρολογικού σταθμού του ΕΕΑ στο Θησείο, η δεκαετία 2011-2020 είναι η θερμότερη όλων των εποχών για την Αθήνα, με μέση θερμοκρασία τους 19,03° C, δηλαδή ήδη 1,5 βαθμό Κελσίου πάνω από τη μέση θερμοκρασία της περιόδου 1860-1900! Τα έξι πιο ζεστά έτη των τελευταίων 160 χρόνων στην Αθήνα σημειώθηκαν την περίοδο 2011-2020. Σύμφωνα με τους επιστήμονες, η θερμοκρασία στην Αθήνα παρουσιάζει απότομη άνοδο τις δύο πρώτες δεκαετίες του 21ου αιώνα, με τη δεκαετία 2011-2020 να είναι σχεδόν 0,4° C θερμότερη από την προηγούμενη (2001-2010), η οποία είναι η δεύτερη θερμότερη από τότε που έχουμε συγκεκριμένες καταγραφές.

Η μείωση των βροχών και η αύξηση των ραγδαίων βροχοπτώσεων, που προκαλούν έντονα ή και ακραία καιρικά φαινόμενα και καταστροφές, είναι ακόμα μία σοβαρή πλευρά της κλιματικής κρίσης. Σύμφωνα με το δυσμενέστερο σενάριο, προβλέπεται μείωση των βροχοπτώσεων στις ανατολικές περιοχές της χώρας κατά 15%-20%, ενώ ήδη τα τελευταία 100 χρόνια πέφτει 20% λιγότερο βρόχινο νερό στη Δυτική Ελλάδα, που είναι και η περιοχή με τις μεγαλύτερες βροχοπτώσεις.

Εξειδικεύοντας αυτές τις τάσεις για την Αττική, μελέτη ερευνητών του Αστεροσκοπείου εκτιμά πως η ετήσια βροχόπτωση προβλέπεται να μειωθεί κατά 31% και 12%, αντίστοιχα, στο απώτερο (2081-2100) και στο εγγύτερο μέλλον (2031-2050), σύμφωνα με το δυσμενέστερο σενάριο.

Η εξέταση των στοιχείων για τις δύο περιόδους 1961-1990 και 1991-2020 στην Αθήνα κατέγραψε διπλασιασμό της συχνότητας των ημερών με βροχόπτωση μεγαλύτερη των 30 χιλιοστών την πιο πρόσφατη περίοδο, ενώ και οι ημέρες με βροχή άνω των 40 χιλιοστών αυξήθηκαν κατά 77%! Περίπου το 30% της συνολικής βροχής κατά την περίοδο 1991-2020 έπεσε σε επεισόδια έντονης βροχόπτωσης (> 30 χιλ./ημέρα), ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για την περίοδο 1961-1990 ήταν 16%.

Παρότι τη συγκεκριμένη περίοδο οι ποσότητες βροχής που έπεσαν στο κέντρο της Αθήνας ήταν αυξημένες, το είδος των βροχοπτώσεων δημιουργούσε κινδύνους πλημμυρικών φαινομένων και δεν συνέβαλε στην αξιοποίηση των υδάτινων πόρων.

Η κλιματική κρίση αυξάνει τον κίνδυνο της ερημοποίησης. Το 30% της έκτασης της Ελλάδας απειλείται, με πιο ευαίσθητες περιοχές την Ανατολική Πελοπόννησο, την Ανατολική Στερεά, τμήματα της Θεσσαλίας, της Μακεδονίας, της Θράκης, νησιά του Αιγαίου και περιοχές της Κρήτης. Ερημοποίηση δεν σημαίνει πέρασμα σε συνθήκες αφρικανικής ερήμου, αλλά υποβάθμιση των εδαφών σε τέτοιο βαθμό που χάνουν τη γονιμότητά τους.

Το περιβάλλον της κλιματικής απορρύθμισης είναι πολύ πιο ευνοϊκό για την εκδήλωση μεγάλων δασικών πυρκαγιών, από τον συνδυασμό υψηλών θερμοκρασιών, μειωμένων βροχοπτώσεων και υγρασίας, ισχυρών ανέμων κατά περιόδους κ.λπ. Σύμφωνα με μελέτη του Αστεροσκοπείου, η μέση ελάχιστη χειμερινή θερμοκρασία θα αυξηθεί κατά σχεδόν 1,3° C στους δρυμούς Βίκου – Αώου, Πίνδου, Ολύμπου, Παρνασσού και Πρεσπών, ενώ η χειμερινή βροχόπτωση θα μειωθεί σχεδόν σε όλους τους δρυμούς έως και 15%. Συνολικά αναμένεται αύξηση των περιόδων ανομβρίας από μία έως δύο εβδομάδες. Σε ορισμένες περιπτώσεις προβλέπεται άνοδος των φθινοπωρινών βροχοπτώσεων. Συνολικά πάντως αναμένεται αύξηση των ημερών με υψηλό ρίσκο εμφάνισης πυρκαγιάς. Μάλιστα, σε ειδική μελέτη για τους εθνικούς δρυμούς υπολογίστηκε αύξηση των επικίνδυνων ημερών από 5 ημέρες στον Αίνο της Κεφαλονιάς έως 15 ημέρες σε Οίτη και Πάρνηθα. (Καθημερινή, 2021).

2.3. Οι επιπρόσθετες προκλήσεις στη διαχείριση των υδατικών πόρων του Ελληνικού χώρου εξαιτίας της κλιματικής κρίσης.

Ειδικότερα για τους υδατικούς πόρους, τα νέα δεδομένα της κλιματικής κρίσης για τον Ελληνικό χώρο έχουν τις παρακάτω συνέπειες:

1. Γενικότερη μείωση της ετήσιας απορροής,
2. Μείωση της μέσης ετήσιας απορροής κατά την υγρή περίοδο (Νοέμβριος – Απρίλιος),
3. Σημαντική μείωση της μέσης ετήσιας απορροής κατά τη ξηρή περίοδο (Μάιος – Οκτώβριος),
4. Αύξηση της μέγιστης ετήσιας απορροής και μείωση της ελάχιστης ετήσιας απορροής (εμφάνιση extremes γεγονότων πλημμυρών στην πρώτη περίπτωση και ξηρασίας στη δεύτερη),
5. Αύξηση δυνητικής εξατμισοδιαπνοής λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας,
6. Αλυσιδωτή μείωση εδαφικής υγρασίας λόγω αύξησης δυνητικής εξατμισοδιαπνοής,
7. Μείωση χιονοπτώσεων και συνεπώς μείωση τη απορροής για την ανοιξιάτικη περίοδο,
8. Μετατόπιση υγρής περιόδου και επιμήκυνση της ξηρής περιόδου.

Η διακυβερνητική Επιτροπή για την κλιματική αλλαγή (IPCC), από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 προσπάθησε να κατασκευάσει σενάρια με όλες τις πιθανές παραλλαγές κλιματικών παραμέτρων, τα οποία ονόμασε σενάρια εκπομπών των αερίων του επαυξημένου φαινομένου του θερμοκηπίου. Το 1990 η IPCC συγκέντρωσε τα σενάρια αυτά στην τρίτη έκθεσή της η οποία ονομάστηκε Ειδική Έκθεση για τα σενάρια εκπομπής αερίων θερμοκηπίου (SRES – Special Report on Emissions Scenarios). Με βάση την έκθεση αυτή, σενάρια κλιματικής αλλαγής ορίζονται ως η εικόνα του πλανήτη στο μέλλον. Οι εικόνες αυτές καταλήγουν σε εκτιμώμενα επίπεδα των αερίων του θερμοκηπίου με σημείο αναφορά τα επίπεδα CO₂.

Ενώ στην αρχή υπήρχαν αρκετά σενάρια εκπομπής αερίων θερμοκηπίου, εντούτοις τα τελευταία χρόνια (μετά το έτος ~2010) επικρατέστερα θεωρούνται τα τρία εξ αυτών, δύο ακραία σενάρια και ένα ενδιάμεσο.

Σενάριο A2 (δυσμενέστερο): Μέτρια αύξηση του μέσου παγκόσμιου κατά κεφαλήν εισοδήματος. Ιδιαίτερα έντονη κατανάλωση ενέργειας. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Αργή και τμηματική τεχνολογική ανάπτυξη και μέτριες έως μεγάλες αλλαγές στη χρήση γης. Ραγδαία αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα η οποία θα φτάσει τα 850 ppm το 2100.

Σενάριο A1B (ενδιάμεσο): Ραγδαία οικονομική ανάπτυξη. Ιδιαίτερα έντονη κατανάλωση ενέργειας, αλλά παράλληλα διάδοση νέων και αποδοτικών τεχνολογιών. Χρήση τόσο ορυκτών καυσίμων όσο και εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Μικρές αλλαγές στη χρήση γης. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού μέχρι το έτος 2050 και σταδιακή μείωσή του στη συνέχεια. Έντονη αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα η οποία θα φτάσει τα 720 ppm το 2100.

Σενάριο B2 (ευμενέστερο): Ανάπτυξη της παγκόσμιας οικονομίας με μέτριους ρυθμούς. Ηπιότερες τεχνολογικές αλλαγές σε σύγκριση με το σενάριο εκπομπών A1B. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα με μέτριους αλλά σταθερούς ρυθμούς η οποία θα φτάσει το 2100 τα 620 ppm.

Με βάση τα σενάρια αυτά έχει γίνει και η εκτίμηση των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής στους υδατικούς πόρους του Ελληνικού χώρου.

Η εξέταση των μεταβολών σε σχέση με τις κύριες ατμοσφαιρικές μεταβλητές στην Ελλάδα για τον 21ο αιώνα πραγματοποιήθηκε με την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων ενός συνόλου (ensemble) κλιματικών μοντέλων για διάφορα σενάρια εκπομπών. Τα χρησιμοποιούμενα μοντέλα βασίζονται σε μεγάλης κλίμακας συζευγμένα μοντέλα γενικής κυκλοφορίας (General Circulation Models - GCMs), τα οποία συμπληρώνονται, ως προς την παροχή εξειδικευμένης πληροφορίας με υψηλή χωρική ανάλυση, από περιοχικά κλιματικά μοντέλα (Regional Climate Models - RCMs).

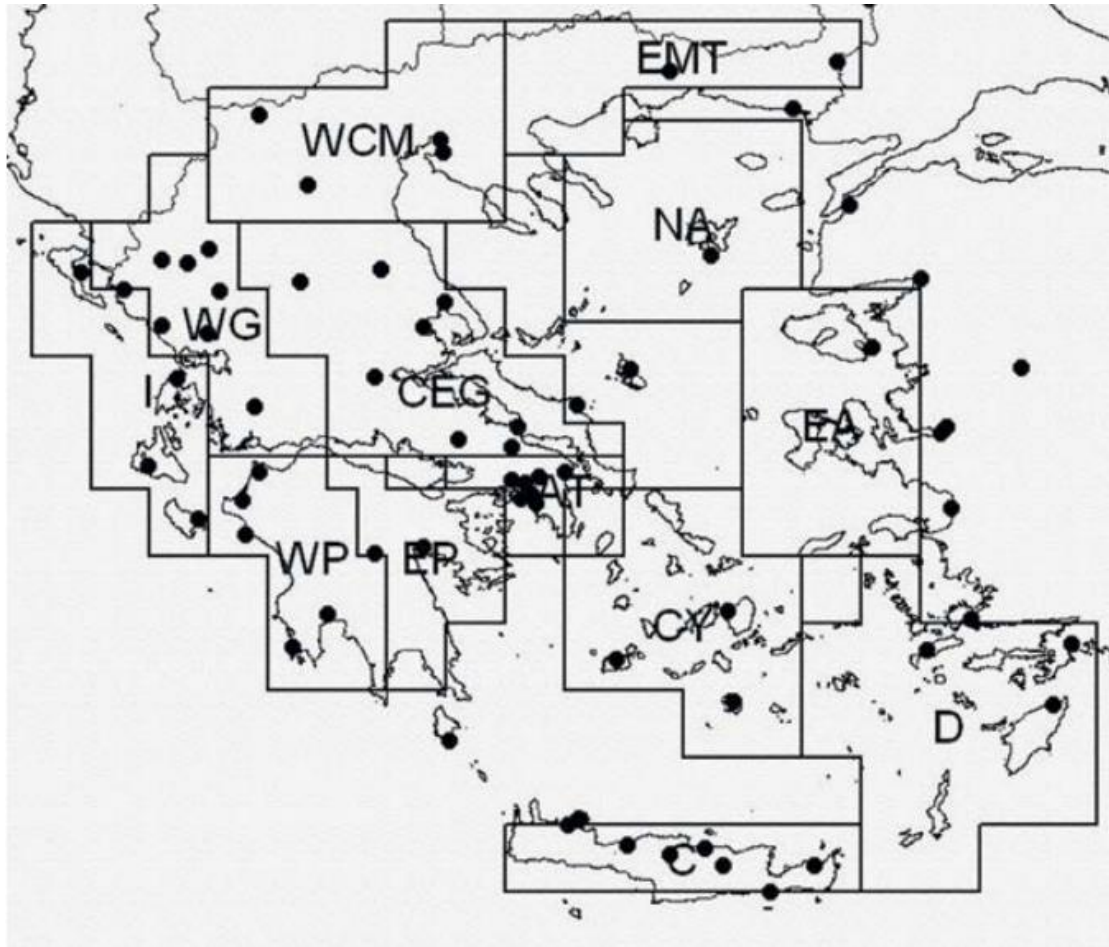
Η μελέτη των κλιματικών μεταβολών πραγματοποιήθηκε ξεχωριστά για 13 περιοχές της ελληνικής επικράτειας, οι οποίες διακρίνονται στη βάση των κλιματικών και γεωγραφικών χαρακτηριστικών τους. Οι 13 κλιματικές περιοχές είναι οι ακόλουθες:

1. Ηπειρωτικές κλιματικές περιοχές:

Δυτική Ελλάδα (WG), Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα (CEG), Δυτική και Κεντρική Μακεδονία (WCM), Ανατολική Μακεδονία - Θράκη (EMT), Δυτική Πελοπόννησος (WP), Ανατολική Πελοπόννησος (EP) και Αττική (AT).

2. Νησιωτικές και Θαλάσσιες κλιματικές περιοχές:

Κρήτη (C), Δωδεκάνησα (D), Κυκλάδες (CY), Ανατολικό Αιγαίο (EA), Βόρειο Αιγαίο (NA), και Ιόνιο (I).



Εικόνα 16: Κλιματικές περιοχές της Ελλάδας για την εκτίμηση των κλιματικών μεταβολών (Πηγή: Soer 2018)

Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν εξετάζονται ειδικότερα οι νέες προκλήσεις στη διαχείριση των υδατικών πόρων, όπως μοιάζουν να διαμορφώνονται στον Ελληνικό χώρο.

2.3.1. Η μείωση της τροφοδότησης των επιφανειακών και υπογείων υδροφορέων.

Βασική συνέπεια της κλιματικής κρίσης είναι η μείωση των βροχοπτώσεων ή καλύτερα όπως καταγράφηκε ήδη η χρονική και χωρική τους μετατόπιση στον Ελληνικό γεωγραφικό χώρο. Άμεσο αποτέλεσμα αυτού είναι η μείωση της τροφοδότησης των επιφανειακών και υπογείων υδροφορέων.

Σύμφωνα με τη μελέτη «Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα» (Τράπεζα της Ελλάδος, 2011) έχει γίνει επεξεργασία των τριών παραπάνω σεναρίων (A2, B2, A1B), σε δύο χρονικές περιόδους για την επίπτωση της μείωσης των βροχοπτώσεων στη χώρα.

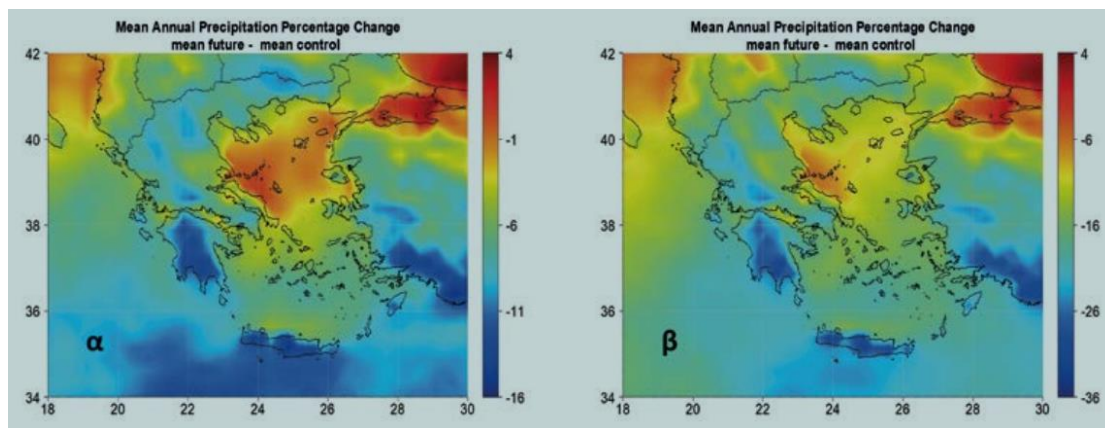
Οι δύο χρονικές περίοδοι που ανά σενάριο εξετάζονται είναι η περίοδος 2021 έως 2050 και 2071 έως 2100.

