



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ – ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ
ΥΓΙΕΙΝΗ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ

**ΥΔΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΕΞΑΡΣΕΙΣ ΚΡΟΥΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΟΣΙΜΟΥ
ΝΕΡΟΥ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ (2000-2021)
ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΒΑΣΙΛΙΚΗ, ΤΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΑ

**ΑΠΟΦΟΙΤΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

ΛΑΡΙΣΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2022



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ – ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ
ΥΓΙΕΙΝΗ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ

**ΥΔΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΕΞΑΡΣΕΙΣ ΚΡΟΥΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΟΣΙΜΟΥ
ΝΕΡΟΥ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ (2000-2021)
ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΒΑΣΙΛΙΚΗ, ΤΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΑ

**ΑΠΟΦΟΙΤΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

ΛΑΡΙΣΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2022

Η τριμελής επιτροπή

Μουχτούρη Βαρβάρα (Αν. Καθηγήτρια Υγιεινής και Επιδημιολογίας του Π.Θ.
Επιβλέπουσα)

Χατζηχριστοδούλου Χρήστος (Καθηγητής Υγιεινής και Επιδημιολογίας του Π.Θ)

Ραχιώτης Γεώργιος (Αν. Καθηγητής Υγιεινής και Επιδημιολογίας του Π.Θ)

*«Στο λατρεμένο και μονάκριβο
γιο μου, Χάρη»*

Περίληψη

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: υδατογενής ασθένεια, γαστρεντερίτιδα, διάρροια, επιδημία, έξαρση, κρούσμα, Ελλάδα, πόσιμο νερό, norovirus, E.coli, *Campylobacter spp.*

Σκοπός: Η εντόπιση των υδατογενών επιδημιών και εξάρσεων κρουσμάτων υδατογενούς προέλευσης στην Ελλάδα, οφειλόμενες σε κατανάλωση πόσιμου νερού δικτύου ύδρευσης, τα έτη 2000 – 2021, με στόχο την διερεύνηση των παραγόντων κινδύνου, την ανίχνευση των παθογόνων παραγόντων, την εκτίμηση του ποσοστού προσβολής ασθενειών και των μέτρων αντιμετώπισης των υδατογενών επιδημιών αξιολογώντας την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής αυτών.

Μεθοδολογία: Συστηματική ανασκόπηση υδατογενών επιδημιών στην Ελλάδα, τα έτη 2000-2021. Η εξαγωγή των δεδομένων της κάθε επιδημίας αφορούσε τον αριθμό των κρουσμάτων, τον παθογόνο μικροοργανισμό, την περιοχή όπου εκδηλώθηκε η επιδημία, το ποσοστό προσβολής, τους παράγοντες κινδύνου, τους τρόπους αντιμετώπισης και τέλος την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας τους. Οι βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: PubMed, Scopus, CDC και ΕΟΔΥ.

Συμπεράσματα: Οι υδατογενείς επιδημίες επηρεάζουν μεγάλο αριθμό ατόμων και αποτελούν μείζον πρόβλημα για τη δημόσια υγεία. Τα αποτελέσματα της ανασκόπησης έδειξαν ότι σημειώθηκαν υδατογενείς επιδημίες σε όλες σχεδόν τις Περιφέρειες της Ελλάδας, εκτός από την Αττική. Ο συχνότερα αναγνωρισμένος αιτιολογικός παράγοντας ήταν ο Norovirus. Η πλειοψηφία των επιδημιών εκδηλώθηκε έπειτα από έντονα καιρικά φαινόμενα που σημειώθηκαν στην κάθε περιοχή που είχαν ως αποτέλεσμα την επιμόλυνση των πηγών υδροδότησης. Η καθυστερημένη δήλωση των επιδημιών οδήγησε σε καθυστέρηση στη διερεύνηση και στη λήψη μέτρων δημόσιας υγείας. Εν κατακλείδι, εφαρμόστηκαν μέτρα όπως συστάσεις για τήρηση κανόνων υγιεινής, για απαγόρευση κατανάλωσης πιθανού μολυσμένου πόσιμου νερού και υπερχλωρίωση των συστημάτων ύδρευσης. Ως αποτελεσματικός τρόπος διασφάλισης του ασφαλούς πόσιμου νερού κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη ενός σχεδίου ασφάλειας υδάτων για τα δημόσια συστήματα ύδρευσης με την συνεργασία των αρμόδιων φορέων.

Abstract

KEY WORDS: waterborne disease, gastroenteritis, diarrhea, epidemic, outbreak, case, Greece, drinking water, norovirus, E.coli, Campylobacter spp.

Objective: The detection of waterborne epidemics and outbreaks of cases of waterborne origin in Greece, due to drinking water consumption of the water supply network, in the years 2000 - 2021, with the aim of investigating risk factors, detecting pathogens and pathogens measures to deal with waterborne epidemics by evaluating the effectiveness of their implementation.

Methodology: Systematic review of waterborne epidemics in Greece, 2000-2021. The data of each epidemic concerned the number of cases, the pathogenic microorganism, the area where the epidemic occurred, the rate of infection, the risk factors, the ways of dealing with them and finally the evaluation of their effectiveness. The databases which used were: Pubmed, Scopus, CDC and EODY.

Conclusions: Waterborne epidemics affect large numbers of people and are a major public health problem. The results of the review showed that there were waterborne epidemics in almost all regions of Greece, except for Attica. The most commonly identified causative agent was Norovirus. The majority of epidemics occurred after severe weather events in each area that resulted in the contamination of water sources. The late declaration of the epidemics led to a delay in the investigation and taking of public health measures. In conclusion, measures were implemented such as recommendations for compliance with hygiene rules, to prohibit the consumption of potentially contaminated drinking water and hyperchlorination of water systems. As an effective way of ensuring safe drinking water, it is considered necessary to develop a water safety plan for public water systems with the cooperation of the competent sectors

Περιεχόμενα	
«Ευχαριστίες»	i
Κατάσταση Πινάκων	ii
1. Εισαγωγή	1
1.1 Ασθένειες υδατογενούς προέλευσης & υπεύθυνοι παθογόνοι παράγοντες.....	3
1.2 Διάγνωση – Πρόληψη	7
1.3 Παροχή πόσιμου νερού στην Ελλάδα.....	10
1.4 Επεξεργασία πόσιμου νερού.....	11
1.5 Παράμετροι κατάλληλου πόσιμου νερού	13
1.6 Παράγοντες μόλυνσης πόσιμου νερού	16
1.7 Ακραία καιρικά φαινόμενα & εμφάνιση υδατογενών ασθενειών.....	18
1.8 Επιδημιολογικά δεδομένα.....	19
2. Μεθοδολογία συστηματικής ανασκόπησης.....	21
2.1 Διατύπωση ερευνητικής υπόθεσης	22
2.2 Στόχοι της μελέτης.....	22
2.3 Στρατηγική αναζήτησης της βιβλιογραφίας	24
2.4 Αναζήτηση με λέξεις κλειδιά	24
2.5 Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού.....	25
2.6 Ανάλυση της βιβλιογραφίας.....	27
3. Αποτελέσματα.....	28
3.1 Επιλογή δημοσιευμένων άρθρων.....	28
3.2 Ανάλυση των αποτελεσμάτων της βιβλιογραφικής αναζήτησης	31
3.2.1 Αριθμός υδατογενών εξάρσεων κρουσμάτων κατά χρονολογία.....	31
3.2.2 Υπεύθυνο παθογόνο.....	32
3.2.3 Παράγοντας κινδύνου	33
3.2.4 Τύπος μελέτης και ορισμός γαστρεντερίτιδας.....	36
3.2.5 Ποσοστό προσβολής.....	38
3.2.6 Πρωτογενή και Δευτερογενή κρούσματα	42
3.2.7 Διενέργεια υγειονομικού ελέγχου	42
3.2.8 Μέτρα που πάρθηκαν	45
3.2.9 Δηλωθέντα κρούσματα στον Εθνικό Οργανισμό δημόσιας υγείας (ΕΟΔΥ) Ελλάδα 2004-2021	45
4. Συζήτηση.....	47
4.1 Συνοπτικά τα αποτελέσματα.....	47
4.2 Προτάσεις για την μελλοντική αποφυγή υδατογενών επιδημιών.....	50
5. Βιβλιογραφία	53

«Ευχαριστίες»

Η παρούσα εργασία αποτελεί διπλωματική εργασία στα πλαίσια του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών μου. Πριν την παρουσίαση της εργασίας αισθάνομαι την ανάγκη και την υποχρέωση να ευχαριστήσω ορισμένους από τους ανθρώπους που γνώρισα, συνεργάστηκα μαζί τους και έπαιξαν πολύ σημαντικό ρόλο στην πραγματοποίησή της.

Πρώτο από όλους θέλω να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια της διπλωματικής μου εργασίας, κ. Βαρβάρα Μουχτούρη. Χωρίς την πολύτιμη καθοδήγηση, την εμπιστοσύνη και εκτίμηση που μου έδειξε δεν θα είχε αρχίσει αλλά ούτε θα είχε ολοκληρωθεί το εγχείρημα αυτό.

Οφείλω ευχαριστίες σε όλους τους καθηγητές μου για την πολύτιμη προσφορά γνώσεων και στήριξή τους καθ' όλο του προγράμματος σπουδών μου.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω όλες τις συμφοιτήτριες μου για την αμερόληπτη βοήθεια καθ' όλο του προγράμματος σπουδών.

Επίσης, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την κατανόησή της, την υπομονή της και την ηθική της συμπαράσταση της προσπάθειάς μου.

Κατάσταση Πινάκων

Πίνακας 1. Κατηγορίες υδατογενών επιδημικών εξάρσεων.....	2
Πίνακας 2. Μικροοργανισμοί (ανά κατηγορία) όπου βρέθηκαν σε νερό και οι σχετιζόμενες ασθένειες.....	4
Πίνακας 3. Βασικά στάδια επεξεργασίας νερού.....	12
Πίνακας 4. Στόχοι της συστηματικής ανασκόπησης	23
Πίνακας 5. Όροι αναζήτησης (λέξεις κλειδιά) της βιβλιογραφίας	24
Πίνακας 6. Παθογόνοι μικροοργανισμοί σε δείγματα κοπράνων ασθενών.....	33
Πίνακας 7. Ανάλυση παραγόντων κινδύνου υδατογενών επιδημιών.....	34
Πίνακας 8. Παρουσίαση των περιπτώσεων κρουσμάτων.....	39
Πίνακας 9. Αριθμός δηλωθεισών υδατογενών επιδημιών στην Ελλάδα ανά έτος, Σύστημα Υποχρεωτικής Δήλωσης Νοσημάτων, 2004-2021.....	46
Πίνακας 10. Κατανομή των δηλωθεισών υδατογενών επιδημιών όπου ανευρέθηκε παθογόνο σε κλινικά δείγματα, ανά αιτιολογικό παράγοντα, Ελλάδα 2004-2021.....	46

Διαγράμματα

Διάγραμμα 1. Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας της συστηματικής αναζήτησης της βιβλιογραφίας.....	30
--	----

1. Εισαγωγή

Το σημαντικότερο αγαθό για την ανθρώπινη ζωή όπου είναι και ένα από τους πιο πολύτιμους φυσικούς πόρους της γης είναι το νερό. Το νερό είναι από τα απαραίτητα συστατικά για τον άνθρωπο και είναι συνυφασμένο σε όποια μορφή και αν είναι με την ύπαρξη της ζωής. Θεωρείται ότι είναι απαραίτητος παράγοντας τόσο για την ανάπτυξη, για την υγιεινή διαβίωση όσο και για την ίδια τη ζωή αφού χωρίς αυτό δε μπορεί να υφίσταται (World Health Organization-WHO, 2008). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο όχι μόνο με την χρήση του πόσιμου αλλά και σε άλλες δραστηριότητες όπου εκτελούνται καθημερινά (οικιακά, βιομηχανικά, δραστηριότητες αναψυχής) και για αυτό θεωρείται αγαθό υψίστης σημασίας. Με βάση όλα τα προηγούμενα που αναφέραμε, η επαρκής διαθεσιμότητα νερού σε σχέση με την ποσότητα αλλά και τη ποιότητα του, είναι ζωτικής σημασίας. Σημαντική είναι η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου όπου σαν αποτέλεσμα έχει την αύξηση των απαιτήσεων σε νερό καλύτερης ποιότητας. Το νερό εμφανίζεται στη φύση σε διάφορες μορφές (επιφανειακά και υπόγεια ύδατα). Οι περισσότερες μορφές αυτών των υδάτων δεν είναι κατάλληλα για απευθείας κατανάλωση από τον άνθρωπο. Η φύση έχει προνοήσει καθώς υπάρχουν διάφορες φυσικές, χημικές αλλά και μικροβιολογικές διεργασίες που αποτελούν έναν μηχανισμό «αυτοκαθαρισμού» των αποθεμάτων αυτών (Blatt, et al., 2014).

Το νερό κατατάσσεται σε κατηγορίες ανάλογα με το κύριο κριτήριο και το είδος της διαχείρισής του, ως φυσικός πόρος, ως περιβαλλοντικό στοιχείο αλλά και ως οικονομικό αγαθό. Είναι μοναδικό και αναντικατάστατο αγαθό στη γη. Η επιφάνεια του πλανήτη καλύπτεται τουλάχιστον κατά τα 2/3 από νερό αλλά με το πέρασμα των αιώνων το πόσιμο ή γλυκό νερό τείνει να μετατραπεί σε αγαθό σε ανεπάρκεια παρά την ψευδαίσθηση ότι υπάρχει σε αφθονία, αφού οι υδατικοί πόροι δεν είναι απεριόριστοι (Quattrini et al., 2016). Οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στον πλανήτη μας, επηρεάζουν αλλά κι επηρεάζονται από τον λεγόμενο υδρολογικό κύκλο (Bouزيد, 2017). Τα τελευταία χρόνια έχουμε έντονη αύξηση στην κατανάλωση του νερού τόσο για οικιακή-αστική, βιοτεχνική, βιομηχανική, αρδευτική-αγροτική χρήση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία των εξής δύο αντιφατικών τάσεων. Η πρώτη τάση είναι ότι εξαιτίας της αύξησης του πληθυσμού παρατηρείται συνεχής μείωση των κατά κεφαλήν διαθέσιμων υδατικών πόρων και η δεύτερη τάση έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή των συνθηκών διαβίωσης και της εντατικοποίησης των ρυθμών της ανάπτυξης, έτσι προκύπτει μια διαρκής αύξηση των κατά κεφαλήν απαιτήσεων.

Τα κρούσματα αλλά και οι λοιμώξεις όπου προέρχονται από τα ύδατα είναι σε θέση να εμφανιστούν ως μεμονωμένα ή σποραδικά, κατά κύριο λόγο εκδηλώνονται ως μεγάλες επιδημίες, όπου προσβάλλουν πολλά άτομα την ίδια χρονική στιγμή (Decker & Palmore, 2013). Για να χαρακτηριστεί μία επιδημία ως υδατογενής πρέπει να έχει κάποια χαρακτηριστικά, την παρουσία δύο ή περισσότερων ατόμων με παρόμοια συμπτωματολογία μετά από την κατάποση πόσιμου νερού ή μετά από την έκθεση τους σε νερό όπου γίνεται χρήση του για λόγους αναψυχής και τα εργαστηριακά και τα επιδημιολογικά δεδομένα να στηρίζουν την υπόθεση ότι η κύρια αιτία του νοσήματος είναι το νερό όπου εκτέθηκαν. Τέσσερις είναι οι κατηγορίες όπου μπορούν να ταξινομηθούν. Σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση των υδατογενών επιδημικών εξάρσεων σε τέσσερις κατηγορίες αναφέρονται στον Πίνακα 1. (CDC, 2015). Στην πρώτη τάξη κατατάσσονται οι υδάτινες εξάρσεις κρουσμάτων για τις οποίες υπάρχουν επαρκή επιδημιολογικά δεδομένα καθώς επίσης και δεδομένα για της ποιότητας του

νερού. Στην δεύτερη τάξη κατατάσσονται εκείνες οι οποίες διαθέτουν επαρκή επιδημιολογικά δεδομένα αλλά τα δεδομένα ποιότητας νερού είναι απόντα ή ανεπαρκή. Στην τρίτη τάξης συμπεριλαμβάνονται οι υδάτινες εξάρσεις κρουσμάτων οι οποίες διαθέτουν επαρκή δεδομένα για την ποιότητα των υδάτων αλλά περιορισμένα επιδημιολογικά δεδομένα. Τέλος στην τέταρτη τάξη κατατάσσονται εκείνες για τις οποίες υπάρχουν περιορισμένα επιδημιολογικά δεδομένα και ανεπαρκή ή απόντα δεδομένα για την ποιότητα των υδάτων.

Πίνακας 1. Κατηγορίες υδατογενών επιδημικών εξάρσεων.

Class	Epidemiologic and clinical laboratory data	Environmental data
I	Provided and adequate	Provided and adequate
	Epidemiologic data provided about exposed and unexposed persons, with relative risk or odds ratio ≥ 2 or p-value ≤ 0.05 . OR Molecular characterization of pathogens linked multiple persons who had a single identical exposure.	Laboratory data or historic information (e.g., history of a chlorinator or acid feed pump malfunction, no detectable free-chlorine residual, or a breakdown in circulation system). OR Molecular characteristics of pathogens isolated from water and at least one clinical specimen were Identical.
II	Provided and adequate	Not provided or inadequate
	Epidemiologic data provided about exposed and unexposed persons, with relative risk or odds ratio ≥ 2 or p-value ≤ 0.05 . OR Molecular characterization of pathogens linked multiple persons who had a single identical exposure.	E.g., laboratory testing of water not conducted and no historic information available.
III	Provided but limited	Provided and adequate
	Epidemiologic data provided that did not meet the criteria for Class I or II or claim made that ill persons had no exposures in common, besides water, but no data provided.	Laboratory data or historic information (e.g., history of a chlorinator or acid feed pump malfunction, no detectable free-chlorine residual, or a breakdown in circulation system). OR Molecular characteristics of pathogens isolated from water and at least one clinical specimen were Identical.
IV	Provided but limited	Not provided or inadequate
	Epidemiologic data provided that did not meet the criteria for Class I or II or claim made that ill persons had no exposures in common, besides water, but no data provided.	E.g., laboratory testing of water not conducted and no historic information available.

Πηγή: (CDC, 2015).

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες όπου ενισχύουν την αύξηση των λοιμώξεων από τα νερά όπως είναι ο υπερπληθυσμός, ο συνωστισμός στα μεγάλα αστικά κέντρα, η μαζική μετακίνηση πληθυσμών, η γήρανση του πληθυσμού, η αύξηση των ανοσοκατεσταλμένων ατόμων, οι αλλαγές στον τρόπο ζωής και οι κλιματικές αλλαγές (Ashbolt, 2015). Οι τρόποι μετάδοσης των λοιμώξεων αυτών είναι πολλοί, όπως με την κατάποση του νερού, με την εισπνοή σταγονιδίων και την εισρόφηση μολυσματικού

νερού. Η μόλυνση μπορεί να προέρχεται από βακτήρια (*Campylobacter* spp. *E. coli*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Vibrio cholera*, *Yersinia* spp. κ.α), ιούς (*Adenovirus*, *Astrovirus*, *Enterovirus*, ιοί της Ηπατίτιδας Α και Ε, *Norovirus*, *Rotavirus*, *Sapovirus* κ.α.), πρωτόζωα και έλμινθες (*Cryptosporidium parvum*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia intestinalis*, *Toxoplasma gondii* κ.α.).

1.1 Ασθένειες υδατογενούς προέλευσης & υπεύθυνοι παθογόνοι παράγοντες

Όπως προαναφέραμε, τα νερά (επιφανειακά ή υπόγεια) τα οποία χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο για διάφορες λειτουργίες καθημερινά, έχουν απομονωθεί από αυτά διάφοροι υδατογενείς παθογόνοι μικροοργανισμοί. Οι υδατογενείς παθογόνοι μικροοργανισμοί όπου δυνητικά είναι σε θέση να προκαλέσουν ασθένειες είναι (Moreira & Bondelind, 2017):

- Βακτήρια (π.χ. *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, κ.α.), ιοί (*Adenovirus*, *Norovirus*, *Rotavirus*, *Enteroviruses*, *Hepatitis A & E virus*), πρωτόζωα (π.χ. *Acanthamoeba* spp., *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium* spp κ.α.) και έλμινθες (π.χ. *Schistosoma* spp., *Fasciola* spp., *Dracunculus medinensis* κ.α.)
- Δυνητικά αναδυόμενοι παθογόνοι μικροοργανισμοί (π.χ. *Helicobacter pylori*, *Tsukamurella*, τα *Isospora belli* και τα μικροσπορίδια για τα οποία φαίνεται να είναι πιθανός ο κίνδυνος υδατογενούς μετάδοσης) (Burucosa & Axon, 2017).
- Το γένος *Bacillus*
- Τα τοξικά κυανοβακτηρίδια

Τα αποτελέσματα από μελέτη, η οποία αξιολόγησε υδατογενείς εστίες πόσιμο νερού στην Ευρώπη, την Βόρεια Αμερική και την Νέα Ζηλανδία, κατά το χρονικό διάστημα 2000 -2014, έδειξε ότι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που προκάλεσαν το μεγαλύτερο αριθμό ασθενειών ήταν το *Cryptosporidium spp.*, ο *Norovirus*, η *Giardia*, το *Campylobacter spp.* και ο *Rotavirus* (Moreira & Bondelind, 2017). Κύρια αιτία για την ύπαρξη των υδατογενών λοιμώξεων είναι η μη σωστή επεξεργασία του νερού. Ο ελλιπής έλεγχος του μικροβιολογικού φορτίου των υδάτων οδηγεί στην μη έγκαιρη διαπίστωση της επιδημίας με αποτέλεσμα την νόσηση εκατομμυρίων ανθρώπων από λοιμώξεις υδατογενούς προέλευσης. Κύριος λόγος όπου προκαλούνται οι υδατογενείς επιδημίες είναι η έκθεση σε εντερικά παθογόνα τα οποία η μετάδοσή τους γίνεται μέσω της στοματοεντερικής οδού. Κύρια πηγή εισόδου των παθογόνων μικροοργανισμών στο νερό θεωρείται ο άνθρωπος καθώς και τα ζώα (οικόσιτα , κτηνοτροφικά , άγρια) που έστω κι αν είναι μολυσμένα, ενδεχομένως δε παρουσιάζουν κλινικά συμπτώματα. Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία οι οποίες προκαλούνται από την υδατογενή μετάδοση των παθογόνων μικροοργανισμών, ποικίλουν σε βαρύτητα, από ήπια έως και σοβαρή γαστρεντερίτιδα και σε μερικές περιπτώσεις σε θανατηφόρα διάρροια, δυσεντερία, ηπατίτιδα και τυφοειδή πυρετό. Ενδεχομένως, το μολυσμένο νερό να είναι η πηγή εκτεταμένων επιδημιών όπως γαστρεντερίτιδας, δυσεντερίας, κρυπτοσποριδίωσης κ.α.

Οι λοιμώξεις υδατογενούς προέλευσης που προκαλούνται μετά από την κατανάλωση ύδατος, η διάκριση τους γίνεται σε (Bradley, 2002):

1. Βακτηριακής αιτιολογίας (Salmonella spp, Shigella spp, Yersinia enterocolitica, E.coli, Campylobacter spp και Vibrio cholera)
2. Ιογενούς αιτιολογίας (Έντεροϊοί, Ιός ηπατίτιδας A-HAV, Ιοί πολιομυελίτιδας, Norovirus και Rotavirus)
3. Παρασιτικής αιτιολογίας (Endameba histolytica, Giardia lamblia, Cryptosporidium spp.)

Επίσης γίνεται η κατηγοριοποίηση τους σε, Γαστρεντερίτιδες, Ηπατίτιδες, Δερματίτιδες, Επιπεφυκίτιδες, Λοιμώξεις αναπνευστικού και Γενικευμένες λοιμώξεις, όπου μεταδίδονται με άμεση επαφή με το νερό, την κατανάλωση νερού, έμμεση επαφή, την εισπνοή υδροσταγονιδίων και την εισρόφηση επιμολυσμένου ύδατος. Στον παρακάτω πίνακα 2. αναφέρεται η ασθένεια και με ποιον μικροοργανισμό σχετίζεται όπου βρέθηκε μέσα σε νερό.

Πίνακας 2. Μικροοργανισμοί (ανά κατηγορία) όπου βρέθηκαν σε νερό και οι σχετιζόμενες ασθένειες.

Βακτηριογενείς	
Τυφοειδείς και Παρατυφοειδείς Πυρετοί	Salmonella typhi Salmonella paratyphi
Δυσεντερίες	Sigella Dysenteriae
Χολέρα	Vibrio Cholerae
Οξείες γαστρεντερίτιδες	Escherichia coli Campylobacter Yersinia enterocolitica Salmonella spp Sigella spp
Αιμορραγικές κολίτιδες	Escherichia coli O157:H7
Γαστρικά έλκη	Helicobacter pylori
Ωτίτιδες, Δερματίτιδες, Επιπεφυκίτιδες	Pseudomonas aeruginosa
Πνευμονίες	Legionella pneumophila
Ιογενείς	
Ηπατίτιδα Α και Ε	Hepatitis A & E virus (HAV & HEV)
Πολιομυελίτιδα	Ιός Πολιομυελίτιδας
Οξείες γαστρεντερίτιδες	Ιός του Norwalk Rota virus Enteroviruses Adenovirus
Παρασιτογενείς	
Παρασιτική δυσεντερία	Entamoeba hystolytica
Γαστρεντερίτιδες	Giardia lamblia Cryptosporidium spp.

Αναλυτικά για τις υδατογενείς λοιμώξεις, όταν υπεύθυνος είναι κάποιος μικροοργανισμός η κατανομή τους είναι εποχιακή και το υψηλότερο ποσοστό φαίνεται να βρίσκεται το καλοκαίρι (ΕΟΔΥ, 2020). Ευθύνη για την εμφάνιση αλλά και την επικράτηση είναι γεωγραφικοί, κλιματολογικοί και κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες. Ακόμη, άτομα τα οποία είναι ασυμπτωματικά θεωρούνται πηγή μόλυνσης καθώς είναι σε θέση να μολύνουν και να μεταδώσουν την ασθένεια άμεσα ή έμμεσα. Επίσης, σημαντικός παράγοντα είναι ο χρόνος επιβίωσης των μικροοργανισμών στο υδάτινο περιβάλλον, ο οποίος κυμαίνεται από μέρες έως και ένα έτος ενώ η μολυσματική δόση εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του δέκτη όπως είναι η ηλικία, η φυσική κατάσταση κ.α. (Punell et al, 2020). Η ευαισθησία του οργανισμού όπου μολύνεται διαφέρει, οι παράγοντες όπου αυξάνουν την επικινδυνότητα είναι τόσο το νεαρό της ηλικίας όσο και το γήρας, τα υποσιτισμένα άτομα, οι γυναίκες στη περίοδο της εγκυμοσύνης, οι άνθρωποι με αδύναμο ανοσοποιητικό εξαιτίας κάποιων ασθενειών αλλά και ασθενείς που υποβάλλονται σε χημειοθεραπείες ή που έχουν υποστεί κάποια μεταμόσχευση οργάνων (Brumfield et al, 2020).

Παρακάτω γίνεται αναφορά ανάλογα με τον τρόπο της λοίμωξης και τα αντίστοιχα νοσήματα.

Από την κατανάλωση πόσιμου νερού

Η κατανάλωση μολυσμένου πόσιμου νερού εκούσια ή τυχαία έχει συσχετιστεί με υδατογενείς λοιμώξεις. Η μετάδοσή τους γίνεται σε ευρεία μάζα του πληθυσμού με αποτέλεσμα να προσβάλλει ομάδες ευάλωτες όπως είναι οι ηλικιωμένοι, τα μικρά παιδιά, άτομα με χαμηλό ανοσοποιητικό σύστημα ή υποκείμενα νοσήματα. Τα νοσήματα όπου οφείλονται στο πόσιμο νερό, ταξινομούνται κατά τον Bradley ως εξής:

- Οφείλονται στην κατανάλωση πόσιμου νερού (στοματοεντερική οδός, π.χ. χολέρα, κρυπτοσποριδίωση, τυφοειδής πυρετός κ.α.)
- Προκύπτουν από μη επαρκή χορήγηση νερού με συνέπεια να μην τηρούνται οι κανόνες ατομικής υγιεινής (π.χ. γαστρεντερίτιδες, επιπεφυκίτιδες κ.α.).
- Οφείλονται σε μικροοργανισμούς στον κύκλο της ζωή των οποίων παίζει σημαντικό ρόλο το νερό (π.χ. σχιστοσωμίαση, δρακοντίαση).
- Ο αιτιολογικός παράγοντας είναι τα έντομα που ζουν και δραστηριοποιούνται κοντά σε συλλογές νερού ή εκκολάπτονται στο νερό (π.χ. ελονοσία, κίτρινος πυρετός κ.α.).

