

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΟΤΑΜΟΥΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ. 17044)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ:

ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΠΑΝΤΟΡΡΟΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΟ ΕΤΟΣ:2023-2024

Όνοματεπώνυμο: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΟΤΑΜΟΥΣΗΣ (Α.Μ. 17044)

Ημερομηνία παράδοσης:

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:

ΔΙΟΝΥΣΙΑ – ΓΕΩΡΓΙΑ Χ. ΠΕΡΠΕΡΙΔΟΥ, Επίκουρη Καθηγήτρια

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΟΤΑΜΟΥΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ. 17044)

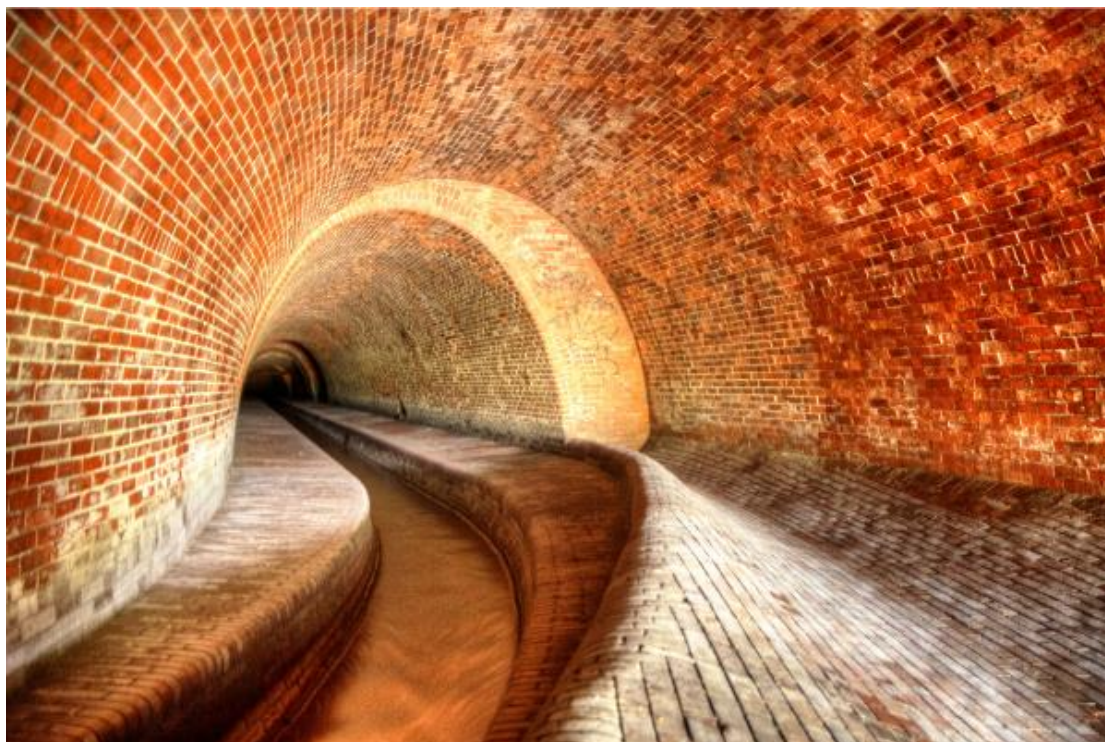


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

Bachelor's thesis

ΤΤΛΟ:

SPATIAL AND DESCRIPTIVE DOCUMENTATION OF AN ALLUVIAL SYSTEM



ACADEMIC YEAR:2023-2024

FULL NAME: GEORGIOS POTAMOUSIS (17044)

Delivery date:

Supervising professor:

DIONYSIA – GEORGIA Ch. PERPERIDOU, Assistant Professor

ΕΞΕΤΑΣΤΕΑ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Η υπάρχουσα διπλωματική εργασία, ελέγχθηκε και εξετάστηκε από την παρακάτω τριμελούς, εξεταστέα επιτροπή, στις 11 Οκτωμβρίου του 2024:

α/α	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Κάτσιος Ιωάννης (επιβλέπων)	Αναπληρωτής Καθηγητής	
2	Περπερίδου Διονυσία Γεωργία	Επίκουρη Καθηγήτρια	
3	Πανταζής Δήμος	Καθηγητής	

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ-ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ο υπογεγραμμένος, Ποταμούσης Γεώργιος του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου 17044, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και της Σχολής Μηχανικών, Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, δηλώνω υπεύθυνα τα εξής:

«Είμαι ο συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, και κάθε βοήθεια που έλαβα για την προετοιμασία της έχει αναγνωριστεί και αναφέρεται πλήρως στο κείμενο. Επιπλέον, όλες οι πηγές που χρησιμοποίησα για δεδομένα, ιδέες ή λόγια, είτε αυτούσια είτε παραφρασμένες, αναφέρονται με πλήρη αναγνώριση των συγγραφέων, των εκδοτικών οίκων ή των περιοδικών, περιλαμβάνοντας και τυχόν διαδικτυακές πηγές. Βεβαιώνω επίσης ότι η εργασία αυτή έχει γραφτεί αποκλειστικά από εμένα και αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία τόσο δική μου όσο και του Ιδρύματος. Η παραβίαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης μπορεί να οδηγήσει στην ανάκληση του πτυχίου μου.»

Ο Δηλών,

ΠΟΤΑΜΟΥΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

(ΥΠΟΓΡΑΦΗ)

Copyright © Ποταμούσης Γεώργιος (...).

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς την συγγραφέα και τον επιβλέπων καθηγητή. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ-ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

Στο πλαίσιο της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα πρώτα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα επίκουρη καθηγήτρια κ. Διονυσία – Γεωργία Χ. Περπερίδου για την πρόταση της θεματολογίας που αφορά την ανάλυση του παντοροϊκού δικτύου. Η συμβολή της υπήρξε καθοριστική καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας, προσφέροντάς μου συνεχώς την καθοδήγηση και τη βοήθεια που χρειάστηκα, ενώ με υποστήριξε με σαφείς απαντήσεις σε κάθε ερώτημα που προέκυψε. Τέλος, ευχαριστώ την ΕΥΔΑΠ για όλα τα δεδομένα και τις πληροφορίες που μου παρείχαν και συνέβαλαν καθοριστικά στην ολοκλήρωση της μελέτης μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στη χωρική και περιγραφική τεκμηρίωση των συστημάτων αποχέτευσης, διαχείρισης υδάτων και πλημμυρών, με έμφαση στο "Παντοροϊκό Σύστημα" της Αθήνας και την ιστορική εξέλιξη της διαχείρισης υδάτινων πόρων στην Αττική. Αρχικά, γίνεται ανάλυση των συστημάτων διαχείρισης όμβριων υδάτων και των συστημάτων αποχέτευσης. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στο Αδριάνειο Υδραγωγείο, ένα από τα πρώτα σημαντικά έργα της αρχαίας Αθήνας για τη διαχείριση νερού.