Πίνακας 7		
Μείωση ποσοστού βροχοπτώσεων στην επικράτεια		
Σενάριο	Χρονική περίοδος	
	2021-2050	2071-2100
A2	8%	17%
B2	5%	7%
A1B	5%	19%

Σύμφωνα με το σενάριο B2 (ευμενέστερο) αναμένεται ότι κατά το τέλος του 21^{ου} αιώνα η βροχή να μειωθεί σε επίπεδο επικράτειας κατά 7% ενώ κατά το σενάριο A2 (δυσμενέστερο) να μειωθεί σε ποσοστό κατά 17% με τη θερμοκρασία να αυξάνει κατά 4,5οC.

Με το ενδιάμεσο σενάριο A1B υπάρχει εκτίμηση της μείωσης των βροχοπτώσεων στα τέλη του αιώνα κατά 19% και η θερμοκρασία του αέρα να αυξάνει κατά 3,5οC.

Σύμφωνα με τα δεδομένα, όπως διαμορφώνονται ανάλογα των εξελίξεων των μετρήσεων και βάσει της διεθνούς προσπάθειας που καταβάλλεται προς την κατεύθυνση της ανάσχεσης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής το ενδιάμεσο σενάριο A1B μοιάζει να είναι και το επικρατέστερο.



Εικόνα 17: Ποσοστιαίες (%) μεταβολές του μέσου ετήσιου ύψους του υετού μεταξύ των περιόδων (α) 2021-2050 και 1961-1990, (β) 2071-2100 και 1961-1990 (σενάριο A1B) (Πηγή: Soer 2018)

Με βάση τις εκτιμήσεις του μέσου ετήσιου ύψους του υετού των περιόδων 2021- 2050 και 2071-2100, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς για την περίπτωση του σεναρίου A1B, που γίνονται για την Ελλάδα, το ύψος του υετού που κατακρημνίζεται ανά την επικράτεια κατά την περίοδο 2021- 2050 θα μειωθεί, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς, περίπου κατά 5%.

Η ποσοστιαία μείωση του μέσου ετήσιου υετού, κατά την περίοδο 2021-2050, προβλέπεται ότι θα είναι μεγαλύτερη στην Κρήτη και την Πελοπόννησο όπου θα προσεγγίσει το 15%, στις υπόλοιπες περιοχές της Ελλάδας θα κυμανθεί μεταξύ 5% και 10%, ενώ στον αντίποδα στο Βόρειο Αιγαίο θα παρουσιάσει μικρή αύξηση. Μεγαλύτερη θα είναι η μείωση του υετού που κατακρημνίζεται ανά την επικράτεια κατά το τέλος του 21ου αιώνα.

Το μέσο ύψος του υετού κατά την περίοδο 2071-2100 (για την περίπτωση του σεναρίου εκπομπών A1B), προβλέπεται ότι θα μειωθεί κατά 16% τον χειμώνα, κατά 26,5% την άνοιξη, κατά 37% το καλοκαίρι, κατά 12,5% το φθινόπωρο και κατά 19%

για το σύνολο του έτους. Η ποσοστιαία μείωση του μέσου ετήσιου υετού προβλέπεται ότι θα είναι μεγαλύτερη στην Κρήτη και την Πελοπόννησο όπου θα προσεγγίσει το 25%, στις υπόλοιπες περιοχές της Ελλάδας θα είναι ίση με περίπου 20% ενώ στο Βόρειο Αιγαίο θα είναι μικρότερη από 15%. Κατά τον χειμώνα, η μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση του υετού αναμένεται στη νότια νησιωτική Ελλάδα και την Πελοπόννησο, όπου θα ξεπεράσει το 20%. Στη Δυτική Ελλάδα, το Ιόνιο και τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου ο υετός αναμένεται ότι θα μειωθεί περίπου κατά 15%, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές η ποσοστιαία μείωση θα κυμανθεί στην περιοχή του 10%. Το καλοκαίρι η ποσοστιαία μείωση του υετού θα προσεγγίσει ή και θα ξεπεράσει το 40% στο μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας ενώ ακόμα και στο Βόρειο Αιγαίο, για το οποίο προβλέπεται η μικρότερη ποσοστιαία μείωση του, το ύψος του θα μειωθεί σε ποσοστό μεγαλύτερο από 20%. Κατά την άνοιξη, στο μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας η βροχόπτωση θα μειωθεί σε ποσοστό άνω του 20%. Τέλος, κατά το φθινόπωρο, η σημαντικότερη ποσοστιαία μείωση της βροχόπτωσης προβλέπεται στην Κρήτη και τη Δυτική Πελοπόννησο όπου θα φτάσει το 20%, ενώ στον αντίποδα στην Κεντρική-Ανατολική Ελλάδα και το Βόρειο Αιγαίο η μείωση της δε θα ξεπεράσει το 7%.

Είναι κατανοητό από τα παραπάνω ότι το πρόβλημα τροφοδοσίας των επιφανειακών και υπογείων υδροφορέων που θα αντιμετωπίσει η επικράτεια στα επόμενα χρόνια είναι σοβαρότατο και αν δε ληφθούν έγκαιρα μέτρα οι συνέπειες θα είναι σοβαρότατες.

2.3.2. Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του αέρα.

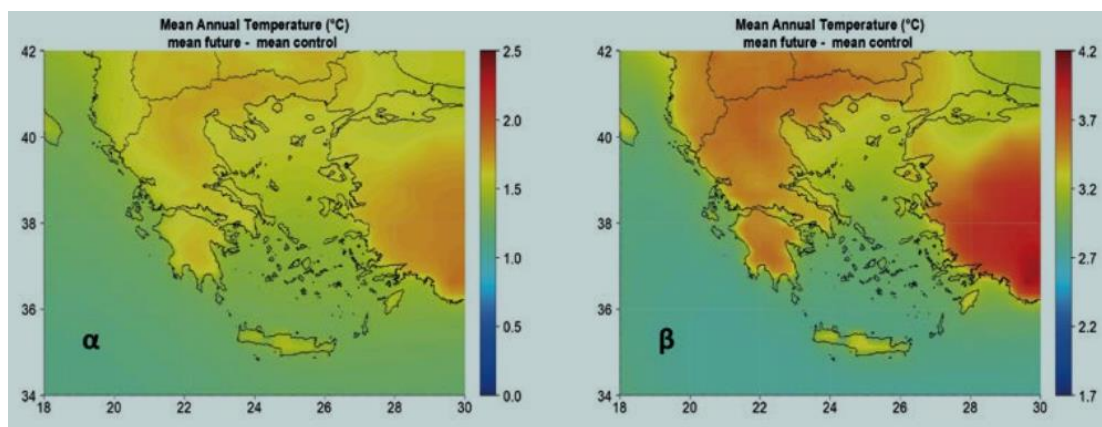
Η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα δεν εξετάζεται ως άμεση συνέπεια της κλιματικής αλλαγής στους υδατικούς πόρους, αλλά ως έμμεση. Η οποιαδήποτε αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα λειτουργεί προσθετικά στην αύξηση της εξατμισοδιαπνοής των φυτών και στη μείωση της σχετικής υγρασίας αέρα και εδάφους με συνέπεια την αύξηση των αναγκών σε φρέσκο νερό το οποίο θα τροφοδοτηθεί είτε από επιφανειακούς είτε από υπόγειους υδροφορείς. Η αύξηση της εξάτμισης λόγω αύξησης της θερμοκρασίας θα υποβιβάσει δε περαιτέρω τη στάθμη των επιφανειακών υδροφορέων, ενώ η αύξηση της θερμοκρασίας και η μείωση της σχετικής υγρασίας αυξάνουν τους κινδύνους εκδήλωσης δασικών πυρκαγιών με τις προφανείς τους συνέπειες.

Σύμφωνα με τη μελέτη «Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα» (Τράπεζα της Ελλάδος, 2011) έχει γίνει επεξεργασία των σεναρίων A2, B2 και A1B, σε δύο χρονικές περιόδους για την επίπτωση της αύξησης της θερμοκρασίας στη χώρα.

Ομοια οι δύο χρονικές περίοδοι που ανά σενάριο εξετάζονται είναι η περίοδος 2021 έως 2050 και 2071 έως 2100.

Πίνακας 8		
Αύξηση μέσης θερμοκρασίας στην επικράτεια		
Σενάριο	Χρονική περίοδος	
	2021-2050	2071-2100
A2	3,9oC	4,5oC
B2	2,8oC	3,2oC
A1B	1,5oC	3,5oC

Οι κλιματικές προσομοιώσεις με βάση και τα 3 εξεταζόμενα σενάρια εκπομπών υποδεικνύουν τη μελλοντική αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην Ελλάδα, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1961-1990). Η αύξηση αναμένεται ισχυρότερη στις ηπειρωτικές περιοχές της Ελλάδας σε σύγκριση με τις νησιωτικές. Επίσης, θα είναι μεγαλύτερη κατά το καλοκαίρι και το φθινόπωρο και μικρότερη κατά το χειμώνα και την άνοιξη.



Εικόνα 18: Μεταβολές της μέσης θερμοκρασίας του αέρα (οC) μεταξύ των περιόδων (α) 2021-2050 και 1961-1990, (β) 2071-2100 και 1961-1990 (σενάριο A1B) (Πηγή: Soer 2018)

Στην Εικόνα 1.3.2 απεικονίζονται οι μεταβολές της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας των περιόδων 2021-2050 και 2071-2100 σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1961-1990 για το σενάριο A1B. Όπως προκύπτει, όλες οι περιοχές της Ελλάδας αναμένεται το 2021-2050 να έχουν περίπου κατά 1,5 οC θερμότερες μέσες ετήσιες θερμοκρασίες. Κατά τη δεκαετία 2091-2100, η μέση θερμοκρασία για την επικράτεια προβλέπεται ότι θα είναι υψηλότερη της αντίστοιχης την περίοδο αναφοράς κατά 3,2 οC το χειμώνα, κατά 4,2 οC το καλοκαίρι, και κατά περίπου 3,5 οC την άνοιξη, το φθινόπωρο και για το σύνολο του έτους. Η άνοδος της θερμοκρασίας κατά τη χειμερινή περίοδο, για τις διάφορες κλιματικές περιοχές της Ελλάδας, κυμαίνεται μεταξύ 3 οC και 3,5 οC, με τις μεγαλύτερες τιμές να προβλέπονται για τη Βόρεια Ελλάδα και τις μικρότερες για τα νησιά. Το καλοκαίρι η αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται ότι θα προσεγγίσει τους 4,5 οC με 5 οC στις ηπειρωτικές περιοχές, ενώ αντίθετα στα νησιά δε θα ξεπεράσει τους 4 οC.

2.3.3. Η αυξημένη υφαλμύρωση των υπόγειων παράκτιων υδροφορέων και η επιδείνωση του φαινομένου ερημοποίησης.

Η αυξημένη υφαλμύρωση των υπόγειων υδροφορέων είναι ακόμη μία έμμεση συνέπεια της κλιματικής αλλαγής και παρουσιάζεται ως συνδυαστικό αποτέλεσμα:

- A. της μειωμένης τροφοδοσίας εξαιτίας της μείωσης των κατακρημνίσεων,
- B. Της υπεράντλησης προκειμένου να καλυφθούν αυξημένες υδατικές ανάγκες προκύπτουσες από μείωση βροχοπτώσεων, αύξηση εξατμισοδιαπνοής και αύξηση κατανάλωσης,
- Γ. Της επίδρασης της αύξησης της στάθμης της θάλασσας που καθιστά ευκολότερη την διείσδυση του μετώπου υφαλμύρωσης πέραν των παρακτίων υδροφορέων και σε άλλους υδροφορείς της ενδοχώρας. .

Ηδη περίπου 2 εκατ. στρέμματα καλλιεργήσιμης γης υφίστανται τις επιπτώσεις από την χρήση υφάλμυρων υπογείων νερών, οι οποίες αντανακλώνται όχι μόνο στη μείωση της παραγωγής, αλλά και στην υποβάθμιση της αγροτικής γης.

Συνδυαζόμενα αυτά με την υπάρχουσα υποβάθμιση των υπογείων υδροφορέων λόγω της νιτρορύπανσης το μέλλον διαγράφεται τουλάχιστον σε γκρίζο φόντο.

Το πρόβλημα είναι εντονότερο και φυσικά θα επιδεινωθεί σε όλα τα νησιά της χώρας (πρωτίστων του Αιγαίου, της Κρήτης και σε δεύτερο χρόνο των Ιονίων Νήσων), και σε όλα τα παράλια της χώρας (με τις βορειότερες περιοχές να επηρεάζονται αργότερα από τις πεδινές).

Ηδη εκτιμάται ότι ποσοστό ανερχόμενο στο 30% περίπου των εδαφών των ευαίσθητων κλιματικών ζωνών της Ελλάδας έχουν περιέλθει σε διάφορα στάδια απερίμωσης και η τάση είναι να αυξηθεί το ποσοστό αυτό.

Οι ευαίσθητες κλιματικές ζώνες της χώρας περιλαμβάνουν;

Το σύνολο των νησιών του Αιγαίου,
Την Κρήτη,
Την Αττική,
Την Νότια Εύβοια,
Την Βόρεια, Ανατολική και Νότια Πελοπόννησο,
Τη Νότια Στερεά.

Για τις συνέπειες και τα μεγέθη του προβλήματος επί του παρόντος δεν υπάρχει ακριβή εικόνα, διότι όπως έχει αναφερθεί και στα προηγούμενα η ήδη υπάρχουσα κατάσταση και η υπερεκμετάλευση των υπογείων υδροφορέων για κάλυψη αρδευτικών αναγκών και αναγκών φρέσκου νερού δεν είναι επαρκώς καταγεγραμμένη.

2.3.4. Η αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας.

Η θερμοκρασία της θάλασσας αποτελεί κρίσιμη φυσική παράμετρο με σημαντικές προεκτάσεις, τόσο στη ρύθμιση του κλίματος, όσο και στο μεταβολισμό και την κατανομή των διαφόρων ειδών. Ωστόσο, η αξιόπιστη παρακολούθηση των διαχρονικών μεταβολών της παρουσιάζει δυσκολίες.

Κατά τη μελέτη για τις πιθανές επιπτώσεις των κλιματικών μεταβολών στην αλιεία και τις υδατοκαλλιέργειες στην Ελλάδα (Παπουτσόγλου, 2011), στο πλαίσιο της Επιτροπής Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής (Τράπεζα της Ελλάδος 2011), πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση αναφορών για τα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των Ελληνικών θαλάσσιων περιοχών.

Εξετάστηκαν παράκτιες και μη περιοχές του Βορείου - Βορειοανατολικού Αιγαίου (κόλπος Καβάλας, Θερμαϊκός κόλπος), του κεντρικού Αιγαίου (Παγασητικός, Ευβοϊκός και Σαρωνικός κόλπος), του Νοτίου Αιγαίου (Κρητικό πέλαγος) και του Ιονίου πελάγους. Οι αναφορές αυτές καλύπτουν 1-2 ετήσιες μετρήσεις της δεκαετίας του 1980, του 1990, καθώς και της δεκαετίας του 2000 μέχρι το 2006. Οι τιμές της θερμοκρασίας σε αρκετές περιπτώσεις έχουν καταγραφεί με σχετικά μεγάλο εύρος μεταξύ ελαχίστων και μεγίστων (π.χ. 2-21°C, 15 -25°C, 15 -22°C) ενώ σε άλλες όχι (π.χ. 18-20°C, 18-22°C και 16 -18°C).

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η προσαρμογή της θερμοκρασίας των επιφανειακών στρωμάτων των θαλασσών στη θερμοκρασία της υπερκείμενης ατμόσφαιρας ολοκληρώνεται σε περίπου 30 ημέρες, εκτιμάται ότι στο Αιγαίο έχει διαπιστωθεί αύξηση της θερμοκρασίας, από το 1985 έως το 2005, κατά μέσο όρο περίπου 1,5 οC.

Θεωρείται πολύ πιθανό ότι η αύξηση της θερμοκρασίας η οποία εκτιμάται ότι έχει συντελεστεί σε όλες τις θάλασσες της Ευρώπης από το 1870 και έπειτα - θα εξακολουθήσει σε παγκόσμιο επίπεδο και στα επόμενα χρόνια, αν και με βραδύτερους ρυθμούς σε σχέση με τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας (Kirtman et al., 2013).

Η αύξηση της θερμοκρασίας τη θάλασσας έχει άμεσες επιδράσεις.

Η θαλάσσια πανίδα μεταβάλλεται με οικονομικές συνέπειες στην αλιεία. Η θαλάσσια χλωρίδα μεταβάλλεται επίσης και διευκολύνεται η ανάπτυξη θαλασσίων οργανισμών (άλγη, φύκια και παρόμοια) που εκ φύσεως επιβαρύνουν και υποβαθμίζουν το θαλάσσιο περιβάλλον. Η ανάπτυξη των οργανισμών αυτών σε συνδυασμό με την απομάκρυνση των οργανισμών που τα χρησιμοποιούν ως τροφή επηρεάζει τον κύκλο διατήρησης του θαλασσίου οικοσυστήματος. Επίσης οργανισμοί πολύ ευαίσθητοι στη μεταβολή τη θερμοκρασίας, όπως κοράλλια και παρόμοιοι οδηγούνται σε βαθμιαία υποβάθμιση και εξαφάνιση.

2.3.5. Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας.