Ανάλογα με τον τρόπο εισόδου του μικροοργανισμού στον οργανισμό που προκαλεί τη νόσο, διαχωρίζεται σε αυτούς όπου έκαναν χρήση της πύλη εισόδου του γαστρεντερικού, πύλη εισόδου του δέρματος και τους επιπεφυκότες (επαφή τους με φυσικά νερά αναψυχής ή νερά σε τεχνητό περιβάλλον) και πύλη εισόδου του αναπνευστικού συστήματος του ανθρώπου (άτυπα μυκοβακτηρίδια, legionella spp. κ.α.).

Κατά την αναψυχή σε φυσικά ύδατα

Οι λοιμώξεις όπου η πηγή μικροβιακής μόλυνσης είναι η θάλασσα είναι γνωστές ως θαλασσογενείς λοιμώξεις (Pougnnet et al, 2018). Επίσης, μία ακόμη δίοδος των παθογόνων μικροοργανισμών στο νερό είναι και η ατμόσφαιρα (Diaz & Lopez, 2015). Επιπλέον και ο αέρας είναι σε θέση να μετακινήσει βακτήρια, ιούς και παράσιτα προς τη

θάλασσα και η βροχή συμβάλλει στην μεταφορά και αποδομή τους τόσο στους ποταμούς αλλά και στους ωκεανούς. Τα νερά όπου βρίσκονται σε χώρους αναψυχής μολύνονται τόσο από τους κολυμβητές αλλά και από την πληθώρα παρευρισκόμενων. Συγκεκριμένα, οι υδατογενείς λοιμώξεις όπου προέρχονται από μολυσμένα θαλάσσια ύδατα είναι ιογενείς λοιμώξεις και μυκητιάσεις. Αρκετοί είναι οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η επιβίωση των παθογόνων μικροοργανισμών, τόσο οι ιοί όσο και οι μύκητες είναι δυνατό να επιβιώνουν στο θαλασσινό νερό για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απ' ό,τι τα βακτήρια. Από τις ασθένειες που φαίνεται υπεύθυνα να είναι τα θαλάσσια ύδατα είναι δύσκολο να γίνει επιβεβαίωση τους λόγο ότι τα συμπτώματα που εμφανίζονται είναι ο πονοκέφαλος, ο εμετός και η διάρροια και αναγνωρίζονται δύσκολα. Μελέτες έχουν αποδείξει σχέση μεταξύ της κολύμβησης και των λοιμώξεων εξαιτίας της κατάποσης ύδατος αλλά και από την επαφή με το περιβάλλον της θάλασσας (Rougniet et al, 2018). Η πρώτη τεκμηριωμένη θαλασσογενή λοίμωξη είναι η γαστρεντερίτιδα, ακόμη τα θαλάσσια ύδατα ευθύνονται για την εμφάνιση διάφορων δερματίτιδων, επιπεφυκίτιδων, ωτίτιδων, ακόμα και φαρυγγίτιδων. Πέρα από τη ρύπανση των υδάτων, ρόλο παίζουν και οι συνήθειες των κολυμβητών όπως είναι η συνεχής έκθεση στο νερό με συνέπεια αυξημένο αριθμό λοιμώξεων, λόγω της εμβάπτισης του κεφαλιού στο νερό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνονται οι ωτίτιδες και οι λοιμώξεις του επιπεφυκότα και του ρινοφάρυγγα. Τα άτομα μικρής ηλικίας έως 4 ετών παρουσιάζουν αυξημένο αριθμό λοιμώξεων από το εντερικό σύστημα λόγω κατάποσης νερού ενώ άτομα της ηλικιακής ομάδας 15-24 ετών εμφανίζουν ευαισθησία σε λοιμώξεις του ανώτερου αναπνευστικού καθώς και σε ωτίτιδες. Δερματοπάθειες οι οποίες οφείλονται λόγω της άμεσης επαφής με την βρεγμένη άμμο η οποία έχει αυξημένη συγκέντρωση από σταφυλόκοκκους και μύκητες και αυξημένα περιστατικά λοιμώξεων σε αθλητές θαλάσσιων σπορ και κυρίως σε αθλήματα όπου εμπεριέχονται κύματα ή άνεμος.

Κατά την αναψυχή σε κολυμβητικές δεξαμενές

Σε κολυμβητικές δεξαμενές, τα άτομα όπου πάνε να ασκηθούν είναι όλων των ηλικιών. Μελέτες έχουν αποδείξει αυξημένη μετάδοση των λοιμώξεων. Λόγω ότι όλο το σώμα βυθίζεται μέσα στις κολυμβητικές δεξαμενές, οι παθογόνοι υδατογενείς μικροοργανισμοί έχουν περισσότερους μεταδοτικούς οδούς. Επίσης πέρα από το νερό, λοιμώξεις μπορούν να μεταδοθούν από το ένα άτομο στο άλλο. Ο οργανισμός μετά από συνεχή έκθεση στο νερό αρχίζει να εξασθενεί. Το είδος προτίμησης των κολυμβητικών δεξαμενών από το κοινό (ανοικτού ή κλειστού τύπου, ύπαρξη δεξαμενών spa και υδρομασάζ) η συνύπαρξη στο νερό με άλλους κολυμβητές για μεγάλο διάστημα καθώς και γενικά η παρατεταμένη παραμονή στο νερό, αποτελούν παράγοντες που αναμφίβολα διαφοροποιούν το είδος των παθογόνων που δύναται να προσβάλουν έναν κολυμβητή σε πισίνες (Font-Ribera et al, 2013). Οι παράγοντες όπου μολύνουν τα νερά των δεξαμενών έχουν σχέση τόσο με τα άτομα όπου χρησιμοποιούν το χώρο όσο και με τον ίδιο τον χώρο. Πηγή μόλυνσης του νερού μπορεί επίσης να συνιστά και η πηγή προέλευσης των υδάτων πλήρωσης της εκάστοτε κολυμβητικής δεξαμενής εφόσον αυτή δεν είναι υγειονομικά αποδεκτή. Αναμφίβολα τα υγρά του σώματος, εκκρίσεις και άλλες ουσίες όπως σάλιο, ιδρώτας, επιθηλιακά κύτταρα από το δέρμα καθώς και τα προϊόντα αισθητικής όπως για παράδειγμα αντηλιακά λάδια, αποσμητικά και κρέμες που χρησιμοποιούν οι χρήστες, ρυπαίνουν τις κολυμβητικές δεξαμενές. Υπολογίζεται ότι περίπου 220 μικροοργανισμοί απελευθερώνονται από το δέρμα κάθε κολυμβητή στο νερό της δεξαμενής, οι περισσότεροι εκ των οποίων είναι βακτήρια που ανήκουν στα γένη: Staphylococcus, Neisseria, Micrococcus, Streptococcus, που δύναται να

καταστούν παθογόνα. Επίσης βακτήρια, ιούς, μύκητες, και πρωτόζωα αποδίδουν στο νερό ορισμένοι κολυμβητές, οι οποίοι είτε νοσούν, είτε είναι φορείς των παθογόνων αυτών μικροοργανισμών και τα οποία είναι δυνατό να προκαλέσουν λοιμώξεις σε άλλους κολυμβητές της ίδιας κολυμβητικής δεξαμενής. Για ουρολοιμώξεις αλλά και λοιμώξεις των ματιών σε κολυμβητές κολυμβητικών δεξαμενών έχει ενοχοποιηθεί κατά καιρούς η *Aeromonas hydrophila*. Ιοί που αφορούν λοιμώξεις κολυμβητών όπως ηπατίτιδα Α, γαστρεντερίτιδες, λοιμώξεις του αναπνευστικού κ.α. είναι : Hepatitis A virus, Adenovirus, Enterovirus, Norovirus, Rotavirus κ.α. Μύκητες που έχουν ενοχοποιηθεί για διάφορες μυκητιάσεις, προσβάλλοντας γεννητικά όργανα, νύχια, δέρμα, τρίχες των κολυμβητών σε πισίνες είναι : η *Candida* και τα γένη *Trichosporon*, *Microsporium*, *Epidermophyton*. Ορισμένα είδη περιβαλλοντικών μυκήτων μπορεί να απομονωθούν από το νερό κολυμβητικών δεξαμενών και είναι δυνητικά παθογόνα. Τέλος πρωτόζωα όπως το γνωστό *Cryptosporidium parvum* και η *Giardia lamblia* έχουν επίσης ανιχνευθεί σε κολυμβητικές δεξαμενές. Λαμβάνοντας υπόψη ότι πολλοί κολυμβητές κατά την διάρκεια της κολύμβησης υπάρχει η πιθανότητα κατάποσης νερού η μετάδοση νοσημάτων μέσω της στοματοεντερικής οδός γίνεται πιο εύκολα. Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί που προκαλούν γαστρεντερικές λοιμώξεις καταπολεμούνται με την υπολειμματική δόση του απολυμαντικού. Εξαιρέση αποτελούν το *Cryptosporidium* και η *Giardia* που έχουν ιδιαίτερα χαμηλή μολυσματική δόση κι εμφανίζουν εξαιρετική ανθεκτικότητα στα κοινά απολυμαντικά, συμπεριλαμβανομένου και του χλωρίου (Cl) (Suppes et al, 2016).

1.2 Διάγνωση – Πρόληψη

Εργαστηριακή Διάγνωση

Ανάλογα τον μικροοργανισμό όπου πρέπει να ανιχνεύσουν χρησιμοποιούνται και διαφορετικοί μέθοδοι για τον βέλτιστο τρόπο (Styrułkowska-Misiurewicz et al, 2001). Για παράδειγμα για την ανίχνευση του *Cryptosporidium spp.* χρησιμοποιείται μικροσκόπηση με ή χωρίς χρώση. Συγκεκριμένα, η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση των ωοκύστεων *Cryptosporidium* σε δείγματα τόσο νερού αλλά και σε άλλα για την ύπαρξη του. Για καλύτερη ευκρίνεια του μικροοργανισμού και πιστοποίηση του είναι σχεδόν απαραίτητη οι χρώσεις. Χρώσεις όπου χρησιμοποιούνται είναι η Ziehl-Neelsen, η τεχνική αρνητικής χρώσης της Heine, η όξινη-γρήγορη τεχνική του Kinyoun, η κηλίδα τριχρώμου με βάση τον φθορισμό και χρήση auramine phenol και Safranin methylene blue (Skrebinska et al. 2018). Άλλες διαθέσιμες μέθοδοι χρώσης για την ανίχνευση του *Cryptosporidium* είναι το πράσινο του μαλαχίτη που θεωρείται ασφαλές και ευαίσθητο για ανίχνευση ωοκύστεων σε δείγματα κοπράνων.

Επόμενη τεχνική όπου χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση είναι ανοσολογικές μέθοδοι όπου έχουν αρκετά πλεονεκτήματα έναντι της μικροσκοπίας όπως ειδικότητα και ευαισθησία. Παραδείγματα τέτοιων μεθόδων είναι, ο άμεσος ανοσοφθορισμός, αυτή η δοκιμή παρουσιάζει εξαιρετική ειδικότητα, βελτιωμένη ευαισθησία, παίρνει λιγότερο χρόνο και απαιτεί λιγότερες δεξιότητες, ο έμμεσος ανοσοφθορισμός, η δοκιμή αυτή χρησιμοποιεί δύο αντισώματα για την ανίχνευση του παθογόνου παράγοντα – στόχου, οι δοκιμές ανίχνευσης αντιγόνου και τέλος η δοκιμασία ανοσοφθορισμού κυτταροκαλλιέργειας, η οποία είναι χρονοβόρα και υψηλού κόστους ανίχνευση. Άλλες

συμβατικές μέθοδοι όπου χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση μικροοργανισμών σε δείγματα περιλαμβάνουν σήμανση φθορισμού αντισωμάτων σε δοκιμασίες ανοσοφθορισμού (IFA). Σημαντικό μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι η ευκρίνεια μειώνεται αρκετά σε δείγματα νερού όπου είναι θολά και του εξειδικευμένου προσωπικού.

Ακόμη μία κατηγορία μεθόδων ανίχνευσης είναι με μοριακή τεχνική (μέθοδος PCR). Ισχυρό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η ανίχνευση και λίγων αριθμών μικροοργανισμών στο δείγμα προς ανάλυση. Πέρα από το πλεονέκτημα της ειδικότητας και της ευαισθησίας έχουν την ικανότητα να προσδιορίζουν το είδος και το γονότυπο. Έχουν αναπτυχθεί εργαλεία γονότυπου βασισμένα σε πολυμορφισμό (RFLP) με σκοπό την ανίχνευση και διαφοροποίηση σε επίπεδο είδους. Οι μέθοδοι αυτοί προσθέτουν αξία σε τυποποιημένες κι επικυρωμένες μεθόδους που χρησιμοποιούνται με στόχο την ανίχνευση μικροοργανισμών στο νερό. Παραδείγματα ευρέως χρησιμοποιούμενων μοριακών τεχνικών για την ανίχνευση και τον προσδιορισμό του γονοτύπου των ειδών είναι, ο Υβριδισμός φθορισμού *in situ* (FISH), η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (Polymerase Chain Reaction, PCR). Να αναφέρουμε ότι οι μέθοδοι PCR εφαρμόζονται για την επίτευξη υψηλής ευαισθησίας και ειδικότητα με τους οργανισμούς - στόχους στο νερό και σε δείγματα λυμάτων (Mayer & Palmer., 1996). Επόμενη μοριακή τεχνική είναι η ποσοτική αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (Real-time PCR ή qPCR) (γονίδιο ενίσχυσης θραύσματος από μικρές ποσότητες γονιδιωματικού DNA). Πρόκειται για μέθοδο που αποτελεί παραλλαγή της συμβατικής PCR η οποία χρησιμοποιείται για τον πολλαπλασιασμό, την ανίχνευση και την ποσοτικοποίηση ενός συγκεκριμένου τμήματος DNA σε πραγματικό χρόνο. Γνωστή και ως q-PCR (quantitative Real-time PCR) έχει αρχή λειτουργίας σαν αυτή της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης, με τη διαφορά ότι η ποσότητα του παραγόμενου προϊόντος μετριέται σε κάθε κύκλο, ενώ στη συμβατική PCR η ανίχνευση και ποσοτικοποίηση της αλληλουχίας-στόχου πραγματοποιείται μετά την ολοκλήρωση του τελευταίου κύκλου. Οι μέθοδοι ποσοτικοποίησης του προεπιλεγμένου γονιδίου στην μέθοδο qPCR είναι, η απόλυτη ποσοτικοποίηση (Absolute quantification) η οποία προτιμάται όταν στο δείγμα είναι αναγκαία η ακριβής μέτρηση της ποσότητας του γονιδίου-στόχου και η σχετική ποσοτικοποίηση (Relative quantification) η οποία εφαρμόζεται πιο εύκολα γιατί είναι πιο απλή και επιλέγεται όταν δεν είναι απαραίτητο να μετρηθεί με ακρίβεια στο προς εξέταση δείγμα, η αρχική ποσότητα της αλληλουχίας (Ochiai et al, 2005).

Τέλος θα αναφερθούμε στη Μέθοδος EPA 1623 (NSCEP, 2005). Οι τροποποιήσεις του νόμου περί ασφαλούς πόσιμου νερού το 1996, είχαν σαν αποτέλεσμα να ζητηθεί από την Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας των ΗΠΑ (EPA) να προβεί σε αξιολόγηση του κινδύνου που προκαλούν στη δημόσια υγεία, οι μολυσματικές ουσίες των υδάτων, συμπεριλαμβανομένων των παρασιτικών. Για την εφαρμογή των συγκεκριμένων απαιτήσεων, ήταν αναγκαίο να αξιολογείται η εμφάνιση *Cryptosporidium* και *Giardia* στα ακατέργαστα επιφανειακά ύδατα που χρησιμοποιούνται ως πηγές ύδρευσης για μονάδες επεξεργασίας πόσιμου νερού. Προκειμένου να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις έρευνας και παρακολούθησης της Υπηρεσίας Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA), έπειτα από αξιολόγηση ενδεχόμενων εναλλακτικών λύσεων της μεθόδου που επικρατούσε τότε μέσω βιβλιογραφικών διερευνήσεων, επαφών με ερευνητικά εργαστήρια ,σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε τον Δεκέμβριο του 1996 η μέθοδος EPA 1622, για την ανίχνευση *Cryptosporidium* η οποία αρχικά βασίστηκε σε εργαστηριακές δοκιμές μιας ομάδας εμπειρογνομόνων που συγκλήθηκε από την ίδια την EPA. Η EPA τον Φεβρουάριο του 1999 έρχεται να επικυρώσει μια νέα μέθοδο ανοσομαγνητικού διαχωρισμού για ταυτόχρονη ανίχνευση *Cryptosporidium* και *Giardia* και

αναπτύσσοντας μάλιστα ποιοτικό έλεγχο και κριτήρια αποδοχής για τη μέθοδο. Προς αποφυγή σύγχυσης με τη μέθοδο 1622, η οποία ήταν ήδη επικυρωμένη και είχε χρησιμοποιηθεί τόσο σε εγχώριο όσο και σε διεθνές επίπεδο ως ανεξάρτητη μέθοδος ανίχνευσης μόνο του *Cryptosporidium*, η EPA ονόμασε τη νέα μέθοδο συνδυασμένης διαδικασίας EPA 1623. Όσον αφορά την μέθοδο, πραγματοποιείται διήθηση που συνεπάγεται συμπύκνωση του δείγματος, ανοσομαγνητικό διαχωρισμό (IMS) των ωοκύστεων και κύστεων του δείγματος και τέλος εντοπισμός - ανίχνευση και απαρίθμηση των οργανισμών-στόχων με ανοσοφθορισμό (FA). Τα εργαστήρια πρέπει να έχουν εκπαιδευμένο προσωπικό για τις παραπάνω αναλύσεις, όπου πραγματοποιούνται τόσο σε επιφανειακά δείγματα νερού αλλά και σε άλλα κάτω από τις κατάλληλες προϋποθέσεις.

Πρόληψη

Για την πρόληψη με αποτέλεσμα την μείωση ή την εξάλειψη του κινδύνου σε ανεκτό επίπεδο πρέπει να ορίζονται κάποια μέτρα ελέγχου. Για την ασφάλεια του νερού καταγράφονται όλα τα μέτρα που λαμβάνονται αλλά και οι ελλείψεις αυτών. Ανάλογα το είδος του ελέγχου γίνεται η αξιολόγηση σε κάθε επίπεδο. Οι κίνδυνοι επαναξιολογούνται με βάση τη συχνότητα και τις συνέπειες λαμβάνοντας υπόψη το κάθε μέτρο ελέγχου. Η αξιολόγηση γίνεται όχι μόνο για τις μακροπρόθεσμες συνέπειες, αλλά και για την περίπτωση αποτυχίας σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο (WHO, 2019). Μέτρα ελέγχου πρέπει να υπάρχουν σε κάθε στάδιο του συστήματος ώστε να προλαμβάνεται και να γίνεται εύκολη ταυτοποίηση των κινδύνων. Θα αναφέρουμε επιγραμματικά κάποια από αυτά και που τα εντοπίζουμε.

- ✓ Όσον αφορά την πηγή προέλευσης (περιορισμός χρήσεων γης, καταχώρηση των χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται στην πηγή, ρύθμιση pH του αποθηκευμένου νερού, έλεγχος ανθρώπινης δραστηριότητας, τακτικές επιθεωρήσεις στην πηγή, εκτροπή όμβριων, προστασία της ροής νερού, μέτρα προστασίας από τις παράνομες υδροληψίες, διασφάλιση για την αποτροπή δολιοφθοράς ή αθέμιτου χειρισμού, δυνατότητα διακοπής υδροληψίας, δυνατότητα χρήσης εναλλακτικής πηγής σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, συνεχής παρακολούθηση των σημείων εισροής του νερού και των ποταμών (WHO 2009).
- ✓ Όσον αφορά το σύστημα αποθήκευσης (κατάλληλη τοποθεσία και προστασία των σωληνώσεων, κατάλληλο βάθος δεξαμενής για απόληψη νερού, κατάλληλα συστήματα αποθήκευσης νερού για τη μεγιστοποίηση του χρόνου κατακράτησης, στεγασμένοι χώροι αποθήκευσης και δεξαμενές με κατάλληλη κατασκευή συλλογής όμβριων και αποχέτευσης, προστασία δεξαμενών από την πρόσβαση ζώων και διατήρηση ασφάλειας για την πρόληψη της δολιοφθοράς ή αθέμιτου χειρισμού).
- ✓ Όσον αφορά κατά την διαδικασία της επεξεργασίας (επικύρωση των διαδικασιών επεξεργασίας, χρήση εγκεκριμένων υλικών και χημικών, χρήση δεικτών ποιότητας που χρησιμοποιούνται ως «συναγερμοί» στην περίπτωση υπέρβασης επιτρεπόμενων ορίων και συνεχής παρακολούθησή τους,

διαθεσιμότητα εφεδρείας συστημάτων, ειδικευμένο προσωπικό, θεσμοθέτηση πολιτικής και διαδικασιών προμήθειας υλικών, συμφωνία και επικοινωνία με οργανισμούς μεταφοράς, περίφραξη, ασφάλιση, εγκατάσταση συναγερμού σε περίπτωση εισβολέων, χρήση της δεξαμενής αποθήκευσης σε περιόδους χαμηλής ποιότητας ανεπεξέργαστου νερού).

- ✓ Όσον αφορά το δίκτυο διανομής (επικαιροποιημένοι χάρτες δικτύου, ενημέρωση για την κατάσταση των βαλβίδων, διαδικασίες επισκευής υδραυλικού συστήματος (σωληνώσεων), ειδικευμένο προσωπικό, προστασία κρουών, μη αναστρεφόμενες βαλβίδες, παρακολούθηση και καταγραφή πίεσης και θερμοκρασίας, χρήση προστατευόμενων σωληνώσεων, περίφραξη, δυνατότητα κλειδώματος των καταπακτών, συναγερμός σε περίπτωση εισβολέων στις δεξαμενές).
- ✓ Όσον αφορά την κατανάλωση (επιθεώρηση στα κτίρια, αγωγή καταναλωτή, επικαιροποιημένοι χάρτες δικτύου, μη αναστρεφόμενες βαλβίδες, σύσταση για βράσιμο ή μη κατανάλωση του νερού).

1.3 Παροχή πόσιμου νερού στην Ελλάδα

Το πόσιμο νερό, όπου καταναλώνεται ευρέως, απαιτείται να είναι ασφαλές για την ανθρώπινη υγεία. Με τον όρο ασφαλές εννοείται ότι το νερό αυτό πρέπει να πληροί κάποιες προϋποθέσεις και να έχει κάποια χαρακτηριστικά τα οποία παρέχονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization, WHO) με την έκδοση κατευθυντήριων οδηγιών για την ποιότητα του πόσιμου νερού (WHO, 2008). Κάθε κράτος έχει δική του νομοθεσία επιπρόσθετη για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού. Είναι βασικό χαρακτηριστικό των κυττάρων και απαραίτητο για την ορθή λειτουργία τους. Αν λάβουμε υπόψη μας τις απαιτήσεις όπου έχει ο άνθρωπος αλλά και οι αγροτικές και βιομηχανικές δραστηριότητες στη χώρα και λόγω της αύξησης του πληθυσμού οι απαιτήσεις αυξάνονται συνεχώς. Πόσιμο νερό μπορούμε να έχουμε νέσω της βροχής, από επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα (Νικολαΐδης, Χ., & Κωνσταντινίδης, Θ., 2009). Συγκεκριμένα το νερό της βροχής είναι όξινο και μαλακό αλλά έπειτα από επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως πόσιμο καθώς περιέχει σκόνη, ιόντα και μικροοργανισμούς. Τα επιφανειακά νερά όπου προέρχονται από ποτάμια, λίμνες και από νερά στην επιφάνεια της γης έχουν την ικανότητα να μολύνονται πιο εύκολα (ειδικά τα νερά όπου διαπερνούν κατοικημένες περιοχές). Από την άλλη πλευρά τα υπόγεια ύδατα είναι αυτά που έχουν διεισδύσει στο έδαφος και η κίνηση τους είναι υπόγεια μέχρι να συναντήσουν κάποιο εμπόδιο και να σχηματίσουν υδροφόρο στρώμα. Είναι πιο καθαρά σε μικροοργανισμούς σε σύγκριση με τις άλλες κατηγορίες. Γενικά το νερό πρέπει να ελέγχεται σε τακτά χρονικά διαστήματα για την καταλληλότητα του.

Ο τρόπος διαχείρισης των υδάτινων πόρων στην Ελλάδα άρχισε από τις αρχές του 1970. Τότε θεσμοθετήθηκε το Υπουργείο Συντονισμού, η Διεύθυνση Φυσικών Πόρων Ενέργειας και Προστασίας του Περιβάλλοντος, ενώ το 1977 ιδρύθηκε η Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων (ΥΠΑΝ, 2003). Οι φορείς που ασχολήθηκαν με όσα επιμέρους προβλήματα ανέκυπταν σε σχέση με τους υδατικούς πόρους της χώρας ήταν το Υπουργείο Ανάπτυξης, Περιβάλλοντος και Γεωργίας, το ΙΓΜΕ, τα ΑΕΙ, η

ΔΕΗ και κάποια ερευνητικά ινστιτούτα. Στην Ελλάδα δεν υπήρχε κάποια συντονισμένη προσπάθεια για αλλαγή πολιτικής διαχείρισης των υδατικών πόρων μέχρι την έλευση της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ. Η ποιότητα του πόσιμου νερού στα συστήματα ύδρευσης ελέγχεται σύμφωνα με τις κατευθύνσεις της Οδηγίας 98/83/ΕΕ που εκδόθηκε τον Νοέμβριο του 1998 και ενσωματώθηκε στην Ελληνική Νομοθεσία βάσει της υπ' αριθ. Υ2/2600/2001 ΚΥΑ. Η Οδηγία 98/83/ΕΕ αποσκοπεί στην προστασία της ανθρώπινης υγείας και την εξασφάλιση ποιότητας πόσιμου νερού στον καταναλωτή και επιπλέον εναρμονίζεται με τους κανονισμούς του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας. Η μεθοδολογία που εισάγεται με την οδηγία αυτή αποτελεί θετική εξέλιξη στη διαδικασία διασφάλισης της ποιότητας πόσιμου νερού, ωστόσο δεν καλύπτει πλήρως την πρόληψη και την έγκαιρη αντιμετώπιση κινδύνων και προβλημάτων που μπορούν να οδηγήσουν στην υποβάθμιση της ποιότητας του νερού.

1.4 Επεξεργασία πόσιμου νερού

Η ασφάλεια του πόσιμου νερού εξαρτάται από παράγοντες όπου περιλαμβάνουν την ποιότητα της πηγής, την αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας και την ακεραιότητα του συστήματος διανομής στον τελικό καταναλωτή. Ως τελικό αποτέλεσμα, στο πόσιμο νερό η ποιότητα δεν υποβιβάζεται από τις βιολογικές και χημικές διεργασίες που συντελούνται εσωτερικά στο σύστημα, ή από την εισροή εξωγενών κινδύνων σε αυτό (Havelaar, 1994). Ανάλογα με την πηγή όπου χρησιμοποιήθηκε για την παροχή του πόσιμου νερού διαφοροποιούνται και τα στάδια επεξεργασίας του ώστε να συμβαδίζουν με την νομοθεσία. Τα ύδατα όπου η πηγή προέλευσης είναι υπόγεια, δεν χρειάζονται πολύπλοκη επεξεργασία καθώς ικανοποιούν σε μεγάλο βαθμό τις απαιτήσεις της Οδηγίας 98/83/ΕΚ. Ενώ τα ύδατα όπου προέρχονται από την επιφάνεια δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις (Νταρακάς, 2010). Άρα θα πρέπει να υποβληθούν σε κατάλληλες φυσικές ή χημικές διεργασίες προτού να είναι δυνατή η χρήση τους ως νερό ανθρώπινης κατανάλωσης. Τα στάδια επεξεργασίας εξαρτώνται από το είδος των ρυπαντών όπου ανιχνεύονται στο νερό (συμβατικούς ή μη) αλλά και μόλυνση από παθογόνους μικροοργανισμούς. Συμβατικοί ρύποι είναι η οργανική ύλη, τα νιτρικά και τα φωσφορικά άλατα ενώ οι μη συμβατικοί ρύποι περιλαμβάνουν τις μεταβολές της οξύτητας του νερού, τα βαρέα μέταλλα, διάφορες τοξικές οργανικές ενώσεις (παρασιτοκτόνα, τα εντομοκτόνα και τα ζιζανιοκτόνα), καθώς και ουσίες όπως το αρσενικό (As), τα θειούχα (S²⁻), τα κυανιούχα (CN⁻) και τα ραδιενεργά στοιχεία σε ποσότητες βλαβερές για τον άνθρωπο (Νταρακάς, 2010).