Το έργο αυτό αποτέλεσε πρότυπο για τη μετέπειτα ανάπτυξη συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης στην πόλη. Επίσης πραγματοποιείται μια ιστορική ανασκόπηση των συστημάτων αποχέτευσης από τους αρχαίους πολιτισμούς μέχρι τη σύγχρονη εποχή. Σημαντικά επιτεύγματα της ρωμαϊκής μηχανικής και οι μεταγενέστερες επιρροές στην ανάπτυξη υποδομών ύδρευσης και αποχέτευσης αναλύονται εκτενώς, ενώ παρουσιάζονται τα σύγχρονα προβλήματα και οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι πόλεις στην αποστράγγιση και διαχείριση των λυμάτων και των όμβριων.

Ένα από τα κύρια ζητήματα που εξετάζονται είναι οι πλημμύρες στις αστικές περιοχές, που αποτελούν σοβαρό πρόβλημα λόγω της κλιματικής αλλαγής και της ανεπαρκούς διαχείρισης των υδάτων. Αναλύονται οι επιπτώσεις των πλημμυρών στην υγεία και την περιουσία των πολιτών, καθώς και οι σύγχρονες στρατηγικές για την πρόληψη και τη διαχείριση των πλημμυρικών φαινομένων.

Η εργασία περιγράφει με λεπτομέρειες τη σημασία της υιοθέτησης συστημάτων GIS για την αποτελεσματική χαρτογράφηση και διαχείριση πλημμυρών σε πραγματικό χρόνο. Στο κεφάλαιο για το Παντοροϊκό Σύστημα, εξετάζεται η ενιαία διαχείριση τόσο των όμβριων υδάτων όσο και των λυμάτων μέσω ενός κοινού δικτύου αγωγών. Το σύστημα αυτό εισήχθη στην Αθήνα τον 19ο αιώνα και εξακολουθεί να αποτελεί κεντρικό άξονα της διαχείρισης των υδάτων στην περιοχή.

Αναλύεται η ιστορική εξέλιξη και οι τεχνικές προσαρμογές που πραγματοποιήθηκαν ώστε να ανταποκρίνεται στις αυξανόμενες ανάγκες της πόλης. Περιγράφονται επίσης τα συστήματα αποχέτευσης που υιοθετήθηκαν μεταγενέστερα για την προστασία από πλημμύρες και τη βελτίωση της ποιότητας των υδάτων. Επιπλέον, η εργασία αναφέρεται στα δικαιώματα ιδιοκτησίας που σχετίζονται με τα αποχετευτικά συστήματα.

Σημειώνεται ότι η διαχείριση των δικαιωμάτων αυτών είναι πολύπλοκη και απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό από τις τοπικές αρχές, προκειμένου να εξασφαλιστεί η εύρυθμη λειτουργία των συστημάτων.

Τέλος, εξετάζεται η υδάτινη διαχείριση στην Αττική από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Η σύγχρονη διαχείριση των υδάτινων πόρων στην Αττική αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις, όπως η επαρκής υδροδότηση του πληθυσμού, η διαχείριση των πλημμυρών και η προστασία των υδάτινων πόρων από ρύπανση. Οι τεχνολογικές λύσεις και η χρήση ψηφιακών εργαλείων για την πρόβλεψη και πρόληψη των πλημμυρών παρουσιάζονται ως βασικές κατευθύνσεις για το μέλλον.

SUMMARY

The present thesis focuses on the spatial and descriptive documentation of drainage, water management and flooding systems, with emphasis on the "Pantoric System" of Athens and the historical development of water resources management in Attica.

First, an analysis of the stormwater management and drainage systems is provided. Particular reference is made to the Hadrianic Aqueduct, one of the first important water management projects of ancient Athens. This project was a model for the later development of water supply and sewerage systems in the city.

It also provides a historical overview of sewerage systems from ancient civilisations to modern times. Major achievements of Roman engineering and subsequent influences on the development of water supply and sewerage infrastructure are discussed in detail, and the modern problems and challenges facing cities in the drainage and management of wastewater and stormwater are presented.

One of the main issues addressed is flooding in urban areas, which is a serious problem due to climate change and inadequate water management. The impact of floods on citizens' health and property is analysed, as well as the current strategies for flood prevention and management.

The paper details the importance of adopting GIS systems for effective real-time flood mapping and management. In the chapter on the Alluvial System, the integrated management of both stormwater and wastewater through a common network of pipelines is discussed. This system was introduced in Athens in the 19th century and is still a central focus of water management in the region.

The historical evolution and the technical adaptations made to meet the growing needs of the city are analysed. It also describes the drainage systems adopted later to protect against flooding and improve water quality. In addition, the paper addresses property rights associated with drainage systems. It is noted that the management of these rights is complex and requires careful planning by local authorities to ensure the proper functioning of the systems.

Finally, it examines water management in Attica from antiquity to the present day. Modern water resource management in Attica faces many challenges, such as adequate water supply for the population, flood management and protection of water resources from pollution. Technological solutions and the use of digital tools for flood forecasting and prevention are presented as key directions for the future.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
SUMMARY	7
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ & ΥΔΑΤΩΝ.....	10
1.1 Η Εξέλιξη των Συστημάτων Αστικής Αποχέτευσης	10
1.2 Αδριάνειο Υδραγωγείο.....	12
1.3 John Snow και η συμβολή του	16
1.4 Edwin Chadwick	18
1.5 Διαχείριση Υδατικών Πόρων και Περιβαλλοντική Προστασία.....	20
1.5.1 Διαχείριση Υδάτων.....	22
1.5.2 Οφέλη και Προκλήσεις Όμβριων Υδάτων και Λυμάτων.....	24
1.6 Προκλήσεις και Μελλοντικές Κατευθύνσεις στη Διαχείριση Λυμάτων.....	24
1.7 Πλημμύρες σε Αστικές Περιοχές	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ	29
2.1 Αντιμετώπιση Πλημμυρών.....	29
2.2 Επιπτώσεις των Συστημάτων Αποχέτευσης-Βρόχινου Νερού στην Δημόσια Υγεία και το Περιβάλλον.....	31
2.3 Πλημμύρες σε Αστικές Περιοχές	32
2.4 Διαχείριση Πλημμυρών με Χρήση GIS	33
2.5 Σχέδιο Αντιπλημμυρικής Προστασίας Λεκανοπεδίου Αττικής	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΑΝΤΟΡΡΟΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΘΗΝΑΣ	38
3.1 Το Παντορροϊκό Σύστημα.....	38
3.2 Το Παντορροϊκο Σύστημα της Αθήνας	41
3.3 Διαχείριση και Προστασία των Ρεμάτων της Αττικής (αρμοδιότητες – παράμετροι).....	43
3.4 Ανάλυση του Κυκλοβόρου Ποταμού	44
3.5 Ο Κηφισός: Ιστορική Κληρονομιά και Σύγχρονες Προκλήσεις Διαχείρισης	45
3.6 Ιλισός: Από την Υπογειοποίηση στην Αποκατάσταση του Αστικού Τοπίου.....	47
3.7 Σύγχρονη Διαχείριση και Προκλήσεις Υδάτινων Πόρων στην Αττική	50
3.8 Ασφάλεια Υδάτινων Πόρων στις Πόλεις: Η Περίπτωση της Άττικής	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΚΑ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ ΣΤΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ..	55
4.1 Ιστορική Εξέλιξη και Δικαιώματα Ιδιοκτησίας στα Αστικά Αποχετευτικά Συστήματα... ..	55
4.2 Δικαιώματα Ακινήτων.....	58
4.3 Δικαιώματα Ιδιοκτησίας σε Συστήματα Αποχέτευσης και Αποστράγγισης Όμβριων και Υδάτων	59
4.4 Αρχές Ιδιοκτησιακών Δικαιωμάτων Αποχετευτικού Συστήματος.....	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Δίκτυα Αποχέτευσης και Ιδιοκτησιακά δικαιώματα η περίπτωση του Παντορροϊκου Συστήματος της Αθήνας	64