Η μέση στάθμη της θάλασσας έχει ανέλθει σε παγκόσμιο επίπεδο και κατά μήκος των περισσότερων ακτών στην Ευρώπη. Το παγκόσμιο μέσο επίπεδο κατά το 2015 ήταν το υψηλότερο μεταξύ των ετών για τα οποία υπάρχουν καταγεγραμμένα στοιχεία. Η συνολική άνοδος για το διάστημα 1901-2015 ανέρχεται σε 19,5 cm (1,7 mm ανά έτος, αλλά με σημαντική διακύμανση μεταξύ των δεκαετιών). Οι εκτιμήσεις για τον ρυθμό της ανόδου, για την περίοδο μετά το 1993, οπότε έγινε δυνατή η δορυφορική παρατήρηση του φαινομένου, υποδεικνύουν υψηλότερες τιμές, της τάξης των 2,6 - 3,2 mm έτος. Αν και παρατηρείται ευρεία χωρική διακύμανση, στις περισσότερες περιοχές της ευρωπαϊκής ακτογραμμής έχει παρατηρηθεί άνοδος της στάθμης. Οι διαδικασίες που σχετίζονται με την πλανητική υπερθέρμανση θεωρούνται ως το βασικό αίτιο για την παρατηρούμενη άνοδο. Η άνοδος, η οποία αναμένεται να συνεχισθεί στο υπόλοιπο του αιώνα, προβλέπεται ότι θα υπερβεί την αντίστοιχη για την περίοδο 1971-2010, σε παγκόσμιο επίπεδο, αλλά και για τις περισσότερες θαλάσσιες περιοχές της Ευρώπης, συμπεριλαμβανόμενης της Μεσογείου (EEA, 2016).

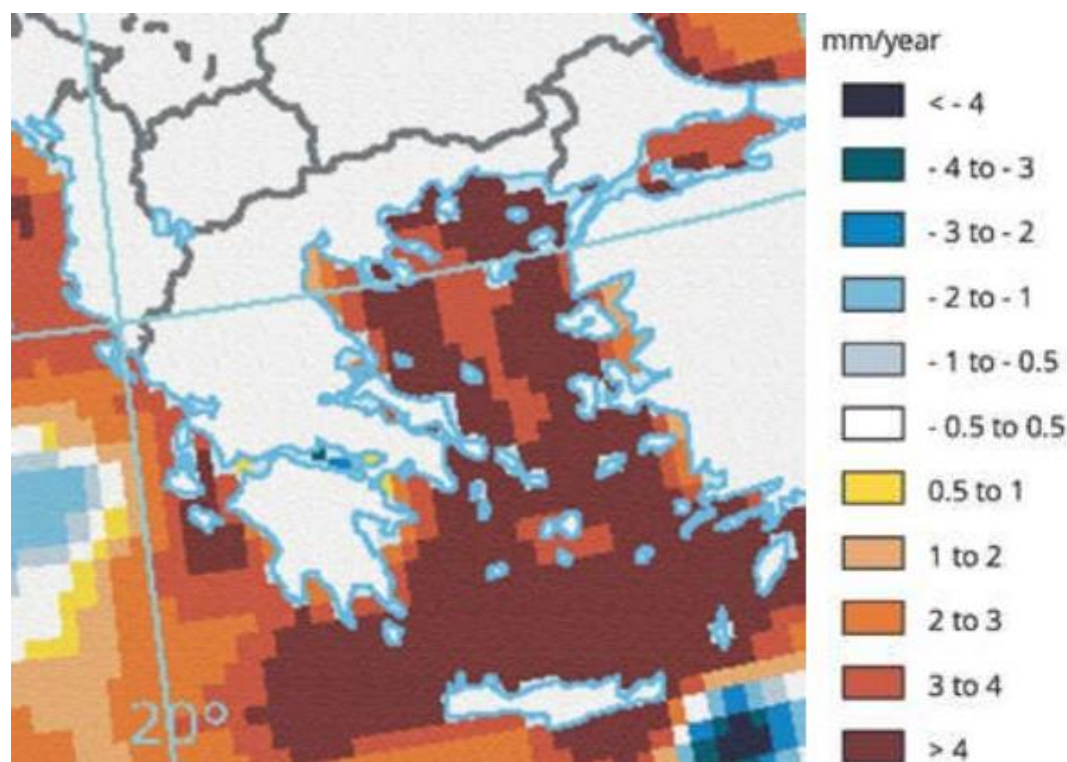
Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η τάση μεταβολής της στάθμης της θάλασσας, από δορυφορική καταγραφή, για το διάστημα 1992 -2010. Οι παρατηρούμενες μεταβολές στην Μεσόγειο, δεν είναι απαραίτητο ότι προέρχονται ως αποτέλεσμα μόνο της κλιματικής αλλαγής, αντιθέτως ενδέχεται να επηρεάζονται και από διάφορες άλλες φυσικές διεργασίες, που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική και ωκεάνια κυκλοφορία και άλλους τοπικούς παράγοντες.

Σε τοπικό επίπεδο, η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης αναμένεται να παρουσιάζει σημαντική μεταβλητότητα σε σχέση με την παγκόσμια τάση (με τις προβλέψεις να κυμαίνονται από 0,2 έως και 2 μέτρα ανόδου της στάθμης έως το 2100). και οι εκτιμήσεις για τη μελλοντική εξέλιξη εμφανίζουν δυσχέρειες.

Βασικός λόγος για αυτό είναι το γεγονός ότι στην περίπτωση της Ελλάδας, η επικινδυνότητα που συνδέεται με το φαινόμενο ρυθμίζεται, εκτός από τον ρυθμό και το εύρος της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, και από τοπικούς παράγοντες, όπως

η τεκτονική ανύψωση/καθίζηση, η στερεοπαροχή - ιδιαίτερα σε δελταϊκές περιοχές - και η παράκτια γεωμορφολογία.

Εκτιμάται ότι εάν δεν υπάρξει τεκτονική και γεωδυναμική διόρθωση μιας ενδεχόμενης ανόδου της στάθμης της θάλασσας κατά 0,5 m, σε δελταϊκές περιοχές, όπως του Αλφειού και του Αξιού-Αλιάκμονα, το εύρος της υποχώρησης της ακτογραμμής, θα κυμανθεί μεταξύ 30-190 m και 50-2.750 m, αντίστοιχα (Γαπανικολάου κ.α., 2019).



Εικόνα 19: Τάση μεταβολής (mm ανά έτος) επιπέδου της θάλασσας στάθμης, για την περίοδο 1992-2014, όπως καταγράφεται από δορυφορικές μετρήσεις (Πηγή: ΕΕΑ, 2016)

Οι συνέπειες από την αύξηση της στάθμης της θάλασσας για τον Ελληνικό χώρο είναι σοβαρότατες δεδομένου ότι:

Μεγάλο μέρος του πληθυσμού κατοικεί στα παράλια της χώρας, με την Ελλάδα να έχει τη μεγαλύτερη ακτογραμμή στην Ευρώπη και το μεγαλύτερο αριθμό νησιών. Αποτέλεσμα αυτού είναι μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού να είναι εκτεθειμένο στον κίνδυνο της αύξησης της στάθμης της θάλασσας,

Το μεγαλύτερο μέρος των βιομηχανιών της χώρας και αυτές έχουν αναπτυχθεί σε παραλιακές περιοχές,

Το μεγαλύτερο ποσοστό των επενδύσεων σε τουριστικές υποδομές και αυτό βρίσκεται στα παράλια της χώρας.

Με δεδομένα τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω αν επιχειρηθεί μία οικονομική προσέγγιση της ζημιάς λόγω των αρνητικών επιπτώσεων για την οικιστική, τουριστική, υδροτοπική, δασική και γεωργική χρήση της γης σε εθνικό επίπεδο με την παραδοχή μίας ανόδου της στάθμης της θάλασσας ανάμεσα σε 0,5m και 1m, έως το 2100, αυτή εκτιμάται ότι θα κυμαίνεται σε 4,4 (για 0,5 μέτρα ανόδου) και 10,5 (για 1 μέτρο ανόδου) δισεκατομμύρια €, αντίστοιχα.

Αντίστοιχα τα επιπλέον κόστη που αντιστοιχούν σε αρνητικές επιπτώσεις, λόγω της απώλειας πολιτιστικών/πνευματικών και αισθητικών/ ψυχαγωγικών αξιών ανέρχονται σε 10,5 και 19,5 δισεκατομμύρια €, κατά περίπτωση ανόδου στάθμης, αντίστοιχα.

Καταλαβαίνει κανείς, από τα οικονομικά μεγέθη και μόνο, την έκταση του προβλήματος.

2.3.6. Πλημμυρικά φαινόμενα.

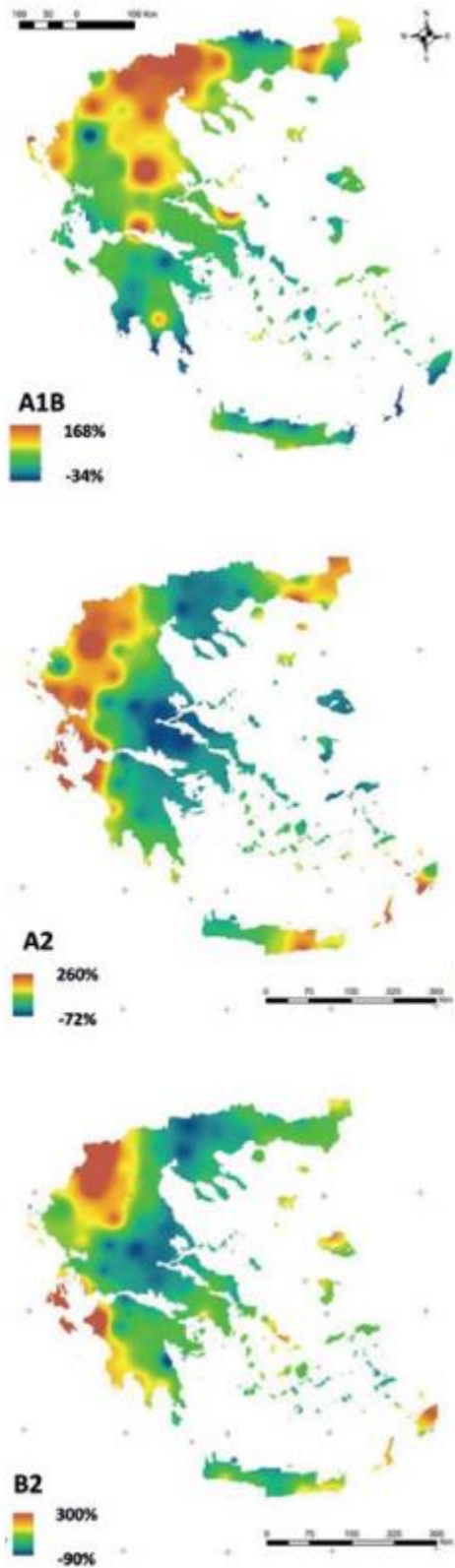
Όπως είναι τυπικό για τις περιοχές της Μεσογείου, έτσι και στην περίπτωση της Ελλάδας, το συνηθέστερο είδος πλημμυρών είναι οι αιφνίδιες πλημμύρες (flash floods), ένα φαινόμενο με ιδιαίτερα καταστροφικές συνέπειες. Τα πλημμυρικά φαινόμενα στην Ελλάδα - κατά κανόνα μικρής διάρκειας – συνήθως συνδέονται με βροχοπτώσεις υψηλής ραγδαιότητας.

Οι πλημμύρες παρουσιάζουν μεγάλες απορροές και η εμφάνισή τους επηρεάζεται από το περιορισμένο μέγεθος των υδρολογικών λεκανών. Οι μελλοντικές κλιματικές μεταβολές ενδέχεται να οδηγήσουν στην αύξηση της συχνότητας των πλημμυρών (Parry et al.2007), λόγω της αύξησης της έντασης των βροχοπτώσεων. Η πιθανότητα εμφάνισης αναμένεται αυξημένη για την περίπτωση των αιφνίδιων και αστικών πλημμυρών (Kundzewicz et al., 2007).

Στην περίπτωση της Ελλάδας, όπως έχει σημειωθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, το ζήτημα των αστικών πλημμυρών ήδη θεωρείται βαρύνουσας σημασίας, καθώς οι επικρατούσες συνθήκες οικιστικής ανάπτυξης ενεργούν εις βάρος των αποστραγγιστικών συστημάτων και δυνητικά πολλαπλασιάζουν τις οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες των πλημμυρικών φαινομένων, όπως δυστυχώς πρόσφατα διαπιστώθηκε στην περιοχή της Θεσσαλίας.

Στην Εικόνα 20 παρουσιάζονται οι μεταβολές της πιθανότητας υπέρβασης του κατωφλίου έντασης βροχόπτωσης (Cannon and Gartner, 2005), πέρα από το οποίο προκύπτει αυξημένος κίνδυνος πλημμύρας, για τα τρία κλιματικά σενάρια A1B (για το 2090-2099) και A2, B2 (για το 2070-2100). Η μέση εκατοστιαία μεταβολή πιθανότητας υπέρβασης ορίου εκτιμάται σε 6,45% για το σενάριο B2, 24,7% για το σενάριο A2 και 30,15% για το σενάριο A1B.

Παρατηρούνται σημαντικές αυξομειώσεις στην εκτιμώμενη πιθανότητα πλημμυρών κατά τόπους ανάλογα με το κλιματικό σενάριο. Για τα σενάρια A2 και B2 αναμένεται αυξημένη πιθανότητα εκδήλωσης πλημμυρών κατά 2,6 (A2) και 3 (B2) φορές στη Δ. Πελοπόννησο, Ήπειρο και Δ. Μακεδονία. Αντίθετα μειώσεις αναμένονται στην Κ. Ελλάδα και την Κ. Μακεδονία, κατά 50% (A2) έως 90% (B2). Υπό το Σενάριο A1B για το τέλος του αιώνα, σχεδόν σε όλη την επικράτεια διαφαίνεται αύξηση της πιθανότητας έως και 168%, όπου η Κ. Μακεδονία και η Θεσσαλία παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες μεταβολές. Αντίθετα, μειώσεις προκύπτουν στη Ν. Πελοπόννησο, τη Β. Κρήτη και τα Δωδεκάνησα, έως και 35%.



Εικόνα 20: Μεταβολές πιθανότητας υπέρβασης του κατωφλίου έντασης βροχόπτωσης πέρα από το οποίο προκύπτει αυξημένος κίνδυνος πλημμύρας μεταξύ των 2070-2100 (A2, B2), 2090-2099 (A1B) και 1961-1990 (Πηγή: ΕΜΕΚΑ, 2011)

Κεφάλαιο 3^ο.

Προτάσεις για την ορθολογική διαχείριση υδατικών πόρων εν μέσω κλιματικής κρίσης.

3.1. Γενικά περί αντιμετώπισης της κλιματικής κρίσης.

Στην αντιμετώπιση της πολυδιάστατης πρόκλησης της κλιματικής αλλαγής είναι απαραίτητος ο σχεδιασμός και η εφαρμογή μέτρων περιορισμού του φαινομένου (μετριασμός της κλιματικής αλλαγής) αλλά και δράσεις που θα διευκολύνουν την προσαρμογή στις συνέπειες της αλλαγής του κλίματος (προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή). Οι παραπάνω διαστάσεις είναι σαφώς συνδεδεμένες: χωρίς δράσεις μετριασμού, το μέγεθος της κλιματικής αλλαγής θα είναι τόσο μεγάλο που η εφαρμογή μέτρων για την προσαρμογή θα είναι μη αποτελεσματική ή και μη εφικτή. Από την άλλη μεριά, η απουσία δράσεων προσαρμογής θα αυξήσει σημαντικά την έκθεση του παγκόσμιου πληθυσμού και των οικονομικών συστημάτων στον κλιματικό κίνδυνο με αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες σε ανθρώπινο, φυσικό και οικονομικό κεφάλαιο.

Είναι πλέον παγκόσμια παραδεκτό το γεγονός ότι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη είναι το κύριο αίτιο της κλιματικής αλλαγής. Παγκόσμια παραδεκτό επίσης είναι ότι το κυρίως αίτιο της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη (πέραν των φυσικών αιτίων) είναι η αλματώδης αύξηση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, εξαιτίας ραγδαίας παγκόσμιας ανάπτυξης – παγκοσμιοποίησης και υπερπληθυσμού, όπου οδηγεί σε ραγδαία αύξηση των εκπομπών των λεγόμενων αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία με τη σειρά τους επιτείνουν το φαινόμενο αυτό.

Έχοντας διαπιστώσει ότι οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής θα είναι ιδιαίτερα σοβαρές και δυσμενείς για το σύνολο του πλανήτη υπάρχει πλέον παγκόσμια κινητοποίηση. Για να επιβραδύνουμε - με τον τελικό στόχο να σταματήσουμε - τις αυξανόμενες παγκόσμιες θερμοκρασίες, πρέπει να σταθεροποιήσουμε τις συγκεντρώσεις CO₂ και των άλλων αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα της Γης. Οι παγκόσμιες πλέον προσπάθειες για την αναστροφή του φαινομένου έχουν αυτό ως κύριο άξονα.

Στη σύμβαση πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) συμφωνήθηκε ο περιορισμός της αύξησης της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας, σε λιγότερο από 2οC σε σχέση με τα προ-βιομηχανικά επίπεδα. Οι δεσμεύσεις των κρατών για μειώσεις εκπομπών καθορίστηκαν από το πρωτόκολλο του Κιότο. Ο στόχος επαναλαμβάνεται στη συμφωνία των Παρισίων με αναφορά στην καταβολή προσπαθειών για περαιτέρω περιορισμό στους 1,5 οC.