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας αναγνωρίζει τέσσερις κατηγορίες χαρακτηριστικών της ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, τα μικροβιακά χαρακτηριστικά (παθογόνα βακτήρια, ιοί, πρωτόζωα, έλμινθες), τα χημικά χαρακτηριστικά (χημικές ενώσεις που είναι δυνατό να επηρεάσουν την ανθρώπινη υγεία μετά από έκθεση για παρατεταμένες χρονικές περιόδους), τα ραδιενεργά χαρακτηριστικά (η παρουσία των οποίων δεν είναι απαραίτητα ανησυχητική για την ανθρώπινη υγεία, χρίζει όμως περαιτέρω διερεύνησης) και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (εμφάνιση, οσμή και γεύση που επηρεάζουν την αποδοχή από τους καταναλωτές και αποτελούν ένδειξη χημικής ή/ και μικροβιακής ρύπανσης). Κατά συνέπεια, για τον καθορισμό των απαιτούμενων διεργασιών επεξεργασίας του νερού είναι απαραίτητη η μελέτη της λεκάνης απορροής και ο διεξοδικός έλεγχος της χημικής και μικροβιολογικής κατάστασης των φυσικών αποθεμάτων νερού. Γενικά, ο κύριος στόχος των διεργασιών

που εφαρμόζονται σε μια Εγκατάσταση Επεξεργασίας Νερού (ΕΕΝ), είναι η εκμετάλλευση διαφόρων φυσικοχημικών φαινομένων για την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων συστατικών του νερού και την επίτευξη των νομοθετικά καθοριζόμενων παραμετρικών τιμών για διάφορα χαρακτηριστικά ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης με στόχο την προστασία της δημόσιας υγείας (Damikouka et al, 2007). Για το σκοπό αυτό εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι επεξεργασίας, όπως ο αερισμός (οξειδωση), η κροκίδωση/συσσωμάτωση/καθίζηση, η διήθηση (δύλιση), η χημική οξείδωση (κατακρήμνιση / ιζηματοποίηση), η προσρόφηση, η αποσκλήρυνση, η διήθηση σε μεμβράνες και η απολύμανση.

Στον κάτωθι πίνακα 3., παρουσιάζονται τα βασικά στάδια επεξεργασίας για την παραγωγή πόσιμου ύδατος αναλόγως με την πηγή προέλευσής του.

Πίνακας 3. Βασικά στάδια επεξεργασίας νερού

Υπόγεια ύδατα	Επιφανειακά Ύδατα
Αερισμός	Εσχάρωση
Αποσκλήρυνση (εφόσον απαιτείται)	Πρωτοβάθμια Καθίζηση
Επανανθράκωση – Διόρθωση pH	Προαπολύμανση
Δύλιση (εφόσον απαιτείται)	Διόρθωση του pH (Προετοιμασία για την κροκίδωση)
Απολύμανση	Κροκίδωση- Συσσωμάτωση
	Καθίζηση Δύλιση Οξείδωση (εφόσον απαιτείται)
	Προσρόφηση (εφόσον απαιτείται)
	Απολύμανση Διόρθωση του pH

Λόγω οικονομικών παραγόντων μία απλή εγκατάσταση πόσιμου νερού περιλαμβάνει την διήθηση σε δυλιστήριο άμμου και απολύμανση, ενώ οι πιο σύνθετες εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν τυπικά κροκίδωση- συσσωμάτωση- καθίζηση, διήθηση σε δυλιστήριο άμμου και απολύμανση, χωρίς να αποκλείεται η ύπαρξη περαιτέρω διεργασιών επεξεργασίας.

Συγκεκριμένα για την απομάκρυνση ρυπαντών από το φυσικό νερό, η μέθοδος όπου θα ακολουθήσουν εξαρτάται την απαιτούμενη ποιότητα του πόσιμου νερού, τις επιπτώσεις του κάθε ρυπαντή στην ασφάλεια του πόσιμου νερού και στην υγεία των καταναλωτών, καθώς και το κόστος επεξεργασίας. Η μόλυνση του νερού με παθογόνους μικροοργανισμούς ακόμη και για σύντομες χρονικές περιόδους μπορεί να οδηγήσει σε κατακόρυφη αύξηση των μεταδιδόμενων με το νερό ασθενειών, η ύπαρξη μεμονωμένων χημικών ρυπαντών στο νερό μπορεί να αποτελέσει σημαντικό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία μέσω περιστατικών μαζικής χημικής ρύπανσης της συγκεκριμένης παροχής. Οι περισσότερες μάλιστα περιπτώσεις αυτού του είδους, γίνονται γρήγορα και εύκολα αντιληπτές εξαιτίας της μη αποδεκτής εμφάνισης, γεύσης και οσμής του νερού (WHO, 2008). Για την μείωση του μικροβιακού φορτίου χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο οι διεργασίες της απολύμανσης (χλωρίωση, απολύμανση με UV και οζόνωση). Η

απομάκρυνση χημικών ενώσεων φυσικής προέλευσης γίνεται με την χρήση στοιχείων όπως είναι Αρσενικό, Φθόριο, Μαγγάνιο, Σελήνιο και Ουράνιο. Η απόδοση της επεξεργασίας αυτής εξαρτάται από την συγκέντρωση των στοιχείων όπου χρησιμοποιείται.

Εν κατακλείδι η τελική επιλογή των διεργασιών επεξεργασίας νερού θα πρέπει να βασίζεται σε παράγοντες όπως η τεχνική πολυπλοκότητα και το κόστος, λαμβάνοντας επίσης υπόψη τις τοπικές συνθήκες. Για παράδειγμα, οι διεργασίες με μεμβράνες μπορούν να απομακρύνουν ένα μεγάλο φάσμα χημικών ρυπαντών, ωστόσο υπάρχουν εξίσου αποτελεσματικές, απλούστερες και οικονομικότερες διεργασίες για την απομάκρυνση των περισσότερων από αυτούς. Συνήθως χρησιμοποιείται μία σειρά από μονάδες επεξεργασίας για την επίτευξη της επιθυμητής ποιότητας νερού (π.χ. κροκιδωση, καθίζηση, διήθηση, προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα, χλωρίωση), καθεμιά από τις οποίες συμβάλει σε διαφορετικό βαθμό στην απομάκρυνση των χημικών ρυπαντών. Όσον αφορά τις περιπτώσεις χημικής ρύπανσης του νερού με ουσίες που δε θεωρείται πιθανό να προκαλέσουν προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία μετά από έκθεση για περιορισμένο χρονικό διάστημα, κρίνεται προτιμότερο οι προσπάθειες να εστιάσουν στην αντιμετώπιση στην προστασία της πηγής και όχι στην απομάκρυνση του συγκεκριμένου ρυπαντή με κοστοβόρες διεργασίες επεξεργασίας (WHO, 2008).

1.5 Παράμετροι κατάλληλου πόσιμου νερού

Βασικό και απαραίτητο για να θεωρηθεί ένα νερό πόσιμο είναι ο έλεγχος των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί ο βαθμός, τα στάδια και οι μέθοδοι επεξεργασίας. Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άχρωμο, διαυγές, άοσμο και εύγευστο. Η θερμοκρασία του πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 7°C και 12°C, ενώ η αντίδρασή του πρέπει να είναι από ουδέτερη ως ελαφρώς αλκαλική (pH 6.8 - 7.8) (Νικολαΐδης, Χ., & Κωνσταντινίδης, Θ., 2009). Τα στερεά υπολείμματα δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 500 mg/L. Η διάκριση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού γίνεται σε φυσικοχημικά, βιοχημικά και μικροβιολογικά κριτήρια (Μήτρακας, 2001).

Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

Χρώμα: πρέπει να είναι άχρωμο και διαυγές χρώμα. Υπάρχουν φορές όπου είναι χρωματισμένο γεγονός που οφείλεται σε άλγες και τύρφη για τα επιφανειακά νερά, ενώ στα υπόγεια νερά οφείλεται στην παρουσία σιδήρου και μαγγανίου. Για την αντιμετώπιση του χρώματος στο νερό πραγματοποιείται οξείδωση, προσρόφηση, διήθηση (Νταρακάς, 2010).

Θολρότητα: παράμετρος για την καταλληλότητα πόσης του νερού, την παραγωγή τροφίμων, αναψυκτικών κ.α. Η θολότητα του νερού θεωρείται η μη διαύγεια του εξαιτίας κολλοειδών ανόργανων ή οργανικών υλών που αιωρούνται, είτε είναι διαλυμένες στο νερό. Η μέτρηση της θολότητας γίνεται με το θολρόμετρο (ή νεφελόμετρο). Πολλές φορές ανάλογα με τη θολότητα του νερού επιλέγεται και η κατάλληλη μέθοδος επεξεργασίας όπως είναι η καθίζηση ή διήθηση. Αναποτελεσματική η μέθοδος της απολύμανσης σε περίπτωση θολότητας γιατί σωματίδια που αιωρούνται εγκλωβίζουν διάφορους παθογόνους οργανισμούς (Νταρακάς, 2010).

Οσμής- Γεύση: πρέπει να είναι άοσμο, οσμής δυσάρεστη λόγω παρουσίας χημικών ουσιών προειδοποιεί πως το νερό είναι ακατάλληλο προς πόση και χρήση. Η ύπαρξη οσμής είναι λόγω της αποσύνθεσης της οργανικής ύλης και την αποικοδόμηση φυτικών υλικών στο νερό. Επίσης και άγευστο, η γεύση μπορεί να οφείλεται στα διαλυμένα αέρια που περιέχει ή στην παρουσία διαφόρων αλάτων. Η αντιμετώπιση των οσμών και των δυσάρεστων γεύσεων γίνεται με οξείδωση, διήθηση και προσρόφηση (Ζανάκη, 2001).

Θερμοκρασία: επηρεάζει τόσο την γεύση αλλά και την οσμή. Το νερό για να έχει ευχάριστη γεύση πρέπει να βρίσκεται μεταξύ 5-15°C. Η υψηλή θερμοκρασία πέρα από την δυσάρεστη γεύση και οσμής θεωρείται κατάλληλο περιβάλλον για την ανάπτυξη μικροοργανισμών (Νταρακάς, 2010).

Αγωγιμότητα: είναι η ικανότητα του να μεταφέρει ηλεκτρικά φορτία (Μήτρακας, 2001). Η μέτρηση της αγωγιμότητας μας δίνει διάφορες πληροφορίες για τις διαλυμένες ουσίες και τα άλατα στο πόσιμο νερό. Οι τιμές της αγωγιμότητας είναι ενδεικτικές για την ποιότητα των φυσικών νερών. Απότομη αύξηση της αγωγιμότητας του νερού ενός φυσικού αποδέκτη αποτελεί ένδειξη ρύπανσης. Η αντιμετώπιση της υψηλής αγωγιμότητας του νερού γίνεται με ιζηματοποίηση, ιοντοεναλλαγή και αντίστροφη ώσμωση.

Σκληρότητα: είναι η περιεκτικότητα του νερού σε πολυσθενή κατιόντα κυρίως ασβεστίου και μαγνησίου και διακρίνεται σε ολική, προσωρινή και μόνιμη (Sengupta, 2013).

Οξύτητα: εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την αλατότητα, την παρουσία ανιόντων θείου, χλωρίου κ.ά., κατιόντων ασβεστίου, μαγνησίου κ.ά., τις συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα και του οξυγόνου, καθώς και από τη μεταβολική δραστηριότητα των υδρόβιων οργανισμών (φωτοσύνθεση, αναπνοή) και την αποσύνθεση των οργανικών ουσιών (Νταρακάς, 2010). Η μέτρηση του pH είναι μία από τις σημαντικότερες μετρήσεις κατά την αξιολόγηση της ποιότητας του νερού ενός οικοσυστήματος.

Κατιόντα (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+) και Ανιόντα (Cl^- , F^- , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-}). Όταν υπερβαίνεται η παραμετρική τιμή προκαλούνται προβλήματα οσμής και γεύσης, ενώ δεν έχουν παρατηρηθεί άμεσες επιπτώσεις στην υγεία (Νικολαΐδης, X., & Κωνσταντινίδης, Θ., 2009).

Στερεές ουσίες: χαρακτηρίζονται οι ουσίες οι οποίες υπάρχουν στο νερό και διακρίνονται σε διαλυμένες που δεν φαίνονται, κολλοειδείς, οι οποίες επίσης δεν φαίνονται λόγω μεγέθους και αδιάλυτες οι οποίες συνήθως φαίνονται (Ζανάκη Κ, 2001). Στο πόσιμο νερό, η παρουσία στερεών αλλοιώνει τα χαρακτηριστικά του (θολερότητα, γεύση) και όταν το πόσιμο νερό έχει συγκέντρωση στερεών πάνω από 500 mg/L αρχίζει να έχει ιδιαίτερη γεύση.

Θρεπτικά συστατικά (N, P, Si): Όσον αφορά το Άζωτο (N), τα φυσικά νερά εμπλουτίζονται με αζωτούχες ενώσεις από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις κυμαίνονται από 10 ως 1000 $\mu\text{g/L}$. Ο προσδιορισμός των διαφόρων ενώσεων του αζώτου στο πόσιμο νερό αποτελεί δείκτη για την υγειονομική ποιότητα του νερού. Τα νερά που περιέχουν μεγάλη ποσότητα οργανικού αζώτου και

αμμωνίας θεωρούνται ότι έχουν ρυπανθεί πρόσφατα και επομένως παρουσιάζουν μεγάλο κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Ο Φώσφορος (P), απελευθερώνεται κατά την αποσύνθεση των οργανικών ουσιών και προσλαμβάνεται από το φυτοπλαγκτόν και την υπόλοιπη υδρόβια βλάστηση. Στα περισσότερα φυσικά νερά οι συγκεντρώσεις του ολικού φωσφόρου είναι συνήθως μεταξύ 10 και 50 µg/L. Δεν έχουν αναφερθεί σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων. Πυρίτιο (Si), υπάρχει τόσο στα επιφανειακά όσο και υπόγεια νερά. Υπάρχει σε διάλυση, αιωρούμενο ή σε κολλοειδή κατάσταση. Η συγκέντρωση πυριτίου στα ποτάμια και στις λίμνες συνήθως διαφέρει μέσα σε ένα εύρος τιμών που κυμαίνεται από 1 έως 30 mg/l (Νταρακάς, 2010).

Ιχνοστοιχεία – Βαρέα μέταλλα: Τα ιχνοστοιχεία (Fe, Mn, Ca, Mg, K, Na, Zn κ.λπ.) είναι απαραίτητα για όλα τα έμβια όντα, είναι όμως τοξικά σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις.

Βιοχημικά χαρακτηριστικά

Διαλυμένο Οξυγόνο: με την ύπαρξη του διαλυμένου οξυγόνου αυξάνεται και η ύπαρξη των υδρόβιων οργανισμών (Ζανάκη Κ, 2001). Η ποσότητα του εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την ατμοσφαιρική πίεση, την περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα και οργανικές ουσίες, το περιεχόμενο σε μικροοργανισμούς κ.ά. Η περιεκτικότητα σε διαλυμένο οξυγόνο στο πόσιμο νερό πρέπει να είναι στο σημείο κορεσμού. Υψηλότερη ή χαμηλότερη περιεκτικότητα δεν έχουν συσχετιστεί με επιπτώσεις στον άνθρωπο, έχει όμως έμμεσες επιπτώσεις καθώς διαβρώνονται οι σωληνώσεις και έτσι να αυξάνεται οι συγκεντρώσεις των μετάλλων και να δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες.

Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (B.O.D.): είναι η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου που χρησιμοποιούν οι αερόβιοι μικροοργανισμοί για την πλήρη βιοχημική αποδόμηση, είναι δηλαδή μέτρο κατανάλωσης του διαλυμένου οξυγόνου. Η τιμή του BOD σε καθαρό νερό πρέπει να είναι 1ppm ενώ όταν η τιμή είναι κοντά στα 5ppm τότε το νερό έχει ρυπανθεί.

Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (C.O.D.): είναι το οξυγόνο που χρησιμοποιείται για τη χημική οξείδωση της οργανικής ύλης σε CO₂ και νερό. Όταν το C.O.D βρίσκεται σε υψηλή συγκέντρωση τότε το νερό έχει ρυπανθεί. Μετράει όχι μόνο τη βιοδιασπώμενη αλλά και τη μη οργανική ύλη.

Ολικός οργανικός άνθρακας (T.O.C.): αφορά μικρές συγκεντρώσεις οργανική ύλης που ενδιαφέρουν την παραγωγή πόσιμου νερού. Η μέτρηση του είναι απαραίτητη τόσο στον χειρισμό αλλά και στην επεξεργασία του νερού και στην επεξεργασία αποβλήτων. Όσον αφορά το πόσιμο νερό οι τιμές του TOC ποικίλουν από λιγότερο από 100 µg/L σε περισσότερο από 25.000 µg/L.

Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

Μικροοργανισμοί: έχουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του πόσιμου νερού. Είναι οι κύριοι υπεύθυνοι ασθενειών που μεταδίδονται μέσω του νερού, για την οσμή και την γεύση, τη διάβρωση των μετάλλων και του σκυροδέματος καθώς επίσης και για τον εντροπισμό των υδάτινων οικοσυστημάτων (Μήτρακας, 2001).

Βακτήρια: είναι προκαρυωτικοί μονοκύτταροι οργανισμοί, η δυαδική διάσωση για την αναπαραγωγή τους χρειάζεται περίπου 20 λεπτά. Υπεύθυνα είναι τα βακτήρια για τυφοειδής πυρετός, η δυσεντερία, η γαστρεντερίτιδα, η μολυσματική ηπατίτιδα και η χολέρα.

Οι μύκητες: είναι χημειοετερότροφοι αερόβιοι πολυκυτταρικοί μικροοργανισμοί περισσότερο ανθεκτικοί σε όξινες συνθήκες και ξηρότερο περιβάλλον από τα βακτήρια. Είναι υπεύθυνοι για πολλές ασθένειες και τα είδη τους αναλογούν περίπου στα 100.000. Πολλές φορές επηρεάζουν την οσμή και την γεύση του πόσιμου νερού.

Ιοί: μεταδίδονται υδατογενώς και πολλαπλασιάζονται στο έντερο του ανθρώπου και σε μεγάλο βαθμό αποβάλλονται από τα κόπρανα. Είναι σε θέση να επιβιώσουν στο νερό για μεγάλο χρονικό διάστημα. Λόγω του μεγέθους τους, απομακρύνονται πολύ δύσκολα από τα νερά, είναι πολύ ανθεκτικοί στις συνήθεις μεθόδους απολύμανσης των νερών.

Τα φύκια: καταναλώνουν διοξείδιο του άνθρακα, αμμωνία και φώσφορο για την παραγωγή νέων κυττάρων και οξυγόνου. Στο γλυκό νερό οι σχηματισμοί τους είναι συνήθως μικροσκοπικοί, σε αντίθεση με τα αλατούχα νερά στα οποία μπορούν να αναπτυχθούν σε πολύ μεγάλα μεγέθη. Η παρουσία φυκιών στο νερό παρουσιάζει ενδιαφέρον λόγω της επίδρασής τους στην παρουσία του διαλυμένου οξυγόνου και της έντονης οσμής και γεύσης που δίνουν στο νερό.

Τα πρωτόζωα: είναι μικροοργανισμοί πολύ μικρού μεγέθους και η αναπαραγωγή τους γίνεται με την δυαδική διαδικασία. Η τροφή του κυρίως αποτελείται από οργανικές ουσίες ή ακόμα και άλλους μικροοργανισμούς, κυρίως βακτήρια. Πολλά πρωτόζωα παρασιτούν στον άνθρωπο και μεταδίδονται με το μολυσμένο νερό.

Οι έλμινθες (σκώληκες και κάμπιες): η κατοικία τους βρίσκεται στα βάθη της θάλασσας. Σημαντικό ρόλο παίζουν στον καθαρισμό των νερών καθώς μπορούν και διασπούν οργανικές ενώσεις. Έχουν μεγάλη ευαισθησία στις περιβαλλοντικές αλλαγές.

Τα μαλακόστρακα: είναι πολυκύτταροι μικροοργανισμοί οι οποίοι έχουν σκληρό κέλυφος και ελαστικό σώμα στο εσωτερικό (Figueras, M. & Borrego, J. J. 2010). Υπάρχουν περιπτώσεις που λόγω μεγέθους να είναι ευδιάκριτοι και με γυμνό μάτι. Επίσης, είναι πολύ ευαίσθητα στις περιβαλλοντικές αλλαγές και είναι η τροφή των ψαριών.

1.6 Παράγοντες μόλυνσης πόσιμου νερού

Κατά την επεξεργασία του πόσιμου νερού μπορούν να προκύψουν κάποια προβλήματα όπου μπορούν να οδηγήσουν τόσο στην χαμηλή ποιότητα αλλά και ασφάλεια του νερού. Στόχος είναι η επίτευξη της επιθυμητής ποιότητας του νερού μέσα από τις διεργασίες όπου επιλέγονται, για την διασφάλιση της δημόσιας υγείας, προβλήματα και αστοχίες στην εγκατάσταση επεξεργασίας νερού μπορούν να υπονομεύσουν την ικανότητα του συστήματος παροχής να προσφέρει πόσιμο νερό, το οποίο συμμορφώνεται με τις νομοθετικές απαιτήσεις. Ένα από τα κύρια προβλήματα που μπορεί να οδηγήσει η μη σωστή επεξεργασία πόσιμου νερού είναι η επιδημική μετάδοση νοσημάτων μέσω του

νερού λόγω καιρικών συνθηκών και της μη σωστής διεργασίας απολύμανσης (Figueras, M. & Borrego, J. J. 2010).

Προβλήματα μπορούν να δημιουργηθούν σε διάφορα στάδια επεξεργασίας και να γίνει επιμόλυνση του πόσιμου νερού. Τέτοια αναφέρονται παρακάτω (Davison A, 2005):

- ✓ Διακυμάνσεις της ροής εισόδου (παροχή ανεπεξεργαστου νερού εκτός των ορίων σχεδιασμού).
- ✓ Ακατάλληλες ή ανεπαρκείς διεργασίες επεξεργασίας, συμπεριλαμβανομένης και της απολύμανσης.
- ✓ Ανεπαρκής εφεδρεία (υποδομής, ανθρώπινων πόρων).
- ✓ Αστοχία του συστήματος ελέγχου και δυσλειτουργία ή ελλιπής αξιοπιστία του εξοπλισμού.
- ✓ Χρήση μη εγκεκριμένων ή μη καθαρών χημικών και υλικών κατά την επεξεργασία.
- ✓ Λανθασμένη δοσομέτρηση των χημικών πρόσθετων.
- ✓ Ανεπαρκής ανάμιξη των χρησιμοποιούμενων χημικών.
- ✓ Αστοχία του συστήματος ειδοποίησης έκτακτων περιστατικών και του εξοπλισμού παρακολούθησης.
- ✓ Διακοπές στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας.
- ✓ Φυσικές καταστροφές.

Για να λειτουργήσει σωστά η επεξεργασία πόσιμου νερού ρόλο παίζει τόσο ο σχεδιασμός αλλά και η λειτουργία της. Κατά συνέπεια, μεταβολές τόσο στις συνθήκες υγιεινής της εγκατάστασης, όσο και στην ποσότητα εισόδου στην εγκατάσταση μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στη λειτουργία της εγκατάστασης, να υποβαθμίσουν την ποιότητα του πόσιμου νερού και να προκαλέσουν κίνδυνο για την υγεία των καταναλωτών (WHO, 2009). Για παράδειγμα, η περιοδική υψηλή θολότητα του νερού της πηγής μπορεί να κατακλύσει τις διεργασίες επεξεργασίας, επιτρέποντας την ύπαρξη παθογόνων μικροοργανισμών στο επεξεργασμένο νερό και στο σύστημα διανομής. Προβλήματα στην εγκατάσταση μπορούν περιλαμβάνουν διακοπές παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, βλάβες του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού, ανεπάρκεια εφεδρικών συστημάτων κ.α. Στις διεργασίες επεξεργασίας κατά τις οποίες είναι απαραίτητη η χρήση χημικών πρόσθετων, όπως για παράδειγμα η κροκίδωση-συσσωμάτωση-καθίζηση και η απολύμανση, προβλήματα μπορούν να προκύψουν εξαιτίας της λανθασμένης δοσομέτρησης των χημικών, της ανεπαρκούς ανάμιξης αυτών, της χρήσης ακατάλληλων χημικών, καθώς επίσης και της ύπαρξης προσμίξεων στα χρησιμοποιούμενα χημικά, οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα και την ασφάλεια του νερού για τον καταναλωτή. Για παράδειγμα μια πιθανή αστοχία στη διεργασία της κροκίδωσης, θα επηρεάσει επίσης την απόδοση των μονάδων διύλισης, επιδρώντας έμμεσα στην απόδοση της διεργασίας απολύμανσης (WHO, 2008).

Επιπρόσθετα, η λανθασμένη δοσομέτρηση απολυμαντικού μέσου και η εφαρμογή χαμηλών χρόνων επαφής κατά τη διεργασία της απολύμανσης θα έχει ως αποτέλεσμα την είσοδο αυξημένου μικροβιακού φορτίου στο δίκτυο διανομής. Ειδικά κατά τη χλωρίωση, ιδιαίτερη σημασία θα πρέπει να δίνεται επίσης στην απαιτούμενη συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου στο επεξεργασμένο νερό, καθώς σε διαφορετική περίπτωση είναι πιθανή η ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών στο δίκτυο διανομής. Επιπρόσθετα, οι χημικές ενώσεις που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία νερού, αλλά και άλλες που μεταναστεύουν από τα υλικά που βρίσκονται σε επαφή με το πόσιμο νερό, μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση των ρυπαντών στο τελικό πόσιμο νερό. Οι ενώσεις που προστίθενται κατά την επεξεργασία του πόσιμου νερού μπορεί να παραμείνουν και στο τελικό προϊόν (π.χ. άλατα, υπολείμματα κροκιδωτικών κ.λπ.), το νερό δηλαδή που παρέχεται στον τελικό καταναλωτή. Μεταξύ αυτών, ορισμένες ενώσεις, όπως τα παραπροϊόντα της χλωρίωσης είναι επικίνδυνα για την υγεία των καταναλωτών. Για το λόγο αυτό είναι σημαντική η βελτιστοποίηση των διεργασιών επεξεργασίας και η διατήρηση της αξιοπιστίας αυτών, ώστε να είναι δυνατός ο έλεγχος των υπολειμματικών συγκεντρώσεων χημικών της επεξεργασίας και του σχηματισμού παραπροϊόντων κατά τις διεργασίες απολύμανσης (Disinfection By-Products, DBPs). Ομοίως, είναι απαραίτητη η συστηματική παρακολούθηση της εγκατάστασης επεξεργασίας νερού μέσω συστήματος ελέγχου και σήμανσης για έκτακτα περιστατικά. Τέλος, αστοχία του μετρητικού εξοπλισμού και του συστήματος παρακολούθησης μπορεί να οδηγήσει σε μη έγκαιρη διάγνωση προβλημάτων λειτουργίας της εγκατάστασης επεξεργασίας πόσιμου νερού με αποτέλεσμα την παροχή νερού εκτός προδιαγραφών, το οποίο είναι δυνατό να θέσει σε κίνδυνο την υγεία των καταναλωτών.

1.7 Ακραία καιρικά φαινόμενα & εμφάνιση υδατογενών ασθενειών

Είναι γεγονός ότι τον 21ο αιώνα παρατηρούμε έντονα καιρικά φαινόμενα, κύματα καύσωνα, έντονες βροχοπτώσεις και τροπικοί καύσωνες. Τα φαινόμενα αυτά έχουν έντονο αντίκτυπο στην υγεία του ανθρώπου. Παρατηρούμε ότι είναι και δύσκολη η αντιμετώπιση αυτών των φαινομένων λόγω ότι δεν είναι συνηθισμένοι σε αυτά. Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα και τα φαινόμενα αυτά παρουσιάζονται όλο και πιο συχνά αρχίζει να υπάρχει μία προσαρμογή. Η κατανόηση των κινδύνων όπου μπορούν να επιφέρουν αυτά τα φαινόμενα είναι σημαντική, δεδομένου ότι η μελλοντική συχνότητα και ένταση θα είναι αρκετά μεταβλητή (Contia et al, 2005).

Όλα αυτά επιφέρουν αρνητικά αποτελέσματα και στην ποιότητα του πόσιμου νερού οδηγώντας σε λοιμώξεις. Οι έντονες βροχοπτώσεις διευκολύνουν την είσοδο ανθρώπινων λυμάτων και των ζωικών αποβλήτων στις πλωτές οδούς και στο πόσιμο νερό, ενισχύοντας τις ασθένειες που μεταφέρονται μέσω του νερού. Σε παγκόσμιο επίπεδο η συνέπειες της ξηρασίας είναι σημαντικότερες εξαιτίας της περιφερειακής έκτασης. Οι πλημμύρες είναι ένα φαινόμενο όπου επιφέρει πολλά προβλήματα, καθώς οδηγούν στην απελευθέρωση επικίνδυνων χημικών στο περιβάλλον πχ φυτοφάρμακα. Άρα ευνοούν την εκδήλωση ασθενειών όπου προκαλούνται από μολυσμένο νερό. Για παράδειγμα στην Ασία και στην Αφρική μετά από πλημμύρες αυξάνονται τα κρούσματα χολέρας και Ηπατίτιδας Α που προκαλείται από μολυσμένο νερό και επαφή με τα νερά πλημμυρών. Οι βροχοπτώσεις μπορούν να μεταβάλουν τη μεταφορά και τη διάδοση μικροβιακών παθογόνων και η θερμοκρασία μπορεί να συμβάλλει στην επιβίωση και την ανάπτυξη τους (United Nations & WHO, 2003).