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΟΤΑΜΟΥΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ. 17044)

5.1 Διανομή Κυκλοβόρου	64
5.2 Ψηφιοποίηση Κυκλοβόρου	66
5.3 Ρυμοτομικά Σχέδια.....	69
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	75
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	77
Ευρετήριο Εικόνων	79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ & ΥΔΑΤΩΝ

1.1 Η Εξέλιξη των Συστημάτων Αστικής Αποχέτευσης

Η ιστορική προοπτική των αστικών συστημάτων αποχέτευσης διαφέρει σημαντικά. Σε διαφορετικές εποχές και τοποθεσίες, τα συστήματα αυτά έχουν θεωρηθεί ως ζωτικοί φυσικοί πόροι, μηχανισμοί καθαρισμού, μέσα μεταφοράς αποβλήτων, πηγή πλημμυρών, ενοχλητικά απόβλητα και διαβιβαστές ασθeneιών.

Το κλίμα, η τοπογραφία, η γεωλογία, η επιστημονική γνώση, οι κατασκευαστικές ικανότητες, οι κοινωνικές αξίες, οι θρησκευτικές πεποιθήσεις και άλλοι παράγοντες έχουν επηρεάσει τις τοπικές απόψεις σχετικά με τα αστικά συστήματα αποχέτευσης. Κατά την κατασκευή των πόλεων, αυτοί οι παράγοντες καθοδηγούσαν και περιόριζαν την ανάπτυξη των λύσεων αποχέτευσης. Η σχέση της σύγχρονης μηχανικής με την αρχαία μηχανική είναι δύσκολο να κατανοηθεί λόγω της υψηλής εξειδίκευσης και της τεχνολογικής προόδου της σύγχρονης μηχανικής.

Παρά τα πλεονεκτήματα της σύγχρονης μηχανικής, πολλοί αρχαίοι πολιτισμοί κατάφεραν να δημιουργήσουν εντυπωσιακές πόλεις με προηγμένα συστήματα υποδομών, περιλαμβανομένων των δρόμων, συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης. Τα αστικά συστήματα αποχέτευσης περιλαμβάνουν τα λύματα και τα όμβρια ύδατα, τα οποία πρέπει να συλλέγονται και να απομακρύνονται κατάλληλα για την αποφυγή της ρύπανσης και των ενοχλήσεων στις αστικές περιοχές.

Η ιστορική επισκόπηση των συστημάτων αποχέτευσης αποκαλύπτει ότι αυτά έχουν θεωρηθεί ως ζωτικοί φυσικοί πόροι, μηχανισμοί καθαρισμού, μέσα μεταφοράς αποβλήτων, πηγή πλημμυρών και ενοχλητικά απόβλητα. Οι αρχαίοι πολιτισμοί, όπως οι Ινδοί και οι Μινωίτες, κατασκεύαζαν συστήματα αποχέτευσης με μεγάλη προσοχή, στοχεύοντας στη συλλογή των όμβριων υδάτων, την αποτροπή πλημμυρών και τη μεταφορά αποβλήτων. Τα συστήματα αυτά κατασκευάζονταν με δοκιμές και λάθη, αλλά παρ' όλα αυτά ήταν εξαιρετικά αποτελεσματικά. Για παράδειγμα, οι πόλεις Χαράππα και Μοχέντζο-Ντάρο της Ινδικής πολιτισμού είχαν σχεδιαστεί με αποχετευτικά κανάλια που συλλέγουν και διαχειρίζονται τα λύματα και τα όμβρια ύδατα. Οι Πέρσες, θεωρώντας το αστικό νερό ιερό, έλαβαν μέτρα για την προστασία του από τη ρύπανση και συλλέγοντας το για χρήση σε δεξαμενές. (Delleur, 2003)

Η Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία εισήγαγε σημαντικές τεχνολογικές προόδους στα αστικά συστήματα αποχέτευσης, όπως την ανάπτυξη ομοιόμορφων πρακτικών αποχέτευσης των δρόμων και την κατασκευή μεγάλων υπόγειων αγωγών. Η προοπτική των Ρωμαίων για τα αστικά συστήματα αποχέτευσης επικεντρωνόταν στη μείωση των πλημμυρών και την αποστράγγιση των χαμηλών περιοχών, ενώ η συλλογή των όμβριων υδάτων για οικιακή και δημόσια χρήση ήταν επίσης σημαντική. Η κατασκευή των αγωγών και των ανοιχτών καναλιών αποχέτευσης στόχευε στην αποστράγγιση των χαμηλών

περιοχών και την απομάκρυνση των αποβλήτων από τις κατοικημένες περιοχές. (Delleur, 2003)

Μετά την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, οι πόλεις της Ευρώπης και της Ασίας άρχισαν να μειώνονται σε μέγεθος, οδηγώντας στην εγκατάλειψη των δημοτικών υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων αποχέτευσης. Κατά τη διάρκεια των Σκοτεινών Αιώνων, η αδιαφορία των κατοίκων για την καθαριότητα και οι περιορισμένες τεχνολογικές προόδους οδήγησαν σε παραμέληση των συστημάτων αποχέτευσης. Η πλειονότητα των ανθρώπων ζούσε κοντά σε ρέματα και ποτάμια, χρησιμοποιώντας τα ως φυσικές αποχετεύσεις, ενώ οι δημόσιες υπηρεσίες αποχέτευσης θεωρούνταν περιττές.

Κατά τη Μεσαιωνική περίοδο, η αποχέτευση περιοριζόταν σε ανοικτά κανάλια που χρησίμευαν ως αποχετεύσεις όμβριων υδάτων και αποβλήτων. Αυτά τα κανάλια συχνά ήταν προσβάσιμα για απόρριψη σκουπιδιών, οδηγώντας σε κακή κατάσταση των αστικών υποδομών. Η κάλυψη των ανοιχτών καναλιών και η κατασκευή υπόγειων αποχετευτικών συστημάτων αποτέλεσαν μεταγενέστερες προσπάθειες για την καταπολέμηση των προβλημάτων που προκύπτουν από την ανεξέλεγκτη απόρριψη αποβλήτων. (Delleur, 2003)

Στην Αμερική, οι Ίνκας στην Νότια Αμερική αναγνώρισαν την αξία της αστικής αποχέτευσης, κατασκευάζοντας προηγμένα συστήματα αποστράγγισης, όπως αυτό του Μασού Πίτσου, το οποίο περιελάμβανε συστήματα συλλογής και διαχείρισης των υδάτων. (Delleur, 2003)

Στη σύγχρονη εποχή, οι προοπτικές για τα αστικά συστήματα αποχέτευσης έχουν επηρεαστεί από την αυξανόμενη ανησυχία για την υγεία, το περιβάλλον και την αειφορία. Η διαχείριση των λυμάτων και των όμβριων υδάτων πλέον ενσωματώνεται σε ολοκληρωμένα συστήματα που στοχεύουν στην προστασία του περιβάλλοντος, την πρόληψη των πλημμυρών και τη διασφάλιση της δημόσιας υγείας. Τα σύγχρονα συστήματα αποχέτευσης χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνολογίες και πρακτικές σχεδιασμού για την αποφυγή των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη διαχείριση των υδάτινων πόρων.