Η Ευρωπαϊκή καθώς και η Εθνική Νομοθεσία είναι ευθυγραμμισμένη με τους διεθνείς στόχους και έχει δεσμευθεί για μειώσεις των εκπομπών του θερμοκηπίου έως και 30% έως το 2030, η οποία επιδιώκεται κυρίως μέσω του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων αερίων του θερμοκηπίου (Emissions Trading System - ETS) και καθορισμένων μειώσεων σε εθνικό επίπεδο από τομείς που δεν εντάσσονται στο σύστημα, στο πλαίσιο του επιμερισμού της προσπάθειας μείωσης των εκπομπών (effort sharing). Σε εθνικό επίπεδο, έχει εκπονηθεί και εγκριθεί η Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ)[ΥΠΕΝ, 2016].

Αυτό που δεν αναφέρεται πάντοτε αλλά είναι ιδιαίτερα σημαντικό είναι το γεγονός ότι υπάρχει «υστέρηση» μεταξύ των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων αερίων που επιτείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της «αντίδρασης», δηλαδή της τελικής αύξησης ή μείωσης αντίστοιχα της θερμοκρασίας. Με πιο απλά λόγια αυτό σημαίνει ότι όταν και αν καταφέρουμε τελικά να σταθεροποιήσουμε τις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις, η επιβράδυνση της ανόδου της θερμοκρασίας θα αρχίσει χρόνια μετά, ενώ θα σταθεροποιηθεί μετά από δεκαετίες. Τα υπάρχοντα στοιχεία που επακριβώς να τεκμηριώνουν τα χρονικά μεγέθη της υστέρησης δυστυχώς ακόμη δεν περιγράφουν επαρκώς την πραγματικότητα.

Τελικώς αυτό που εισπράττεται από όλα τα παραπάνω είναι το γεγονός ότι ακόμα και αν οι προσπάθειες για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αποβούν επιτυχείς, η μεταβολή των κλιματικών συνθηκών έως έναν βαθμό είναι αναπόφευκτη, με αποτέλεσμα να απαιτείται συμπληρωματική δράση προς την προσαρμογή στις συνέπειες.

Παραμένοντας στο θέμα των υδατικών πόρων και της επιρροής της κλιματικής αλλαγής σε αυτούς, όπως έχει ήδη καταγραφεί οι συνέπειες σε αυτούς έχουν το τελικό αποτέλεσμα ακραίας συμπεριφοράς. Δηλαδή την εμφάνιση ακραίων φαινομένων ξηρασίας και πλημμυρών.

Ήδη έχουν εξειδικευτεί οι συνέπειες της κλιματικής κρίσης στους υδατικούς πόρους της επικράτειας. Στα επόμενα θα καταγραφούν προτάσεις που δύνανται να βελτιώσουν τα προβλήματα αυτά, υπό το πρίσμα ότι οι προσπάθειες θα πρέπει να επικεντρωθούν στην καλύτερη διαχείριση των φαινομένων ξηρασίας και πλημμυρών που ήδη επηρεάζουν τον Ελληνικό χώρο. Όπως αναφέρθηκε στα παραπάνω δεν έχουμε την πολυτέλεια να συζητάμε ή να προτείνουμε ενέργειες σε μελλοντικό χρόνο διότι οι συνέπειες της κλιματικής κρίσης είναι ήδη ορατές.

Επιπρόσθετα, και αυτό πρέπει να τονιστεί και να ληφθεί σοβαρότατα υπόψη, δεδομένου ότι υπάρχει μάλλον άγνωστη υστέρηση της εξέλιξης των αποτελεσμάτων της κλιματικής κρίσης με τα μέτρα που ήδη παγκοσμίως λαμβάνονται είναι πιθανό να υπάρχει ένταση των συνεπειών αυτών στο άμεσο μέλλον.

3.2. Η διαχείριση της ξηρασίας.

Οι υδατικοί πόροι στον Ελληνικό χώρο έχουν σειρά από ιδιαιτερότητες οφειλόμενες στη γεωγραφική θέση της χώρας και στο ανάγλυφο αυτής με θέματα που αναλυτικά ήδη έχουν καταγραφεί.

Οι κυρίως χρήσεις του διατιθέμενου φρέσκου νερού είναι στη γεωργία με ποσοστό ~81% και σε αστικές χρήσεις με αντίστοιχο ποσοστό ~ 17%.

Η ξηρασία έρχεται ως συνδυαστικό αποτέλεσμα της μειωμένης τροφοδοσίας επιφανειακών και υπογείων υδροφορέων, των αυξημένων αναγκών λόγω αύξησης θερμοκρασίας και εξατμισοδιαπνοής αντίστοιχα και της υποβάθμισης – καταστροφής υπογείων υδροφορέων λόγω υπαλαμύρωσης.

Οι αναφορές επικεντρώνονται δύο μεγαλύτερες καταναλώσεις φρέσκου νερού (άρδευση και αστικές χρήσεις).

Στην Ελλάδα, επί συνόλου 38,54 εκατ. στρεμμάτων καλλιεργούμενης έκτασης, αρδεύονται σήμερα τα 14,22 εκατ. στρέμματα. Αγροτικές περιοχές όπως ο θεσσαλικός κάμπος βρίσκονται πλέον σε κατάσταση μη αναστρέψιμης, μόνιμης λειψυδρίας επειδή η διαθέσιμη ποσότητα του νερού συνεχώς περιορίζεται. Η χρήση του νερού εντατικοποιείται, ενώ η δυνατότητα διαχείρισης των προσφερόμενων υδατικών πόρων με την υφιστάμενη υποδομή και τον υπάρχοντα σχεδιασμό διαρκώς μειώνεται.

Μεγάλες απώλειες νερού, καταγράφονται στα δίκτυα άρδευσης. Στην περίπτωση του Θεσσαλικού κάμπου τα αρδευτικά συστήματα έχουν απώλειες νερού στο δίκτυο, που ξεπερνούν το 60%.

Οι προτάσεις και τα μέτρα για τη διαχείριση της ξηρασίας υποχρεωτικά πρέπει λοιπόν να στραφούν στη μείωση της κατανάλωσης και στις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης νερού. Όμως δε φθάνουν αυτά. Χρειάζονται προτάσεις που θα διαφυλάξουν τους υπόγειους υδροφορείς από τους κινδύνους της υπαλμύρωσης, ενώ ειδικότερα μέτρα πρέπει να προβλεφθούν για τα νησιά του Αιγαίου και την Κρήτη που εντάσσονται στις περιοχές της επικράτειας με ιδιαίτερο πρόβλημα επάρκειας φρέσκου νερού.

3.2.1 Οι δυνατότητες μείωσης της κατανάλωσης νερού για άρδευση.

Όπως έχει αναλυτικά παρουσιαστεί η σπατάλη του διατιθέμενου νερού για άρδευση προκύπτει συνδυαστικά εξαιτίας ακατάλληλων (σπάταλων) τρόπων άρδευσης, πεπαλαιωμένων δικτύων και φθηνού νερού.

Η καταλληλότερη μέθοδος άρδευσης ταυτόχρονα εις όφελος των αναγκών του φυτού και της οικονομίας σε νερό η άρδευση με σταγόνες ή αλλιώς στάγδην άρδευση. Είναι η μέθοδος με τη μικρότερη σπατάλη νερού, αφού τα φυτά εφοδιάζονται με νερό που παρέχεται με τη μορφή σταγόνων, από σωλήνες που «απλώνονται» κατά μήκος των γραμμών φύτευσης και δεν υπάρχει καθόλου εξάτμιση. Ως μέθοδος, εκτός από τη μικρή κατανάλωση νερού, έχει και αρκετά άλλα πλεονεκτήματα, όπως μεγαλύτερες αποδόσεις, δυνατότητα να αρδευτούν επικλινή και ανώμαλα εδάφη, ελαχιστοποίηση των ζιζανίων, καθώς στις καλλιέργειες δεν υπάρχει μεγάλη υγρασία που ευνοεί την ανάπτυξη μυκήτων.

Ακόμη καλύτερη μέθοδος είναι η υπόγεια άρδευση, η οποία βασίζεται στην τοποθέτηση υπόγειων σωληνώσεων, από τις οποίες το ριζικό σύστημα των τροφοδοτείται με τις απαραίτητες ποσότητες νερού. Όμως πρόκειται για ακριβή επένδυση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως στις μόνιμες καλλιέργειες.

Στην Ελληνική πραγματικότητα όπου πολύ μεγάλο μέρος των καλλιεργειών ποτίζονται με «κανόνια» ή κινούμενες πτέρυγες, μέθοδοι που αναλόγως των επικρατούντων συνθηκών έχουν απώλειες. Ενδεικτικά αν υπάρχει άπνοια τη νύχτα που δεν έχουμε εξάτμιση, οι απώλειες είναι της τάξης του 10%. Την ημέρα το ποσοστό ανεβαίνει στο 30% με κανονικές καιρικές συνθήκες και μπορεί να φτάσει και το 60% - 70% αν έχουμε αέρα.

Η στροφή προς τη στάγδην άρδευση, σε καλλιέργειες εκτός θερμοκηπίων, γίνεται βαθμιαία και μάλλον με αργούς ρυθμούς εξαιτίας της «ευκολίας» της άρδευσης με κανόνι παραβλέποντας ακόμη και το γεγονός ότι το πότισμα με τη μέθοδο αυτή δεν σπαταλάει μόνο άσκοπα νερό, αλλά κάνει και κακό στην καλλιέργεια. Η ευκολία στον

αγρότη συνίσταται στο γεγονός ότι μπορούν να το μετακινούν όπου θέλουν και να μην χρειάζεται σε κάθε όργωμα να αποξηλώνεται και να εγκαθίσταται εκ νέου το σύστημα της στάγδην άδρευσης.

Το νερό που πέφτει στα φύλλα της βαμβακιάς, για παράδειγμα, δημιουργεί συνθήκες αυξημένης υγρασίας με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται μύκητες και ασθένειες. Τα φυτά παθαίνουν εγκαύματα όταν είναι βρεγμένα τα φύλλα και αναπτύσσονται θερμοκρασίες πάνω από 41 βαθμούς, οπότε έχουμε μεγάλη εξάτμιση. Με το κανόνι άλλωστε εκτοξεύεται το νερό πολύ ψηλά οπότε πέφτοντας τραυματίζει το φυτό, ενώ δεν εξασφαλίζεται ομοιόμορφο πότισμα (Καθημερινή, 2021).

Οι προτάσεις που θα είχαν ως αποτέλεσμα την ορθολογικότερη χρήση του διατιθέμενου νερού προς άρδευσης και που αποδεδειγμένα θα οδηγήσουν όχι μόνο σε μείωση αυτής αλλά και θα λειτουργήσουν εν τέλει εις όφελος των καλλιεργειών πρέπει οπωσδήποτε να εξειδικευτούν γύρω από τους ακόλουθους άξονες.

- Υπολογισμός με ακρίβεια των αρδευτικών αναγκών κάθε καλλιέργειας αναλόγως της περιοχής και της εποχής του χρόνου, με αξιοποίηση των δεδομένων των μετεωρολογικών σταθμών, χρήση αισθητήρων εδαφικής υγρασίας, θερμοκρασίας και ανέμων. Ενδεικτικό παραμένει το γεγονός ότι 2 στους 3 αγρότες δεν ξέρουν πόσο νερό χρειάζεται το χωράφι τους.
- Βελτίωση της γνώσης σχετικά με τις επιπτώσεις στην παραγωγή από την έλλειψη νερού, εφαρμογή της ελλειμματικής άρδευσης. Η ελλειμματική άρδευση δεν σημαίνει σε καμία περίπτωση μείωση της παραγωγής αλλά εφαρμογή της κατάλληλης ποσότητας νερού στα στάδια όπου η καλλιέργεια χρειάζεται οπωσδήποτε νερό (διασφάλιση βέλτιστης παραγωγής και εξοικονόμησης νερού).

Ενδεικτικές τιμές ελλειμματικής άρδευσης σε αναπτυγμένα φυτά:

Ελιά 120 - 160 κ.μ./στρ./έτος
Επιτραπέζιο Αμπέλι 200 - 250 κ.μ./στρ./έτος
Οινοποιήσιμο Αμπέλι 120 - 180 κ.μ./στρ./έτος
Αβοκάντο 550 - 650 κ.μ./στρ./έτος
Εσπεριδοειδή 370 - 490 κ.μ./στρ./έτος

Η ακρίβεια στη δόση και τη συχνότητα άρδευσης καθορίζονται με βάση τα μετεωρολογικά στοιχεία της κάθε περιοχής, τον τύπο του εδάφους (ελαφρύ, μέσο, βαρύ), την ηλικία των φυτών, και τον χρόνο της προηγούμενης άρδευσης.

- Εφαρμογή αποδοτικότερων συστημάτων άρδευσης όπως άρδευση με σταγόνες ή υπόγεια άρδευση. Η εξοικονόμηση νερού μπορεί να φθάσει και το 65%. Παράλληλα γίνεται και εξοικονόμηση ενέργειας αφού λειτουργούν με πίεση που κυμαίνεται από 1,02 atm έως 3,4 atm (ενδεικτικά η άρδευση με κανόνια απαιτεί πιέσεις της τάξεων των 8 atm).
- Διατήρηση του αρδευτικού συστήματος που χρησιμοποιείται σε καλή κατάσταση, ώστε να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη άρδευση.
- Αποφυγή άρδευσης σε συνθήκες υψηλής εξάτμισης (πολύ υψηλές θερμοκρασίες, ισχυροί άνεμοι).

- Χρήση ποικιλιών ανθεκτικών στην ξηρασία ή με μικρότερες ανάγκες σε νερό.
- Χρήση οργανικής λίπανσης. Η οργανική ουσία στο έδαφος βελτιώνει τη δομή του εδάφους και αυξάνει την υδατοϊκανότητά του.
- Καταγραφή των υφιστάμενων γεωτρήσεων/ νομιμότητας αυτών και έλεγχος για την αποφυγή διόρυξης νέων παρανόμων.
- Υποχρέωση υδρομετρητών ανά αγροτεμάχιο
- Καθορισμός μέγιστης ποσότητας επιτρεπόμενου νερού άρδευσης νερού ανά στρέμμα / καλλιέργεια/ εποχή και έλεγχος παραβάσεων.
- Μεταβολή τιμολογιακής πολιτικής.

3.2.2. Οι δυνατότητες μείωσης της αστικής κατανάλωσης φρέσκου νερού.

Οι συνιστώσες που αθροιστικά συμβάλλουν στην αστική υδατική κατανάλωση μπορούν επιγραμματικά να προσδιοριστούν σε:

- Οικιακή χρήση μόνιμου πληθυσμού,
- Εποχιακή οικιακή χρήση (σε παραθεριστικές περιοχές),
- Τουριστική χρήση (σε ξενοδοχεία, χώρους αναψυχής και παρόμοια)
- Δημόσια και Δημοτική χρήση (δημόσια κτίρια, πάρκα, νοσοκομεία και παρόμοια)
- Νερό για πυρόσβεση,
- Απώλειες δικτύων κατά τη μεταφορά και διανομή νερού.

Οι δυνατότητες μείωσης της αστικής κατανάλωσης φρέσκου νερού συνοψίζονται πρωταρχικά στη μετάδοση της γνώσης σε όλο τον πληθυσμό ότι το νερό δεν είναι είδος προς σπατάλη, σπανίζει και η εξοικονόμηση της κατανάλωσης είναι υπόθεση που αφορά ατομικά όλους μας, όχι σε μελλοντικό χρόνο, αλλά δυστυχώς σήμερα.

Όσο η μετάδοση της γνώσης αυτής παραμένει ελλιπής και δεν καλλιεργείται κουλτούρα οικονομίας στο νερό, σημαντικά βήματα προς τη μείωση της κατανάλωσης μπορούν μόνο να επιτευχθούν με «ποινικοποίηση» αυτής.

Επί του παρόντος στην Ελλάδα ενώ γίνονται βήματα προς την ευαισθητοποίηση των καταναλωτών γύρω από την επάρκεια του φρέσκου νερού εντούτοις συστηματικά απουσιάζει η ύπαρξη της απαιτούμενης «συνέχειας» που εν τέλει θα αποδώσει το αποτέλεσμα.

Η ιδιαιτερότητα δε της χώρας όπου μεγάλο μέρος της δραστηριότητας περιστρέφεται γύρω από την τουριστική βιομηχανία και την «ευκαιρία» της επερχόμενης σεζόν μάλλον δρα αρνητικά, ή φέρνει σε τελευταίες θέσεις τη μείωση της κατανάλωσης φρέσκου νερού.

Άλλες προτάσεις γύρω από τη μείωση της κατανάλωσης πρέπει να κινηθούν στους παρακάτω άξονες.

- Ώθηση των πολιτών προς την επαναχρησιμοποίηση του «γκρίζου» νερού χρήσης, δηλαδή του νερού προερχόμενου από το νιπτήρα, το ντουζ και το πλυντήριο, μετά την επεξεργασία αυτού.