Λόγω των ακραίων καιρικών φαινομένων όπως προαναφέραμε θα έχουμε ποιοτική έλλειψη νερού, δηλαδή θα είναι ακατάλληλο το πόσιμο νερό (Bronstert., 2003). Η ποιότητα μπορεί να αλλοιωθεί από οργανοληπτικούς, χημικούς ή μικροβιακούς παράγοντες. Οι πιο σημαντικές ρύπανσης του νερού είναι τα βιομηχανικά απόβλητα, τα φυτοφάρμακα και τα λιπάσματα από τη γεωργία. Από την βιομηχανία, σημαντικοί στους χημικούς ρύπους είναι τα μέταλλα, οι όξινες ουσίες από τους υδροφόρους ορίζοντες, τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων από τη γεωργία και η θολότητα από την ανθρωπογενούς προέλευσης διάβρωση. Με την αυξημένη θέρμανση οι μικροοργανισμοί μπορούν και μεταναστεύουν στο πόσιμο νερό και έτσι υποβαθμίζουν την ποιότητα του (United Nations & WHO, 2003). Επίσης τα βακτήρια λόγω θερμοκρασίας είναι σε θέση να εισχωρήσουν στα κατώτερα στρώματα του εδάφους. Έτσι τα παθογόνα μπορεί να είναι σε θέση λόγω της εύκολης εισροής στο έδαφος να αποκτήσουν πρόσβαση στα υπόγεια ύδατα και έτσι ο κίνδυνος μόλυνσης στο πόσιμο νερό στις βιομηχανικές χώρες είναι αυξημένος. Τέλος ένα ακόμη πρόβλημα όπου δημιουργείται από τη θερμοκρασία αν θέλουμε να πάρουμε επιφανειακά νερά ως πόσιμα είναι τα κυανοβακτήρια. Τα κυανοβακτήρια είναι σε θέση να σχηματίζουν τοξικές ουσίες όπου περιορίζουν την χρήση ως πόσιμο νερό και αυξάνουν ταυτόχρονα και το κόστος της επεξεργασίας τους. Επίσης, η τοξίνη όπου παράγεται διαλύεται στο νερό οπότε και δεν μπορεί να γίνει ο διαχωρισμός της με την χρήση της διήθησης, οπότε προκύπτει ένας νέος κίνδυνος (Thapar, 2004).

1.8 Επιδημιολογικά δεδομένα

Στην Ελλάδα, από το έτος 2004 υπάρχουν δημοσιευμένα δεδομένα σχετικά με τις συρροές κρουσμάτων υδατογενών νοσημάτων μέσω του συστήματος υποχρεωτικής δήλωσης νοσημάτων (ΣΥΔΝ) (ΕΟΔΥ, 2021). Σε γενικό σύνολο, στην Ελλάδα από το 2004 έως το 2021 έχουν δημοσιευτεί δεδομένα για 32 επιδημίες σχετιζόμενες σε κατανάλωση νερού από δημόσιο σύστημα ύδρευσης. Συγκεκριμένα, από την αρχή του 2004 έκαναν την εμφάνιση αρκετά κρούσματα στην Χίο, το νερό ύδρευσης κρίθηκε αυστηρώς ακατάλληλο για πόση και μέσα από ειδικούς ελέγχους διαπιστώθηκε υψηλή περιεκτικότητα υδραργύρου (άκρως επικίνδυνο τόσο για το κεντρικό νευρικό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού όσο για νεφροπάθειες). Η πλειοψηφία των πηγών όπου λάμβαναν το νερό είχα ρυπανθεί από αστικά απόβλητα, τις αποχετεύσεις και άλλες μολυσματικές ουσίες. Επιπρόσθετα, να γίνει αναφορά ότι στην Ελλάδα σε πολλές περιοχές δεν υπάρχουν συστήματα επεξεργασίας των αποβλήτων σε χωματερές ως εκ τούτου όλα τα απορρίμματα να εκχύνονται στα ύδατα.

Το 2006 με κέντρο αναφοράς την πόλη της Ξάνθης. Συγκεκριμένα έγινε απομόνωση του *Norovirus* σε δείγματα. Τα συμπτώματα των περιστατικών ήταν όμοια με αυτά μίας ιογενούς γαστρεντερίτιδας (Vantarakis A., et al, 2011). Το 2009 στην πόλη των Χανίων έπειτα από δειγματοληψία και ανάλυση των δειγμάτων μετά από υψηλά κρούσματα, όπου χαρακτηρίστηκε και επιδημία, γαστρεντερίτιδας, αποδείχθηκε ότι η κατανάλωση νερού από το τοπικό δίκτυο ύδρευσης είχε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με το νόσημα μέσω του *Campylobacter jejuni* (Karagiannis I., et al, 2010). Τελευταία επιδημία όπου δηλώθηκε ήταν στη Ρόδο το 2010 από *Norovirus*. Από ανάλυση δειγμάτων νερού βρέθηκε *E. Coli* από το εστιατόριο και ψευδομονάδα στα δείγματα νερού από την υδροφόρα του δήμου και τη δεξαμενή του ξενοδοχείου. Αυτό το περιστατικό είχε

επίπτωση και στο τουρισμό εκείνη τη χρονιά. Το έτος 2012, στο Κιλκίς, πραγματοποιήθηκαν παράλληλες έρευνες για κρούσματα γαστρεντερίτιδας τόσο σε δημοτικό σχολείο όσο και σε νηπιαγωγείο. Βρέθηκε ότι το πόσιμο νερό από τη βρύση του δημοτικού σχολείου ήταν σημαντικός παράγοντας εκδήλωσης των συμπτωμάτων. Η υπόθεση περί μικτής (όσον αφορά τα παθογόνα), ιογενούς, υδατογενούς επιδημίας από κοινή σημειακή πηγή με δευτερογενή κρούσματα, στο δημοτικό σχολείο ήταν συμβατή με α) τη μορφή της επιδημικής καμπύλης και τα υπόλοιπα περιγραφικά δεδομένα, β) τα αποτελέσματα της πολυπαραγοντικής ανάλυσης και γ) την απομόνωση νοροϊού GI και GII σε τέσσερα κλινικά δείγματα αλλά και αδενοϊού σε τέσσερα επίσης κλινικά δείγματα, από μαθητές του δημοτικού σχολείου. Δεν κατέστη δυνατός ο έγκαιρος εργαστηριακός έλεγχος του νερού της βρύσης του σχολείου, γεγονός που πιθανότατα στέρησε από τη διερεύνηση χρήσιμες πληροφορίες. Όσον αφορά τα κρούσματα στο νηπιαγωγείο, από την βρύση του σχολείου απομονώθηκε αδενοϊός. Δεν επιβεβαιώθηκε καμία σχέση μεταξύ των δύο αυτών συμβάντων (Mellou K., et al, 2013). Την ίδια χρονιά καταγράφηκαν κρούσματα γαστρεντερίτιδας στην Ελασσόνα. Η προέλευση ήταν ιογενούς και κοινό χαρακτηριστικό σε όλους ήταν η κατανάλωση πόσιμου νερού μία εβδομάδα μετά από έντονα καιρικά φαινόμενα, ισχυρές βροχοπτώσεις, με αποτέλεσμα την θολερότητα του νερού (Mellou K., et al, 2013).

Εν κατακλείδι, είναι απαραίτητη η διερεύνηση των υδατογενών λοιμώξεων με συμπτώματα γαστρεντερίτιδας. Συχνά δεν είναι εφικτό να γίνει εργαστηριακή επιβεβαίωση του παθογόνου λόγω λήψης δειγμάτων μετά τη χλωρίωση ή της καθυστερημένης χρονικά δειγματοληψίας νερού από το πιθανό μολυσμένο δίκτυο ύδρευσης (WHO, 2019). Διερεύνηση σε επιδημιολογικό πλαίσιο μας δίνει αρκετές πληροφορίες όπως για το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά της επιδημίας αλλά και του παράγοντες κινδύνου του νοσήματος. Παρά το γεγονός, από τις 32 δηλούμενες υδατογενείς επιδημίες, σύμφωνα με στοιχεία του Εθνικού Οργανισμού Δημόσιας Υγείας (ΕΟΔΥ), για τις 8 από αυτές πραγματοποιήθηκε αναλυτική επιδημιολογική διερεύνηση (ΕΟΔΥ, 2021).

Σε παγκόσμιο επίπεδο, εκτιμάται ότι 829.000 άνθρωποι πεθαίνουν κάθε χρόνο από ασθένειες οι οποίες οφείλονται στην κατανάλωση μολυσμένου και μη ασφαλούς πόσιμου νερού (WHO, 2019).

Σε 14 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, δηλώθηκαν 354 επιδημίες, στο χρονικό διάστημα από το 2004 έως το 2007, οι οποίες σχετίζονται με την κατανάλωση μολυσμένου πόσιμου νερού. Όλες οι προαναφερθείσες χώρες διέθεταν σύστημα επιτήρησης και καταγραφής για υδάτινες εξάρσεις κρουσμάτων, βασισμένα σε νομικά πλαίσια της κάθε χώρας. Σε ποσοστό 18% των επιδημιών που διερευνούνται στην Ευρωπαϊκή Περιφέρεια του ΠΟΥ σχετίζονται με την κατανάλωση μολυσμένου νερού, ενώ 14 άνθρωποι πεθαίνουν καθημερινά από ασθένειες που οφείλονται σε κατανάλωση μολυσμένου νερού. Σύμφωνα με στοιχεία του EFSA, το έτος 2020, 9 κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης δήλωσαν 35 υδατογενείς επιδημίες.

Συγκριτικά με τις υδατογενείς επιδημίες άλλων κρατών στην Ευρώπη, η επίπτωση των επιδημιών υδατογενούς αιτιολογίας στην Ελλάδα είναι διαχρονικά σταθερή και κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα σε συμφωνία με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

2. Μεθοδολογία συστηματικής ανασκόπησης

Στην παρούσα έρευνα εφαρμόστηκε η συστηματική ανασκόπηση της επιστημονικής βιβλιογραφίας και η λεπτομερής αναζήτηση των δικτυακών τόπων βάσει κριτηρίων ένταξης και αποκλεισμού τα οποία προσδιορίστηκαν.

Στη συνέχεια αναφέρεται ο ορισμός της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης όπως έχει αποδοθεί από τους Antman το 1992 και Oxman το 1993: *«Η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι μία προσπάθεια οργάνωσης όλων των τεκμηριωμένων στοιχείων που πληρούν προκαθορισμένα επιλέξιμα κριτήρια, ώστε να απαντηθεί συγκεκριμένο ερευνητικό ερώτημα. Χρησιμοποιεί σαφή, συστηματική μεθοδολογία που εξασφαλίζει την ελαχιστοποίηση των συστηματικών λαθών και επομένως προσφέρει αξιόπιστα ευρήματα, από τα οποία μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα και να ληφθούν αποφάσεις».*

Συμπερασματικά η συστηματική ανασκόπηση είναι η αναζήτηση της βιβλιογραφίας βάσει προκαθορισμένων επιλέξιμων κριτηρίων για τις επιλεγμένες μελέτες σχετικά με τη διατύπωση του ερευνητικού ερωτήματος, παρέχοντας τη δυνατότητα της ελαχιστοποίησης των συστηματικών λαθών και στοχεύοντας στην κριτική αποτίμηση των πρωτογενών μελετών, ώστε να υπάρξει σαφή ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων τους με τη δυνατότητα αναζήτησης μελλοντικών προτάσεων και κατευθύνσεων στην έρευνα.

Παρακάτω αναφέρονται τα βήματα της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε για την εκτέλεση της συστηματικής ανασκόπησης στην παρούσα έρευνα:

- Διατύπωση του ερευνητικού ερωτήματος.
- Καθορισμός κριτηρίων ένταξης και αποκλεισμού για την αναζήτηση των σχετικών άρθρων.
- Εντοπισμός της βιβλιογραφίας με κατάλληλη στρατηγική αναζήτηση (βάσει αλγόριθμου αναζήτησης) και αναζήτηση βιβλιογραφίας σε συγκεκριμένες βάσεις δεδομένων.
- Επιλογή των κατάλληλων άρθρων από την αναζήτηση της βιβλιογραφίας βάσει των κριτηρίων ένταξης και αποκλεισμού
- Αποτίμηση της μεθοδολογικής αρτιότητας των πρωτογενών μελετών.
- Περιγραφική ανάλυση των δεδομένων από τα επιλέξιμα άρθρα τα οποία προέκυψαν από την συστηματική ανασκόπηση.
- Σύνοψη και ερμηνεία των αποτελεσμάτων, καθώς και προτάσεις για μελλοντική ερευνητική δραστηριότητα στο συγκεκριμένο πεδίο.

2.1 Διατύπωση ερευνητικής υπόθεσης

Παρακάτω διατυπώνονται τα ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία θα στοχεύσουν ως απάντηση στην παρούσα εργασία σύμφωνα με την μεθοδολογία της βιβλιογραφικής συστηματικής ανασκόπησης..

1ο ερευνητικό ερώτημα: Ποια είναι τα αίτια των εξάρσεων κρουσμάτων υδατογενούς προέλευσης στην Ελλάδα κατά τη χρονική περίοδο 2000 έως 2021;

- Το ανωτέρω ερώτημα για να απαντηθεί πρέπει να γίνει διερεύνηση των παραγόντων κινδύνων και του τρόπου μετάδοσης παθογόνων μικροοργανισμών οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την δημιουργία εξάρσεων κρουσμάτων και επιδημιών υδατογενούς προέλευσης.

2ο ερευνητικό ερώτημα: Ποιοι παθογόνοι μικροοργανισμοί ευθύνονται για τις εξάρσεις κρουσμάτων υδατογενούς προέλευσης στην Ελλάδα;

- Απάντηση στο συγκεκριμένο ερώτημα θα δοθεί από την ανασκόπηση των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών εξετάσεων ανίχνευσης των συγκεκριμένων παθογόνων μικροοργανισμών οι οποίοι προκάλεσαν εξάρσεις κρουσμάτων υδατογενούς προέλευσης.

3ο ερευνητικό ερώτημα: Ποιες είναι οι συνέπειες των εξάρσεων κρουσμάτων υδατογενούς προέλευσης;

- Στο παραπάνω ερώτημα θα πρέπει να διερευνηθούν τα ποσοστά προσβολής και τα κρούσματα των υδατογενών επιδημιών επίσης, οι ηλικιακές ομάδες οι οποίες προσβάλλονται συχνότερα από υδατογενούς προέλευσης ασθένειες και οι περιοχές της Ελλάδας στις οποίες διαπιστώθηκε αυξημένο ποσοστό αυτών των εξάρσεων, δηλαδή θα γίνει αναζήτηση του ποσοστού προσβολής των ασθενειών υδατογενούς προέλευσης.

4ο ερευνητικό ερώτημα: Ποια μέτρα λήφθηκαν για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των εξάρσεων κρουσμάτων υδατογενούς προέλευσης και επιδημιών;

- Στόχος αυτού του ερωτήματος είναι η διερεύνηση των τρόπων αντιμετώπισης και την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των εφαρμοζόμενων τρόπων αντιμετώπισης των εξάρσεων κρουσμάτων.

2.2 Στόχοι της μελέτης

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση και επανεξέταση των υδατογενών επιδημιών και εξάρσεων κρουσμάτων στην Ελλάδα οι οποίες οφείλονται σε κατανάλωση πόσιμου νερού δικτύου ύδρευσης και η μελέτη των παραγόντων κινδύνου, των παθογόνων μικροοργανισμών που ευθύνονται για τις

συγκεκριμένες υδατογενείς επιδημίες και εξάρσεις κρουσμάτων υδάτινων γαστρεντερίτιδων, καθώς και των μέτρων αντιμετώπισης σύμφωνα με την μεθοδολογία της συστηματικής ανασκόπησης.

Επίσης με τη μελέτη των κατάλληλων άρθρων που προέκυψαν από τη διαδικασία της συστηματικής ανασκόπησης ο στόχος επικεντρώθηκε στη γενίκευση των αποτελεσμάτων των μελετών μέσω: υπολογισμού του ποσοστού προσβολής (A.R) (attack rate) και την διερεύνηση των παραγόντων κινδύνου.

Εν κατακλείδι, από την αξιολόγηση και διερεύνηση των δεδομένων των μελετών, θα προκύψουν αποτελέσματα τα οποία θα οδηγήσου σε νέες κατευθυντήριες οδηγίες και μέτρα για την πρόληψη μελλοντικών υδάτινων επιδημικών εξάρσεων που οφείλονται σε κατανάλωση πόσιμου νερού ανθρώπινης κατανάλωσης προερχόμενο από δίκτυα ύδρευσης των περιοχών στην Ελλάδα .

Πίνακας 4. Στόχοι της συστηματικής ανασκόπησης.

Στόχοι της συστηματικής ανασκόπησης	
Αντικειμενικοί στόχοι	Τρόποι υλοποίησης
Εντόπιση και συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τις υδατογενής επιδημίες και εξάρσεις κρουσμάτων υδατογενούς προέλευσης στην Ελλάδα οφειλόμενες σε κατανάλωση πόσιμου νερού δικτύου ύδρευσης.	Συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας.
Διερεύνηση και εκτίμηση των παραγόντων κινδύνου.	Εντόπιση σχετικών άρθρων.
Αξιολόγηση των παθογόνων παραγόντων ως πηγή μόλυνσης βάσει των επιδημιολογικών, εργαστηριακών και κλινικών κριτηρίων.	Αξιολόγηση άρθρων.
Εκτίμηση του ποσοστού προσβολής ασθενειών οι οποίες σχετίζονται με υδατογενείς επιδημίες και εξάρσεις κρουσμάτων υδατογενούς προέλευσης.	Εξαγωγή δεδομένων.
Μέτρα αντιμετώπισης των υδατογενών επιδημιών και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας εφαρμογής αυτών των μέτρων.	Εξαγωγή συμπερασμάτων.

2.3 Στρατηγική αναζήτησης της βιβλιογραφίας

Για τον εντοπισμό των κατάλληλων άρθρων της παρούσας εργασίας έγινε αναζήτηση της βιβλιογραφίας στις ακόλουθες βάσεις δεδομένων: PUBMED και SCOPUS, και χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένοι όροι (λέξεις – κλειδιά) αναζήτησης. Η αναζήτηση των όρων πραγματοποιήθηκε στους τίτλους των άρθρων και στις περιλήψεις αυτών. Να επισημανθεί ότι τα άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν γραμμένα στην αγγλική γλώσσα και η αναφορά των άρθρων ήταν για το χρονικό διάστημα από 2000 έως 2021 (21 έτη), καθώς οι παραπάνω προϋποθέσεις συμπεριλαμβάνονται στα κριτήρια ένταξης της παρούσας εργασίας, τα οποία διατυπώνονται παρακάτω. Τέλος πραγματοποιήθηκε έλεγχος για τυχόν διπλές εγγραφές των άρθρων και σε αυτή την περίπτωση τα δημοσιευμένα άρθρα επιδέχονται ως πηγή αναφοράς τη βάση δεδομένων του PubMed στη παρούσα εργασία. Επιπλέον αναζήτηση άρθρων πραγματοποιήθηκε στην ιστοσελίδα του ECDC και του ΕΟΔΥ.

2.4 Αναζήτηση με λέξεις κλειδιά

Οι λέξεις κλειδιά της εργασίας οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση των κατάλληλων άρθρων της βιβλιογραφίας ήταν οι εξής: "Ασθένειες υδατογενούς προέλευσης" και "Αιτιολογικός παράγοντας" και "Τόπος" και "Επιδημία – Εξάρσεις κρουσμάτων". Στον πίνακα 5. παρουσιάζονται οι λέξεις κλειδιά, συνώνυμες ή με παρόμοια σημασία. Έπειτα αναγράφεται η ακριβής σύνταξη των λέξεων κλειδιών η οποία χρησιμοποιήθηκε για την αναζήτηση των άρθρων στις βάσεις δεδομένων.

Πίνακας 5. Όροι αναζήτησης (λέξεις κλειδιά) της βιβλιογραφίας.

Όροι αναζήτησης βιβλιογραφίας και διατύπωσης.			
Ασθένειες υδατογενούς προέλευσης	Αιτιολογικός παράγοντας	Τόπος	Επιδημία Εξάρσεις κρουσμάτων
waterborne enteritis diarrhea diarrhea gastroenteritis	norovirus campylobacter spp. E.coli drinking water	Greece Greek	Epidemic outbreak cases disease cluster

(waterborne OR gastroenteritis OR diarrhea OR diarrhoea OR enteritis) AND (epidemic OR outbreak OR disease OR case OR cluster) AND (Greece OR Greek) AND (norovirus OR campylobacter spp. OR E.coli) AND drinking water

2.5 Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού

Πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος των τίτλων των άρθρων μετά την αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων (PUBMED και SCOPUS) με αποτέλεσμα να αποκλειστούν και να απορριφθούν εκείνα τα οποία δεν ήταν σχετικά με το θέμα της εργασίας. Έπειτα έγινε επανεξέταση των περιλήψεων των υπόλοιπων άρθρων σύμφωνα με τα κριτήρια ένταξης. Σε περίπτωση που δεν ήταν σαφές από την ανάγνωση των περιλήψεων αν πληρούνται τα κριτήρια ένταξης, έγινε ανάκτηση του πλήρους κειμένου για περαιτέρω μελέτη και αξιολόγηση. Επιπλέον πραγματοποιήθηκε έλεγχος των περιλήψεων για αναφορά ίδιων περιπτώσεων και στη διαπίστωση των διπλοεγγραφών το άρθρο αποκλειόταν. Τέλος έγινε η τελική συλλογή και αξιολόγηση των άρθρων που πληρούσαν επαρκώς τα κριτήρια ένταξης στην παρούσα μελέτη.

Κριτήρια ένταξης

Τα κριτήρια ένταξης των άρθρων τα οποία συμπεριλήφθηκαν στην εργασία θα πρέπει να πληρούν τα παρακάτω κριτήρια:

- Ήταν δημοσιευμένα άρθρα σε επιστημονικά περιοδικά ή εφημερίδες ή στο διαδίκτυο από διεθνείς οργανισμούς, τα οποία να αναφέρονται σε υδατογενείς επιδημίες ή εξάρσεις κρουσμάτων.
- Η αναφορά των υδατογενών επιδημιών ή των κρουσμάτων να είναι αποκλειστικά στην Ελλάδα.
- Το χρονικό εύρος να είναι από 01/01/2000 έως 31/12/2021.
- Η γλώσσα αναζήτησης των άρθρων ήταν η αγγλική ή η Ελληνική.
- Άρθρα με αναφορά σε τρόπους μετάδοσης ασθενειών υδατογενής προέλευσης.
- Άρθρα τα οποία αναφέρονται σε μέτρα αντιμετώπισης υδατογενών κρουσμάτων.

- Αναφερόμενα άρθρα σε μελέτες παρατήρησης, μελέτες πασχόντων μαρτύρων και μελέτες σειράς.
- Κλινικά κριτήρια: Κάθε άτομο το οποίο παρουσιάζει συμπτώματα γαστρεντερίτιδας (έμετο, διάρροια, ναυτία, πυρετό, πονοκέφαλο κ.α.) και η συμπτωματολογία σχετίζεται με την κατανάλωση πόσιμου νερού.
- Εργαστηριακά κριτήρια: Κάθε ξέσπασμα οξείας γαστρεντερίτιδας προσδιορίζεται εργαστηριακά επιβεβαιωμένο όταν οφείλεται σε βακτήριο, ιό ή παράσιτο και τα δείγματα κοπράνων των ασθενών είναι θετικά στους ανωτέρω παθογόνους μικροοργανισμούς με τη χρήση της μεθόδου RT-PCR.
- Επιδημιολογικά κριτήρια:

Υδάτινη έξαρση κρουσμάτων (outbreak): δύο ή περισσότερες περιπτώσεις οι οποίες συνδέονται επιδημιολογικά με κοινή πηγή μετάδοσης (νερού), με ή χωρίς μικροβιολογικά κριτήρια, και για την οποία έχουν εφαρμοστεί μέτρα ελέγχου.

Για να χαρακτηριστεί μια κατάσταση ως υδατογενή επιδημική έξαρση (Waterborne Disease Outbreak - WBDO) θα πρέπει να πληροί δύο κριτήρια:

1ο κριτήριο: δύο ή περισσότερα άτομα θα πρέπει να εκδηλώσουν παρόμοια συμπτωματολογία μετά από κατανάλωση πόσιμου ύδατος ή μετά από έκθεση σε ύδατα αναψυχής.

2ο κριτήριο: Να υπάρχει επιδημιολογική ένδειξη ή απόδειξη ότι το νερό αποτελεί την πιθανή πηγή της νοσηρότητας (CDC, 2015).

Κριτήρια αποκλεισμού

Τα κριτήρια αποκλεισμού των μη αποδεκτών άρθρων ήταν τα παρακάτω:

- Άρθρα τα οποία δεν καλύπτουν το χρονικό εύρος περιόδου από 01/01/2000 έως 31/12/2021.
- Άρθρα τα οποία δεν αναφέρονται σε υδατογενείς επιδημίες στην Ελλάδα.
- Άρθρα των οποίων το πλήρες κείμενο δεν είναι διαθέσιμο στην αγγλική ή στην Ελληνική γλώσσα.
- Άρθρα τα οποία δεν διαθέτουν αριθμό νοσούντων και ποσοστό προσβολής.

- Άρθρα τα οποία δεν αναφέρονται σε τρόπους μετάδοσης και μέτρα αντιμετώπισης επιδημιών με υδατογενή προέλευση.
- Άρθρα τα οποία η πρόκληση της υδατινής ασθένειας δεν προερχόταν από την κατανάλωση πόσιμου νερού.

2.6 Ανάλυση της βιβλιογραφίας

Η εξαγωγή των δεδομένων από τα κατάλληλα άρθρα πραγματοποιήθηκε βασισμένη σε συγκεκριμένα ερωτήματα. Από κάθε άρθρο που αναφερόταν σε έξαρση κρουσμάτων υδατογενούς προέλευσης με την κατανάλωση πόσιμου νερού στην Ελλάδα κατά το χρονικό εύρος 2000 έως 2021, εξήχθησαν οι πληροφορίες οι οποίες αφορούσαν: την γεωγραφική περιοχή και την χρονική περίοδο καταγραφής των κρουσμάτων. Στη συνέχεια έγινε αναζήτηση, ο αιτιολογικός παράγοντας της έξαρσης κρουσμάτων, διερευνώντας τον με τις μεθόδους μικροβιολογικής ανάλυσης των δειγμάτων που συλλέχθηκαν σε κάθε μελέτη ενώ συγχρόνως έγινε καταγραφή του υπεύθυνου παθογόνου μικροοργανισμού για κάθε έξαρση κρουσμάτων. Στις περισσότερες μελέτες ο αιτιολογικός παράγοντας ήταν διάφορα στελέχη νοορίων, χωρίς όμως να αποκλείονται και άλλα παθογόνα όπως: *campylobacter jejuni*, *campylobacter spp*, *salmonella spp*. και ροταϊοί. Επιπλέον καταγράφηκε ο ορισμός της έξαρσης κρουσμάτων όπως τον ανέφερε ο κάθε ερευνητής στην μελέτη του. Έπειτα αξιολογήθηκε η επιδημιολογική διερεύνηση ως προς δυο στοιχεία: το ποσοστό προσβολής των πρωτογενών κρουσμάτων και το ποσοστό προσβολής των δευτερογενών κρουσμάτων, καθώς και τον τύπο της μελέτης που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε περίπτωση. Υπήρχαν άρθρα στα οποία διενεργήθηκαν ταυτόχρονα δυο είδη μελετών. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα πρωτογενή και δευτερογενή κρούσματα είχαν άμεση συσχέτιση με τον τρόπο μετάδοσης, εφόσον τα πρωτογενή κρούσματα των εξάρσεων θεωρήθηκαν τα κρούσματα όπου η μετάδοση πραγματοποιήθηκε υδατογενώς όταν ως αιτιολογικός παράγοντας ήταν το πόσιμο νερό ενώ τα δευτερογενή κρούσματα αναφερόταν στην μετάδοση από άτομο σε άτομο. Επιπρόσθετα η επιδημιολογική καμπύλη αποτέλεσε πηγή πληροφοριών για την εξαγωγή των δεδομένων της κάθε μελέτης. Να σημειωθεί ότι έγινε καταγραφή των παραγόντων κινδύνων, οι οποίοι ήταν και τα αίτια των εξάρσεων κρουσμάτων των εκάστων περιοχών, όπου σε κάποιες μελέτες συμπεριλαμβανόταν μια ευρύτερη περιοχή με αρκετά μεγάλο αριθμό εκτεθειμένου πληθυσμού και σε κάποιες άλλες ο εκτεθειμένος πληθυσμός ήταν πιο περιορισμένος καθώς και ο αριθμός των περιπτώσεων. Κατά την διερεύνηση των μελετών, διαπιστώθηκε έξαρση κρουσμάτων υδατογενούς προέλευσης στην ίδια γεωγραφική περιοχή μετά από μικρό χρονικό διάστημα περίπου ενός έτους. Ο αιτιολογικός παράγοντας των συγκεκριμένων περιπτώσεων κρουσμάτων διερευνήθηκε από τους μελετητές και διαπιστώθηκε ότι ήταν ο ίδιος. Το συμπέρασμα ήταν ότι τα μέτρα αντιμετώπισης της πρώτης περίπτωσης έξαρσης κρουσμάτων δεν ήταν αποτελεσματικά. Τέλος στην παρούσα μελέτη καταγράφηκαν τα μέτρα αντιμετώπισης που ελήφθησαν μετά από κάθε έξαρση κρουσμάτων υδατογενούς προέλευσης σε περιοχές της Ελλάδας και πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παραπάνω μέτρων, όπως επίσης καταγράφηκαν και προληπτικά μέτρα τα οποία σε κάποιες μελέτες είχαν ληφθεί πριν την έναρξη έξαρσης των κρουσμάτων. Τα μέτρα

αντιμετώπισης σε κάθε μελέτη προσδιορίστηκαν βάσει των περιβαλλοντικών ερευνών που διενεργήθηκαν στην περιοχή για τον εντοπισμό του αιτιολογικού παράγοντα της κάθε υδατογενούς εξάρσης κρουσμάτων.