Η ιστορική ανασκόπηση των αστικών συστημάτων αποχέτευσης αποκαλύπτει την εξέλιξη των προοπτικών και των πρακτικών διαχείρισης των υδάτων σε διαφορετικές εποχές και πολιτισμούς. Από τις πρώτες προσπάθειες των αρχαίων πολιτισμών μέχρι τις σύγχρονες τεχνολογικές λύσεις, η διαχείριση των υδάτων έχει παραμείνει ένας κρίσιμος παράγοντας για την ευημερία των αστικών περιοχών. Η κατανόηση της ιστορικής εξέλιξης των συστημάτων αποχέτευσης μπορεί να προσφέρει πολύτιμες γνώσεις για τη διαχείριση των σύγχρονων προκλήσεων και την ανάπτυξη βιώσιμων λύσεων για το μέλλον. (Delleur, 2003)



Εικόνα 1: Δίκτυο Αποχέτευσης

Πηγή: <https://deyach.gr/ergo/diktya-antliostasia-apochetefsis-akatharton-d-e-y-a-chanion/>

1.2 Αδριάνειο Υδραγωγείο

Το Αδριάνειο Υδραγωγείο είναι ένα από τα σημαντικότερα έργα υδροδότησης της αρχαίας Αθήνας, κατασκευασμένο κατά την εποχή του Ρωμαίου αυτοκράτορα Αδριανού (117-138 μ.Χ.). Η κατασκευή του Αδριάνειου Υδραγωγείου είχε ως κύριο στόχο την κάλυψη των αυξημένων αναγκών ύδρευσης της πόλης, αλλά περιλάμβανε και συστήματα διαχείρισης όμβριων υδάτων.

Ο Αδριανός, ένας από τους πιο φημισμένους αυτοκράτορες της Ρώμης, ήταν γνωστός για την αγάπη του για την Ελλάδα και τον ελληνικό πολιτισμό. Κατά την διάρκεια της βασιλείας του, πραγματοποίησε πολλά δημόσια έργα στην Αθήνα, ένα εκ των οποίων ήταν το Αδριάνειο Υδραγωγείο. Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε από τον ίδιο τον αυτοκράτορα και αποτέλεσε μια από τις πιο σημαντικές υποδομές της πόλης.

Το Αδριάνειο Υδραγωγείο ξεκινούσε από την περιοχή της Πεντέλης, όπου βρισκόταν οι κύριες πηγές νερού, και κατέληγε στην Αθήνα. Το συνολικό μήκος του ήταν περίπου 20 χιλιόμετρα και περιλάμβανε υπόγεια και επιφανειακά τμήματα. Το μεγαλύτερο μέρος του Αδριάνειου Υδραγωγείου ήταν υπόγειο, κατασκευασμένο από λαξευμένα τούνελ μέσα στους βράχους. Η μέθοδος αυτή προσέφερε προστασία από εξωτερικές καταστροφές και διατηρούσε τη θερμοκρασία του νερού σχετικά σταθερή. Τα τούνελ αυτά είχαν κλίση ώστε να επιτρέπουν την φυσική ροή του νερού από τις πηγές προς την πόλη. Σε ορισμένα σημεία, το Αδριάνειο Υδραγωγείο περνούσε από επιφανειακά τμήματα, τα οποία περιλάμβαναν καμάρες και κανάλια. Οι καμάρες αυτές, κατασκευασμένες από λίθο και τσιμέντο, ήταν εξαιρετικά ανθεκτικές και επέτρεπαν την διέλευση του υδραγωγείου πάνω από φυσικά εμπόδια και χαράδρες.

Το Αδριάνειο Υδραγωγείο περιλάμβανε διάφορα συστήματα διαχείρισης υδάτων, τα οποία εξασφάλιζαν την αποδοτική χρήση και διανομή του νερού στην πόλη. Σημαντικό μέρος του συστήματος ήταν οι δεξαμενές αποθήκευσης, που βρίσκονταν σε στρατηγικά

σημεία κατά μήκος του υδραγωγείου. Αυτές οι δεξαμενές χρησίμευαν για την αποθήκευση νερού, ειδικά κατά την διάρκεια περιόδων χαμηλής ροής ή αυξημένης ζήτησης. Επίσης, οι δεξαμενές παρείχαν τη δυνατότητα κατακράτησης τυχόν ιζημάτων, εξασφαλίζοντας ότι το νερό θα έμενε καθαρό.

Το νερό από το Αδριάνειο Υδραγωγείο κατέληγε σε διάφορα σημεία της πόλης μέσω ενός δικτύου καναλιών και αγωγών καθώς υπήρχαν σημεία διανομής (nodos), όπου το νερό κατανεμόταν προς δημόσιες κρήνες, λουτρά, και άλλες υποδομές. Επίσης, υπήρχαν παράπλευροι αγωγοί που μετέφεραν το νερό σε ιδιωτικές κατοικίες και κτήματα.

Η διαχείριση των όμβριων υδάτων ήταν εξίσου σημαντική για την σωστή λειτουργία του υδραγωγείου διότι οι αρχιτέκτονες και μηχανικοί της εποχής φρόντισαν να κατασκευάσουν σύστημα αποχέτευσης που περιλάμβανε κανάλια και φρεάτια. Αυτά τα συστήματα απέτρεπαν την εισροή όμβριων υδάτων στο υδραγωγείο, που θα μπορούσαν να προκαλέσουν υπερχειλίσεις ή μόλυνση του πόσιμου νερού.

Επιπλέον, οι δρόμοι και οι πλατείες της πόλης ήταν σχεδιασμένες με κλίσεις οι οποίες κατεύθυναν τα όμβρια ύδατα προς τα σημεία αποχέτευσης. Η διαρκής συντήρηση του Αδριάνειου Υδραγωγείου ήταν κρίσιμη για την μακροχρόνια λειτουργία του έχοντας οργανωμένα συνεργεία τα οποία αναλάμβαναν τον έλεγχο και την επισκευή τυχόν φθορών ή βλαβών στα τούνελ, τις καμάρες και τους αγωγούς. Ειδικά φρεάτια επιθεώρησης είχαν κατασκευαστεί κατά μήκος του υδραγωγείου για την διευκόλυνση της συντήρησης.

Το Αδριάνειο Υδραγωγείο παραμένει ένα από τα πιο σημαντικά αρχαιολογικά μνημεία της Αθήνας. Σε πολλά σημεία έχει ανασκαφεί και συντηρηθεί, αποκαλύπτοντας την περίπλοκη τεχνολογία και τις τεχνικές κατασκευής που χρησιμοποιήθηκαν. Ορισμένα τμήματα του υδραγωγείου είναι επισκέψιμα και αποτελούν μέρος της πολιτιστικής κληρονομιάς της πόλης καθώς αποτελεί έναν αξιοσημείωτο δείγμα της αρχαίας μηχανικής και των υδροδοτικών συστημάτων της εποχής. Η κατασκευή του ήταν ένα επίτευγμα που συνδύαζε τεχνική αρτιότητα και λειτουργικότητα, ενώ η διαχείριση των υδάτων, τόσο των πόσιμων όσο και των όμβριων, αναδεικνύει την προνοητικότητα και την οργάνωση των αρχαίων μηχανικών.