Η επαναχρησιμοποίηση του «γκρίζου» νερού είναι πρακτική που έχει έρθει στην Ευρώπη κυρίως από τις Ασιατικές χώρες όπου γνωρίζει επιτυχία και η φιλοσοφία της μεθόδου αυτής στηρίζεται στο γεγονός ότι ποσοστό 80% του χρησιμοποιούμενου νερού καταλήγει στην αποχέτευση ενώ μεγάλο μέρος αυτού, μετά φυσικά από επεξεργασία, μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί στο καζανάκι, για άρδευση και στο πλυντήριο.

Η εφαρμογή τέτοιων μεθόδων στην Ελλάδα είναι επί του παρόντος θεωρητική και περιορισμένη αφού απαιτούνται ξεχωριστές εγκαταστάσεις αποχέτευσης (με την λεκάνη της τουαλέτας να αποχετεύεται χωριστά), σύστημα επεξεργασίας και αποθήκευσης νερού και χωριστή υδραυλική εγκατάσταση, κάτι που είναι δύσκολα εφαρμόσιμο σε υπάρχοντες μονοκατοικίες και πρακτικά ανεφάρμοστο σε πολυκατοικίες.

- Μείωση των απωλειών των δικτύων μεταφοράς και διάθεσης φρέσκου νερού. Ένα τυπικό αστικό δίκτυο στην Ελλάδα έχει απώλειες κατ' ελάχιστο 20-30%.

Δυστυχώς οι προσπάθειες των κατά τόπους διαχειριστών του δικτύου (Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης και Αποχέτευσης) συνήθως περιορίζονται στη λειτουργία αυτού και την επισκευή των βλαβών, ενώ επισκευές διαρροών γίνονται μόνο όταν αυτές καταστούν εμφανείς. Συστηματική προσπάθεια εύρεσης/ καταγραφής αφανών διαρροών (χρησιμοποιώντας υπάρχουσα διαθέσιμη τεχνολογία που έχει κάνει αλματώδη βήματα) και επισκευής αυτών δεν έχει υπάρξει σε κανένα δίκτυο της επικράτειας έως σήμερα.

3.2.3. Διαφύλαξη των υπογείων υδροφορέων από υφαλμύρωση.

Η αποκατάσταση ενός υπόγειου υφάλμυρου υδροφορέα είναι μια χρονοβόρα διαδικασία που μπορεί να διαρκέσει ακόμα και πολλές δεκαετίες.

Το καλύτερο λοιπόν θα ήταν η πρόληψη και η παρακολούθηση των παράκτιων υδροφορέων καθώς και των περιοχών που θα μπορούσαν να προσβληθούν από ένα φαινόμενο σαν αυτό της υφαλμύρωσης. Αυτό μπορεί να γίνει με τη συνεχή παρακολούθηση της αλατότητας των υδροφορέων αυτών και την εφαρμογή των κατάλληλων τεχνικών έγκαιρα σε περίπτωση που εντοπιστεί κάποιο πρόβλημα ώστε να μην επεκταθεί το φαινόμενο σε μεγαλύτερο βαθμό και φτάσει σε σημείο μη αντιστρεπτό.

Για να μπορέσει να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά το πρόβλημα πρέπει να είναι γνωστές οι υδραυλικές συνθήκες που επικρατούν στον υδροφορέα καθώς επίσης και το αίτιο της ποιοτικής του υποβάθμισης (λόγω του αλμυρού νερού). Στην περίπτωση λοιπόν που υπάρχει ήδη πρόβλημα υφαλμύρωσης για να μπορέσει αυτό να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά πρέπει να είναι σαφής η ακριβής έκταση του.

Η αποτελεσματική διαχείριση των υδροφορέων αυτών προϋποθέτει το γεγονός να είναι αρκετά καλά γνωστή η θέση και το πάχος της ζώνης ανάμιξης αλμυρού και γλυκού νερού. Στόχος των μεθόδων αποκατάστασης είναι ο περιορισμός και ο έλεγχος της «αλμυρής» σφήνας που δημιουργείται. Τις περισσότερες φορές, δυστυχώς, γίνεται λόγος για αποκατάσταση και όχι για πρόληψη όπως θα ήταν και το ιδανικό καθώς το

φαινόμενο της υφαλμύρωσης έχει εμφανιστεί στις περισσότερες περιοχές πολλές δεκαετίες πριν.

Σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα το φαινόμενο έχει προχωρήσει σε τέτοιο βαθμό που η αποκατάσταση του είναι αρκετά δαπανηρή και μη συμφέρουσα και έτσι αυτοί οι υδροφορείς εγκαταλείπονται. Σε περιοχές λοιπόν που ακόμα δεν έχουν εμφανιστεί τέτοιου είδους προβλήματα αλλά είναι πολύ πιθανό να συμβούν πρέπει να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα από τους αρμόδιους, για τη παρεμπόδιση της διείσδυσης του θαλασσινού νερού στους αντίστοιχους υδροφορείς.

Στις περισσότερες περιπτώσεις που χρησιμοποιείται το νερό από αυτούς τους υδροφορείς χωρίς αυτοί να έχουν ρυπανθεί από αλμυρό νερό οφείλεται στις πολύ μικρές ταχύτητες που επικρατούν.

Δυστυχώς όμως η Ελληνική πραγματικότητα δε δημιουργεί τις προϋποθέσεις αυτές, κυρίως διότι οι γεωτρήσεις που εκμεταλλεύονται τους υδροφορείς αυτούς (νόμιμες και παράνομες) δεν είναι ούτε γνωστές ούτε είναι βέβαια τα χαρακτηριστικά τους και οι όποιες προσπάθειες προς την κατεύθυνση καταγραφής και εφαρμογής του ήδη υπάρχοντος θεσμικού πλαισίου (το οποίο έχει κινηθεί πολύ ορθά προς την κατεύθυνση αποφυγής υπερεκμετάλλευσης των υπογείων υδροφορέων) χτυπούν σε «τοίχους» συμφερόντων.

Αν τα παραπάνω θα ήταν εφικτά, τότε οι γενικότερες προτάσεις που θα μπορούσαν να βελτιώσουν το πρόβλημα θα πρέπει να κινηθούν στην τροποποίηση του γενικού σχεδίου άντλησης (που στην περίπτωση της χώρας μάλλον απουσιάζει) που ανάλογα της περίπτωσης μπορεί να περιλαμβάνει:

- Απομάκρυνση, κατά το δυνατό, των γεωτρήσεων από την ακτή,
- Διασπορά των γεωτρήσεων σε ευρύτερη έκταση, ώστε η υποχώρηση της στάθμης να γίνεται σε μεγαλύτερη έκταση, αλλά σε μικρότερο βάθος,
- Αντικατάσταση μεγάλων γεωτρήσεων με περισσότερες μικρές ή μείωση της παροχής μεγάλων γεωτρήσεων,
- Κατασκευή γεωτρήσεων μικρού βάθους,
- Απαγόρευση στις ευαίσθητες περιοχές κάθε ανεξέλεγκτης γεωτρητικής δραστηριότητας,
- Τεχνητός εμπλουτισμός με διάφορους μεθόδους, ώστε να αυξηθεί η εκμεταλλεύσιμη παροχή και να ανεβεί η στάθμη του υδροφορέα.

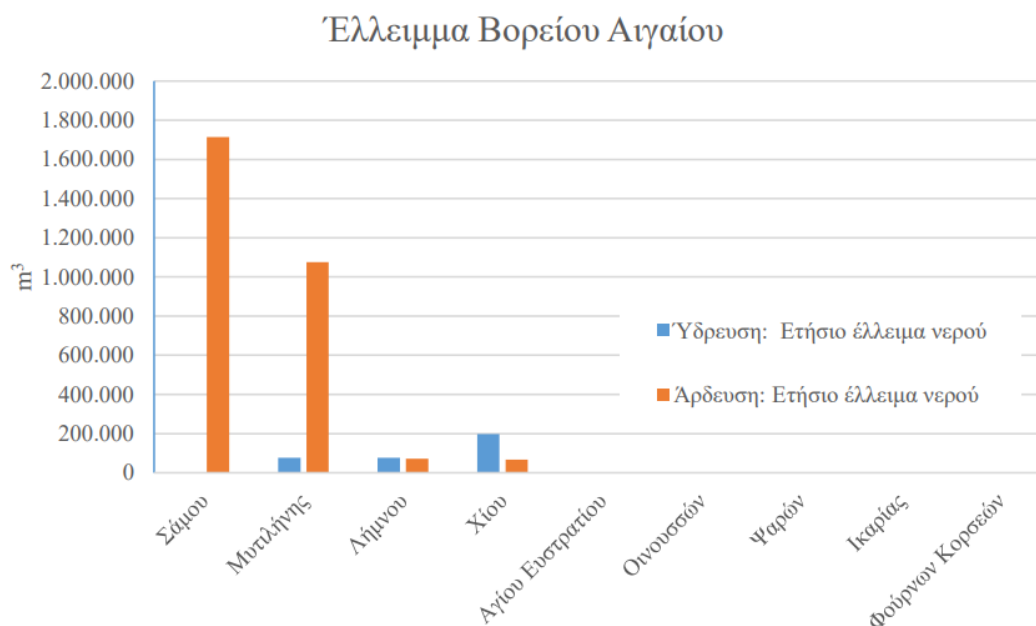
Είναι μάλλον σαφές από τα παραπάνω ότι όσο τα όποια συμφέροντα λειτουργούν εις βάρος της κοινής λήψης γενικότερων αποφάσεων και χάραξης ορθολογικής πολιτικής γύρω από τη νομή και διαχείριση των υπογείων υδάτων (που όντως θα έχει σημαντικό κόστος εις βάρος της σημερινής κατάστασης), αναβάλλοντας συνέχεια τη λήψη αποφάσεων για μελλοντικό χρόνο, η υφαλμύρωση των υδροφορέων θα συνεχιστεί αμείωτη και σταδιακά όλο και περισσότεροι εξ αυτών θα γίνονται ούτως ή αλλιώς ακατάλληλοι προς χρήση. Συνυπολογίζοντας δε την επιτάχυνση των φαινομένων λόγω της κλιματικής αλλαγής η κατάσταση επιδεινώνεται περισσότερο και ταχύτερα.

3.2.4. Η αντιμετώπιση της λειψυδρίας στα νησιά του Αιγαίου και στην Κρήτη.

Το ήδη υπαρκτό πρόβλημα της λειψυδρίας στο σύνολο σχεδόν των νησιών του Αιγαίου και στην Κρήτη, επιδεινώνεται περαιτέρω από τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Η αντιμετώπιση του προβλήματος στη συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή της χώρας είναι πλέον όχι μόνο επιβεβλημένη αλλά επιτακτική.

Για τα νησιά του Βορείου και Νοτίου Αιγαίου (Δωδεκάνησσα και Κυκλάδες) οι ανάγκες σε φρέσκο νερό καλύπτονται επιγραμματικά ως εξής:

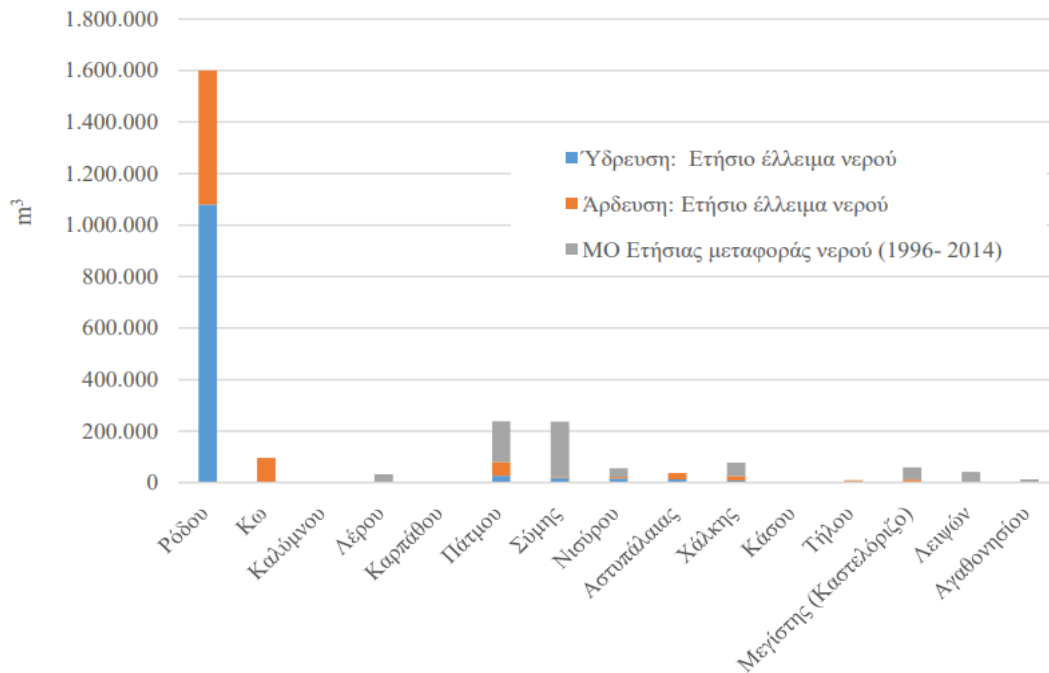
Στα νησιά του Βορείου Αιγαίου οι ανάγκες σε φρέσκο νερό καλύπτονται μέσω λιμνοδεξαμενών και φραγμάτων που συγκρατούν όμβρια ύδατα σε ταμειυτήρες ικανούς να καλύπτουν τις ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης του πληθυσμού. Λειτουργούν σε αυτά 18 λιμνοδεξαμενές και φράγματα. Το μεγαλύτερο έλλειμα εμφανίζεται στα νησιά με τη μεγαλύτερη παραγωγή νερού, αυτά της Σάμου και της Μυτιλήνης και αφορά έλλειμα σε φρέσκο νερό για άρδευση.



Εικόνα 21: Έλλειμμα (m³) Βορείου Αιγαίου (Πηγή: Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

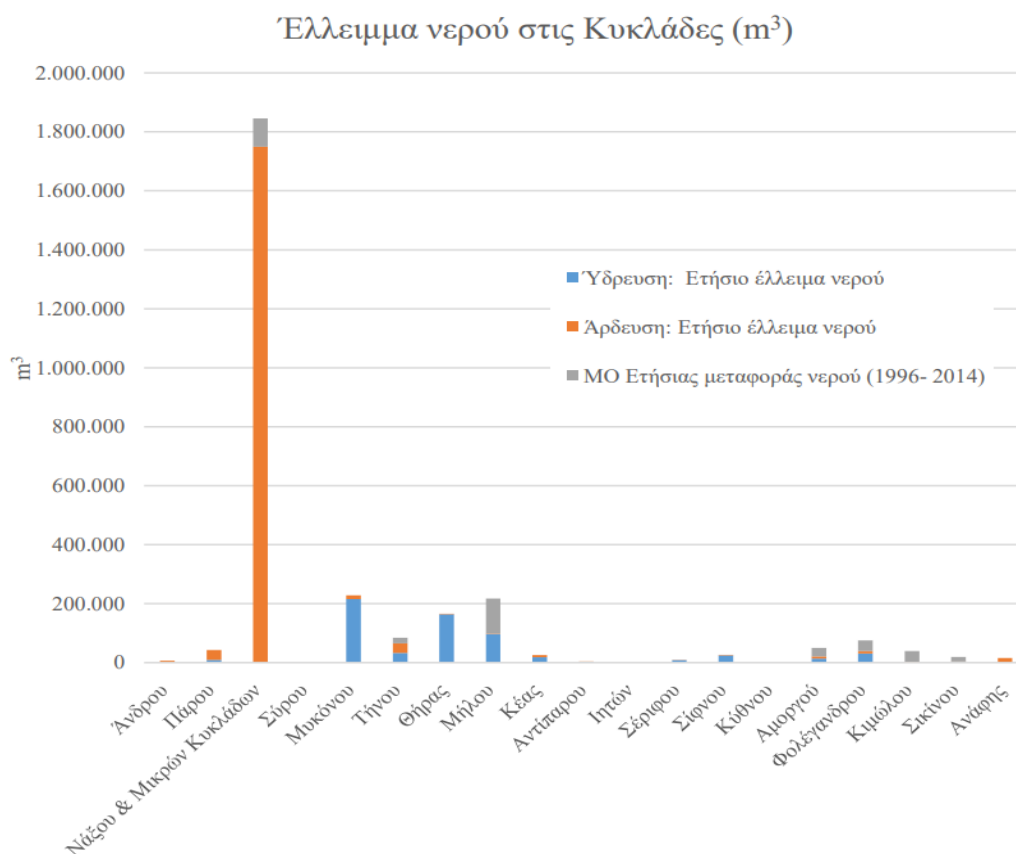
Τα Δωδεκάνησα καλύπτουν τις ανάγκες τους σε φρέσκο νερό και αυτά με λιμνοδεξαμενές και φράγματα (συνολικά υπάρχουν 21 τέτοια), με μονάδες αφαλάτωσης όπου υπάρχουν ήδη εγκατεστημένες πλέον των 20 αλλά και με μεταφορά νερού με πλοία, από τη Ρόδο, για κάποια από αυτά με το νησί της Σύμης να έχει τη μεγαλύτερη ετήσια μεταφορά νερού. Όμοια το μεγαλύτερο έλλειμα εμφανίζεται στα νησιά με τη μεγαλύτερη παραγωγή, αυτά της Ρόδου και της Κω.