3. Αποτελέσματα

3.1 Επιλογή δημοσιευμένων άρθρων

Η αναζήτηση της διαδικασίας της συστηματικής ανασκόπησης των υδατογενών εξάρσεων κρουσμάτων στην Ελλάδα από το 2000 έως το 2021, κατέληξε σε ένα μικρό αριθμό 8 άρθρων. Τα 7 άρθρα εντοπίστηκαν από το PubMed και μόνο 1 άρθρο από το Scopus. Παρακάτω γίνεται εκτενής περιγραφή της διαδικασίας αναζήτησης και εύρεσης των κατάλληλων άρθρων της μελέτης.

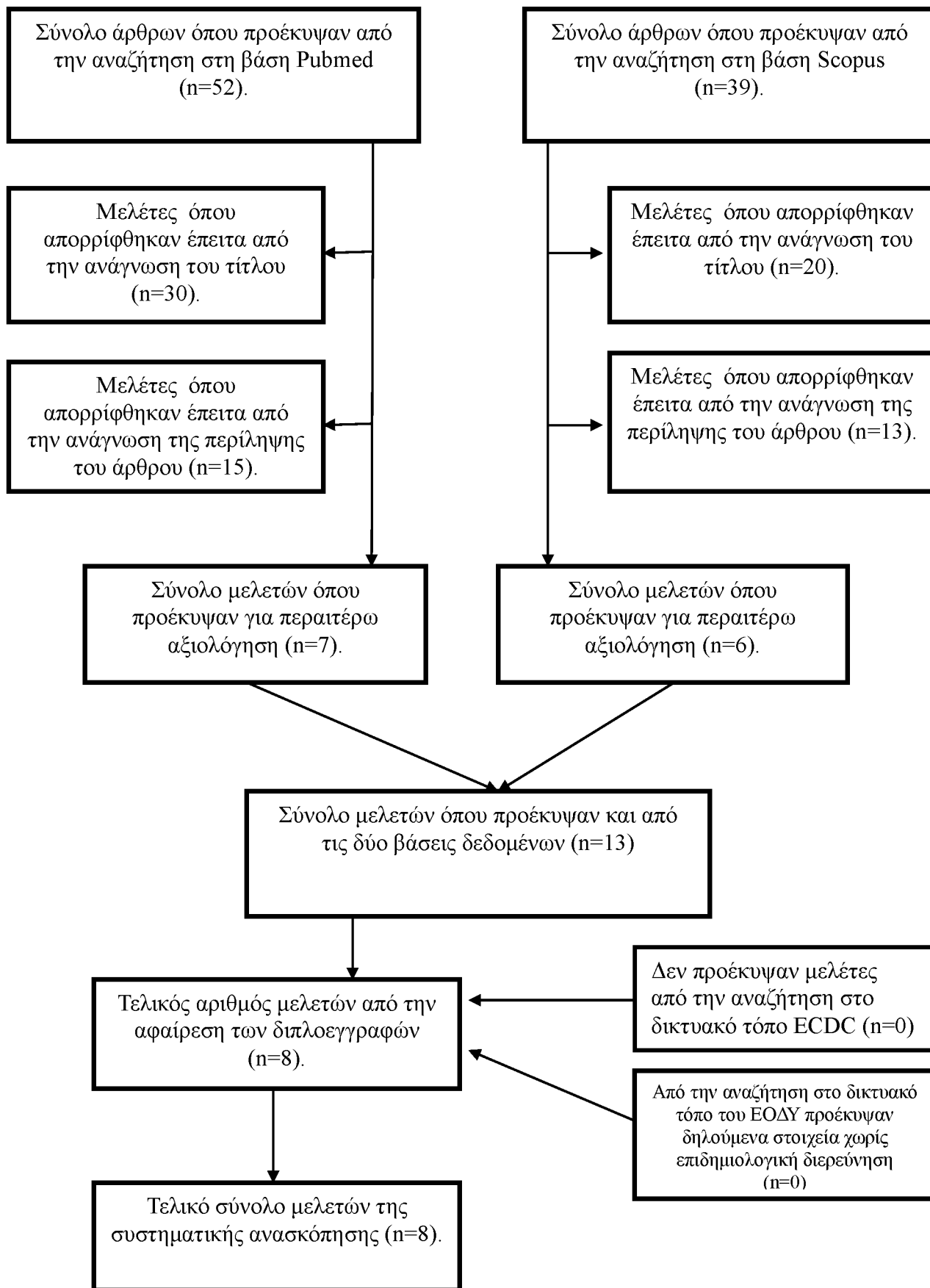
Από την αναζήτηση στη βάση δεδομένων του Pubmed βρέθηκαν συνολικά 52 άρθρα εκ των οποίων τα 7 τελικά ήταν αποδεκτά. Από τα υπόλοιπα 45 άρθρα, τα οποία δεν συμπεριλήφθησαν στην μελέτη, 2 άρθρα ανέλυαν μοριακά επιδημιολογικά αποτελέσματα νοροϊών σε παιδιά της Βόρειας και Νότιας Ελλάδας, παρέχοντας πληροφορίες για την επιδημιολογία και τη γενετική ποικιλομορφία των νοροϊών στην Ελλάδα, συμπεραίνοντας ότι πολλά και διάφορα στελέχη νοροϊών που εντοπίζονται στη χώρα έχουν την δυνατότητα να προκαλέσουν σποραδικά κρούσματα ή εξάρσεις γαστρεντερίτιδας, 1 άρθρο ήταν μια πενταετή μελέτη των βακτηριακών παθογόνων που σχετίζονται με την οξεία διάρροια στην περιοχή της Κρήτης και με την αντοχή τους στα αντιβιοτικά. Ακόμη, 1 άρθρο ήταν μια μελέτη περίπτωσης όπου αξιολογούνταν η ποιότητα των θαλάσσιων και τρεχούμενων επιφανειακών υδάτων στην Βόρειο-Δυτική Ελλάδα, από το οποίο αντλήθηκαν σημαντικές πληροφορίες όσον αφορά την αξιολόγηση του κινδύνου υδατοφερόμενων ιογενών λοιμώξεων για την προστασία της δημόσιας υγείας. Αποκλεισμένο άρθρο από την μελέτη ήταν και μία προοπτική μελέτη η οποία αφορούσε τη λοίμωξη από νοροϊό σε παιδιά τα οποία εκδήλωσαν οξεία γαστρεντερίτιδα στη Ελλάδα, όπως ακόμη ένα άρθρο αναφερόμενο στο παθογόνο E.coli στο οποίο οφείλεται και το μεγαλύτερο ποσοστό προσβολής γαστρεντερίτιδας στα παιδιά καθότι δεν πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης. Στη συνέχεια στα αποκλειόμενα άρθρα συμπεριλήφθηκε 1 άρθρο αναφερόμενο σε εστίες γαστρεντερίτιδας σε κρουαζιερόπλοια, τονίζοντας τους παράγοντες που συμβάλλουν στην έγκυρη ανίχνευση των κρουσμάτων σε χώρους όπως είναι ένα κρουαζιερόπλοιο, το οποίο δίκαια μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια πλωτή συνοικία. Αποκλειόμενο άρθρο ήταν και μια μελέτη αναφοράς σε ένα ξέσπασμα ιογενών εστιών γαστρεντερίτιδας σε νοσοκομείο της Αθήνας κατά το χρονικό διάστημα του Ιανουαρίου με Φεβρουαρίου του 2012, όπου η μετάδοση οφείλονταν από άνθρωπο σε άνθρωπο, καθώς και ένα ακόμα άρθρο όπου αξιολογούσε τον αποτελεσματικό έλεγχο επιδημίας οξείας γαστρεντερίτιδας λόγω λοίμωξης από νοροϊό σε νοσοκομείο της Αθήνας, το Απρίλιο του 2011. Από την παρούσα μελέτη αποκλείστηκαν ακόμη άρθρα που αφορούσαν ξέσπασμα γαστρεντερίτιδας όπου συνδέεται με την κατανάλωση θαλασσινών τροφίμων (ψάρια, μαλάκια) σε ένα νησί του Β. Αιγαίου το 2010 και ένα ακόμα αναφερόμενο σε παράγοντες εμφάνισης τροφιμογενούς γαστρεντερίτιδας. Τέλος αρκετά ήταν τα άρθρα που αποκλείστηκαν διότι αναφερόταν στη διαχείριση και διερεύνηση ιογενών

γαστρεντερίτιδων και τα οποία δεν πληρούσαν τα κατάλληλα κριτήρια ένταξης στην παρούσα μελέτη.

Στη βάση δεδομένων του SCOPUS εντοπίστηκαν 39 άρθρα από τα οποία τα 6 πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης όπως έχουν οριστεί για την εργασία. Από τα 6 άρθρα που εντοπίστηκαν από την αναζήτηση στην παραπάνω βάση δεδομένων και θεωρήθηκαν σχετικά, τα 5 άρθρα δεν συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα εργασία, λόγω ότι ήταν ίδια με εκείνα από την αναζήτηση στη βάση δεδομένων του PUBMED. Από τα υπόλοιπα αποκλεισμένα 33 άρθρα, τα 25 άρθρα ήταν ίδια με τα άρθρα που εντοπίστηκαν από την αναζήτηση στη βάση δεδομένων του PUBMED και είχαν ήδη απορριφθεί επειδή δεν πληρούσαν τα κατάλληλα κριτήρια ένταξης. Από τα 8 απομείναντα άρθρα, τα 2 άρθρα αποκλείστηκαν διότι το ένα ήταν μια προοπτική μελέτη διερεύνησης των παραγόντων κινδύνων για σποραδικές λοιμώξεις, λόγω του παθογόνου *campylobacter jejuni*, σε παιδιά ηλικίας <15 ετών και η επιλογή των ομάδων της μελέτης έλαβε χώρα από τα μητρώα των παιδιατρικών νοσοκομείων της περιοχής της Αττικής, ενώ το δεύτερο άρθρο αφορούσε μελέτη η οποία πραγματοποιήθηκε σε νοσηλευόμενα παιδιά από οξεία γαστρεντερίτιδα με σκοπό τη διερεύνηση ικών παραγόντων ως αιτία της γαστρεντερίτιδας σε περιοχή της Βορειοδυτικής Ελλάδας. Ακόμη 2 άρθρα ήταν συστηματικές ανασκοπήσεις όπου το ένα αναφερόταν στην ανάπτυξη μεθόδων ποσοτικού προσδιορισμού των επιπτώσεων του καιρικών συνθηκών και του κλίματος στις ασθένειες που σχετίζονται με το νερό και το δεύτερο στην αντοχή της *legionella pneumophila* στα αντιβιοτικά, σε κλινικά και υδάτινα απομονωθέντα στελέχη. Επιπλέον 2 άρθρα απορρίφθηκαν καθώς αφορούσαν την επιτήρηση των τροφιμογενών και υδάτινων ασθενειών στην Ευρώπη. Ένα άρθρο δεν συμπεριλήφθηκε στην μελέτη διότι αναφερόταν στον αποτελεσματικό έλεγχο εστίας οξείας γαστρεντερίτιδας λόγω μόλυνσης από νοροϊό σε θάλαμο ενός νοσοκομείου της Αθήνας τον Απρίλιο του 2011. Τέλος ένα άρθρο αποκλείστηκε εφόσον αφορούσε την απομόνωση ενός αναδυόμενου παθογόνου παράγοντα (*Elizabethkingia anophageles*) όπου αναφερόταν για πρώτη φορά δε ένα νοσοκομείο στην Ελλάδα.

Ακόμη, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στο δικτυακό τόπο του ECDC, κατά την οποία δεν εντοπίστηκαν μελέτες οι οποίες να αναφέρονται σε εξάρσεις κρουσμάτων υδατογενούς προέλευσης από την κατανάλωση πόσιμου νερού στην Ελλάδα.

Τέλος, έπειτα από αναζήτηση στην ιστοσελίδα του Εθνικού οργανισμού Δημόσιας Υγείας (ΕΟΔΥ), συλλέχθηκαν τα εξής στοιχεία. Σύμφωνα με το σύστημα υποχρεωτικής δήλωσης νοσημάτων στην Ελλάδα, υπάρχει η δήλωση 32 επιδημιών σχετιζόμενες με την κατανάλωση μολυσμένου πόσιμου νερού από δημόσια συστήματα ύδρευσης. Από τις 32 επιδημίες, δεν έχει γίνει αναλυτική επιδημιολογική διερεύνηση σε όλες παρά μόνο σε 8 από αυτές για τις οποίες υπάρχουν λεπτομερή στοιχεία και δεδομένα τα οποία αναλύονται και αξιολογούνται στην παρούσα μελέτη.



Διάγραμμα 1. Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας της συστηματικής αναζήτησης της βιβλιογραφίας.

3.2 Ανάλυση των αποτελεσμάτων της βιβλιογραφικής αναζήτησης

3.2.1 Αριθμός υδατογενών εξάρσεων κρουσμάτων κατά χρονολογία

Από τα 8 άρθρα τα οποία τελικά επιλέχθηκαν στην παρούσα μελέτη και αφορούν υδατογενείς επιδημιολογικές εξάρσεις κρουσμάτων στην Ελλάδα, για το χρονικό διάστημα 2000 έως 2021, παρατηρήθηκαν 9 εξάρσεις κρουσμάτων. Η αιτία αυτών των περιπτώσεων ήταν κάποιος παθογόνος παράγοντας υδάτινης προέλευσης. Πιο συγκεκριμένα:

- Το 2005 παρουσιάστηκε μια έξαρση κρουσμάτων σε μια συνοικία μιας επαρχιακής πόλης της Βόρειας Ελλάδας, την Ξάνθη. Η έξαρση έχε διάρκεια 14 ημέρες και συγκεκριμένα τα κρούσματα εμφανίστηκαν από 28/01/2005 έως 10/02/2005 (Papadopoulos V., et al, 2006).
- Στη συνέχεια το 2006 καταγράφηκε στην ίδια περιοχή της Ελλάδας μία ακόμα έξαρση γαστρεντερίτιδας υδάτινης αιτιολογίας με μεγαλύτερο αριθμό κρουσμάτων και μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας, από 05/06/2006 έως 03/09/2006 (Vantarakis A., et al, 2011).
- Το 2009, το Ελληνικό Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (ΚΕΕΛΠΝΟ) ενημερώθηκε από τη Διεύθυνση Υγείας των Χανίων της Κρήτης για μια ασυνήθιστη αύξηση κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας σε παιδιά η οποία αποδείχθηκε ότι οφείλονταν σε μολυσμένη κατανάλωση πόσιμου νερού βρύσης (Karagiannis I., et al, 2010).
- Το 2012 έχουν καταγραφεί 3 εξάρσεις κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας. Οι 2 εξάρσεις εντοπίστηκαν σε μαθητές ενός δημοτικού σχολείου και ενός νηπιαγωγείου αντίστοιχα σε χωριό με το όνομα Νέα Σάντα του Κιλκίς στη Βόρεια Ελλάδα. Τα κρούσματα παρουσιάστηκαν κατά το μήνα Ιανουάριο του 2012 και συγκεκριμένα μετά το άνοιγμα των σχολείων από τις διακοπές των Χριστουγέννων (Mellou K., et al, 2013). Η τρίτη καταγραφή κρουσμάτων υδατογενούς γαστρεντερίτιδας εντοπίστηκε το Μάρτιο του 2012 σε μια μικρή επαρχιακή πόλη της κεντρικής Ελλάδας, στη Ελασσόνα. Η συγκεκριμένη επιδημία είχε μεγάλη διάρκεια 26 ημερών (Mellou K., et al, 2013).
- Το 2015, ένας αυξημένος αριθμός κρουσμάτων με γαστρεντερικά συμπτώματα έκανε την εμφάνισή του σε ένα τουριστικό δημοτικό διαμέρισμα στην περιοχή της Κασσάνδρας στη Χαλκιδική, στη Βόρεια Ελλάδα (Trifinopoulos K., et al, 2019). Η συγκεκριμένη περιοχή αποτελείται από ένα χωριό και ένα παραθαλάσσιο οικισμό με απόσταση μεταξύ τους περίπου 2 χλμ. Η διάρκεια της έξαρσης διήρκησε μόνο 5 ημέρες και συγκεκριμένα από 09/08/2015 έως 13/08/2015.
- Το 2019, οι Υπηρεσίες Υγείας της Βόρειας Ελλάδας ενημέρωσαν τον Εθνικό Οργανισμό Δημόσιας Υγείας (ΕΟΔΥ) για την εμφάνιση μεγάλου αριθμού κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας σε μία πόλη της περιοχής (Tzani M., et al, 2019).

Η διάρκεια των κρουσμάτων αναφέρθηκαν χρονικά από 24/01/2019 έως 04/02/2019.

- Το 2020, κατά την διάρκεια της πανδημίας COVID-19, παρουσιάστηκε ένα υδατογενές ξέσπασμα κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας σε μια περιοχή της Πελοποννήσου, με διάρκεια 9 ημερών, από 29/05/2020 έως 06/06/2020 (Mellou K., et al, 2021).

3.2.2 Υπεύθυνο παθογόνο

Σε όλες τις μελέτες συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν δείγματα κοπράνων ασθενών οι οποίοι ορίστηκαν από τον κάθε μελετητή ως περιπτώσεις βάση των οποίων πληρούσαν τα απαραίτητα κριτήρια συμμετοχής τους στην έρευνα. Τα κριτήρια ήταν η συμπτωματολογία γαστρεντερίτιδας των ατόμων όπως διάρροια, έμετος, πυρετός, ναυτία κ.α. μεταξύ συγκεκριμένων χρονικών διαστημάτων όπου λάμβανε χώρα η κάθε υδατογενής έξαρση. Επίσης δείγματα νερού συλλέχθηκαν σε όλες τις μελέτες από τις αντίστοιχες σε κάθε περίπτωση πηγές παροχής πόσιμου νερού της κάθε περιοχής που υπήρχε η πιθανότητα μόλυνσης και διασπορά του παθογόνου παράγοντα.

Όλες οι αναλύσεις για τον εργαστηριακό έλεγχο των δειγμάτων κοπράνων ασθενών πραγματοποιήθηκαν με τη μέθοδο RT-PCR. Από τις 9 εστίες κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας, στις 5 εστίες κρουσμάτων ο παθογόνος παράγοντας που εντοπίστηκε στα δείγματα κοπράνων των ασθενών ήταν NoVs. Τα στελέχη του νοροϊού που ανιχνεύθηκαν ήταν GII GenBank, GI.P2_GI.2, GII.P16_GII.13, GII.Pe-GII.4 και νοροϊούς GI & GII. Σε μία εστία υπεύθυνο παθογόνο ήταν το *Campylobacter jejuni* εφόσον εντοπίστηκε στα 48/49 δείγματα κοπράνων που συλλέχθηκαν. Σε ένα ξέσπασμα γαστρεντερίτιδας ύστερα από εργαστηριακή ανάλυση βρέθηκαν 38/45 δείγματα κοπράνων ασθενών θετικά σε ροταιϊό. Σε δύο υδατογενείς εξάρσεις κρουσμάτων, τα κόπρανα των ασθενών παρουσίαζαν αυξημένο βακτηριακό φορτίο και βρέθηκαν θετικά σε *E.coli* 0157, *salmonella spp.*, *campylobacter spp.* και εντεροπαθογόνο *E.coli*. Σε μία μόνο εστία κρουσμάτων αναφέρθηκε ότι δεν πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία κοπράνων στους ασθενείς.

Εργαστηριακές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στα δείγματα νερού τα οποία συλλέχθηκαν από τις πιθανολογούμενες εστίες μόλυνσης και διασποράς των υδάτινων εξάρσεων, αρκετά από αυτά έδειξαν αυξημένο βακτηριακό φορτίο, ένα ήταν αρνητικό σε οποιοδήποτε παθογόνο και άλλα εντοπίστηκαν με χαμηλά επίπεδα υπολειμματικού χλωρίου της τάξης των 0,04mg/l και 0.12mg/l – 0.15mg/l, από το οποίο προκύπτει η αστοχία του συστήματος χλωρίωσης και η ανεπαρκής συντήρηση του. Συγκεκριμένα σε πέντε από τις περιοχές των κρουσμάτων κατά την εργαστηριακή εξέταση των δειγμάτων νερού από τις πηγές υδροδότησης των περιοχών δεν βρέθηκε κανένας παθογόνος μικροοργανισμός που να μπορεί να συνδέεται με την έξαρση των κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας, εφόσον η διενέργεια των δειγματοληψιών πραγματοποιήθηκε σε χρονικό διάστημα έπειτα από τη χλωρίωση του συστήματος. Σε μία περιοχή βρέθηκαν θετικά δείγματα νερού σε *Adenovirus* ενώ σε τρεις περιοχές στα εργαστηριακά αποτελέσματα δειγματοληψίας νερού εντοπίστηκαν *E.coli*, *Enterococcus*, *Clostridium jejuni*, *C.perfringens* καθώς και αυξημένα ποσοστά ολικών κολοβακτηριδίων.

Στον πίνακα 6. αναγράφονται τα δείγματα κοπράνων τα οποία συλλέχθηκαν από τους ασθενείς, σε κάθε περιοχή στην οποία εντοπίστηκε και υπήρξε έξαρση κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας οφειλόμενη σε κατανάλωση πόσιμου νερού. Τα αποτελέσματα των παθογόνων και ο αριθμός των θετικών δειγμάτων κοπράνων του εργαστηριακού ελέγχου αναλύεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6. Παθογόνοι μικροοργανισμοί σε δείγματα κοπράνων ασθενών.

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΣΕ ΚΟΠΡΑΝΑ ΑΣΘΕΝΩΝ ΘΕΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ								
	Norovirus, GI, GII	E.coli 0157	Campylobacter jejuni	Campylobacter spp.	Adenovirus	Rotavirus	Salmonella spp.	EPEC	STEC
ΔΡΟΣΕΡΟ-ΞΑΝΘΗ 2005	8/8								
ΞΑΝΘΗ 2006	99/174								
ΧΑΝΙΑ – ΚΡΗΤΗ 2009			54/54						
ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΝΕΑΣΑΝΤΑ ΚΙΑΚΙΣ 2012	3/4				2/4				
ΕΛΑΣΣΟΝΑ 2012						38/45			
ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ 2015	7/7								
Β.ΕΛΛΑΔΑ 2019	5/11	3/11	4/11	4/11				2/11	
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟ 2020		4/11					1/11	1/11	1/11

3.2.3 Παράγοντας κινδύνου

Από τις μελέτες εντοπίστηκαν οι παράγοντες κινδύνου με την σημαντική συσχέτιση και οι παράγοντες που εργάστηκαν προστατευτικά. Από τις οχτώ μελέτες έχουμε αποτελέσματα παραγόντων κινδύνου από τις έξι μελέτες. Στον πίνακα 7., αναφέρονται μόνο δύο από τους παράγοντες οι οποίοι εξετάστηκαν στις μελέτες.

Εν κατακλείδι το συμπέρασμα είναι ότι οι υδατογενείς εξάρσεις κρουσμάτων προέρχονται σε μεγάλο ποσοστό από την άμεση κατανάλωση νερού βρύσης και αυτό συνεπάγεται ότι παράγοντας κινδύνου είναι και η κατανάλωση προϊόντων που παρασκευάζονται με νερό βρύσης π.χ. παγοκύβοι. Αυτό τεκμηριώνεται, ελέγχοντας και ερευνώντας όλες τις πιθανές περιπτώσεις οι οποίες επέτρεψαν να επιμολυνθούν οι πηγές υδροδότησης των περιοχών. Οι 4 από τις 8 μελέτες εστιάζουν την πιθανότητα μόλυνσης των πηγών υδροδότησης εξαιτίας προηγούμενων χρονικά έντονων καιρικών φαινομένων

όπου έλαβαν χώρα στις περιοχές που εντοπίστηκαν τα κρούσματα, όπως βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις με συνέπεια την πρόκληση πλημμυρών, παρασύροντας ποσότητες λυμάτων και επιμολύνοντας τα δίκτυα ύδρευσης των περιοχών.

Πίνακας 7. Ανάλυση παραγόντων κινδύνου υδατογενών επιδημιών.

	Περιοχή έξαρσης κρουσμάτων	Αριθμός κρουσμάτων	Παράγοντας κινδύνου	Αιτία	Επιδημιολογική μελέτη	OR & RR
1.	Κρήτη 2009	54	Κατανάλωση νερού βρύσης	Αποτυχία του συστήματος απολύμανσης	Μελέτη ασθενών – μαρτύρων	4.35 , 95%CI 1.30– 16.7
			Κατανάλωση εμφιαλωμένου	Ελλείψεις στην εξυγίανση ύδατος	Μελέτη case - crossover	0.16 , 95% CI 0.04– 0.51
2.	Νέα Σάντα Κιλκίς 2012 (Δημοτικό σχολείο)	65	Κατανάλωση νερού βρύσης	Μόλυνση της πηγής ύδατος λόγω έντονης χιονόπτωσης	Μελέτη σειράς	2.35 , 95% CI 1.56- 3.54
			Κατανάλωση εμφιαλωμένου	Ελλείψεις στην εξυγίανση ύδατος		0.49 , 95% CI 0.34- 0.71
	Νέα Σάντα Κιλκίς 2012 (Νηπιαγωγεί ο)	14	Κατανάλωση νερού βρύσης	Μόλυνση της πηγής ύδατος λόγω έντονης χιονόπτωσης	Μελέτη σειράς	1.11 , 95%CI 1 0.60- 2.04
			Κατανάλωση εμφιαλωμένου	Ελλείψεις στην εξυγίανση ύδατος		1.0 , 95%CI 1 0.51- 1.95
3.	Ελασσόνα 2012	552	Κατανάλωση νερού βρύσης	Μόλυνση της πηγής ύδατος λόγω έντονης βροχόπτωσης	Μελέτη ασθενών – μαρτύρων	2.18 , 95%CI 1 1.11- 4.28
			Κατανάλωση εμφιαλωμένου	Ελλείψεις στην εξυγίανση ύδατος		0.73 , 95%CI 1 0.42-

						1.25
4.	Κασσάνδρα Χαλκιδική 2015	230	Κατανάλωση νερού βρύσης	Μόλυνση του δικτύου ύδρευσης λόγω βλάβης του αγωγού διανομής	Μελέτη ασθενών – μαρτύρων	4.84, 95%CI 1 1.97- 11.93
			Κατανάλωση εμφιαλωμένου			-
5.	Β. Ελλάδα 2019	638	Κατανάλωση νερού βρύσης	Πιθανή αστοχία του συστήματος χλωρίωσης	Μελέτη ασθενών – μαρτύρων Μελέτη σειράς	10.6, 95%CI 1 2.20- 98.8
			Κατανάλωση εμφιαλωμένου			0.16, 95%CI 1 0.02- 0.80
6.	Πελοπόννησ ος 2020	87	Κατανάλωση νερού βρύσης	Μόλυνση της πηγής ύδατος Ελλείψεις στην εξυγίανση ύδατος	Μελέτη ασθενών – μαρτύρων	6.6, 95%CI 1 2.6- 17.5
			Κατανάλωση παγοκύβων από νερό βρύσης			34.8, 95%CI 1 10.00- 147.6
			Κατανάλωση εμφιαλωμένου			0.17, 95%CI 1 0.06- 0.43

Στις μελέτες ερευνήθηκαν αρκετοί πιθανοί παράγοντες κινδύνου όπως η κατανάλωση παγοκύβων με παραγωγή από νερό βρύσης όπου υπήρχε σημαντική συσχέτιση σε όλες τις μελέτες όπου ερευνήθηκε εκτός από μία (Karagiannis I. et al, 2010). Άλλοι παράγοντες που έλαβαν χώρα στις ερευνημένες μελέτες χωρίς σημαντική συσχέτιση ήταν η χρήση νερού της βρύσης για το πλύσιμο φρούτων, η χρήση νερού για βούρτσισμα δοντιών, η χρήση νερού βρύσης για αραίωση χυμών ή για την προετοιμασία γάλακτος, η χρήση φίλτρου καθώς και η κατανάλωση διάφορων τροφίμων, με σκοπό να επιτευχτεί η απόλυτη τεκμηρίωση του παράγοντα κινδύνου και να αιτιολογηθούν οι εξάρσεις κρουσμάτων ως υδατογενείς (Karagiannis I. et al, 2010). Σε μία μόνο από τις μελέτες ερευνήθηκε ως παράγοντας κινδύνου η πιθανότητα ασθένειας από επαφή με άτομο το οποίο να παρουσιάζει συμπτώματα γαστρεντερίτιδας, σε αυτή και μόνο την μελέτη εντοπίζονται ποσοτικά τα πρωτογενή και τα δευτερογενή κρούσματα (Mellou K. et al, 2013). Στις δυο μελέτες όπου δεν ερευνήθηκαν οι παράγοντες κινδύνου, συσχετίστηκε ως πιθανός παράγοντας κινδύνου η κατανάλωση νερού από τη βρύση καθώς και η επαφή με άτομο το οποίο παρουσιάζει συμπτώματα γαστρεντερίτιδας (Vantarakis A. et al, 2011), (Papadopoulos V P, et al, 2006). Υπήρχαν μελέτες όπου βρέθηκαν παράγοντες π.χ. κατανάλωση βρεφικού γάλακτος, την ίδια χρονική περίοδο,

να δρουν προστατευτικά σε μια περιοχή π.χ. αστική περιοχή ενώ σε μια άλλη π.χ. αγροτική περιοχή να δρουν ως παράγοντες κινδύνου (Karagiannis I. et al, 2010).