Η αντοχή του στον χρόνο και η διατήρησή του μέχρι σήμερα αποτελούν μαρτυρία της σπουδαιότητας και της αποτελεσματικότητας αυτής της αρχαίας υποδομής. Οι Ρωμαίοι μηχανικοί ήταν γνωστοί για την χρήση ποικίλων υλικών και τεχνολογιών στην κατασκευή των υδραγωγείων και στην συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν κυρίως τούβλα, τσιμέντο και φυσικοί λίθοι. Τα τούνελ του υδραγωγείου είχαν κλίση περίπου 1% για να εξασφαλίζουν τη φυσική ροή του νερού χωρίς αντλίες. Οι Ρωμαίοι χρησιμοποίησαν την τεχνολογία του siphon, που επέτρεπε τη μεταφορά νερού σε διαφορετικά υψόμετρα μέσω πίεσης. Το νερό που τροφοδοτούσε το Αδριάνειο Υδραγωγείο προερχόταν κυρίως από πηγές στους πρόποδες του όρους Πεντέλη, γνωστές για την καθαρότητά τους. Επιπλέον, υπήρχαν πηγάδια και δεξαμενές κατά

μήκος του υδραγωγείου που εξασφάλιζαν τη συνεχόμενη ροή και αποθήκευση του νερού. Το νερό έφτανε στην Αθήνα και κατανεμόταν μέσω ενός εκτεταμένου δικτύου. Κάθε σημείο διανομής είχε σχεδιαστεί για να εξυπηρετεί συγκεκριμένες ανάγκες, όπως δημόσιες κρήνες, λουτρά, και ιδιωτικές κατοικίες. Τα δημόσια λουτρά ήταν ιδιαίτερα σημαντικά στην αρχαία Ρώμη και την Ελλάδα, λειτουργώντας τόσο ως χώροι καθαριότητας όσο και ως κοινωνικοί χώροι. Η διανομή του νερού σε κρήνες γινόταν με μεθοδικό τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η συνεχής παροχή. Τα δημόσια λουτρά ήταν μεγάλης χωρητικότητας και περίτεχνα διακοσμημένα, προσφέροντας ζεστό και κρύο νερό, καθώς και ατμόλουτρα. Για να διασφαλιστεί ότι το νερό παραμένει καθαρό, είχαν ληφθεί μέτρα προστασίας κατά της μόλυνσης. Οι υπόγειοι αγωγοί ήταν καλά σφραγισμένοι, ενώ οι δεξαμενές και τα φρεάτια επιθεώρησης ήταν κατασκευασμένα έτσι ώστε να αποτρέπεται η είσοδος βρομιών και μικροοργανισμών. Τα συστήματα αποχέτευσης των όμβριων υδάτων ήταν καίρια για την αποφυγή πλημμυρών και την προστασία του υδραγωγείου. Οι Ρωμαίοι χρησιμοποίησαν καλυμμένα κανάλια και σήραγγες για να κατευθύνουν τα όμβρια ύδατα μακριά από τις κατοικημένες περιοχές και τα σημαντικά δημόσια έργα. Αυτές οι δομές ήταν επίσης κατασκευασμένες με τσιμέντο και λίθο, εξασφαλίζοντας την ανθεκτικότητά τους. Η συντήρηση του Αδριάνειου Υδραγωγείου ήταν συστηματική και καλά οργανωμένη. Οι Ρωμαίοι διέθεταν εξειδικευμένα συνεργεία για την επιθεώρηση και την επισκευή του υδραγωγείου. Τα συνεργεία αυτά ήταν υπεύθυνα για τον καθαρισμό των αγωγών από ιζήματα και την αποκατάσταση φθορών στις καμάρες και τα τούνελ. Οι επιθεωρητές (*curatores aquarum*) ήταν δημόσιοι λειτουργοί υπεύθυνοι για τη διαχείριση και τη συντήρηση των υδραγωγείων. Είχαν την αρμοδιότητα να επιβλέπουν τις εργασίες συντήρησης και να διασφαλίζουν την ορθή λειτουργία του συστήματος ύδρευσης.



Εικόνα 2: Αδριάνειο Υδραγωγείο

Πηγή: <https://www.protothema.gr/greece/article/1031455/adrianeio-udragogeio-sunehizei-na-leitourgei-1880-hronia-meta-tin-kataskeui-tou/>

Η κατασκευή του Αδριάνειου Υδραγωγείου χρησιμοποιούσε προηγμένες για την εποχή τεχνικές, όπως:

- Κλασματοποίηση: Κατασκευαστικοί τομείς ήταν χωρισμένοι σε τμήματα για καλύτερη διαχείριση και έλεγχο της ποιότητας.
- Ανασκαφή και Σήραγγες: Οι Ρωμαίοι χρησιμοποίησαν εργαλεία και τεχνικές για την ανασκαφή βράχων και την κατασκευή σηράγγων με μεγάλη ακρίβεια.
- Υδραυλικό Τσιμέντο: Χρησιμοποιήθηκε υδραυλικό τσιμέντο (opus caementicium) που στεγανοποιούσε τους αγωγούς και τις δεξαμενές, διασφαλίζοντας τη μακροχρόνια λειτουργικότητα του υδραγωγείου.

Το Αδριάνειο Υδραγωγείο δεν ήταν μόνο τεχνικό επίτευγμα αλλά και ένα έργο με σημαντικές κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις:

- Υγεία και Υγιεινή: Η παροχή καθαρού νερού βελτίωσε τις συνθήκες υγιεινής και συνέβαλε στη μείωση ασθενειών.

- Κοινωνική Συνοχή: Τα δημόσια λουτρά και οι κρήνες ήταν κέντρα κοινωνικής αλληλεπίδρασης, ενισχύοντας την κοινωνική συνοχή.
- Ανάπτυξη της Πόλης: Η διαθεσιμότητα νερού ενθάρρυνε την ανάπτυξη και την επέκταση της πόλης, προσελκύοντας νέους κατοίκους και δραστηριότητες.