Έλλειμμα Νερού Στα Δωδεκάνησα



Εικόνα 22: Έλλειμμα νερού στα Δωδεκάνησα σε m³ (Πηγή: Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Τα νησιά των Κυκλάδων καλύπτουν τις ανάγκες τους σε φρέσκο νερό με εκμετάλλευση των υπογείων υδροφορέων και με μονάδες αφαλάτωσης. Λειτουργούν πλέον των 30 μονάδων αφαλάτωσης στα νησιά αυτά, ενώ υπάρχουν 11 λιμνοδεξαμενές και 20 φράγματα που βοηθούν την κατάσταση. Σε κάποια από τα νησιά (Αμοργός, Κίμωλος και άλλα) οι ανάγκες καλύπτονται και με μεταφορά νερού με πλοία από την Αττική. Το μεγαλύτερο έλλειμα σε νερό εμφανίζεται στο νησί της Νάξου και στις υπόλοιπες μικρές Κυκλάδες.



Εικόνα 23: Έλλειμμα νερού στις Κυκλάδες σε m³ (Πηγή: Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Στο νησί της Κρήτης, το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό είναι η ύπαρξη μεγάλων παράκτιων και υποθαλάσσιων υφάλμυρων καρστικών πηγών μαζί με τις αντίστοιχα μεγάλες καρστικές πηγές με καλής ποιότητας υπόγειο νερό. Η ανυπαρξία γεωλογικών φραγμών σε εκτεταμένες ανθρακικές εμφανίσεις προς τη θάλασσα σε συνδυασμό με παλαιογεωγραφικά αίτια έχουν συντελέσει στην υφαλμύριση σημαντικών καρστικών υδροφορέων.

Οι υδατικές ανάγκες του νησιού καλύπτονται από εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων, που όμως παρουσιάζουν την παραπάνω ιδιαιτερότητα αλλά και με πολυάριθμα άλλα έργα εκμετάλλευσης και αποταμίευσης των χειμερινών επιφανειακών απορροών (λιμνοδεξαμενές και ταμειυτήρες). Τα περισσότερα από τα έργα αυτά είναι μικρά και τοπικού χαρακτήρα. Στην Ν. Κρήτη έχουν κατασκευασθεί ή βρίσκονται υπό κατασκευή μέχρι σήμερα 16 λιμνοδεξαμενές και φράγματα, ενώ γίνεται προσπάθεια ώστε τα προτεινόμενα έργα ταμίευσης να αντιμετωπισθούν στα πλαίσια ενός περιφερειακού προγραμματισμού για το σύνολο του νησιού.

Σήμερα συνολικά στο νησί καταναλώνονται ετησίως 372 εκ m³ ενώ οι ανάγκες ανέρχονται σε 515 εκ. m³ . Το ποσοστό κάλυψης των υδατικών αναγκών ανέρχεται σε 72% (66% για την άρδευση και 90% για την ύδρευση).

Η κάλυψη του ανωτέρω ελλείμματος είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί με συνδυασμένες ενέργειες που θα έχουν ως στόχο την πλέον ορθολογική και τεχνικώς αποδοτικότερη αξιοποίηση κυρίως του υπόγειου υδατικού δυναμικού των καρστικών συστημάτων αλλά και του επιφανειακού.

Οι ενέργειες αυτές συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Ενιαία εκμετάλλευση και εκτίμηση του υδατικού δυναμικού των καρστικών συστημάτων, και αξιοποίηση νέων μεθόδων διερεύνησης των υφάλμυρων εκφορτίσεων,
- Εφαρμογή προγραμμάτων τεχνητού εμπλουτισμού στις υφάλμυρες γεωτρήσεις,
- Κατασκευή νέων έργων ταμίευσης των χειμερινών επιφανειακών απορροών με γενικό προγραμματισμό και όχι αποσπασματικά.

Η Πολιτεία αντιλαμβανόμενη τη σοβαρότητα της έλλειψης φρέσκου νερού στις περιοχές αυτές της χώρας και τις συνέπειες που θα υπάρξουν στην οικονομία σε τοπικό αλλά και σε εθνικό επίπεδο χρηματοδοτεί και δρομολογεί σειρά έργων για τη βελτίωση της παραγωγής φρέσκου νερού.

Κύριοι άξονες της προσπάθειας αυτής για τα νησιά του Αιγαίου είναι η εγκατάσταση νέων πρόσθετων μονάδων αφαλάτωσης, αλλά και επενδύσεις με σκοπό τη συντήρηση υφισταμένων. Τέλος και φυσικά ορθά δε λείπουν οι επενδύσεις για επισκευές και αντικαταστάσεις πεπαλαιωμένων δικτύων ύδρευσης σε διάφορες περιοχές.

Σε δευτερεύον επίπεδο γίνονται επενδύσεις για την διάνοιξη νέων γεωτρήσεων.

Η στροφή σε μονάδες αφαλάτωσης για την κάλυψη των αναγκών σε φρέσκο νερό, δεδομένων των συνθηκών που επικρατούν σήμερα, που αναμένονται δυσμενέστερες στο μέλλον μάλλον αποτελεί μονόδρομο.

Σε οικονομικούς όρους είναι ανταγωνιστική και σαφώς πλεονεκτεί των εναλλακτικών λύσεων μεταφοράς νερού, ενώ δεν επιβαρύνει τα υπάρχοντα αποθέματα νερού.

Αρνητικά στοιχεία είναι η επιβάρυνση που προκύπτει τόσο σε κόστος ενέργειας όσο και στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής ρεύματος.

Δεδομένης της τρέχουσας κατάστασης που διαμορφώνεται στον τομέα της ενέργειας η τιμή του επεξεργασμένου θαλάσσιου νερού θα είναι υψηλή και εύλογα θα ωθήσει σε αύξηση τιμών των παρεχόμενων υπηρεσιών (τουριστικής κυρίως φύσης αφού είναι ο κύριος παράγοντας οικονομικής δραστηριότητας).

Αυτό με τη σειρά του θα οδηγήσει σε πτώση της ανταγωνιστικότητας με ό,τι αυτό συνεπάγεται.

3.3. Η αντιμετώπιση των πλημμυρών.

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να οδηγήσει σε αύξηση των βροχοπτώσεων σε πολλές περιοχές. Η αύξηση των βροχοπτώσεων για παρατεταμένες περιόδους θα οδηγήσει κυρίως σε υπερχείλιση ποταμών, ενώ οι σύντομες, έντονες νεροποντές μπορούν να προκαλέσουν αιφνίδιες πλημμύρες κατάκλυσης (flash floods).

Οι πλημμύρες ποταμών αποτελούν συνήθη φυσική καταστροφή στην Ευρώπη, η οποία, μαζί με τις καταιγίδες, έχει προκαλέσει θανάτους, έχει πλήξει εκατομμύρια ανθρώπους και έχει επιφέρει τεράστιες οικονομικές ζημιές τις τελευταίες τρεις δεκαετίες. Η κλιματική αλλαγή είναι πιθανό να αυξήσει τη συχνότητα των πλημμυρών σε ολόκληρη την Ευρώπη κατά τα επόμενα έτη.

Οι έντονες καταιγίδες προβλέπεται να γίνουν συχνότερες και εντονότερες εξαιτίας των υψηλότερων θερμοκρασιών, ενώ αναμένεται να αυξηθεί και η συχνότητα των αιφνίδιων πλημμυρών σε ολόκληρη την Ευρώπη.

Σε ορισμένες περιοχές, κάποιοι κίνδυνοι, όπως οι πλημμύρες στις αρχές της άνοιξης, ενδέχεται να μειωθούν βραχυπρόθεσμα λόγω των λιγότερων χιονοπτώσεων τον χειμώνα, αλλά ο αυξημένος κίνδυνος αιφνίδιων πλημμυρών σε ορεινές περιοχές που υπερφορτώνουν το ποτάμιο σύστημα μπορεί να αντισταθμίσει τις επιπτώσεις αυτές μεσοπρόθεσμα.

Μελέτη που διεξήχθη από 13 ερευνητές ως μέλη της ομάδας World Weather Attribution, συμπεριλαμβανομένων επιστημόνων από πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα στην Ελλάδα, την Ολλανδία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τις Ηνωμένες Πολιτείες για την ευρύτερη γεωγραφική περιοχή του Ελληνικού χώρου καταλήγει σε ανησυχητικά συμπεράσματα.

Γεγονότα έντονων βροχοπτώσεων που αναπόφευκτα με τη σειρά τους θα οδηγήσουν σε πλημμυρικά φαινόμενα αναμένονται να είναι έως και 10 φορές πιο πιθανές στην Ελλάδα, τη Βουλγαρία και την Τουρκία και έως και 50 φορές πιο πιθανές στη Λιβύη, ενώ παράγοντες όπως οι κατασκευές σε περιοχές επιρρεπείς σε πλημμύρες, η αποψίλωση /καταστροφή των δασών, η ανυπαρξία ικανών έργων υποδομής, η κακή συντήρηση των υπαρχόντων έργων υποδομής και άλλοι τοπικοί παράγοντες συντελούν ώστε οι βροχοπτώσεις να μετατρέψουν τα ακραία καιρικά φαινόμενα σε ανθρωπιστική καταστροφή.

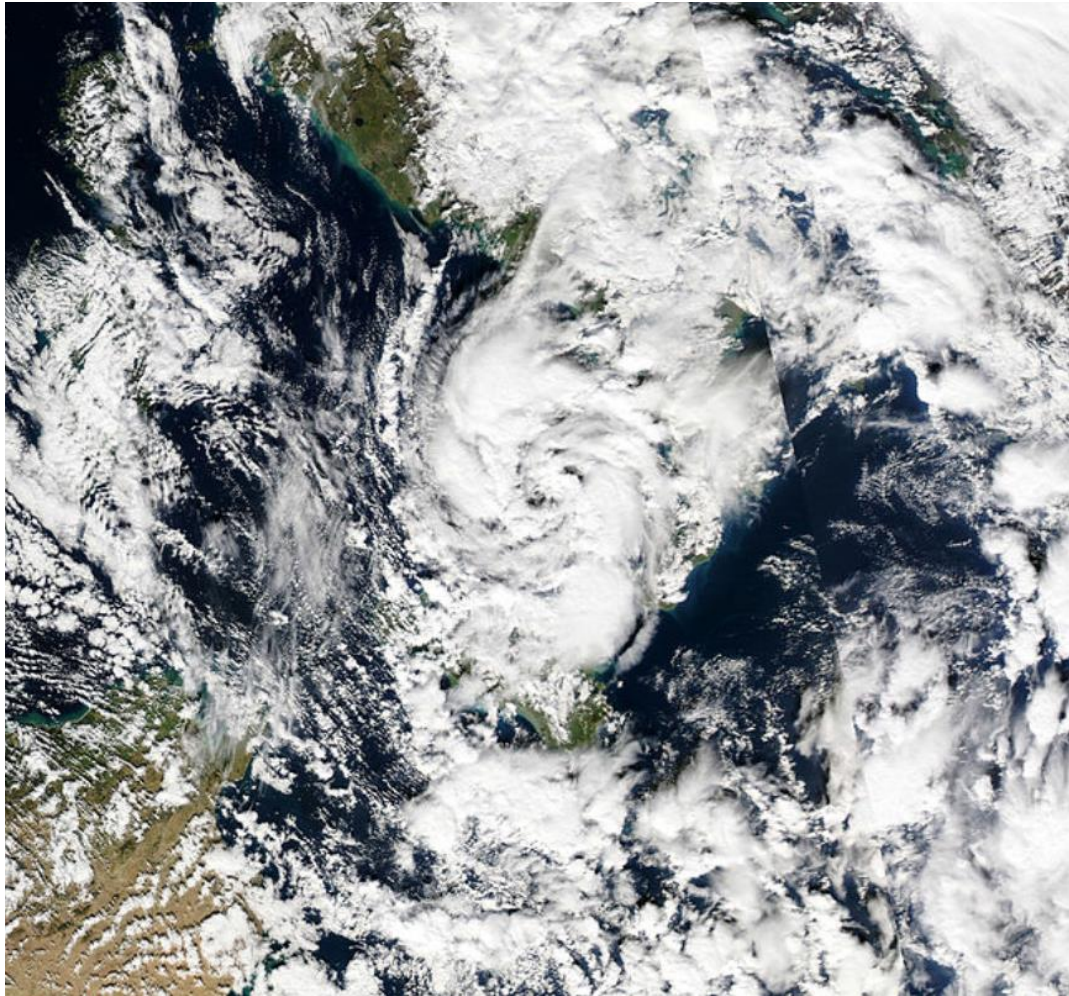
Επιπλέον ιδιαιτερότητα του Ελληνικού χώρου είναι η έκθεση του στην επιρροή των λεγόμενων Μεσογειακών κυκλώνων.

Οι Μεσογειακοί κυκλώνες με τροπικά χαρακτηριστικά, επίσης γνωστοί ως Μεσογειακοί τυφώνες (Medicane, από τις λέξεις Mediterranean και hurricane), είναι σπάνια μετεωρολογικά φαινόμενα που παρατηρούνται στη Μεσόγειο Θάλασσα. Η ονομασία αυτή υπογραμμίζει την σημαντικότητα των τροπικών χαρακτηριστικών τους, ενώ υποδεικνύει παρόμοιους σχηματισμούς γένεσης με αυτούς των τροπικών κυκλώνων. Προκαλούν ιδιαίτερα ακραία και επικίνδυνα φαινόμενα, όπως ισχυρούς ανέμους, έντονη βροχόπτωση, πλημμύρες λόγω κυμάτων μεγάλου ύψους σε παράκτιες περιοχές με σοβαρές οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις, ακόμα και απώλειες ανθρώπινης ζωής.

Τα περισσότερα συστήματα παραμένουν στην ένταση τροπικής καταιγίδας ή κάτω από αυτήν, αλλά σε μερικές σπάνιες περιπτώσεις ορισμένες καταιγίδες έχουν φτάσει επίπεδο τυφώνα Κατηγορίας 1c.

Το φαινόμενο που συναντάται στη Μεσόγειο οφείλεται σε καταιγίδες που προκαλούν ζέστη και υγρασία πάνω από τη Μεσόγειο, μετατρέποντας τις θερμοδυναμικά σε ενέργεια, ακριβώς όπως οι κυκλώνες. Αναπτύσσεται τότε ένα έντονο σύστημα χαμηλής πίεσης, το οποίο μοιάζει πάρα πολύ με κυκλώνα. Ενισχυμένες από δυτικούς ανέμους από ψηλά οι καταιγίδες αυτές κινούνται ανατολικά.

Οι Tous and Romero (2011), μετά από μία σύγκριση των μετεωρολογικών περιβαλλόντων ανάμεσα στους έντονους κυκλώνες «intense cyclones» και τους Medicanes εντόπισαν τις περιοχές της κυκλογένεσης. Συγκεκριμένα, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματά τους, οι περιοχές στις οποίες συμβαίνει η γένεση των περισσότερων Medicanes είναι η περιοχή του Ιονίου πελάγους και αυτή της δυτικής Μεσογείου (θάλασσα των Βαλεαρίδων).



Εικόνα 24. Εικόνα στο ορατό φάσμα από το δορυφόρο QuikSCAT της NASA στις 28 Ιανουαρίου 2009, 11UTC (www.nasa.gov). Στο κόκκινο πλαίσιο είναι το κέντρο του κυκλώνα

Πώς επηρεάζει η κλιματική αλλαγή τους Medicanes;

Λόγω της ξηράς φύσης της περιοχής της Μεσογείου, ο σχηματισμός τροπικών και υποτροπικών κυκλώνων έως σήμερα είναι σπάνιος, με μόνο 100 καταγεγραμμένες τροπικές καταιγίδες από το 1947 ως και το 2011. (Cavicchia et al., 2014).

Αυτές οι ισχυρές καταιγίδες σημειώνονται συνήθως τον Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο όταν η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας στη Μεσόγειο είναι μάλλον υψηλή, αν και θεωρητικά μπορούν να συμβούν οποιαδήποτε περίοδο του χρόνου.

Αν και οι μεσογειακοί τυφώνες φαίνεται ότι θα παραμείνουν σχετικά σπάνιοι, η άνοδος της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας, εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, αναμένεται να φέρει ισχυρότερους μεσογειακούς κυκλώνες στο μέλλον - ίσως μετατρέποντάς τους τελικά σε πλήρης έντασης κυκλώνες.

Κατά τα τελευταία 140 χρόνια η Ελλάδα είναι τέταρτη σε φονικές πλημμύρες στην Ανατολική Μεσόγειο. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών από το 1882 έως το 2021 στη χώρα μας και στα Βαλκάνια, πλημμύρες με περισσότερους από 10 θανάτους εμφανίζονται μία φορά στα 6,5 χρόνια και με περισσότερους από 22 θανάτους μία φορά στα 12 χρόνια.

3.3.1. Πρόσφατα πλημμυρικά γεγονότα που έχουν πλήξει την επικράτεια.

Πλημμύρες στην περιοχή της Μάνδρας Αττικής.

Κατά τις πρωινές ώρες της Τετάρτης, 15 Νοεμβρίου του 2017, μετά από έντονη βροχόπτωση που οφειλόταν στο βαρομετρικό χαμηλό Ευρυδίκη, εκδηλώθηκαν πλημμυρικά φαινόμενα στη Δυτική Αττική και κυρίως στη Μάνδρα, τη Νέα Πέραμο, τη Μαγούλα και την Ελευσίνα. Από τις πλημμύρες 24 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους και προκλήθηκαν μεγάλες υλικές καταστροφές. Πρόκειται για την τρίτη μεγαλύτερη πλημμύρα στην Αττική με βάση τον αριθμό των νεκρών (Wikipedia).