3.2.4 Τύπος μελέτης και ορισμός γαστρεντερίτιδας

Οι τύποι μελετών που διενεργήθηκαν για τη διερεύνηση των εξάρσεων κρουσμάτων ήταν οι παρακάτω: σε 6 περιοχές που εντοπίστηκαν εξάρσεις κρουσμάτων διενεργήθηκαν μελέτες πασχόντων – μαρτύρων, εκ των οποίων σε μία πραγματοποιήθηκε μετά από την μελέτη πασχόντων - μαρτύρων και μια μελέτη case – crossover, για να αξιολογηθούν με σαφήνεια τα μέτρα δημόσιας υγείας. Σε δύο εξάρσεις κρουσμάτων πραγματοποιήθηκαν περιγραφικές επιδημιολογικές μελέτες και σε μία από αυτές συνοδεύτηκε με αναφορά σε κρούσματα προηγούμενων ετών, ώστε να δημιουργηθούν αναδρομικά στοιχεία για την επιδημιολογική διερεύνηση. Τέλος σε ακόμη μία έξαρση κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας εφαρμόστηκε και μελέτη πασχόντων – μαρτύρων και σειράς.

Σε 7 από τις έρευνες πραγματοποιήθηκε διανομή τυποποιημένου ερωτηματολογίου, το οποίο περιλάμβανε γενικές πληροφορίες όπως: το φύλο, την ηλικία, τη διαμονή, τα συμπτώματα, την ημερομηνία έναρξης των συμπτωμάτων, τις εργαστηριακές εξετάσεις που πραγματοποιήθηκαν. Ενώ σε μία μόνο μελέτη η συλλογή των πληροφοριών διενεργήθηκε από τον αναλυτικό φάκελο του κάθε ασθενή που είχε εισαχθεί στο νοσοκομείο. Τα ερωτηματολόγια είχαν ως σκοπό τη εύρεση του ποσοστού προσβολής αλλά και τους πιθανούς παράγοντες κινδύνου. Αναλυτικά οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τα ερωτηματολόγια ήταν:

- Σε μία μελέτη συλλέχθηκαν οι παραπάνω πληροφορίες από νοσηλευόμενους ασθενείς του νοσοκομείου, από εξωτερικούς ασθενείς και από υγειονομικούς του νοσοκομείου.
- Σε άλλη μελέτη η οποία τα κρούσματα ήταν στην πλειοψηφία τους παιδιά χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο που περιλάμβανε εκτός από πληροφορίες σχετικά δημογραφικές και κλινικά συμπτώματα για καθορισμένα χρονικά διαστήματα αλλά και έκθεση σε πιθανούς παράγοντες κινδύνου, όπως: κατανάλωση διαφόρων ειδών διατροφής, συμμετοχή σε κοινά γεύματα ή εκδηλώσεις όπου σερβίρεται φαγητό, επαφή με ζώα, ιστορικό ταξιδιού εκτός της καθορισμένης περιοχής, πιθανό μπάνιο στη θάλασσα ή σε πισίνα ή σε ποτάμι ή σε λίμνη, χρήση πλυντηρίου πιάτων για παιδικά σκεύη, χρήση φούρνου μικροκυμάτων για την παρασκευή παιδικών τροφών και γάλακτος, χρήση φίλτρου νερού βρύσης. Ακόμη περιελάμβανε επίσης ερωτήσεις σχετικά για την έκθεση στο νερό της βρύσης: κατανάλωση νερού βρύσης και εμφιαλωμένου νερού στο σπίτι και στο σχολείο ή στο νηπιαγωγείο, κατανάλωση νερού από πηγάδι, στέρνα ή ρέμα, αν το νερό βράζεται πριν την κατανάλωση ή την χρήση μπιμπερού και πιπίλας, καθώς και πιθανή αραίωση του γάλακτος με νερό. Ακόμη χρήση νερού βρύσης για πλύσιμο των δοντιών και το πλύσιμο των φρούτων. Τα ερωτηματολόγια συλλέχθηκαν με τηλεφωνική συνέντευξη από τους γονείς των παιδιών.

- Σε ακόμη μία μελέτη η συλλογή στοιχείων ώστε να προσδιοριστεί το ποσοστό προσβολής, πραγματοποιήθηκε από τη συμπλήρωση ερωτηματολογίου από πόρτα σε πόρτα μέσω συνέντευξης των ατόμων της καθορισμένης περιοχής.
- Στην μελέτη κατά την οποία πραγματοποιήθηκε μετά από μελέτη πασχόντων – μαρτύρων και μελέτη case – crossover, χρησιμοποιήθηκε το ίδιο ερωτηματολόγιο δυο φορές.

Σε όλα τα ερωτηματολόγια οι ερωτήσεις ήταν σχετικά κοινές και το μόνο που διέφερε ήταν τα χρονικά διαστήματα που προσαρμόστηκαν ανάλογα με την περίοδο και την διάρκεια των κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας.

Οι ορισμοί γαστρεντερίτιδας όπως αναφέρθηκαν από κάθε ερευνητή ήταν οι κάτωθι:

- Στη μελέτη στην περιοχή της Ξάνθης το 2005, ως ασθενείς ορίστηκαν άτομα τα οποία επισκέφθηκαν το τμήμα επειγόντων περιστατικών του Νοσοκομείου της περιοχής με συμπτώματα γαστρεντερίτιδας (πυρετό, κοιλιακό άλγος, ναυτία, εμετό, διάρροια και κατανάλωση ύποπτης τροφής-νερού) από 28 Ιανουαρίου έως 10 Φεβρουαρίου 2005 (14 ημέρες).
- Στη μελέτη στην περιοχή της Ξάνθης το επόμενο έτος 2006, ως ασθενής ορίστηκε κάθε κάτοικος του Νομού Ξάνθης ο οποίος επισκέφθηκε το Νοσοκομείο της περιοχής έχοντας 2 ή περισσότερα επεισόδια εμετού και/ ή διάρροιας με/χωρίς κοιλιακό πόνο και με/χωρίς εργαστηριακό έλεγχο επιβεβαίωσης από 05 Ιουνίου έως 03 Σεπτεμβρίου 2006.
- Στη μελέτη ασθενών - μαρτύρων στην περιοχή της Κρήτης το 2009, ως ασθενείς ορίστηκαν άτομα ηλικίας 0–14 ετών που είχαν επισκεφτεί το τμήμα επειγόντων περιστατικών του νοσοκομείου της περιοχής με συμπτώματα γαστρεντερίτιδας από 27 Μαΐου έως 24 Ιουνίου 2009 (29 ημέρες) και είχαν καλλιέργεια κοπράνων θετικών για *C. jejuni*. Ενώ κατά την διενέργεια της μελέτης case-crossover συλλέχθηκαν δεδομένα 10 ημέρες πριν την έναρξη συμπτωμάτων των ασθενών και δεδομένα από 10 ημέρες σε παλαιότερος χρόνος, ή γενικά ένα τυχαίο χρονικό διάστημα, κατά την οποία καταγράφονται οι συνήθειες των ασθενών.
- Στη μελέτη στην περιοχή του Κιλκίς ως ασθενείς ορίστηκαν και για τις δύο μελέτες κάθε μαθητής ή μέλος του προσωπικού του σχολείου που ανέφερε εμετό ή/και διάρροια μεταξύ 09 και 24 Ιανουαρίου 2012 (15 ημερών).
- Στη μελέτη στην περιοχή της Ελασσόνας το 2012, ως πιθανό κρούσμα γαστρεντερίτιδας ορίστηκε κάθε κάτοικος της Ελασσόνας που παρουσίαζε: (α) οξεία διάρροια (τρία ή περισσότερα επεισόδια) ή (β) έμετο και ένα ή περισσότερα επεισόδια χαλαρών κοπράνων σε μια περίοδο 24 ωρών μεταξύ 6 και 17 Μαρτίου (12 ημέρες) και ως επιβεβαιωμένο κρούσμα το πιθανό κρούσμα που επιβεβαιώθηκε εργαστηριακά.
- Στη μελέτη στην περιοχή της Χαλκιδικής το 2015, ως ασθενής ορίστηκε το άτομο με εμετό ή/και διάρροια που είχε βρεθεί στο κεντρικό χωριό ή/και στον

παραθαλάσσιο οικισμό (κάτοικος ή επισκέπτης) μεταξύ 9 και 13 Αυγούστου Αύγουστος 2015 (5 ημέρες).

- Στη μελέτη ασθενών -μαρτύρων στην περιοχή της Β. Ελλάδας το 2019, ορίστηκε ως ασθενής οποιοσδήποτε κάτοικος της πόλης, ηλικίας άνω των 16 ετών που επισκέφτηκε το νοσοκομείο μεταξύ 25 και 28 Ιανουαρίου 2019 (4 ημέρες) παρουσιάζοντας διάρροια ή/και έμετο. Ενώ στην ίδια περιοχή για τη μελέτη σειράς ορίστηκε ως ασθενής κάθε μαθητής ηλικίας 6–12 ετών που παρουσίασε εμετό ή/και διάρροια από τις 25 έως τις 28 Ιανουαρίου 2019 αντίστοιχα.
- Στη μελέτη στην περιοχή της Πελοποννήσου το 2020, κατά το χρονικό διάστημα της πανδημίας covid 19, ως ασθενής ορίστηκε κάθε κάτοικος της πόλης που εμφάνισε διάρροια μεταξύ 29 Μαΐου και 6 Ιουνίου 2020 (9 ημέρες) και αγόρασε αντιδιαρροϊκά φάρμακα από το φαρμακείο της περιοχής. Η ανωτέρω έρευνα διενεργήθηκε με τη βοήθεια και συνεργασία του φαρμακείου της περιοχής λόγω της πανδημίας covid 19.

Να σημειωθεί ότι αρκετά άτομα τα οποία ασθένησαν, από όλες τις μελέτες, χρειάστηκαν νοσηλεία σε νοσοκομείο ένα μικρό χρονικό διάστημα αλλά δεν παρατηρήθηκε κανένας θάνατος.

3.2.5 Ποσοστό προσβολής

Δεν αναφέρονται όλα τα ποσοστά προσβολής σε όλες τις μελέτες που προέκυψαν από την βιβλιογραφική συστηματική ανασκόπηση. Σύμφωνα με τα δεδομένα του κάθε ερευνητή τα στοιχεία που προκύπτουν σχετικά με τα ποσοστά προσβολής και τις περιπτώσεις κρουσμάτων παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα 8.

Αναλύοντας τον πίνακα 8. μπορούμε να εξάγουμε τα συμπεράσματα μας σχετικά με το ποσοστό κρουσμάτων των ηλικιακών ομάδων αλλά και το ποσοστό κρουσμάτων των δυο φύλων. Τα μεγαλύτερα ποσοστά προσβολής είναι εμφανές ότι σημειώθηκαν στις μικρές ηλικιακές ομάδες του παιδικού πληθυσμού. Όπως παρατηρήθηκε τα ποσοστά προσβολής αυτής της ηλικίας σε τέσσερις υδατογενείς επιδημίες ανέρχονταν σε ποσοστό περίπου 50% των περιπτώσεων. Ενώ σε δύο μελέτες ξεπερνούν το ποσοστό των 60% των περιπτώσεων, σε μία μελέτη τείνει να αγγίζει το 100% και τέλος σε δυο μελέτες δεν αναφέρεται κανένα ποσοστό προσβολής αυτής της ηλικιακής ομάδας. Τα ποσοστά προσβολής ανάμεσα στον αντρικό και γυναικείο πληθυσμό δεν διαφοροποιούνται σημαντικά και κυμαίνονται σε σχετικά ίδια ποσοστά προσβολής αντίστοιχα.

Επιπλέον όσον αφορά τη μετάδοση του αιτιολογικού παράγοντα των προαναφερόμενων υδατογενών επιδημιολογικών εξάρσεων, σε έξι από τις εννιά μελέτες διατυπώθηκε η ύπαρξη κοινής σημειακής εστίας μετάδοσης, σε τρεις μελέτες η μετάδοση πραγματοποιήθηκε από κοινή σημειακή εστία μετάδοσης με συνεχή πορεία δευτερογενών κρουσμάτων.

Πίνακας 8. Παρουσίαση των περιπτώσεων κρουσμάτων.

Περιοχή υδατογενούς επιδημικής έξαρσης	Συνολικός αριθμός περιπτώσεων κρουσμάτων	Ποσοστό αντρών	Ποσοστό γυναικών	Ποσοστό παιδιών	Μετάδοση
Ξάνθη (2005)	709	350 (49,7%)	359 (50,63%)	262 (50,63%)	Κοινή σημειακή εστία μετάδοσης
Ξάνθη (2006)	1.640	-	-	57%	Κοινή σημειακή εστία μετάδοσης με συνέχιση δευτερογενών κρουσμάτων
Χανιά (2009)	54	29 (54,2%)	25 (45,8%)	88%	Κοινή σημειακή εστία μετάδοσης
Δημοτικό σχολείο Νέα Σάντα (2012)	65	52%	48%	63,9%	Κοινή σημειακή εστία όπου ακολούθησαν δευτερογενή κρούσματα.
Νηπιαγωγείο Νέα Σάντα (2012)	14	38,5%	61,5%	63,2%	Μετάδοση από άτομο σε άτομο
Ελασσόνα (2012)	552	-	-	40%	Κοινή σημειακή εστία μετάδοσης
Κασσάνδρα (2015)	230	44%	56%	-	Κοινή σημειακή εστία μετάδοσης
Β. Ελλάδα (2019)	638	47%	53%	55%	Κοινή σημειακή εστία μετάδοσης
Πελοπόννησος (2020)	87	43,1%	56,9%	-	Κοινή σημειακή εστία μετάδοσης με δευτερογενή κρούσματα

Πιο αναλυτικά, κατά το έτος 2005, στην περιοχή της Ξάνθης από τις 709 περιπτώσεις, οι 359 (50,63%) ήταν γυναίκες και οι 350 (49,37%) ήταν άνδρες ασθενείς. Η μέση ηλικία των προσβεβλημένων ατόμων ήταν $23,57 \pm 19,95$ έτη και 262 περιπτώσεις (36,95%) παρέπιπταν σε παιδικό πληθυσμό. Από το διάγραμμα της καμπύλης παρατηρείται ότι η πλειονότητα των ασθενών άνηκε σε ηλικία μικρότερη από τα 30 έτη και δηλώνει κοινή σημειακή εστία μόλυνσης.

Το επόμενο έτος και συγκεκριμένα το 2006 στην ίδια περιοχή με την ανωτέρω, καταγράφηκε ακόμη μια έξαρση κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας η οποία είχε μεγαλύτερη διάρκεια. Το συνολικό ποσοστό προσβολής από 5 Ιουνίου έως 3 Σεπτεμβρίου ήταν 16,3

περιπτώσεις/1.000 κατοίκους. Τα ποσοστά προσβολής ανάλογα με την ηλικία ήταν αυξημένα στις μικρές ηλικιακές ομάδες κάτω των 5 ετών, το οποίο άγγιζε το 96,2/1.000 παιδιά. Περίπου το 57% των περιπτώσεων παρατηρήθηκαν σε ηλικία κάτω των 15 ετών. Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στην κατανομή ηλικίας και φύλου των κρουσμάτων κατά τη διάρκεια της επιδημίας. Η μεγάλη διάρκεια της εμφάνισης των κρουσμάτων δηλώνει τη μετάδοση από άτομο σε άτομο.

Στην έξαρση κρουσμάτων στην περιοχή της Κρήτης επιβεβαιώθηκαν (60) εξήντα περιπτώσεις παιδιών με θετική καλλιέργεια κοπράνων σε *C. jejuni* μεταξύ 1ης Μαΐου και 24ης Ιουνίου 2009. Οι (55) πενήντα πέντε από αυτές τις περιπτώσεις (91,7%) διέμεναν σε αγροτικές περιοχές που γειτνιάζουν με την πόλη των Χανίων και οι υπόλοιπες διέμεναν εντός των ορίων της πόλης. Οι 27 (45,8%) των περιπτώσεων ήταν γυναίκες, ενώ οι 7/59 (11,9%) περιπτώσεις ήταν ηλικίας >14 ετών. Από το διάγραμμα της καμπύλης διαπιστώνεται η κοινή σημειακή εστία μόλυνσης της έξαρσης. Στην συγκεκριμένη μελέτη αναφέρεται ότι στην ίδια περιοχή είχε εκδηλωθεί επιδημία υδατογενούς προέλευσης τον Φεβρουάριο –Μάρτιο 2004, οφειλόμενη στον παθογόνο μικροοργανισμό *S. Typhimurium*. Στην περίπτωση αυτή πάλι, μόνο οι αγροτικές περιοχές γύρω από την πόλη των Χανίων είχαν επηρεαστεί. Τα επιδημιολογικά στοιχεία της παραπάνω μελέτης έδειξαν ως αιτιολογικό παράγοντα κινδύνου το νερό της βρύσης και η επιμόλυνσή του αποδόθηκε στα έντονα καιρικά φαινόμενα που έλαβαν χώρα το άμεσο προηγούμενο χρονικό διάστημα.

Το έτος 2012 εκδηλώθηκαν συγχρόνως δυο εξάρσεις κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας στην περιοχή του Κιλκίς. Οι επιδημίες σημειώθηκαν σε ένα Δημοτικό σχολείο και σε ένα Νηπιαγωγείο τα οποία βρισκόταν στο χωριό Νέα Σάντα του Ν. Κιλκίς. Στο Δημοτικό σχολείο το συνολικό ποσοστό προσβολής ήταν 65 (57,5%) περιπτώσεις. Το σχήμα της καμπύλης της επιδημίας δηλώνει την ύπαρξη μιας κοινής σημειακής εστίας (53 πρωτογενείς περιπτώσεις) που ακολουθείται από μια δευτερεύουσα μετάδοση από άτομο σε άτομο (12 δευτερεύουσες περιπτώσεις). Τα ποσοστά προσβολής μεταξύ ανδρών και γυναικών ήταν 73,2% και 48,6%, αντίστοιχα. Η συντριπτική πλειονότητα των αναφερόμενων περιπτώσεων (95,4%) ήταν μαθητές και το συνολικό ποσοστό προσβολής για τον μαθητικό πληθυσμό ήταν 63,9%. Από τα 14 μέλη του διδακτικού προσωπικού μόνο ένα ανέφερε συμπτώματα (ποσοστό προσβολής: 7,1%), καθώς και ένα μέλος του προσωπικού καθαριότητας. Αναφέρθηκαν κρούσματα από όλες τις τάξεις και τα ποσοστά προσβολής ανά τάξη κυμαίνονταν από 50% έως 77%. Όσον αφορά το Νηπιαγωγείο το συνολικό ποσοστό προσβολής ήταν 14 (60,9%) περιπτώσεις. Το σχήμα της καμπύλης της επιδημίας στο Νηπιαγωγείο δηλώνει την μετάδοση από άτομο σε άτομο. Τα πρώτα κρούσματα εμφανίστηκαν μια μέρα μετά τα κρούσματα στο δημοτικό σχολείο. Τα ποσοστά προσβολής μεταξύ των ανδρών και των γυναικών ήταν 60,0% και 61,5%, αντίστοιχα. Το ποσοστό προσβολής για τον μαθητικό πληθυσμό του νηπιαγωγείου ήταν 63,2%, ενώ δύο εκπαιδευτικοί παρουσίασαν συμπτώματα (ποσοστό προσβολής 50,0%).

Κατά τη διάρκεια του ανωτέρου ημερολογιακού έτους, σημειώθηκε πρόκληση επιδημίας γαστρεντερίτιδας η οποία είχε αιτιολογικό παράγοντα κινδύνου την κατανάλωση του νερού της βρύσης, στη περιοχή της Ελασσόνας. Μεταξύ 6 Μαρτίου και 1ης Απριλίου 2012, 552 υποθέσεις καταγράφηκαν στο ΚΥΕ Ελασσόνας. Από αυτές, οι 341 ήταν κάτοικοι της πόλης της Ελασσόνας με ποσοστό προσβολής (AR) $341/7233=4,7\%$, οι 53 ήταν κάτοικοι γειτονικών χωριών με το ίδιο σύστημα ύδρευσης (AR: $53/1337=4,0\%$) και οι 158 ήταν κάτοικοι χωριών με διαφορετικό σύστημα ύδρευσης (AR $158/28694=$

0,6%). Περίπου το 40% των περιπτώσεων ήταν παιδιά ηλικίας <15 ετών, ενώ σε ποσοστό 12% των συνολικών περιπτώσεων ήταν παιδιά ηλικίας <5 ετών. Το σχήμα της καμπύλης δηλώνει την ύπαρξη κοινής σημειακής εστίας μόλυνσης των περιπτώσεων.

Το 2015 εκδηλώθηκε μια ακόμη υδατογενή επιδημία στη περιοχή της Χαλκιδικής και συγκεκριμένα σε μια τουριστική περιοχή της Κασσάνδρας. Στο ανωτέρω δημοτικό διαμέρισμα εντοπίστηκαν 108 (47%) περιπτώσεις γαστρεντερίτιδας. Σύμφωνα με την επιδημιολογική καμπύλη η κορύφωση της επιδημίας σημειώθηκε στις 10 Αυγούστου 2015, δηλώνοντας την κοινή σημειακή εστία μόλυνσης, ενώ από τις 16 Αυγούστου, η μείωση των κρουσμάτων φανερώνει μια πιθανή δευτερεύουσα μετάδοση της ασθένειας. Τα κρούσματα αναφέρθηκαν σε όλες σχεδόν τις ηλικιακές ομάδες (εύρος 1-82 ετών), ενώ 60 (56%) ήταν γυναίκες. Παρότι η επιδημία εκδηλώθηκε σε τουριστική περιοχή δεν καταγράφηκαν κρούσματα σε ξένους επισκέπτες, καθώς είχαν δικούς τους ομαδικούς γιατρούς για λόγους ασφάλισης υγείας σύμφωνα με ιδιοκτήτες ξενοδοχείων, επομένως δεν επισκέφθηκαν το Κέντρο Υγείας Κασσάνδρας. Η πλειονότητα ήταν Έλληνες παραθεριστές ή εποχικοί κάτοικοι (ιδιοκτήτες εξοχικών) (85,4%) που κατοικούσαν στον παραλιακό οικισμό (80,6%) ενώ οι υπόλοιποι ήταν ντόπιοι. Η μέση (\pm SD) ηλικία των περιπτώσεων ήταν $32,2 \pm 20,8$ έτη.

Η υδατογενή επιδημία τον Ιανουάριο του 2019 σε πόλη της Βόρειας Ελλάδας, κατέγραψε συνολικά 638 περιπτώσεις γαστρεντερίτιδας με έναρξη συμπτωμάτων από τις 25 Ιανουαρίου 2019 έως τις 04 Φεβρουαρίου 2019. Περίπου οι μισές περιπτώσεις (53%) ήταν γυναίκες με διάμεση ηλικία τα 44 έτη. Η πλειοψηφία του ποσοστού προσβολής (79%) ήταν κάτοικοι της πόλης. Η σύντομη διάρκεια της επιδημίας και η επιδημιολογική καμπύλη δηλώνει την κοινή σημειακή εστία μετάδοσης της ασθένειας, εφόσον τα πρώτα κρούσματα εμφανίστηκαν την Παρασκευή 25 Ιανουαρίου 2019, η κορύφωσή τους σημειώθηκε στις 26 Ιανουαρίου 2019, με συνεχή μείωση των κρουσμάτων, μέχρι στις 4 Φεβρουαρίου όπου καταγράφηκε το τελευταίο κρούσμα.

Το 2020 διερευνήθηκε μια υδατογενή επιδημία με μια ιδιόμορφη μεθοδολογία μελέτης λόγω ότι η χώρα βρισκόταν σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης πανδημίας covid 19. Υπήρξε μόνο η καταγραφή δυο ατόμων με συμπτώματα γαστρεντερίτιδας. Η μελέτη διενεργήθηκε με τη βοήθεια του τοπικού φαρμακείου όπου έπειτα από επικοινωνία μαζί του, ανέφερε την αυξημένη αγορά αντιδιαρροϊκών φαρμάτων που είχε σημειωθεί από τις 27 Μαΐου έως τις 6 Ιουνίου 2020. Στη συγκεκριμένη μελέτη δεν αναφέρετε το ποσοστό προσβολής. Ωστόσο 58 περιπτώσεις μελετήθηκαν με μέση ηλικία 53,6 έτη από τα οποία το 56,9% ήταν γυναικείος πληθυσμός. Η επιδημιολογική καμπύλη της αγοράς αντιδιαρροϊκών φαρμάκων χωρίς ιατρική συνταγή φανερώνει μετάδοση κοινής σημειακής εστίας με συνεχή μετάδοση δευτερογενών κρουσμάτων από άτομο σε άτομο.

Σύμφωνα με τον πίνακα 1. όπου προσδιορίζονται οι κατηγορίες των υδατινών επιδημικών εξάρσεων, οι υδατογενείς επιδημικές εξάρσεις οι οποίες προέκυψαν από την παρούσα βιβλιογραφική συστηματική ανασκόπηση, κατατάσσονται άλλες στη κατηγορία II και άλλα στην κατηγορία III, εφόσον σε κάποιες υπήρχαν επιδημιολογικά δεδομένα σχετικά με τα εκτεθειμένα και μη εκτεθειμένα άτομα και συγχρόνως υπήρχε η σύνδεση πολλαπλών ατόμων με έκθεση σε κοινό παράγοντα κινδύνου ενώ σε κάποιες τα επιδημιολογικά δεδομένα ήταν ανεπαρκή χωρίς να υπάρχει σύνδεση με τον παράγοντα κινδύνου, παρά μόνο υπόθεση.

3.2.6 Πρωτογενή και Δευτερογενή κρούσματα

Στις υδατογενείς επιδημιολογικές εξάρσεις συχνά εντοπίζονται, εκτός από τα πρωτογενή κρούσματα, τα οποία η μετάδοσή τους οφείλεται σε κοινή σημειακή εστία μόλυνσης και δευτερογενείς περιπτώσεις κρουσμάτων κατά τα οποία η μετάδοση προσδιορίζεται από ήδη μολυσμένο άτομο σε άλλο άτομο.

Η δευτερογενής μετάδοση μετά από εστίες μόλυνσης κοινής σημειακής πηγής αποτελούν αναπόσπαστο χαρακτηριστικό της επιδημιολογίας γαστρεντερικών παθογόνων μικροοργανισμών όπως είναι ο *Norovirus*. Σημαντικός παράγοντας των δευτερογενών περιπτώσεων είναι τα μέλη της οικογένειας (Zelner JL et al, 2010).

Τα πρωτογενή και δευτερογενή κρούσματα της παρούσας βιβλιογραφικής συστηματικής ανασκόπησης προσδιορίζονται ανάλογα με τον κάθε ερευνητή.