Το Αδριάνειο Υδραγωγείο αποτελεί ένα εκπληκτικό δείγμα της αρχαίας ρωμαϊκής μηχανικής και αρχιτεκτονικής, συνδυάζοντας τεχνολογία, καινοτομία και αποτελεσματικότητα. Η προνοητικότητα στη διαχείριση των υδάτων, η αντοχή των υλικών και η συστηματική συντήρηση διασφάλισαν την μακροχρόνια λειτουργία του έργου, το οποίο εξυπηρέτησε την πόλη της Αθήνας για αιώνες. Η μελέτη και η διατήρηση του Αδριάνειου Υδραγωγείου παρέχει πολύτιμες γνώσεις για τις μεθόδους και τις πρακτικές των αρχαίων μηχανικών, καθώς και για τη σημασία των δημόσιων έργων στη διαμόρφωση και ανάπτυξη των πόλεων. (Κυριακοπούλου-Δημητρίου, Ελένη κ.ά., 2024; Chiotis D. E. & Marinis G. P., 2012)

1.3 John Snow και η συμβολή του

Ο John Snow (1813-1858) ήταν ένας από τους πιο πρωτοπόρους της επιδημιολογίας και της δημόσιας υγείας, και συνέβαλε καθοριστικά στη σύγχρονη κατανόηση της εξάπλωσης των μολυσματικών ασθενειών, ειδικά της χολέρας. Σημαντική ήταν και η συμβολή του στην ανάπτυξη της αναισθησιολογίας, καθώς χρησιμοποίησε για πρώτη φορά το χλωροφόρμιο με ασφάλεια κατά τη διάρκεια της γέννας της Βασίλισσας Βικτωρίας το 1853 και το 1857. Αυτό του έδωσε φήμη, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη στην ασφάλεια των αναισθητικών. Αν και η θεωρία των μικροβίων δεν είχε ακόμη αναπτυχθεί πλήρως, ο Snow αμφισβήτησε την επικρατούσα θεωρία των μiasμάτων, που υποστήριζε ότι η ασθένεια προκαλείται από μολυσμένο αέρα. Αυτή η θεωρία είχε ισχύ για αιώνες, αλλά δεν εξηγούσε επαρκώς τη γρήγορη εξάπλωση της χολέρας σε συγκεκριμένες περιοχές. Αντίθετα, ο Snow, με βάση παρατηρήσεις και στατιστικά δεδομένα, υποστήριξε ότι η χολέρα μεταδίδεται μέσω μολυσμένου νερού. Το 1849, κατά τη διάρκεια προηγούμενης επιδημίας, υπέθεσε ότι τα αποχετευτικά απόβλητα μόλυναν το πόσιμο νερό και δημοσίευσε το έργο του "On the Mode of Communication of Cholera". Ωστόσο, η θεωρία του απορρίφθηκε τότε ως υπερβολικά ριζοσπαστική.

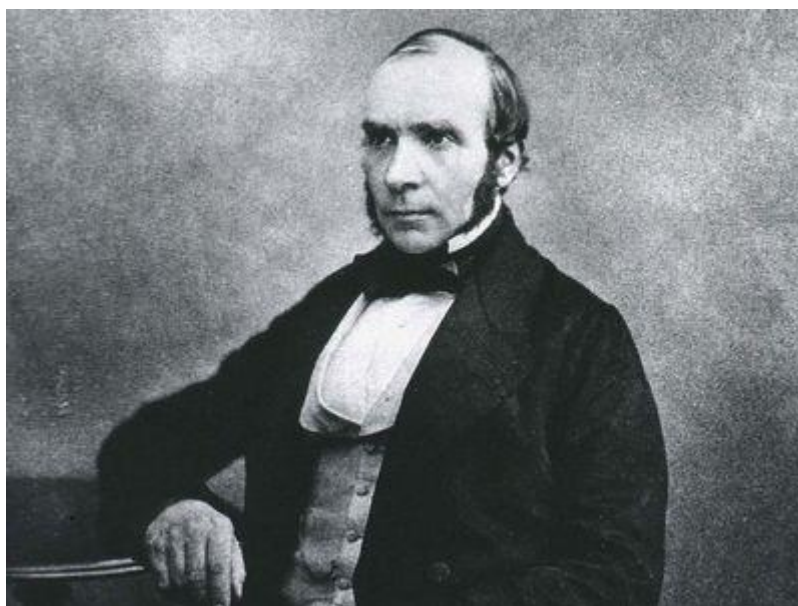
Το 1854, ξέσπασε μια σοβαρή επιδημία χολέρας στην περιοχή Soho του Λονδίνου, που οδήγησε στον θάνατο πάνω από 700 άτομα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ο Snow, οπλισμένος με την προηγούμενη εμπειρία του, άρχισε να χαρτογραφεί τα περιστατικά και να συγκρίνει τα δεδομένα από τις διάφορες γειτονιές. Η μελέτη του έδειξε ότι τα περιστατικά συνδέονταν με μια συγκεκριμένη αντλία νερού στην οδό Broad. Μαζί με τον Reverend Henry Whitehead, έναν τοπικό ιερέα που αρχικά αμφισβητούσε τη θεωρία του Snow, συνέλεξαν δεδομένα που έδειχναν ότι οι οικογένειες που δεν είχαν χρησιμοποιήσει την αντλία δεν είχαν προσβληθεί από τη χολέρα. Μετά από τις αναλύσεις του, ο Snow έπεισε τις αρχές να αφαιρέσουν τη λαβή της αντλίας στην οδό Broad. Το γεγονός αυτό συχνά αναφέρεται ως το πιο διάσημο παράδειγμα της

αποτελεσματικής παρέμβασης στη δημόσια υγεία, καθώς τα περιστατικά χολέρας μειώθηκαν δραματικά. Ο Snow αναγνώρισε ότι η επιδημία βρισκόταν ήδη σε ύφεση, αλλά το κλείσιμο της αντλίας συνέβαλε στην περαιτέρω μείωση των θανάτων και υποστήριξε την θεωρία του για την υδάτινη μετάδοση της ασθένειας. Εκτός από την επιδημιολογία, ο John Snow ήταν πρωτοπόρος στην αναισθησιολογία. Πειραματιζόταν με διάφορα αναισθητικά αέρια όπως το χλωροφόρμιο και ο αιθέρας, με στόχο τη βελτίωση της ασφάλειας κατά τη διάρκεια χειρουργείων και τοκετών. (Thomas, 1968)

Η εμπειρία του με τη διάχυση των αερίων συνέβαλε επίσης στην κατανόηση της διάχυσης ουσιών, πράγμα που τον βοήθησε να ερμηνεύσει την εξάπλωση των μικροοργανισμών στο νερό. Η δουλειά του Snow αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη της επιδημιολογίας, την επιστήμη που μελετά τις τάσεις, τα αίτια και τις επιπτώσεις των ασθενειών σε πληθυσμούς. Επίσης, συνέβαλε στην προώθηση της βελτίωσης των συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης, καθώς απέδειξε ότι το μολυσμένο νερό ήταν το μέσο μέσω του οποίου διαδίδονταν οι μολυσματικές ασθένειες όπως η χολέρα.

Η συμβολή του στην αναγνώριση της σημασίας της καθαριότητας του νερού και της σωστής διαχείρισης των αποβλήτων άνοιξε το δρόμο για τις σύγχρονες πρακτικές της δημόσιας υγείας και της υγειονομικής μηχανικής. Ο Snow πέθανε σε ηλικία 45 ετών το 1858, πιθανώς εξαιτίας της μακροχρόνιας έκθεσής του σε αναισθητικά αέρια, που μπορεί να προκάλεσαν νεφρική ή ηπατική ανεπάρκεια.