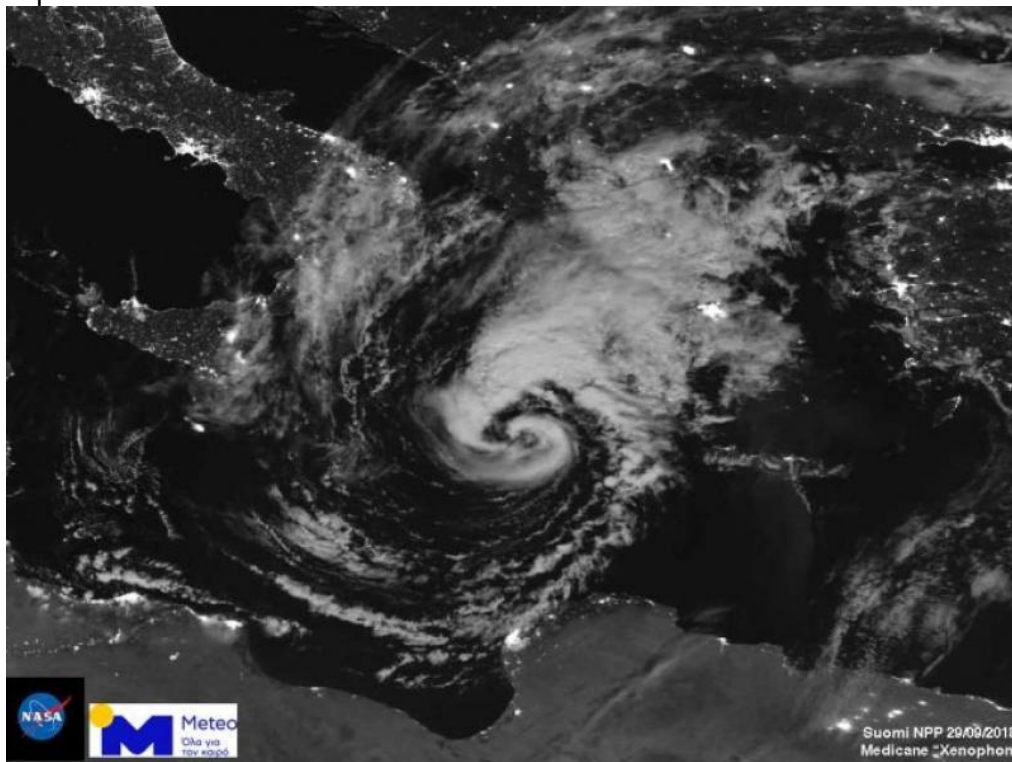
Εικόνα 25. Η πλημμύρα στη Μάνδρα 2017 Πηγή [http:// www.ert.gr](http://www.ert.gr)



Εικόνα 26. Η πλημμύρα στη Μάνδρα 2017. Πηγή <http://www.ert.gr>

Μεσογειακός Κυκλώνας Ζήνων.

Ένα βαθύ μετεωρολογικό χαμηλό νότια της νότιας Ιταλίας σε συνδυασμό παρέμεινε στάσιμο πάνω από το Ιόνιο Πέλαγος για αρκετές ημέρες (18-19 Νοεμβρίου 2017) και εξελίχτηκε σε Μεσογειακό κυκλώνα. Στο μέτωπό του, σημειώθηκε έντονη βροχόπτωση από τη Σαρδηνία μέσω της βόρειας Αλγερίας και της βόρειας Τυνησίας, της Μάλτας, της Ελλάδας και των νοτιοδυτικών Βαλκανίων μέχρι την ιταλική Αδριατική και νότια ακτή. Στις 18 Νοεμβρίου πλήγηκαν τα νησιά του Ιονίου, και κινούμενος ανατολικά συνέχισε την πορεία του με καταιγίδες στην Ανατολική Ελλάδα και στο ανατολικό Αιγαίο.



Εικόνα 27. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα Ζήνων 18-11-2017 (Πηγή: meteo.gr)

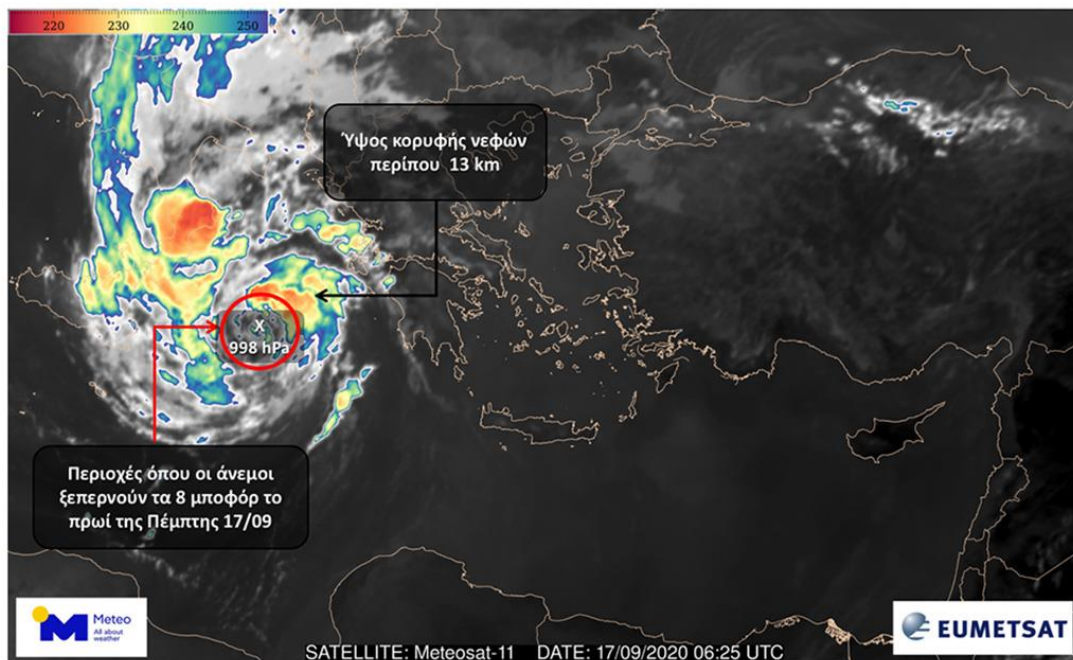


Εικόνα 28. Ο κυκλώνας Ζήνων δυτικά της Κέρκυρας (Πηγή: corfuland.gr)

Μεσογειακός Κυκλώνας ΙΑΝΟΣ.

Δημιουργήθηκε από τη θερμότητα των πολύ ζεστών υδάτων της Μεσογείου. Εμφανίστηκε στις 14 Σεπτεμβρίου 2020, ως μετεωρολογικός στρόβιλος νοτιοδυτικά της Ιταλίας, μεταξύ Σικελίας και Ιονίου Πελάγους και με θυελλώδεις κυκλωνικούς ανέμους μετατοπίζονταν, διαγράφοντας ανατολική πορεία προς την Ελλάδα με ανέμους 150 km/h. Οι Π.Ε. Ζακύνθου, Κεφαλληνίας και Ιθάκης στο Νότιο Ιόνιο ήταν οι πρώτες περιοχές που επλήγησαν, ενώ αμέσως μετά ακολούθησε η Πελοπόννησος. Στις Π.Ε. Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Αρκαδίας, Μεσσηνίας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας και Ιθάκης κηρύχθηκε κατάσταση έκτακτης ανάγκης, ενώ για πρώτη φορά ενεργοποιήθηκε το σχέδιο Δάρδανος. Τα κύματα είχαν ύψος πάνω από 7 μέτρα, ενώ συνοδεύονταν από έντονες χαλαζοπτώσεις και κεραυνούς. Από εκεί, ο στρόβιλος προχώρησε βορειοανατολικά προς τη Στερεά, νότια Θεσσαλία, Σποράδες, αλλά επηρεάζοντας και τις Κυκλάδες και την Κρήτη.

Δορυφορική εικόνα θερμοκρασίας κορυφής νεφών το πρωί της Πέμπτης 17 Σεπτεμβρίου 2020



Εικόνα 29. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα ΙΑΝΟΣ 17-09-2020 (Πηγή: meteo.gr)



Εικόνα 30. Ιστιοπλοϊκά σκάφη που έχουν εξοκείλει στην περιοχή Αγίας Ευφημίας στην Κεφαλλονιά. (Πηγή: protothema.gr)

Πλημμύρες στην Εύβοια.

Στις αρχές του Αυγούστου 2020 μία αποκομμένη ατμοσφαιρική διαταραχή με ψυχρό πυρήνα προσέγγισε την Ελλάδα από τα βορειοδυτικά και έλαβε την ονομασία «Θάλεια» από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Από τις 4 Αυγούστου 2020 η ΕΜΥ είχε εκδώσει έκτακτο δελτίο επιδείνωσης του καιρού, το οποίο ενημερώθηκε δύο ημέρες αργότερα, και προειδοποιούσε για τις έντονες βροχοπτώσεις στην περιοχή της Εύβοιας, ανάμεσα σε άλλες περιοχές. Αρχίζοντας από το βράδυ στις 8 Αυγούστου στην Εύβοια σημειώθηκαν υψηλά ύψη βροχής και έντονη κεραυνική δραστηριότητα, ιδίως ανάμεσα σε Νέα Αρτάκη, Ψαχνά και Στενή. Η έντονη κακοκαιρία σχημάτισε σύννεφα ύψους 12 χιλιομέτρων, ξεπερνώντας δηλαδή το όριο της τροπόσφαιρας, και διατήρησε την ισχύ της για πέντε ώρες. Στον μετεωρολογικό σταθμό στη Στενή Ευβοίας καταγράφηκαν 300 χιλιοστά βροχής σε οχτώ ώρες και στον μετεωρολογικό σταθμό των Ψαχνών το ύψος της βροχής έφτασε τα 226 χιλιοστά. Κατά τις πρωινές ώρες της 9ης Αυγούστου 2020 έντονη καταιγίδα χτύπησε την Εύβοια προκαλώντας το θάνατο 8 ανθρώπων και εκτεταμένες καταστροφές στους δήμους Διρφύων-Μεσσαπίων και Χαλκιδέων, και πιο συγκεκριμένα στα Πολιτικά, στο Λευκαντί, στο Βασιλικό και στα Ψαχνά. Το ύψος του νερού σε διάφορα σημεία έφτασε το 1,5 μέτρο, ενώ στο κέντρο των Ψαχνών το ύψος του νερού έφτασε το ένα μέτρο, ενώ οι πλημμύρες προκάλεσαν ζημιές σε 2.500 σπίτια, καθώς εκτεταμένες ζημιές σε υποδομές, επιχειρήσεις και καλλιέργειες.



Εικόνα 31. Γέφυρα ποταμού Αφρατίου (Πηγή: eviaportal.gr).



Εικόνα 32. Ψαχνά Ευβοίας (Πηγή: eviportal.gr).

Πλημμύρες Έβρου – Ερυθροποτάμου.

Κατά την περίοδο 12 Ιανουαρίου και 1 Φεβρουαρίου 2021, οι ποταμοί Ερυθροπόταμος και Έβρος ξεχείλισαν δύο φορές λόγω των ισχυρών καταιγίδων, προκαλώντας σοβαρές πλημμύρες στις γύρω περιοχές, οι οποίες οδήγησαν σε 1 θάνατο και προκάλεσαν σοβαρές ζημιές σε ιδιωτική και δημόσια περιουσία. Οι πλημμύρες χαρακτηρίστηκαν από τα ΜΜΕ και τους κατοίκους των περιοχών ως "από τις μεγαλύτερες καταστροφές που έχει αντιμετωπίσει ποτέ η περιοχή". Στις αρχές Ιανουαρίου 2021, αμέσως μετά τα Θεοφάνεια, άρχισε να βρέχει για μέρες ενώ δεν επηρεάστηκαν όλες οι περιοχές του νομού Έβρου. Ωστόσο, στις 10 Ιανουαρίου, μια μεγάλη περιοχή της Θράκης επηρεάστηκε από έντονες και μεγάλες βροχοπτώσεις. Το χωριό Μικρό Δέρειο και τα ποτάμια αρχίζουν να ξεχειλίζουν στις πρωινές ώρες της 12ης Ιανουαρίου. Προσθετική επιδείνωση του φαινομένου η ελεγχόμενη απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων νερού στον ποταμό Έβρο από το φράγμα του Inaylongrad, στη Βουλγαρία, εξαιτίας υπερχειλίσεώς του. Τον Ιανουάριο του 2021, η Αλεξανδρούπολη είχε βροχόπτωση 408mm ενώ το χωριό Μεταξάδες 203mm. Μετά τις βροχοπτώσεις η θερμοκρασία παρέμεινε κάτω από μηδέν βαθμού Κελσίου, με αποτέλεσμα ορισμένες από τις πλημμυρισμένες περιοχές να μην καταφέρουν να στεγνώσουν. Ενώ οι θερμοκρασίες ήταν χαμηλές για αρκετές ημέρες, ξαφνικά ξεκίνησε μια ισχυρή χιονοθύελλα στην περιοχή. Λίγες ημέρες αργότερα, αφού άρχισε να λιώνει το χιόνι, ξεκίνησε ξανά μια νέα ισχυρή βροχόπτωση στην περιοχή του Έβρου στις

1 Φεβρουαρίου 2021, προκαλώντας επιδεινωμένες πλημμύρες στις περιοχές Σουφλί και Αλεξανδρούπολη.



Εικόνα 33: Διδυμότειχο - Ερυθροπόταμος. (Πηγή: didymoteicho.net)



Εικόνα 34: Διδυμότειχο - Ερυθροπόταμος. (Πηγή: didymoteicho.net)

Κακοκαιρία Ντάνιελ

Ήταν ακραίο καιρικό φαινόμενο με ισχυρές βροχές και καταιγίδες που έπληξε αρχικά την Ελλάδα, την Βουλγαρία και την Τουρκία και στη συνέχεια κατευθύνθηκε προς την Λιβύη, προκαλώντας επίσης ισχυρές βροχοπτώσεις, με αποτέλεσμα τεράστιες υλικές καταστροφές και τον θάνατο τουλάχιστον 11.500 ανθρώπων, μετά τη ρήξη δύο φραγμάτων. Η κακοκαιρία Ντάνιελ ξεκίνησε στις 4 Σεπτεμβρίου 2023 από το Ιόνιο πέλαγος, με επίκεντρο την ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας, προκαλώντας τεράστιες καταστροφές και απολογισμό 17 νεκρούς. Άλλες περιοχές που επλήγησαν από την κακοκαιρία στην Ελλάδα είναι ο Δομοκός στην Φθιώτιδα, και η Εύβοια. Σύμφωνα με την υπηρεσία FloodHub του Κέντρου Επιστημών Παρατήρησης της Γης και Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης BEYOND, μόνο στην ευρύτερη περιοχή της Καρδίτσας, οι πλημμυρισμένες εκτάσεις ανήλθαν σε 870.000 στρέμματα, η πλειοψηφία των οποίων να είναι αγροτικές εκτάσεις (περίπου 90%). Σε οικονομικά μεγέθη οι επιπτώσεις της κακοκαιρίας στην αγροτική παραγωγή στην περιοχή της Θεσσαλίας και κατ' επέκταση στην Ελληνική οικονομία εκτιμήθηκαν σε 1 έως 1,5 δις Ευρώ, τριπλάσιες περίπου από τις αντίστοιχες επιπτώσεις από το Μεσογειακό Κυκλώνα IANO.



Εικόνα 35: Πλυμμηρισμένα χωρία στο κάμπο της Καρδίτσας, Σεπτέμβριος 2023 (Πηγή: Reporter.gr)

Αν σε κάθε φαινόμενο εξεταστούν οι αιτίες αυτού κοινός παρονομαστής είναι τα μεγάλα ύψη βροχής σε μικρό χρονικό εύρος.

Οι πολύ μεγάλες επιπτώσεις που παρατηρήθηκαν στις περιοχές αυτές, προκλήθηκαν από ένα συνδυασμό υψηλής τρωτότητας της περιοχής για το συγκεκριμένο κίνδυνο και της έκθεσής στο γεγονός. Για παράδειγμα στην πληγείσα περιοχή στη Κεντρική Ελλάδα, οι περισσότερες πόλεις και κοινότητες και μεγάλο μέρος των υποδομών βρίσκονται σε περιοχές με μεγάλο πλημμυρικό κίνδυνο. Η αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων και οι ισχυρές βροχοπτώσεις που επιδεινώθηκαν από την κλιματική αλλαγή, δημιούργησαν την ακραία καταστροφή.

3.3.2. Προστασία από τις πλημμύρες.

Οι αρμόδιοι φορείς της Πολιτείας, δηλαδή το Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας έχουν εκπονήσει μηχανισμούς και τρόπους προστασίας από τις πλημμύρες.

Αυτά διαχωρίζονται σε μέτρα/ οδηγίες/ ενέργειες πριν από την εκδήλωση του φαινομένου, κατά την εκδήλωση αυτού και μετά το πέρας.

Τα παραπάνω έχουν εξειδικευτεί σε επίπεδο Περιφέρειας και Δήμων και απαρτίζουν τα κατά τόπους Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας.