Από τις δυο επιδημίες που εκδηλώθηκαν στην περιοχή της Ξάνθης, σε μία δεν αναφέρθηκαν πρωτογενή και δευτερογενή κρούσματα, ενώ στην άλλη οι πρωτογενείς περιπτώσεις προσδιορίστηκαν εκείνες που εκδηλώθηκαν τις πρώτες 96 ώρες (υπολογίζοντας ως το άθροισμα των 72 ωρών μεταξύ της εκτιμώμενης μόλυνσης του νερού και της απολύμανσης με υπερχλωρίωση συν τη μέγιστη 24ωρη περίοδο επώασης του *Norovirus*). Αντίθετα ως δευτερεύουσες θεωρήθηκαν τα μολυσμένα μέλη μιας μόνο οικογένειας, καθυστερημένα για περισσότερες από 24 ώρες σχετικά με το πρώτο κρούσμα εντός της οικογένειας.

Στην επιδημία που σημειώθηκε στο δημοτικό σχολείο της Νέας Σάντας στο Κιλκίς, από τις 65 περιπτώσεις οι 53 χαρακτηρίστηκαν πρωτογενείς (κάθε μαθητής ή άτομο με συμπτώματα γαστρεντερίτιδας: έμετος/διάρροια, μεταξύ τις 09 Ιανουαρίου 2012 και 16 Ιανουαρίου 2012). Ενώ ως δευτερεύουσες περιπτώσεις προσδιορίστηκαν οι απομεινάντες 12 (κάθε μαθητής ή άτομο με αντίστοιχα συμπτώματα τα οποία εκδηλώθηκαν μετά τις 16 Ιανουαρίου 2012).

Σε τρεις μελέτες ο προσδιορισμός των πρωτογενών προσδιορίστηκε βάσει την ημερομηνία κορύφωσης των κρουσμάτων και ως δευτερογενείς περιπτώσεις τον μειωμένο αριθμό των περιπτώσεων μετά την κορύφωση.

Τέλος σε δυο μελέτες η διαφοροποίηση των κρουσμάτων σε πρωτογενή και δευτερογενή δεν αναφέρθηκε καθόλου.

3.2.7 Διενέργεια υγειονομικού ελέγχου

Σε όλες τις μελέτες των υδατογενών επιδημικών εξάρσεων κρουσμάτων που αξιολογήθηκαν στην παρούσα βιβλιογραφική συστηματική ανασκόπηση, διενεργήθηκε υγειονομικός έλεγχος από τις κατά τόπους δημόσιες υπηρεσίες υγείας (Περιφερειακά Γραφεία Δημόσιας Υγείας, Τμήμα Δημόσιας Υγείας των Πανεπιστημίων, Εθνικό Οργανισμό Δημόσιας Υγείας (ΕΟΔΥ), Ελληνικό Κέντρο Ελέγχου Νοσημάτων και

Πρόληψης κ.α.) έπειτα από ενημέρωσή τους για την αδικαιολόγητη αύξηση των κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας στην κάθε περιοχή.

Στην περιοχή της Ξάνθης κατά την επιδημική έξαρση το 2005, πραγματοποιήθηκε χαρτογράφηση της περιοχής με την κάθε οικία στη οποία εκδηλώθηκε κρούσμα γαστρεντερίτιδας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να γίνει εντοπισμός της μολυσμένης πηγής ύδρευσης από την οποία γινόταν η υδροδότηση του οικισμού με τα περισσότερες περιπτώσεις γαστρεντερίτιδας, σύμφωνα με τον χάρτη της περιοχής. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία νερού πριν την εφαρμογή χλωρίωσης αλλά και μετά την εφαρμογή χλωρίωσης της συγκεκριμένης πηγής και συγχρόνως λήφθηκαν δείγματα νερού και από γειτονική ύποπτη πηγή ύδρευσης. Τα δείγματα νερού εξετάστηκαν για βακτηριακές και χημικές παραμέτρους.

Τον επόμενο χρόνο στην ίδια περιοχή, το Γραφείο Υγείας Ξάνθης και το Τμήμα Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου διενήργησαν υγειονομικό έλεγχο, αξιολογώντας τις συνθήκες υγιεινής της περιοχής όπου ήταν εγκατεστημένες οι κύριες πηγές ύδρευσης. Επίσης, συλλέχθηκαν δείγματα νερού εκατό λίτρων (100 L) από κάθε μία από τις δύο κύριες πηγές επιφανειακών υδάτων (ποτάμιο νερό που χρησιμοποιείται για την ύδρευση του νομού Ξάνθης) και πραγματοποιήθηκε και δεύτερη δειγματοληψία από τις ίδιες τοποθεσίες λίγες μέρες αργότερα. Εν κατακλείδι, τα δείγματα νερού συλλέχθηκαν χρησιμοποιώντας μια συσκευή που περιείχε φίλτρο 1-MDS (Zetapore Virosorb, Cuno) και έγινε ανάλυση για την ανίχνευση *Noctovirus* χρησιμοποιώντας μέθοδο αντίστροφης μεταγραφής PCR (RT-PCR). Ο υγειονομικός έλεγχος των πηγών πόσιμου νερού αποκάλυψε χαμηλό επίπεδο συνθηκών υγιεινής (π.χ. βρώμικες περιοχές γύρω από τις πηγές, απροστάτευτες πηγές κ.λπ.). Τέλος, η καταγραφή μιας έντονης βροχόπτωσης (>250 χλστ.) το προηγούμενο πενήνήμερο της εκδήλωσης των κρουσμάτων, αιτιολόγησε πιθανότατα επιμόλυνση των πηγών ύδρευσης από πλημμύρα με υπερχειλίση των λυμάτων.

Με την ίδια μεθοδικότητα και στην περιοχή των Χανίων, έπειτα από το ξέσπασμα κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας σε κατοίκους της περιοχής, η Διεύθυνση Δημόσιας Υγείας του Ν. Χανίων πραγματοποίησε βακτηριακές εξετάσεις του συστήματος ύδρευσης του Δήμου Χανίων, καθώς και των συστημάτων ύδρευσης σε παρακείμενους αγροτικούς δήμους. Όλα τα δείγματα νερού ελήφθησαν από τυχαία σημεία κατά την κατανομή των δυο συστημάτων νερού και δοκιμάστηκαν σύμφωνα με το ISO 17025. Επιπλέον, αξιολογήθηκε το ιστορικό της δειγματοληψίας νερού και οι εφαρμογές χλωρίωσης των συστημάτων ύδρευσης της περιοχής για τις εβδομάδες πριν την έναρξη της επιδημίας. Όλα τα αποτελέσματα του ποιοτικού ελέγχου νερού ήταν διαθέσιμα από το Δημοτικό Ίδρυμα Ύδρευσης και Αποχέτευσης Χανίων.

Στη συνέχεια το 2012 ο στόχος της μελέτης για την διερεύνηση της πιθανής πηγής μόλυνσης των δύο παράλληλων εστιών γαστρεντερίτιδας που σημειώθηκαν σε δημοτικό σχολείο και γειτονικό νηπιαγωγείο στο Κιλκίς, έδωσε το έναυσμα για την καταγραφή στοιχείων σχετικά με το σύστημα ύδρευσης των σχολείων και πιθανές βλάβες αυτού κατά τον προηγούμενο μήνα πριν την αύξηση των κρουσμάτων. Από τις Δημόσιες Υπηρεσίες Υγείας συλλέχθηκαν επίσης μετεωρολογικά δεδομένα για την ίδια περίοδο και διενεργήθηκε υγειονομική επιθεώρηση στα σχολεία, καθώς και δειγματοληψία νερού. Δύο δείγματα νερού βρύσης (10 L το καθένα) συλλέχθηκαν από το δημοτικό σχολείο και το νηπιαγωγείο και στάλθηκαν για εργαστηριακή εξέταση.

Επίσης πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία νερού από το τοπικό χωριό και υποβλήθηκε σε βακτηριακή ανάλυση (*E.coli*, *Enterococci* και *Salmonella*).

Το Μάρτιο του 2012 μια ακόμα επιδημική έξαρση κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας στη Ελάσσονα του Ν. Λάρισας κινητοποίησε το Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (ΠΕΔΥ) Θεσσαλίας να πραγματοποιήσει επιθεώρηση στο δημόσιο σύστημα ύδρευσης της περιοχής. Υγειονομικοί επιθεωρητές του RPHL Θεσσαλίας συνέλεξαν έξι δείγματα νερού: τρία για μικροβιολογική ανάλυση και τρία για χημική ανάλυση, από την πηγή, τη δεξαμενή και το νερό της βρύσης και τοποθέτησαν ένα φίλτρο στην πηγή (Gelman, Γερμανία), για την ανίχνευση κρυπτοσποριδίου. Συλλέχθηκαν επίσης δείγματα νερού μετά από έντονη βροχόπτωση, τόσο από τη δεξαμενή όσο και από την πηγή για μικροβιολογική και χημική ανάλυση. Όλα τα δείγματα νερού ελήφθησαν υπό αποστειρωμένες συνθήκες, τοποθετήθηκαν σε αποστειρωμένα δοχεία και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο σε ψυχρό κουτί (5 ± 3 °C) μέσα σε λίγες ώρες. Τα δείγματα στάλθηκαν επίσης στο Τμήμα Παρασιτολογίας της Εθνικής Σχολής Δημόσιας Υγείας και εξετάστηκαν για *Cryptosporidium* με χρώση και αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR). Τέλος διενεργήθηκε έλεγχος των δειγμάτων νερού για ροταϊό, αδενοϊό και νοροϊό.

Όταν το 2015, το Ελληνικό Κέντρο Ελέγχου Νοσημάτων και πρόληψης ενημερώθηκε από τον Προϊστάμενο της Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας Κασσάνδρας στη Χαλκιδική, για αυξημένο αριθμό κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας σε τουριστικό οικισμό της περιοχής, από τους αρμόδιους, συλλέχθηκαν δείγματα νερού από διαφορετικά σημεία του δικτύου ύδρευσης καθώς και από μια γεώτρηση (πηγάδι υπόγειων υδάτων) η οποία υδρεύει την περιοχή. Τα δείγματα αναλύθηκαν από τοπικό ιδιωτικό εργαστήριο σύμφωνα με μεθόδους ISO και υποβλήθηκαν σε μικροβιολογική ανάλυση για κολοβακτηρίδιο, *E. Coli*, εντερόκοκκοι και η συνολική αερόβια μέτρηση πραγματοποιήθηκε στους 22 και στους 37 °C. Η μικροβιολογική ποιότητα των δειγμάτων νερού αξιολογήθηκε σύμφωνα με τις παραμέτρους της εθνικής νομοθεσίας για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης (ΚΥΑ Υ2/38295/2007 ΦΕΚ 630/26-4-2007). Επίσης, τα δείγματα αναλύθηκαν για βασικές χημικές παραμέτρους (pH, αγωγιμότητα, νιτρώδη, νιτρικά άλατα, υπολειπόμενο χλώριο). Δεν πραγματοποιήθηκε εργαστηριακή εξέταση για ιούς. Επιπλέον ζητήθηκε από το Δήμο της περιοχής χαρτογράφηση του αγωγού ύδρευσης καθώς και πληροφορίες για τυχόν βλάβες του δικτύου ύδρευσης και αποχέτευσης. Πληροφορίες κατοίκων ανέφεραν ύπαρξη πλημμύρας σε πηγάδια πόσιμου νερού και υπερχειλίση λυμάτων στο δημοτικό σύστημα αποχέτευσης, ίσως λόγω της αυξημένης ποσότητας υδάτων στη λεκάνη απορροής κατά την διάρκεια της υψηλής τουριστικής περιόδου. Επιπλέον η αναφορά των κατοίκων για θολότητα, χρωματισμό και ασυνήθιστη οσμή του πόσιμου νερού, δήλωνε την επιμόλυνσή του. Ωστόσο, δεν υπήρξε επίσημη επιβεβαίωση αστοχίας του συστήματος αποχέτευσης λυμάτων καθ' όλη την περίοδο της έρευνας.

Η δειγματοληψία νερού είναι ίσως από τα πρώτα βήματα κατά την διενέργεια υγειονομικού ελέγχου σε μια περιοχή όπου παρατηρείται αύξηση κρουσμάτων υδάτινης γαστρεντερίτιδας. Για αυτό και σε μια ίδια περίπτωση σε περιοχή της Βόρειας Ελλάδας το 2019, οι τοπικές αρχές πραγματοποίησαν δειγματοληψία νερού από το σύστημα ανεφοδιασμού ύδρευσης της περιοχής. Όλα τα δείγματα νερού εξετάστηκαν για μικροβιολογικούς δείκτες στο ΠΕΔΥ (ολική αερόβια καταμέτρηση στους 22 °C και 37 °C, αριθμός ολικών αποικιών σχηματισμών *coli* ανά 100 ml και αριθμός *E. coli* αποικίες ανά 100 ml αριθμός, *Enterococci* spp. αποικίες ανά 100 ml και τον αριθμό

αποικιών του *Clostridium perfringens* ανά 100 ml. Επιπλέον, διενεργήθηκε εξέταση των δειγμάτων νερού για νοροϊό και συγχρόνως επιθεωρήθηκε το σύστημα ύδρευσης και μετρήθηκε το υπολειπόμενο χλώριο στο αντλιοστάσιο, στις δεξαμενές και σε διάφορα σημεία του δικτύου διανομής νερού της πόλης. Τέλος ερευνήθηκαν τα τοπικά δελτία καιρού για αξιολόγηση των καιρικών φαινομένων του συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος όπου εκδηλώθηκε η έξαρση κρουσμάτων

Τέλος, η ιδιαίτερη περίπτωση της πρώτης έρευνας υδατογενούς εστίας στην Ελλάδα που πραγματοποιήθηκε με τη συνεργασία τοπικού φαρμακείου λόγω της πανδημίας covid 19 στην περιοχή της Πελοποννήσου το 2020, περιόρισε τον υγειονομικό έλεγχο μόνο στον έλεγχο του συστήματος ύδρευσης για πιθανές βλάβες και στον έλεγχο των αρχείων χλωρίωσης του συστήματος. Τα δείγματα νερού που συλλέχθηκαν εξετάστηκαν για δείκτες και για συνολικές αποικίες κολοβακτηριδίων ανά 100 mL, όπως απαιτούνται από τη νομοθεσία. καθώς και για εργαστηριακή εξέταση νοροϊού και ροταϊού.

3.2.8 Μέτρα που πάρθηκαν

Η έλλειψη ενός σύγχρονου συστήματος επιτήρησης για την οξεία γαστρεντερίτιδα τόσο βακτηριακής αιτιολογίας όσο και μη βακτηριακής στην Ελλάδα δυσχεραίνει την έγκαιρη αντιμετώπιση μιας ξαφνικής εμφάνισης κρουσμάτων. Σε όλες τις μελέτες οι οποίες αξιολογήθηκαν στην παρούσα βιβλιογραφική συστηματική ανασκόπηση υποδηλώνεται η παρατεταμένη αμέλεια των υγειονομικών συνθηκών των συστημάτων υδροδότησης της κάθε περιοχής. Οι υποβαθμισμένες συνθήκες υγιεινής στη γύρω περιοχή των πηγών ύδρευσης και η έλλειψη σταθερού συστήματος χλωρίωσης αναφέρεται σε όλες τις περιοχές όπου πραγματοποιήθηκαν μελέτες, μετά από την εμφάνιση κρουσμάτων οξείας γαστρεντερίτιδας.

Τα μέτρα που λήφθηκαν σε άμεσο χρονικό διάστημα ήταν η εμπλουτισμένη εφαρμογή χλωρίωσης των πηγών και των συστημάτων υδροδότησης τα οποία παρείχαν νερό στις πληγείσες περιοχές και πιθανολογούνταν ως το όχημα της μετάδοσης των κρουσμάτων της οξείας γαστρεντερίτιδας. Η απαγόρευση χρήσης και κατανάλωσης του νερού της βρύσης για μικρό χρονικό διάστημα ήταν ένα επιπλέον μέτρο αντιμετώπισης των υδατινών επιδημικών εξάρσεων κρουσμάτων. Μόνο σε μία μελέτη, οι αρμόδιοι των δημόσιων υπηρεσιών υγείας προέβηκαν σε συμβουλευτικά μηνύματα προς τους κατοίκους της περιοχής, για συχνό πλύσιμο των χεριών, με σκοπό να αποφευχθούν και να μειωθούν οι δευτερογενείς περιπτώσεις όπου η μετάδοση πραγματοποιείται από άτομο σε άτομο.

3.2.9. Δηλωθέντα κρούσματα στον Εθνικό Οργανισμό δημόσιας υγείας (ΕΟΔΥ) Ελλάδα 2004-2021

Σύμφωνα με τα υποχρεωτικώς δηλωθέντες περιπτώσεις υδατογενούς αιτιολογίας στον ΕΟΔΥ, υπάρχουν 32 επιδημίες σχετιζόμενες με κατανάλωση μολυσμένου πόσιμου νερού προερχόμενο από το δημόσιο δίκτυο ύδρευσης των περιοχών της Ελλάδας κατά το χρονικό διάστημα 2004 - 2021. Αναλυτικά επιδημιολογικά δεδομένα υπάρχουν μόνο για τις 8 από αυτές οι οποίες αξιολογήθηκαν στην παρούσα εργασία λεπτομερώς, για τις υπόλοιπες τα δεδομένα είναι ελάχιστα. Να σημειωθεί ότι σε όλες τις επιδημίες (n=32)

διενεργήθηκε περιβαλλοντική διερεύνηση. Στον πίνακα 9, παρουσιάζεται ο αριθμός των δηλωθεισών επιδημιών υδατογενούς αιτιολογίας στην Ελλάδα ανά έτος από 2004 έως 2021.

Πίνακας 9. Αριθμός δηλωθεισών υδατογενών επιδημιών στην Ελλάδα ανά έτος, Σύστημα Υποχρεωτικής Δήλωσης Νοσημάτων, 2004-2021.

Έτος	Υδατογενείς επιδημίες
2004	4
2005	2
2006	2
2009	2
2010	1
2012	4
2013	4
2014	1
2015	2
2016	3
2017	1
2019	3
2020	1
2021	2
Σύνολο	32

Σε ποσοστό 56,3% (18/32) τεκμηριώθηκε αιτιολογικός παράγοντας βάσει κλινικών εργαστηριακών εξετάσεων. Ο συχνότερος αναγνωρισμένος αιτιολογικός παράγοντας ήταν ο Νοροϊνός σε συμφωνία και με την αξιολόγηση των μελετώμενων επιδημιολογικών μελετών της παρούσας εργασίας. Στον πίνακα 10, παρουσιάζονται συνοπτικά οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που ανευρέθηκαν σε κλινικά δείγματα ανά αιτιολογικό παράγοντα.

Πίνακας 10. Κατανομή των δηλωθεισών υδατογενών επιδημιών όπου ανευρέθηκε παθογόνο σε κλινικά δείγματα, ανά αιτιολογικό παράγοντα, Ελλάδα 2004-2021.

Παθογόνο	Πλήθος (N)
Norovirus	6
Rotavirus	2
Salmonella spp.	2
Shigella flexneri	2
Campylobacter jejuni	2
S. typhimurium	1
S. enteritidis	1
Μικτής αιτιολογίας (EHEC, EPEC, E.coli 0157, salmonella spp.)	1
Μικτής αιτιολογίας (Norovirus, campylobacter jejuni, EHEC, EPEC)	1
Σύνολο	18

Οι περιοχές στις οποίες παρατηρείται αυξημένη δηλούμενη επίπτωση υδατογενών επιδημιών είναι η Δυτική Μακεδονία, η Ανατολική Μακεδονία & Θράκη, η Πελοπόννησος και η Κρήτη. Σε αντίθεση στην περιοχή της Αττικής και των Ιόνιων νησιών καταγράφηκε μηδενική επίπτωση συρροής κρουσμάτων υδατογενούς αιτιολογίας.

4. Συζήτηση

4.1 Συνοπτικά τα αποτελέσματα

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν τα κρούσματα γαστρεντερίτιδας τα οποία οφείλονται στην κατανάλωση πόσιμου νερού από τα δίκτυα ύδρευσης περιοχών της Ελλάδας κατά το χρονικό διάστημα από 01/01/2000 έως 31/12/2021. Συμπεριλήφθηκαν 8 άρθρα με δεδομένα για 9 υδατογενείς εστίες κρουσμάτων, από την μέθοδο της συστηματικής ανασκόπησης της βιβλιογραφίας, όπως αυτή προέκυψε από την αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων Pubmed και Scopus.

Οι υδατογενείς εξάρσεις κρουσμάτων κατανέμονται στην μελετώμενη χρονική περίοδο 2004-2021, χωρίς να παρατηρείται αυξητική ή πτωτική τάση των εξάρσεων μεταξύ 2004 και 2021 (ΕΟΔΥ, 2021). Η πρώτη υδατογενής έξαρση για την οποία έγινε επιδημιολογική διερεύνηση καταγράφηκε το έτος 2005, ενώ η τελευταία υδατογενής έξαρση η οποία μελετήθηκε, πραγματοποιήθηκε το 2020.

Η διάρκεια των συμπτωμάτων της γαστρεντερίτιδας των κρουσμάτων στις μελετώμενες επιδημίες ήταν λίγες ημέρες και συγκεκριμένα διαρκούσαν από 10 έως 20 ημέρες. Σε μία μόνο μελέτη τα κρούσματα εμφανίστηκαν ξαφνικά το Ιούνιο και η έξαρση κορυφώθηκε τον επόμενο μήνα, δηλαδή τον Ιούλιο (Vantarakis. A., (2011). Σύμφωνα με τις επιδημιολογικές καμπύλες σε 6 από τις 9 επιδημίες τα κρούσματα συνέχιζαν να εμφανίζονται με μειωμένο αριθμό για περισσότερες ημέρες αργότερα. Οι περιπτώσεις αυτές χαρακτηρίστηκαν ως δευτερογενείς κατά τις οποίες η μετάδοση γινόταν από άτομο σε άτομο μέσω άμεσης επαφής. Με την εφαρμογή και τήρηση των κανόνων υγιεινής πραγματοποιήθηκε η εξάλειψη αυτών.

Από τις 9 υδάτινες εξάρσεις κρουσμάτων οι οποίες μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία και έλαβαν χώρα στην Ελλάδα, οι 6 εντοπίστηκαν σε περιοχές της Βόρειας Ελλάδας. Οι 3 από αυτές με μικρή χιλιομετρική απόσταση μεταξύ τους. Οι υπόλοιπες εντοπίστηκαν: μία στην Κεντρική Ελλάδα, μια σε περιοχή της Πελοποννήσου και μία σε περιοχή της Κρήτης. Εν κατακλείδι, οι περισσότερες υδατογενείς εξάρσεις κρουσμάτων εντοπίζονται σε αγροτικές περιοχές σε σχέση με τις αστικές. Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα η επίπτωση κρουσμάτων υδατογενών επιδημιών είναι μηδενική στην Αττική. Οι γεωγραφικές, οικονομικές και κοινωνικές ανισότητες επηρεάζουν την εμφάνιση των υδατογενών επιδημιών, εφόσον η βελτίωση των συστημάτων διανομής νερού επικεντρώνεται κυρίως στις αστικές περιοχές λόγω του αυξημένου πληθυσμού, ενώ οι κάτοικοι της υπαίθρου μειονεκτούν σε αυτό τον τομέα (WHO Regional Office for Europe. 2019). Για παράδειγμα, οι διαφορές στην πρόσβαση σε βασικές υπηρεσίες πόσιμου νερού και

αποχέτευσης μεταξύ αστικών και αγροτικών πληθυσμών μπορεί να είναι έως και τέσσερις φορές σε ορισμένες χώρες.

Οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα εργασία ήταν επιδημιολογικές μελέτες παρατήρησης, με τη μελέτη πασχόντων – μαρτύρων να είναι ο συχνότερος τύπος μελέτης. Σε 5 μελέτες εφαρμόστηκε η μελέτη πασχόντων – μαρτύρων, ενώ σε δύο από αυτές εφαρμόστηκε και δεύτερη μελέτη, σε μια ακολούθησε μελέτη σειράς ενώ στην άλλη μελέτη cross-over. Σε 3 μελέτες εφαρμόστηκε μελέτη σειράς και σε μια δεν αναφέρθηκε ο τύπος της μελέτης.

Ο αριθμός των κρουσμάτων στην επιδημία που καταγράφηκε στην περιοχή της Ξάνθης το 2005 ήταν 709 κρούσματα σε χρονικό διάστημα δυο εβδομάδων. Ενώ, το επόμενο έτος, στην ίδια περιοχή η καταγραφή των κρουσμάτων από το νοσοκομείο της περιοχής έφτασε τα 1.640 κρούσματα μεταξύ τις 5 Ιουνίου 2006 έως 3 Σεπτεμβρίου 2006. Στη συνέχεια, η επιδημία που εντοπίστηκε στην Κρήτη το 2009, είχε 54 κρούσματα, ενώ στη ίδια μελέτη αναφέρθηκε ότι στην ίδια περιοχή το 2004 είχε δημιουργηθεί μια επιδημία που αριθμούσε 37 κρούσματα. Το έτος 2012 καταγράφηκαν 2 επιδημίες, η μία με 79 κρούσματα γαστρεντερίτιδας υδατογενούς προέλευσης στην περιοχή του Κιλκίς και η δεύτερη στην περιοχή της Ελασσόνας με 552 κρούσματα. Αργότερα, μια ασυνήθιστη αύξηση κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας μεταξύ 9 με 28 Αυγούστου 2015, αριθμώντας 230 κρούσματα σημειώθηκε σε τουριστική περιοχή στη χερσόνησο της Κασσάνδρας, στη Χαλκιδική, στη Βόρεια Ελλάδα. Το 2019, σε μια πόλη της βόρειας Ελλάδας, πραγματοποιήθηκε μια επιδημία καταγράφοντας 638 κρούσματα σε αρκετά μικρό χρονικό διάστημα μόλις 5 ημερών, από 25 έως 29 Ιανουαρίου 2019. Τέλος, στη περιοχή της Πελοποννήσου, τον Μάιο του 2020, κατά τη διάρκεια της πανδημίας covid 19, διαπιστώθηκε μια έξαρση 87 κρουσμάτων σε χρονικό διάστημα 15 ημερών.

Σε όλες τις μελέτες πραγματοποιήθηκε λήψη δειγμάτων κοπράνων από τους ασθενείς για την ανίχνευση του παθογόνου μικροοργανισμού των επιδημιών. Σε 6 από τις μελέτες χρησιμοποιήθηκε η διαγνωστική μέθοδος RT-PCR και σε 2 μελέτες χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Multiplex PCR, όπου ανιχνεύθηκε μικτής αιτιολογίας παράγοντας. Στις 2 επιδημίες που σημειώθηκαν στη περιοχή της Ξάνθης κατά τα έτη 2005 και 2006, ο παθογόνος μικροοργανισμός που ανιχνεύτηκε σε δείγματα κοπράνων των ασθενών ήταν ο Norovirus (n=709) και Norovirus GI (n=1.640) αντίστοιχα. Στην πρώτη επιδημία, στα δείγματα νερού τα οποία συλλέχτηκαν πριν και μετά την διαδικασία χλωρίωσης πραγματοποιήθηκε βακτηριακή εξέταση όπου ανιχνεύθηκε κοπρανώδους μόλυνση (E.Coli, Enterococcus, Clostridium, Pseudomonas.spp), αλλά δεν ήταν δυνατή η διενέργεια της ιολογικής εξέτασης. Στη δεύτερη επιδημία, έπειτα από βακτηριακό, χημικό και ιολογικό έλεγχο που διενεργήθηκε στα δείγματα νερού διαπιστώθηκε ότι τα όρια των παραμέτρων ήταν σύμφωνα με τις εθνικές κατευθυντήριες γραμμές της ποιότητας νερού. Στη επιδημία της Κρήτης, το 2009 το παθογόνο που προκάλεσε την επιδημία ήταν το Campylobacter jejuni (n=54). Από την εξέταση των δειγμάτων νερού δεν προέκυψε η ανίχνευση του Campylobacter jejuni σε κάποιο δείγμα, το μόνο που διαπιστώθηκε ήταν τα χαμηλά επίπεδα υπολειμματικού χλωρίου 0,04mg/l, το οποίο μας παραπέμπει στην αστοχία του συστήματος χλωρίωσης του δικτύου ύδρευσης. Στις 2 επιδημίες, το 2012, στη μια ως υπεύθυνοι παθογόνοι μικροοργανισμοί από τα δείγματα κοπράνων των ασθενών βρέθηκαν Norovirus GI, Norovirus GII και Adenovirus (n=79), παράλληλα στα δείγματα νερού τα οποία συλλέχθηκαν από τις πηγές υδροδότησης βρέθηκαν θετικά σε Adenovirus ενώ οι βακτηριακές παράμετροι που μετρήθηκαν ήταν εντός ορίων. Στην δεύτερη επιδημία που σημειώθηκε στην περιοχή της Ελασσόνας, ο

Rotavirus (n=552) ήταν ο ανιχνεύσιμος παθογόνος μικροοργανισμός που εντοπίστηκε στα κόπρανα των ασθενών και το νερό της περιοχής κρίθηκε ακατάλληλο για κατανάλωση εφόσον βρέθηκαν σε αυτό έπειτα από εξέταση υψηλό ποσοστό κοπρανώδεις δεικτών. Το 2015, στην επιδημία της Χαλκιδικής τα στελέχη Norovirus (n=230), ευθύνονταν για την απότομη αύξηση των κρουσμάτων γαστρεντερίτιδας. Στη συνέχεια, οι δυο επιδημίες διαπιστώθηκε ότι οφείλονται σε μικτής αιτιολογίας παθογόνων μικροοργανισμών εφόσον στην μια ανιχνεύθηκαν Norovirus, *Campylobacter spp.*, EPEC, *C. Jejuni* και *E. Coli* 0157 (n=638), ενώ στη δεύτερη ανιχνεύθηκαν *Salmonella spp.*, *E.coli* 0157, EPEC, STEC (n=87). Στην πλειοψηφία των μελετών, τα κρούσματα αφορούσαν άτομα παιδικής ηλικίας, μικρότερα των 15 ετών.