Ωστόσο, η κληρονομιά του είναι τεράστια, και ο ρόλος του στη δημιουργία σύγχρονων προτύπων υγειονομικής περίθαλψης αναγνωρίζεται μέχρι και σήμερα. Το πανεπιστήμιο John Snow στο Durham και η John Snow Society στο Λονδίνο, τιμούν τη μνήμη του, συμβολίζοντας την αφοσίωσή του στη δημόσια υγεία. Με αυτόν τον τρόπο, ο Snow συνέβαλε στη διαμόρφωση των βάσεων για τη σύγχρονη ιατρική επιστήμη, κάνοντας την προσέγγιση του στην επιδημιολογία και την υγιεινή ακρογωνιαίο λίθο για την καταπολέμηση των μολυσματικών ασθενειών. (Cameron & Jones, 1983)



Εικόνα 3: John Snow (1853)

Πηγή: <https://www.britannica.com/biography/John-Snow-British-physician>

1.4 Edwin Chadwick

Παράλληλα με τον John Snow και ο Edwin Chadwick ασχολήθηκε με το ζήτημα της προστασίας της δημόσιας υγείας, και πάλι στο Λονδίνο.

Καθώς τα ζητήματα αυτά άρχισαν να αναγνωρίζονται και να αντιμετωπίζονται συστηματικά τον 19ο αιώνα, όταν οι πόλεις άρχισαν να αντιμετωπίζουν ραγδαία αύξηση πληθυσμού και ταυτόχρονα προβλήματα που σχετίζονταν με την υγιεινή και τη διαχείριση των αποβλήτων.

Το νομοθετικό πλαίσιο και οι πρώτες προσπάθειες ξεκίνησαν με πρωτοβουλίες όπως ο Νόμος Δημόσιας Υγείας του 1848, που σηματοδότησε ένα σημαντικό βήμα προς την προστασία της δημόσιας υγείας. Ένας από τους κύριους αρχιτέκτονες αυτού του νόμου ήταν ο Edwin Chadwick, ένας κοινωνικός μεταρρυθμιστής που έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των πολιτικών δημόσιας υγείας στη Βρετανία.

Ο Chadwick αφιέρωσε μεγάλο μέρος της καριέρας του στην έρευνα των συνθηκών διαβίωσης των φτωχών και την ανάδειξη της σημασίας της υγιεινής και της διαχείρισης των λυμάτων. Το 1842 δημοσίευσε το μνημειώδες έργο του, "Η Υγιεινή Κατάσταση του Εργατικού Πληθυσμού της Μεγάλης Βρετανίας". Σε αυτό, τεκμηρίωσε την άμεση σχέση μεταξύ των ανθυγιεινών συνθηκών διαβίωσης και της εξάπλωσης των ασθενειών, όπως η χολέρα και ο τύφος. Ο Chadwick πίστευε ότι η βελτίωση της υγείας των φτωχών θα είχε όχι μόνο κοινωνικά, αλλά και οικονομικά οφέλη. Υποστήριζε ότι η δαπάνη χρημάτων για τη βελτίωση των συνθηκών υγιεινής θα οδηγούσε σε

σημαντική μείωση των δαπανών για τη φροντίδα των φτωχών και των ασθενών, καθώς οι ασθένειες που πλήττουν κυρίως τα κατώτερα κοινωνικά στρώματα θα περιορίζονταν.

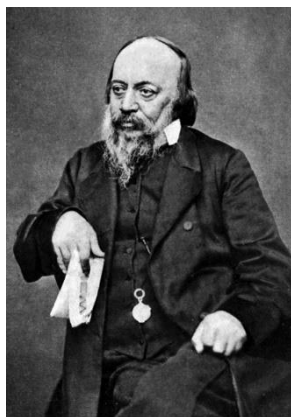
Κύριες Προτάσεις του Chadwick:

- Βελτιωμένη αποστράγγιση και αποχετευτικό σύστημα για την απομάκρυνση των λυμάτων.
- Αφαίρεση όλων των απορριμμάτων από σπίτια, δρόμους και οδούς.
- Παροχή καθαρού πόσιμου νερού για όλους τους πολίτες.
- Διορισμός ιατρικών υπαλλήλων για την επίβλεψη των συνθηκών υγιεινής σε κάθε πόλη.

Οι επιδημίες χολέρας που έπληξαν τη Βρετανία κατά τα μέσα του 19ου αιώνα, και οι έντονες πιέσεις από τον Chadwick και οργανώσεις όπως ο Σύνδεσμος Υγείας των Πόλεων, οδήγησαν την κυβέρνηση στην υιοθέτηση του Νόμου Δημόσιας Υγείας το 1848. Παρόλο που ο νόμος καθιέρωσε ένα Κεντρικό Συμβούλιο Υγείας, αυτό είχε περιορισμένες εξουσίες και ανεπαρκή χρηματοδότηση. Ωστόσο, ο νόμος παρείχε στις τοπικές αρχές τη δυνατότητα να αναλάβουν την ευθύνη για την αποχέτευση, τις πηγές νερού και την απομάκρυνση των απορριμμάτων, συμβάλλοντας έτσι στη βελτίωση των συνθηκών υγιεινής στις πόλεις.

Η πόλη του Sunderland ήταν μια από τις πρώτες που αξιοποίησαν τις νέες εξουσίες που προσέφερε ο νόμος. Το 1850, η Sunderland ζήτησε την αποστολή του Robert Rawlinson, ενός επιθεωρητή δημόσιας υγείας, για να αξιολογήσει την υγειονομική κατάσταση της πόλης. Η έκθεσή του, που δημοσιεύθηκε το 1851, αποκάλυψε τις ανθυγιεινές συνθήκες υπό τις οποίες ζούσαν οι εργατικές τάξεις και πρότεινε βελτιώσεις, οι οποίες τελικά συνέβαλαν στη βελτίωση της δημόσιας υγείας. (Ringen, 1979)

Η έρευνα του Chadwick είχε μακροχρόνιο αντίκτυπο στη δημόσια υγεία και θεωρείται ένας από τους θεμελιωτές της σύγχρονης υγειονομικής μηχανικής και της επιδημιολογίας. Ο Chadwick ενσωμάτωσε την αντίληψη ότι η υγεία των πολιτών είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ποιότητα των υδάτινων πόρων και των συστημάτων αποχέτευσης. Οι αρχές που διατύπωσε σχετικά με την αποστράγγιση, την παροχή καθαρού νερού και την απομάκρυνση των απορριμμάτων, εξακολουθούν να αποτελούν ακρογωνιαίο λίθο των σύγχρονων συστημάτων διαχείρισης λυμάτων και υδάτων..(Lewis, 1950; Ringen, 1979)



Εικόνα 4: Edwin Chadwick

Πηγή: <https://www.historytoday.com/archive/birth-sir-edwin-chadwick>

1.5 Διαχείριση Υδατικών Πόρων και Περιβαλλοντική Προστασία

Η διαχείριση των όμβριων υδάτων και των λυμάτων αποτελεί ζωτικό ζήτημα για τις σύγχρονες κοινωνίες καθώς με την ένταση της αστικοποίησης και τον συνεχή παύσηση του αστικού πληθυσμού, οι πόλεις και οι κοινότητες αντιμετωπίζουν προκλήσεις σχετικά με τη συλλογή και την επεξεργασία των υδάτων (όμβριων – ακαθάρτων/λυμάτων) ενώ αντίστοιχες είναι οι προκλήσεις διαχείρισης του πόσιμου νερού.

Τα όμβρια ύδατα και τα λύματα, εάν δεν λάβουν σωστή διαχείριση, μπορούν να οδηγήσουν σε πλημμύρες, ρύπανση των υδάτων και διάφορα προβλήματα δημόσιας υγείας.