Στα σχέδια αυτά ενσωματώνονται όλα τα στάδια προσέγγισης του προβλήματος και αποτελούν στρατηγικά εργαλεία για:

- Τον εντοπισμό των περιοχών που εκτίθενται στον υψηλότερο κίνδυνο για την εμφάνιση πλημμυρικού φαινομένου σε αυτές, μέσω προκαταρκτικής αξιολόγησης,
- Την καλύτερη κατανόηση του κινδύνου της πλημμύρας, καταρτίζοντας χάρτες επικινδυνότητας,
- Την τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων σε σχέση με τη διαχείριση του κινδύνου της πλημμύρας (αξιολόγηση κινδύνου) με τρόπους όπου να μεγιστοποιούνται τα οφέλη στο ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον (ιεραρχημένο πρόγραμμα μέτρων).

Ο κίνδυνος της πλημμύρας έχει άμεση σχέση με την επικινδυνότητα της πλημμύρας, δηλαδή τη δυνατότητα εμφάνισης του γεγονότος σε συγκεκριμένο χώρο και την τρωτότητα αυτών που εκτίθενται και υφίσταται τις ζημιές. Επομένως η μείωση της επικινδυνότητας και της τρωτότητας αποτελούν τις βασικές παραμέτρους για την αντιμετώπιση των κινδύνων εξαιτίας των πλημμυρών.

3.3.2.1. Μείωση της επικινδυνότητας.

Ως επικινδυνότητα πλημμύρας ορίζεται η δυνατότητα εμφάνισης πλημμύρας συγκεκριμένης πιθανότητας υπέρβασης σε συγκεκριμένο χώρο. Παραμένοντας στην επικράτεια οι περιοχές αυτής που παρουσιάζουν επικινδυνότητα πλημμύρας είναι αρκετά γνωστές.

Αυτό που δεν είναι επαρκώς καταγεγραμμένο είναι το κατά πόσο οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής εκθέτουν και άλλες περιοχές της χώρας σε κίνδυνο πλημμύρας.

Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής που έχουν συσχέτιση με μεταβολή της επικινδυνότητας πλημμύρας είναι κυρίως η αποψίλωση και ερημοποίηση περιοχών λόγω αύξησης των δασικών πυρκαγιών, σε συνδυασμό με την απρόβλεπτη εξέλιξη γεγονότων με μεγάλα ύψη βροχής.

Τα μέτρα μείωσης της επικινδυνότητας μπορούν να διαχωριστούν σε μέτρα για ήδη ανεπτυγμένες περιοχές και σε μέτρα για υπό ανάπτυξη περιοχές.

Για τις ήδη ανεπτυγμένες περιοχές μπορούν να προταθούν τα ακόλουθα:

- Προστασία, φυσική αποκατάσταση και αύξηση της παροχτευτικότητας υφισταμένων υδατορεμάτων μέσω κατάλληλων αντιπλημμυρικών έργων, καθώς και έργων καθαρισμού και αποκατάστασης της συνέχεις αυτών.
- Ανάσχεση πλημμυρικών υδάτων σε υδατορέματα, σε θέσεις ανάντη των ευάλωτων περιοχών με την κατασκευή αναβαθμών και κατάλληλων ταμιευτήρων ανάσχεσης.

Είναι κατανοητό ότι οι γενικόλογες αυτές προτάσεις πρέπει να εξειδικευτούν ξεχωριστά σε επίπεδο Περιφέρειας/Δήμου και εν τέλει για κάθε υδατορέμα, αφού οι ανάγκες είναι πολυποίκιλες και διαφορετικές.

Για τις υπό ανάπτυξη περιοχές αντίστοιχα μέτρα μπορούν να είναι τα εξής :

- Αποφυγή των περεταίρω εντατικοποιήσεων χρήσεων εντός των επικίνδυνων για πλημμύρα περιοχών,
- Αντίστοιχη πολεοδομική ανάπτυξη σε άλλες περιοχές, με μείωση της έκθεσης σε πλημμύρα των κοινωνικών υποδομών, αλλά παράλληλα προς όφελος της ανάπτυξης του πλημμυρικού πεδίου (δεδομένης της πρόβλεψης ότι τα πράγματα μάλλον θα επιδεινωθούν).

Όμοια τα μέτρα και οι κατευθύνσεις αυτές χρήζουν εξειδίκευσης ανά την επικράτεια.

3.3.2.2. Η μείωση της τρωτότητας.

Η Τρωτότητα έναντι του κινδύνου της πλημμύρας μπορεί να οριστεί ως η τάση των όσων εκτίθενται και υφίσταται ζημιές όταν συμβαίνει πλημμύρα.

Καθορίζεται δε από την προσαρμοστικότητα των αποδεκτών σε συνθήκες πλημμύρας, δηλαδή: α) να διατηρούν ικανοποιητικά επίπεδα απόδοσης σε περιπτώσεις πλημμύρας και β) να επανέρχονται μετά το γεγονός γρήγορα κατά το εφικτό στα αρχικά επίπεδα απόδοσης.

Η μείωση της τρωτότητας είναι η βασική παράμετρος για την αντιμετώπιση των κινδύνων πλημμύρας.

Ο στόχος μείωσης της τρωτότητας όλων των δραστηριοτήτων που μπορεί δυνητικά να βρεθούν εντός μίας περιοχής εκδήλωσης πλημμυρικού γεγονότος εξειδικεύεται κατά προτεραιότητα στους παρακάτω άξονες:

- Βελτίωση της γνώσης για τον πλημμυρικό κίνδυνο και τους μηχανισμούς εκδήλωσης της πλημμύρας για όλες τα πιθανά σενάρια.
- Ενίσχυση της ετοιμότητας φορέων, υπηρεσιών και πολιτών για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της πλημμύρας και για την προστασία υφισταμένων κοινωνικών υποδομών που δυνητικά είναι εκτεθειμένες σε κίνδυνο πλημμύρας με έμφαση στις πιο ευαίσθητες από αυτές.
- Βελτίωση των υφιστάμενων μηχανισμών αποκατάστασης των συνεπειών εξαιτίας του φαινομένου της πλημμύρας.

Εξειδίκευση των παραπάνω οδηγούν σε οριζόντια μέτρα ετοιμότητας και αποκατάστασης.

Οριζόντια μέτρα ετοιμότητας:

- Βελτίωση μηχανισμού προειδοποίησης για έκτακτα καιρικά και πλημμυρικά φαινόμενα,
- Κατάρτιση ρεαλιστικών σχεδίων αντιμετώπισης ακραίων καιρικών φαινομένων πλημμύρας,
- Ενίσχυση της ετοιμότητας φορέων, υπηρεσιών και πολιτών για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της πλημμύρας,
- Βελτίωση των υπάρχοντων μηχανισμών αποκατάστασης των πληγέντων περιοχών.

Οριζόντια μέτρα αποκατάστασης:

- Βελτίωση/ ανάπτυξη μηχανισμού καταγραφής και αποτίμησης ζημιών από πλημμύρες,
- Καταγραφή των «αποτυπωμάτων» του φαινομένου για την καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών που συνετέλεσα στην εκδήλωση αυτού και τη βελτίωση των μηχανισμών αντιμετώπισης/ αποκατάστασης.

Κεφάλαιο 4^ο.

Συμπεράσματα.

Η κλιματική αλλαγή είναι μια κατάσταση την οποία ήδη βιώνουμε.

Η εξέλιξη της είναι αβέβαιη. Το ίδιο αβέβαιες είναι και οι συνέπειές της. Παραμένουν ως αδιαμφισβήτητα δεδομένα όμως τα εξής:

- Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του αέρα ξεκινώντας από τα αμέσως μεταπολεμικά χρόνια, η οποία αυξάνεται αλματωδώς από τη δεκαετία του 1990 και εντεύθεν.
- Η αύξηση των συγκεντρώσεων των λεγομένων αερίων του θερμοκηπίου με πρωταγωνιστή το Διοξείδιο του Άνθρακα, η οποία αυξάνεται αλματωδώς από τη δεκαετία του 1990 και εντεύθεν.
- Η καταγεγραμμένη μείωση της στοιβάδας του όζοντος από τις αρχές της δεκαετίας του 1980.
- Η μείωση των παγετώνων και παγοκαλυμμάτων σε διάφορες περιοχές του πλανήτη.
- Η αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων ανά τον πλανήτη (καύσωνες, ξηρασίες, πλημμύρες).

Η επιστημονική κοινότητα έχει προσπαθήσει να μοντελοποιήσει μαθηματικά σενάρια εξέλιξης της κλιματικής αλλαγής λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικές συμπεριφορές του παγκόσμιου πληθυσμού. Το ευμενέστερο από τα σενάρια αυτά από μόνο του θα προκαλέσει δραματικές παγκόσμιες αλλαγές.

Οι υδατικοί πόροι ανά τον πλανήτη είναι αυτοί που υφίστανται τις μεγαλύτερες συνέπειες από τις εκδηλώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Η χώρα μας λόγω γεωγραφικής θέσης και φυσικού ανάγλυφου παρουσιάζει ήδη προβλήματα διαχείρισης των διατιθέμενων υδατικών πόρων. Τα προβλήματα αυτά ήδη μεγιστοποιούνται λόγω της κλιματικής αλλαγής.

Υπάρχει ανάγκη για άρδην ανασχεδιασμού όλων των δράσεων που σχετίζονται με τη διαχείριση των υδατικών πόρων, ενώ οι καταστροφικές τους επιπτώσεις αποτελούν ένα κομβικό σημείο προς την κατεύθυνση αυτή.

Οι διάφορες μελέτες που έχουν εκπονηθεί εξειδικεύοντας οικονομικά τις επιπτώσεις αυτές, και τα ιδιαίτερα ανησυχητικά συμπεράσματα που προκύπτουν, καταδεικνύουν περαιτέρω την ανάγκη αυτή.

Παρόλα αυτά, η καθιερωμένη πολυαρχία συνεχίζει να μην επιτρέπει ή επιτρέπει με πολύ αργά βήματα μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που θα ήταν απαραίτητη για το σχεδιασμό και την εφαρμογή μια εθνικής πολιτικής υδατικών πόρων που θα μπορέσει να αντιμετωπίσει τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Το χειρότερο δε είναι, ότι όπως όλα δείχνουν, δεν υπάρχει πλέον χρόνος...

Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αντωνόπουλος Β. (2020), Ποιότητα και Ρύπανση Υπόγειων Νερών
http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/antonopoulos_b.pdf
- ΓΕΟ. (2020), Οι υδατικοί πόροι στην Ελλάδα.
<http://www.geo.auth.gr/763/ch9.htm>.
- Ειδική γραμματεία υδάτων (2015), 1η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου (ΕΛ14).
- Ευστρατιάδης Α., Κοσσιέρης Π. & Μακρόπουλος Χ. (2019) Υδρευτικές καταναλώσεις, Εκπαιδευτικές σημειώσεις.
https://www.itia.ntua.gr/el/getfile/1754/1/documents/D1_Demands_UlocYmN.pdf
- Ζερεφός Χ, Ρεπάτης Χ, Γιαννακόπουλος Χ, Καψωμενάκης Ι, Ππανικολάου Δ, Παπανικολάου Μ, Πούλος Σ, Βρεκούσης Μ, Φιλάνδρας Κ, Τσελιούδης Γ, Γερασόπουλος Ε, Δουβής Κ, Διακάκης Μ, Νάστος Π, Χτζηνικολάου Π, Ξοπλάκη Ε, Luterbacher J, Ζανής Π, Τζεδάκης Χ, Φούντα Δ, Ελευθεράτος Κ, Ρεπάτης Κ, 2011. Το κλίμα της Ανατολικής Μεσογείου και της Ελλάδος: παρόν, παρελθόν και μέλλον. Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα. Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής, Τράπεζα της Ελλάδος.
- Θεοχάρη, Χ. (2020), Νερό: ένα πολύτιμο κοινωνικό αγαθό.
https://www.ypethe.gr/sites/default/files/archivefiles/8_hr_theohari_nero_ena_polytimo_koinoniko_agatho.pdf .
- Θεοχάρης, Μ., Μυριούνης Χ. (2015) Εκπαιδευτικές σημειώσεις, Νιτρορύπανση Υφαλμύριση, Άρτα <https://eclass.teiep.gr/courses/TEXG114/>
- Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών (ΙΟΒΕ). Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή: Προκλήσεις και προοπτικές για την Ελληνική Οικονομία, ΙΟΒΕ Φεβρουάριος 2023.
- Καραβίτης, Χ. & Αγγελίδης, Σ. (2005). Διαχείριση Περιβάλλοντος-Διαχείριση Υδατικών Πόρων Και Περιβάλλον.
- Β. Καραγεώργου, Το θεσμικό πλαίσιο της διαχείρισης των υδάτινων πόρων στην Ελλάδα και η συμβολή της ευρωπαϊκής νομοθεσίας: Ελλείμματα, προκλήσεις και προοπτικές, στον τόμο της Ελληνικής Εταιρίας Δικαίου του Περιβάλλοντος, Γ. Γιαννακούρου/ Γ. Κρεμλή/Γλ. Σιούτη (επιμ.).
- Δ. Κουτσογιάννης, Σημειώσεις Διαχείρισης Υδατικών Πόρων – Μέρος 1, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό

Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2007, Α. Ευστρατιάδης, Ν. Μαμάσης, και Δ. Κουτσογιάννης, Σημειώσεις Διαχείρισης Υδατικών Πόρων – Μέρος 2, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2007.

- Μουζάκης Γ. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΝΑΤΕCH ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ,(2018)
- Ν. Σεκέρογλου/Α. Σακελλαροπούλου, Η βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων (Σεπτέμβριος 2009), www.nomosphysis.org.gr .
- Στουρνάρας, Γ., Νάστος, Π., Γιόξας, Γ., Ευελπίδου, Ν., Βασιλάκης, Ε., Παρτινεβελου, Σ.Α. & Ηλιόπουλος, Β. (2011), Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα επιφανειακά και υπόγεια υδατικά σώματα του ελλαδικού χώρου https://www.bankofgreece.gr/RelatedDocuments/Επιπτώσεις_Κλιματικής_Αλλαγής.
- Γ. Στουρνάρα, Θέματα Υδατικής και Οικολογικής Πολιτικής, εκδ. Δίαυλος, 2013.
- Σ. Τασιόπουλος, Διαχείριση Υδάτων στον Ευρωπαϊκό Χώρο – Οδηγία 2000/60/ΕΚ (συνοπτική παρουσίαση), ΠερΔικ 3/2014, 439.
- Τσακίρης, Γ. (2020), Προστασία και Διαχείριση Υδατικών Πόρων στην Ελλάδα Υλικό ημερίδας της ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ Περιβάλλοντος και Πολιτισμού Σύρος, 19 Ιουνίου 2010 με θέμα «Βιώσιμη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων στο Αιγαίο», Ερμούπολη, <http://www.egaio.gr/news.php?mid=4&smid=298&screen=2>
- ΥΠΕΝ. (2020), Διαχείριση υδατικών πόρων, <https://ypen.gov.gr/perivallon/ydatikoi-poroi/diacheirisi-ydatikon-poron/>
- Α. Φωτοπούλου, Το νερό ως οικονομικό και κοινωνικό αγαθό. Η ανάγκη επίτευξης ισορροπιών μεταξύ των δύο διαστάσεων, 2009, <https://www.researchgate.net/publication/200625470>

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds., 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.
- Gikas, P. & Angelakis, A.N. (2008), Water resources management in the Greek river basin districts of Crete and Aegean islands, with emphasis on the utilization of non conventional water sources. *Desalination*,248,1049–1064
- European Topic Center on Water –ETC (European Environmental Agency EEA) 2008. 2007-2010 –EEA Climate Change Report.

- Karavokiros G, Efstratiadis A, and Koutsoyiannis D, Determining management scenarios for the water resource system of Athens, Proceedings, Hydorama 2002, 3rd International Forum on Integrated Water Management, 175– 181, doi:10.13140/RG.2.1.3135.7684, Water Supply and Sewerage Company of Athens, Athens, 2002.
- Houghton, J., Meria-Filho, L., Callander, B., Harris, N., Kattenberg, A. and Maskell, K., 1996. Climate Change 1995: the science of climate change. Cambridge University Press: New York.
- IPCC, 2007. Contribution of Working Group 1 to the Fourth IPCC Assessment Report. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. And Miller, H.L., eds. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 996 p.
- IPCC, 2013. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Stocker, T.F., D. Qin, G. –K. Plattner, M. Tingor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley eds. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press 1535 pp.
- Maris, F., Kitikidou, K., Paparrizos, S. and Potouridis , S., 2014. Stream flow quantile regression modeling using land use information in the Sperchios River basin (Central Greece), Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 9(1): 5-10.
- Mimikou, M., 2005. Water resources in Greece: Present and Future, Global NEST Journal, 7(3): 313-322.
- Tolika K., Zanis P., Anagnostopoulou C., (2012). Regional climate change scenarios for greece: Future temperature and precipitation projections from ensembles of RCMS, Global NEST Journal, Vol 14, No4, pp 407-421, 2012.

Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις

- <https://www.itia.ntua.gr/el/>
- https://european-union.europa.eu/index_el
- <https://en.wikipedia.org/>
- <https://www.cycladesvoice.gr/index.php?aid=83348>
- <http://wfdver.ypeka.gr/el/home-gr/> Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας
<https://ypen.gov.gr/perivallon/ydatikoiporoi/diacheirisi-ydatikon-poron/>
- Ελληνική Στατιστική Αρχή <https://www.statistics.gr/el/home>
- <https://www.globalwaterintel.com/>
- <https://ourworldindata.org/>