Όλες οι μελέτες προσδιόρισαν ως αιτία την κατανάλωση πόσιμου νερού από δημόσια δίκτυα ύδρευσης, εκτός από μια μελέτη στην οποία αναφέρθηκε η πηγή υδροδότησης ως πιθανή εστία μόλυνσης. Σε 4 υδατογενείς επιδημίες, το αίτιο που προκάλεσε την μόλυνση του ύδατος ήταν η έντονη βροχοπτώση ή χιονόπτωση που σημειώθηκε σε προηγούμενη χρονική στιγμή και είχε ως αποτέλεσμα την εισροή λυμάτων στην πηγή υδροδότησης των περιοχών. Οι έντονες βροχοπτώσεις συμβάλλουν στην απορροή νερού από τα χωράφια στα ποτάμια με αποτέλεσμα την επιμόλυνση τους από τα ανθρώπινα ή ζωικά απόβλητα των κοντινών οικιών ή των γειτονικών κτηνοτροφικών μονάδων. Η βλάβη του αγωγού ύδρευσης, είχε ως συνέπεια την επιμόλυνση του δικτύου διανομής νερού σε μία από της μελετώμενες επιδημίες. Σε αυτή την περίπτωση, η ακριβής αιτία δεν ήταν η βλάβη, εφόσον αποκαταστάθηκε εγκαίρως αλλά η μειωμένη πίεση που προέκυψε από την βλάβη στο δίκτυο επιτρέποντας την είσοδο μη επεξεργασμένου νερού με αποτέλεσμα την επιμόλυνση του συστήματος διανομής νερού (G. Ebacher et al, 2012). Σε μια μελέτη δεν διαπιστώθηκε οριστικό συμπέρασμα για το αίτιο της επιδημίας, αλλά από τα αποτελέσματα της δειγματοληψίας νερού προσδιορίστηκε ως πιθανή αιτία, η αστοχία του συστήματος χλωρίωσης του δικτύου ύδρευσης. Παρά το γεγονός των έντονων βροχοπτώσεων, σε όλες τις μελέτες τα αίτια των υδάτινων επιδημιών αναφέρθηκαν στις ελλείψεις που υπάρχουν στη εξυγίανση των υδάτων. Επιπροσθέτως και σε περιπτώσεις μειωμένων βροχοπτώσεων υπάρχει η δυνατότητα εμφάνισης υδατογενών επιδημιών διότι μειώνοντας η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα σε χαμηλά επίπεδα, παρατηρείται αύξηση των λυμάτων στα ποτάμια με συνέπεια να επιμολύνονται τα υπόγεια νερά. Τέλος η θερμοκρασία είναι ένας σημαντικός παράγοντας που συμβάλλει στην εμφάνιση υδατογενών ασθενειών εφόσον έχει τη δυνατότητα να επηρεάζει τις συνθήκες πολλαπλασιασμού και διατήρησης των παθογόνων μικροοργανισμών που ευθύνονται για υδάτινες ασθένειες, με αποτέλεσμα 5 από τις 8 υδάτινες επιδημίες έχουν εκδηλωθεί κατά τους καλοκαιρινούς μήνες του έτους.

Σύμφωνα με τη διερεύνηση των μελετών, τα μέτρα που εφαρμόστηκαν για την αντιμετώπιση των υδατογενών επιδημιών ήταν ελάχιστα σε όλες τις συρροές κρουσμάτων. Η καθυστερημένη δήλωση των περιπτώσεων ασθενειών οδηγούσε στην καθυστερημένη διερεύνηση της επιδημίας και κατά επέκταση στην καθυστέρηση λήψης μέτρων δημόσιας υγείας προς αντιμετώπιση αυτών. Η λήψη δειγμάτων νερού καθ' όλη τη χρονική διάρκεια των επιδημιών και η υπερχλωρίωση του δικτύου ύδρευσης, ήταν τα μέτρα που εφαρμόστηκαν σε κάθε περίπτωση. Σε μία μόνο επιδημία, η απαγόρευση κατανάλωσης και χρήσης του αποδεδειγμένου μολυσμένου νερού εξήγαγε θετικά αποτελέσματα, εφόσον τα κρούσματα εξαλείφθηκαν σε σύντομο χρονικό διάστημα με την εφαρμογή του συγκεκριμένου μέτρου (Papadopoulos V P. et al, 2006). Το κοινό συμπέρασμα όλων των μελετών ήταν η απόφαση μιας στενής συνεργασίας των αρμόδιων φορέων, ώστε να εντατικοποιηθεί ο έλεγχος των συστημάτων διανομής νερού

με αυστηρότερους κανονισμούς για τις δειγματοληψίες του πόσιμου νερού σε εθνικό και τοπικό επίπεδο με στόχο την πρόληψη μελλοντικών εξάρσεων κρουσμάτων ασθενειών που προκαλούνται από το νερό. Γενικά οι επιδημίες είχαν μικρή διάρκεια και η επιπλέον χλωρίωση του νερού δρούσε αποτελεσματικά στην εξάλειψη των κρουσμάτων – ασθενών.

4.2 Προτάσεις για την μελλοντική αποφυγή υδατογενών επιδημιών

Το νερό αποτελεί το βασικό συστατικό του ανθρώπινου οργανισμού, εφόσον καλύπτει το 60% του βάρους του σώματός του (Κουρέα – Κρεμαστινού Τ., 2010). Η ημερήσια ανθρώπινη κατανάλωση πόσιμου νερού κατά κεφαλή κυμαίνεται περίπου σε δύο λίτρα για άτομο που ζυγίζει 60 κιλά. Ωστόσο η κατανάλωση επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες όπως τη γεωγραφική περιοχή, τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και τις διατροφικές συνήθειες του ατόμου.

Οι κίνδυνοι από την κατανάλωση πόσιμου νερού είναι πολλαπλοί. Τα συστήματα παροχής πόσιμου νερού είναι αναμφισβήτητα η πιο σημαντική πηγή μόλυνσης και εκδήλωσης υδατογενών επιδημιών (WHO, 2019). Συμπεριλαμβάνουν την πηγή νερού (επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα), το σύστημα άντλησης, επεξεργασίας και διανομής νερού μέχρι το σημείο κατανάλωσης. Η μόλυνση μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε στάδιο του συστήματος διανομής του πόσιμου νερού.

Από την εξέταση των διαθέσιμων στοιχείων προκύπτει υποεκτίμηση της πραγματικής έκτασης των ασθενειών που σχετίζονται με το νερό στην Ελλάδα, γεγονός που υποδηλώνει την ανάγκη ενίσχυσης των εθνικών ικανοτήτων για την επιτήρηση αυτών των ασθενειών. Η ανεπαρκής αναφορά είναι ένα εγγενές πρόβλημα στα συστήματα επιτήρησης και όσον αφορά τις υδατογενείς εστίες ή λοιμώξεις, τα κοινοποιούμενα κρούσματα πιθανότατα αντιπροσωπεύουν μόνο την κορυφή του παγόβουνου του πραγματικού βάρους της νόσου. Η ιογενής γαστρεντερίτιδα οφειλόμενη σε *Norovirus* και *Rotavirus* και η βακτηριακή γαστρεντερίτιδα με αίτιο τη *salmonella spp.* και το *campylobacter jejuni* είναι οι πιο συχνά αναφερόμενες γαστρεντερικές μολυσματικές ασθένειες που αποδίδονται στην κατανάλωση μολυσμένου νερού από δίκτυα υδροδότησης στην Ελλάδα, την τελευταία 20ετία (ΕΟΔΥ, 2021).

Επιπλέον, πολλοί ασθενείς προσπαθούν και αντιμετωπίζουν μόνοι τους τα συμπτώματα της νόσου, χωρίς να επισκεφθούν το γιατρό. Όπως διαπιστώθηκε στην έξαρση κρουσμάτων το 2020 στην περιοχή της Πελοποννήσου, τα στοιχεία συλλέχθηκαν με τη συνεργασία των τοπικών φαρμακείων, σύμφωνα με την αγορά των αντιδιαρροϊκών φαρμάκων. Αυτό οδηγεί σε αρκετά μεγάλη καθυστέρηση δήλωσης ή μη δήλωσης των κρουσμάτων με συνέπεια την μη επιδημιολογική διερεύνηση της έξαρσης και κατά επέκταση και την μη εφαρμογή μέτρων δημόσιας υγείας για την αντιμετώπισή της. Επίσης σύμφωνα με το συνολικό αριθμό των κρουσμάτων, ο έλεγχος των εργαστηριακών κλινικών δειγμάτων είναι εμφανώς ελάχιστος. Γεγονός που καταδεικνύει την δυσκολία και αδυναμία στο συντονισμό λήψης δειγμάτων από τους ασθενείς. Επομένως, σημαντική είναι η συνεχής ενημέρωση των πολιτών μέσω διοργάνωσης προγραμμάτων ενημέρωσης από τις αρμόδιες υπηρεσίες υγείας και από εξειδικευμένους επαγγελματίες υγείας, για τις πιθανές ασθένειες από τις οποίες μπορεί να προσβληθεί ο πληθυσμός μέσω της κατανάλωσης επιμολυσμένου νερού, αλλά και

για τους πιθανούς παράγοντες επιμόλυνσης του πόσιμου νερού των δημοσίων συστημάτων ύδρευσης.

Η συνεισφορά των εργαστηρίων αναφοράς είναι πολύτιμη σε κάθε περίπτωση, αρκεί τα εργαστήρια να είναι στελεχωμένα με υπεύθυνο και εξειδικευμένο προσωπικό που να μπορεί να ανταπεξέλθει αποτελεσματικά σε κάθε περίπτωση. Ακόμη τα εργαστήρια θα πρέπει να διαθέτουν πλήρη εργαστηριακό εξοπλισμό ώστε να ανταποκρίνονται στην διερεύνηση ολοκληρωμένων διαγνωστικών μεθόδων, στοχεύοντας στην ανίχνευση του αιτιολογικού παράγοντα που είναι υπεύθυνος για την πρόκληση της έξαρσης. Στην διερεύνηση των επιδημιών της παρούσας εργασίας, διαπιστώθηκε η αδυναμία διαγνωστικών μεθόδων από τα εργαστήρια αναφοράς που είχε ως αποτέλεσμα την μη εξακρίβωση του αιτιολογικού παράγοντα που προκάλεσε την έξαρση.

Σύμφωνα με το πρωτόκολλο για την προστασία των υδάτων και της υγείας, με στόχο την πρόληψη, τον έλεγχο και τη μείωση των ασθενειών που σχετίζονται με το νερό στην Ευρώπη, όλες οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμφωνούν να λάβουν όλα τα κατάλληλα μέτρα για (WHO, 2019):

- Την εξασφάλιση επαρκούς παροχής υγιεινού πόσιμου νερού.
- Την εξασφάλιση επαρκούς υγιεινής ενός προτύπου που προστατεύει επαρκώς την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.
- Την προστασία των υδάτινων πόρων που χρησιμοποιούνται ως πηγές πόσιμου νερού και των σχετικών υδάτινων οικοσυστημάτων τους από τη ρύπανση.
- Την παροχή επαρκών διασφαλίσεων για την ανθρώπινη υγεία έναντι ασθενειών που σχετίζονται με το νερό.
- Τη θέσπιση και διατήρηση αποτελεσματικών εθνικών και τοπικών συστημάτων επιτήρησης και έγκαιρης προειδοποίησης για την παρακολούθηση και την αντιμετώπιση εστιών ή περιστατικών ασθενειών που σχετίζονται με το νερό.

Για τη σωστή και αποτελεσματική επιτήρηση χρειάζεται η συνεργασία των αρμόδιων αρχών, σε εθνικό και τοπικό επίπεδο. Οι αρμόδιες αρχές θα πρέπει να διαδραματίζουν ενεργό ρόλο στην διερεύνηση υδατογενών επιδημιών. Ο στόχος όλων θα πρέπει να είναι η διασφάλιση της ποιότητας και ασφάλειας του πόσιμου νερού της κάθε περιοχής, ανεξάρτητα του πληθυσμού της και κατά επέκταση η διασφάλιση της υγείας των πολιτών.

Επομένως επιβάλλεται η ανάπτυξη ενός σχεδίου ασφάλειας των υδάτων σύμφωνα με μεθόδους που δίνονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. Από την διερεύνηση των επιδημιών υποδηλώνεται η ανάγκη εφαρμογής επιχειρησιακών διαδικασιών και μηχανισμών υποστήριξης σε πολλαπλά επίπεδα, προκειμένου να επιτευχθεί ένα ολοκληρωμένο εθνικό σύστημα επιτήρησης για λοιμώξεις και εστίες ιογενούς και βακτηριακής γαστρεντερίτιδας.

Απαιτείται συνεχής επιτήρηση ώστε να εντοπίζεται χωρίς καθυστέρηση η εμφάνιση υδατογενών επιδημιών. Αναγκαία είναι ακόμη η ενίσχυση της εργαστηριακής διερεύνησης υδατογενών εστιών στη χώρα μας, με διέγερση ολοκληρωμένων διαγνωστικών δοκιμών (βακτήρια, ιούς, παράσιτα) σε δείγματα νερού και εφαρμογή πρωτοκόλλου συνεργασίας μεταξύ των αρμόδιων αρχών και εργαστηρίων αναφοράς, που θα καθορίζει με σαφήνεια τη διαδικασία συλλογής δειγμάτων νερού. Επιπλέον, η εκπαίδευση του προσωπικού είναι αναγκαία προϋπόθεση, ώστε με την εξειδικευμένη

γνώση και υπευθυνότητα του θα πρέπει να αντιμετωπίζει με αποτελεσματικότητα τις περιπτώσεις υδατογενών εξάρσεων κρουσμάτων.

Στην παρούσα μελέτη καταδεικνύεται τη σύμφωνη άποψη της χώρας μας με την νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (κανονισμοί, οδηγίες), καθώς και τη προσπάθεια διενέργειας και εφαρμογής ελέγχων των αρμόδιων φορέων, με στόχο τη διασφάλιση της ποιότητας του νερού δημόσιων συστημάτων ύδρευσης, όμως συγχρόνως τονίζεται και η ανάγκη συνεχούς επαγρύπνησης διερεύνησης και εφαρμογής επιπρόσθετων προληπτικών μέτρων με στόχο την διασφάλιση της υγείας των καταναλωτών. Τέλος επισημαίνεται, ότι για να αντιμετωπιστούν οι ενδεχόμενοι κίνδυνοι επιμόλυνσης του πόσιμου νερού ύδρευσης απαιτούνται οι υπεύθυνοι μηχανισμοί ελέγχου και τα κατάλληλα εργαλεία τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάλυση και τον εντοπισμό των κινδύνων που υπάρχουν στο σύστημα ύδρευσης της κάθε περιοχής μιας χώρας.

Είναι κύρια ευθύνη και υποχρέωση κάθε κράτους, η παροχή καθαρού, κατάλληλου και ασφαλούς πόσιμου νερού, απαλλαγμένο από παθογόνους οργανισμούς, σε όλους τους πολίτες μιας χώρας.

5. Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

- **Ashbolt, N. J.** (2015). *Microbial contamination of drinking water and human health from community water systems*. Current environmental health reports, 2(1), 95-106.
- **Bronstert, Axel.** (2003). *Floods and Climate Change: Interactions and Impacts*. Risk Analysis, 23, 545-557.
- **Blatt, M.R., Chaumont, F. & Farquhar, G.** (2014). *Focus on Water: Plant Physiol*, 164(4): 1553–1555.
- **Bouzid, M.,** (2017). *Examining the Role of Environmental Change on Emerging Infectious Diseases and pandemics*. United States of America: Publications IGI Global.
- **Bradley, B.R., Daigger, G.T., Rubin, R., Tchobanoglous, G.,** (2002). *Evaluation of onsite wastewater treatment technologies using sustainable development criteria*. Clean Technologies and Environmental Policy, 4, 87-99.
- **Burucoa, Christophe., Anthony Axon.,** *Epidemiology of Helicobacter pylori infection. Helicobacter*. 2017 Sep; 22 Suppl 1.
- **Brumfield Kyle D, Nur A Hasan, Menu B Leddy, Joseph A Cotruvo, Shah M Rashed, Rita R Colwell, Anwar Huq.,** *A comparative analysis of drinking water employing metagenomics*. PLoS One. 2020 Apr 9;15(4):e0231210.
- **Contia Susanna, Paola Melia, Giada Minellia , Renata Soliminia, Virgilia Toccacelia, Monica Vichia, Carmen Beltranob, Luigi Perin.,** *Epidemiologic study of mortality during the Summer 2003 heat wave in Italy*. Environmental Research Volume 98, Issue 3, July 2005, Pages 390-399.
- **Centers for Disease Control and Prevention,** (2015). *Water-related Diseases and Contaminants in Public Water Systems*. Centers for Disease Control and Prevention.
- **Damikouka, I., Katsiri, A. & Tzia, C.** (2007). *Application of HACCP principles in drinking water treatment*. Desalination, 210, 138-145.
- **Davison, A., Howard, G., Stevens, M., Callan, P., Fewtrell, L., Deere, D., Bartram, J., Water, S. & Organization, W. H.** (2005). *Water safety plans: managing drinking-water quality from catchment to consumer*.
- **Decker, B. K., & Palmore, T. N.** (2013). *The role of water in healthcare-associated infections*. Current opinion in infectious diseases, 26(4), 345-351.

- **James H Diaz, Fred A Lopez.,** *Skin, soft tissue and systemic bacterial infections following aquatic injuries and exposures.* Am J Med Sci. 2015 Mar; 349(3):269-75.
- **G. Ebacher, M.C. Besner , B. Clement , M. Prevost** «*Sensitivity analysis of some critical factors affecting simulated intrusion volumes during a low pressure transient event in a full-scale water distribution system*» journal homepage: www.elsevier.com/locate/watres, 2012, Available online at www.sciencedirect.com
- **Figueras, M. & Borrego, J. J.** (2010). *New perspectives in monitoring drinking water microbial quality.* International journal of environmental research and public health, 7, 4179-4202.
- **Laia Font-Ribera, Cristina M Villanueva, Ferran Ballester, Loreto Santa Marina, Adonina Tardón, Nadia Espejo-Herrera, Ana Esplugues, Cristina Rodríguez Dehli, Mikel Basterrechea, Jordi Sunyer.,** *Swimming pool attendance, respiratory symptoms and infections in the first year of life.* Eur J Pediatr. 2013 Jul; 172(7):977-85.. Epub 2013 Mar 7.
- **Grilc, E., Gale, I., Veršič, A., Žagar, T., & Sočan, M.** (2015). *Gastro-Intestinal Infections/Kvaliteta Drinking Water Quality and the Geospatial Distribution of Notified Pitne Vode in Geoprostorska Porazdelitev Prijavljenih Črevesnih Okužb.* Slovenian Journal of Public Health, 54(3), 194-203.
- **Havelaar, A. H.** (1994). *Application of HACCP to drinking water supply.* Food Control, 5, 145-152.
- **Nir Ido, Amir Lybman, Shahar Hayet, David N Azulay, Mnar Ghrayeb, Sajeda Liddawieh, Liraz Chai.,** *Bacillus subtilis biofilms characterized as hydrogels. Insights on water uptake and water binding in biofilms.* 2020 Jul 8;16(26):6180-6190.
- **Karagiannis I, Sideroglou T, Gkolfinopoulou K, Tsouri A, Lampousaki D, Velonakis EN, Scoulica EV, Mellou K, Panagiotopoulos T, Bonovas S.** *A waterborne Campylobacter jejuni outbreak on a Greek island.* Epidemiol Infect. 2010 Dec; 138(12):1726-34. Epub 2010 Sep 14.
- **Cynthia L. Mayer and Carol J. Palmer.,** *Evaluation of PCR, Nested PCR, and Fluorescent Antibodies for Detection of Giardia and Cryptosporidium Species in Wastewater.* APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, June 1996, p. 2081–2085.
- **Mellou K, Katsioulis A, Potamiti-Komi M, Pournaras S, Kyritsi M, Katsiaflaka A, Kallimani A, Kokkinos P, Petinaki E, Sideroglou T, Georgakopoulou T, Vantarakis A, Hadjichristodoulou C.** *A large waterborne gastroenteritis outbreak in central Greece, March 2012: challenges for the investigation and management.* Epidemiol Infect. 2014 Jan; 142(1):40-50. Published online by Cambridge University Press: 2013 Apr 30.

- **Mellou K, Sideroglou T, Potamiti-Komi M, Kokkinos P, Ziros P, Georgakopoulou T, Vantarakis A.** «*Epidemiological investigation of two parallel gastroenteritis outbreaks in school settings*». BMC Public Health. 2013 Mar 19; 13:241.
- **Mellou K, Sideroglou T, Kefaloudi C, Tryfinopoulou K, Chrysostomou A, Mandilara G, Pavlaki M, Maltezos HC.** *Waterborne outbreak in a rural area in Greece during the COVID-19 pandemic: contribution of community pharmacies*. Rural Remote Health. 2021 Jul; 21(3):6630.
- **Method 1623: Cryptosporidium and Giardia in Water by Filtration/IMS/FA.** (2005). National Service Center for Environmental Publications (NSCEP).
- **N A Moreira, M Bondelind.,** *Safe drinking water and waterborne outbreaks*. Water Health. 2017 Feb; 15(1):83-96. doi: 10.2166/wh.2016.103.
- **R. Leon Ochiai, XuanYi Wang, Lorenz von Seidlein, Jin Yang, Zulfiqar A. Bhutta, Sujit K. Bhattacharya, Magdarina Agtini, Jacqueline L. Deen, John Wain, Deok Ryun Kim, Mohammad Ali, Camilo J. Acosta, Luis Jodar, John D. Clemens.,** *Salmonella paratyphi A rates, Asia*. Emerg Infect Dis. 2005 Nov;11(11):1764-6.
- **Papadopoulos V. P, Vlachos O, Isidoriou E, Kasmeridis C, Pappa Z, Goutzouvelidis A, Filippou F.** «*A gastroenteritis outbreak due to Norovirus infection in Xanthi, Northern Greece: management and public health consequences*». J Gastrointest Liver Dis. 2006 Mar; 15(1):27-30.
- **Richard Pougnet, Laurence Pougnet, Ingrid Allio, David Lucas, Jean-Dominique Dewitte, Brice Loddé.,** *Maritime environment health risks related to pathogenic microorganisms in seawater*. Int Marit Health. 2018; 69(1):35-45.
- **Sarah Purnell, Andrew Halliday, Freya Newman, Christine Sinclair, James Ebdon.,** *Pathogen infection risk to recreational water users, associated with surface waters impacted by de facto and indirect potable reuse activities*. Sci Total Environ. 2020 Jun 20; 722:137799.
- **Quattrini, S., Pampaloni, B., & Brandi, M. L.** (2016). *Natural mineral waters: chemical characteristics and health effects*. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, 13(3), 173-180.
- **Sengupta, P.** *Potential health impacts of hard water*. International journal of preventive medicine, 2013, 4(8), 866-875.
- **Sabine Skrebinska, Francis Mégraud, Emilie Bessède.,** *Diagnosis of Helicobacter pylori infection*. Helicobacter. 2018 Sep; 23 Suppl 1:e12515. doi: 10.1111/hel.12515.

- **H. Stypulkowska-Misiurewicz , B. Krogulska, K. Pancer, R. Matuszewska.,** *Legionella sp.--laboratory diagnosis of infections in humans and detection in environmental water.* Rocz Panstw Zakl Hig. 2001; 52(1):1-18.
- **Laura M Suppes, Robert A Canales, Charles P Gerba, Kelly A Reynolds.,** *Cryptosporidium risk from swimming pool exposures.* *Int J Hyg Environ Health.* 2016 Nov; 219(8):915-919. Epub 2016 Jul 2.
- **Thapar, A., Saha, T.K. and Dong, Z.Y.,** (2004). *Investigation of Power Quality Categorisation and Simulating It's Impact on Sensitive Electronic Equipment.* IEEE Power Engineering Society General Meeting, 1, 528-533.
- **Tryfinopoulou K, Kyritsi M, Mellou K, Kolokythopoulou F, Mouchtouri VA, Potamiti-Komi M, Lamprou A, Georgakopoulou T, Hadjichristodoulou C.,** *Norovirus waterborne outbreak in Chalkidiki, Greece, 2015: detection of GI.P2 GI.2 and GII.P16_GII.13 unusual strains.* *Epidemiol Infect.* 2019 Jan; 147:e227.
- **Tzani M, Mellou K, Kyritsi M, Kolokythopoulou F, Vontas A, Sideroglou T, Chrysostomou A, Mandilara GD, Tryfinopoulou K, Georgakopoulou T, Hadjichristodoulou C.** *'Evidence for waterborne origin of an extended mixed gastroenteritis outbreak in a town in Northern Greece, 2019'.* *Epidemiol Infect.* 2020 Dec 9; 149:e83.
- **United Nations.** *Water for people – Water for life.* The United Nations and WHO world water development report. Barcelona, 2003.
- **United Nations and WHO.** *International Strategy for Disaster Reduction: Global assessment report on disaster risk reduction and poverty in a changing climate: invest today for a safer tomorrow,* 2009.
- **Apostolos Vantarakis , Kassiani Mellou , Georgia Spala , Petros Kokkinos and Yiannis Alamanos .** «*A Gastroenteritis Outbreak Caused by Noroviruses in Greece*». *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2011, 8(8), 3468-3478.
- **World Health Organization,** *Water and Public Health.* World Health Organization, 2009.
- **World Health Organization,** *Guidelines for Drinking-Water Quality: Incorporating 1st and 2nd addenda.* Geneva: World Health Organization, 2008.
- **World Health Organization,** *The financial crisis and global health: report of a high-level consultation,* Geneva, Switzerland, 19 January 2009.
- **WHO EUROPEAN ENVIRONMENT AND HEALTH INFORMATION SYSTEM, OUTBREAKS OF WATERBORNE DISEASES FACT SHEET 1.1 z** December 2009. CODE: RPG1_WatSan_E1.

- **WHO Regional Office for Europe**, *Surveillance and outbreak management of water-related infectious diseases associated with water-supply systems*. Copenhagen: 2019.
- **Zelner JL, King AA, Moe CL, Eisenberg JN**. *How infections propagate after point-source outbreaks: an analysis of secondary norovirus transmission*. *Epidemiology*. 2010 Sep;21(5):711-8.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- **Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας**, (2021). *Επιδημιολογικά δεδομένα συρροών κρουσμάτων τροφιμογενούς/υδατογενούς νοσήματος στην Ελλάδα. Σύστημα υποχρεωτικής Δήλωσης Νοσημάτων 2004-2021*.
- **Ζανάκη, Κ.** *Έλεγχος ποιότητας νερού* (2^η εκδ.). Εκδόσεις: Ίων. Αθήνα, 2001.
- **Κουρέα- Κρεμαστινού Τζένη**. *Δημόσια Υγεία. Θεωρία – Πράξη – Πολιτικές*. (σσ. 606-607). (2^η έκδοση), Εκδόσεις: Τεχνόγραμμα. Αθήνα, 2010
- **Μήτρακας, Μ.** *Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού*. Εκδόσεις Τζιόλα, Αθήνα: 2001.
- **Νικολαΐδης, Χ., & Κωνσταντινίδης, Θ.** *Υγειονομική σημασία και ρόλος των ποιοτικών χαρακτηριστικών του πόσιμου νερού στον άνθρωπο από τη σκοπιά της δημόσιας υγείας*. (σσ. 15-25). Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη, 2009.
- **Νταρακάς, Ε.** (2010). *Ποιοτικά χαρακτηριστικά και διεργασίες επεξεργασίας νερού*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- **Ευριδίκη Πατελάρου, Ηρώ Μπροκαλάκη**,. *Μεθοδολογία της συστηματικής Ανασκόπησης και Μετα-ανάλυσης*. *Νοσηλευτική* 2010, 49(2): 122-130.