Επιπλέον, η επαναχρησιμοποίηση και η αξιοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων και των όμβριων υδάτων αποτελούν κρίσιμες πτυχές για την ανάπτυξη και την προστασία των υδατινών πόρων. Η σωστή διαχείριση τους είναι εξαιρετικά σημαντική για την προστασία του αστικού και εξωαστικού περιβάλλοντος και την ασφάλεια του πληθυσμού, διότι τα όμβρια ύδατα προέρχονται από την βροχή, το χιόνι και άλλες μορφές κατακρήμνισης, είναι πολύτιμα στον υδρολογικό κύκλο, ενώ στον αστικό χώρο συχνά συλλέγονται και διοχετεύονται μέσω των αποχετευτικών συστημάτων. Η αποτελεσματική διαχείριση των όμβριων υδάτων είναι επίσης απαραίτητη για την βελτίωση της ποιότητας του νερού, την αναζωογόνηση του αστικού χώρου, την ενίσχυση των πράσινων - μπλε υποδομών και την αποτελεσματική διαχείριση των αστικών πλημμυρών που δημιουργούνται λόγω της ύπαρξης γκρι υποδομών. (Λευτέρης Πούλης, χ.χ.)

Οι κύριες μέθοδοι και τεχνολογίες διαχείρισης όμβριων υδάτων περιλαμβάνουν:

- Διαπερατές Επιφάνειες: Χρησιμοποιούνται για να επιτρέπουν στο νερό να διεισδύσει στο έδαφος αντί να ρέει επιφανειακά. Οι διαπερατές επιφάνειες, όπως οι διαπερατοί ασφαλτοί και τα πετρώματα, μειώνουν τη ροή των υδάτων και αυξάνουν την επαναφόρτιση των υπόγειων υδάτων. Αυτό βοηθά στην αποφυγή πλημμυρών και στη βελτίωση της ποιότητας του νερού μέσω της φυσικής διήθησης.

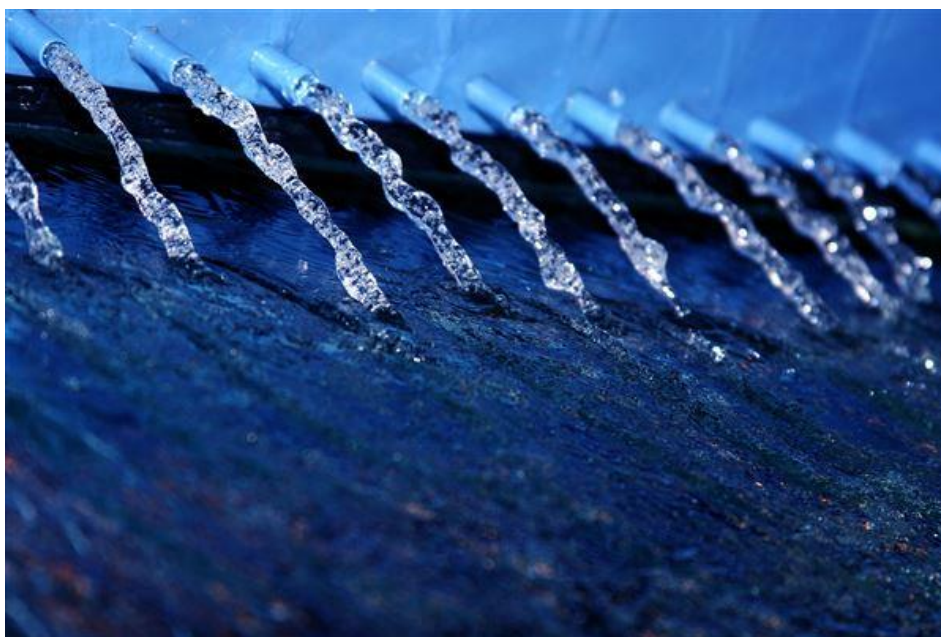
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΟΤΑΜΟΥΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ. 17044)

- **Συστήματα Αποθήκευσης:** Περιλαμβάνουν δεξαμενές και λίμνες που συγκρατούν τα όμβρια ύδατα κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων, επιτρέποντας τη σταδιακή απελευθέρωσή τους. Αυτό μειώνει την πίεση στα αποχετευτικά δίκτυα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση ή άλλες ανάγκες, συμβάλλοντας στην εξοικονόμηση πόρων.
- **Συστήματα Καθαρισμού:** Τα φίλτρα και τα βιολογικά συστήματα καθαρισμού απομακρύνουν τους ρύπους από τα όμβρια ύδατα πριν αυτά εισέλθουν στους υδάτινους πόρους. Αυτά τα συστήματα περιλαμβάνουν βιολογικά φίλτρα, τεχνητούς υδροβιότοπους και άλλες μεθόδους που αξιοποιούν φυσικές διεργασίες για την απομάκρυνση ρυπογόνων ουσιών.

Τα λύματα είναι υγρά απόβλητα που προέρχονται από οικιακές, βιομηχανικές και γεωργικές πηγές. Η αποτελεσματική διαχείριση των λυμάτων είναι κρίσιμη για την προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος. Τα συστήματα διαχείρισης λυμάτων περιλαμβάνουν:

- **Πρωτογενής Επεξεργασία:** Στην πρώτη φάση, τα λύματα διέρχονται από δεξαμενές καθίζησης όπου μεγάλα σωματίδια και στερεά υλικά κατακάθονται στον πυθμένα. Αυτός ο διαχωρισμός των στερεών από το υγρό τμήμα των λυμάτων αποτελεί την πρώτη βασική φάση καθαρισμού.
- **Δευτερογενής Επεξεργασία:** Ακολουθεί η βιολογική επεξεργασία, όπου μικροοργανισμοί αποδομούν οργανικές ουσίες στα λύματα. Τα αερόβια και αναερόβια βακτήρια διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διάσπαση των οργανικών ρυπαντών, μειώνοντας τη βιολογική ζήτηση οξυγόνου (BOD) και τη χημική ζήτηση οξυγόνου (COD).
- **Τριτογενής Επεξεργασία:** Η τελική φάση περιλαμβάνει προηγμένες μεθόδους καθαρισμού, όπως η χημική καθίζηση, η χρήση ενεργού άνθρακα και η απολύμανση μέσω υπεριώδους ακτινοβολίας ή χλωρίωσης. Αυτές οι μέθοδοι απομακρύνουν τα υπόλοιπα θρεπτικά συστατικά, βαρέα μέταλλα, παθογόνους μικροοργανισμούς και άλλα ρυπογόνα στοιχεία, καθιστώντας τα λύματα ασφαλή για απόρριψη ή επαναχρησιμοποίηση.

Η σωστή λειτουργία αυτών των συστημάτων απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό και τακτική συντήρηση για την αποφυγή βλαβών και τη διασφάλιση της αποδοτικότητας της επεξεργασίας. (Makanda κ.ά., 2022)



Εικόνα 5: Διαχείριση Υδάτων

Πηγή:

<https://greenagenda.gr/5-%CE%B5%CE%BA%CE%B1%CF%84-%CE%B5%CF%85%CF%81%CF%8E-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%80%CF%81%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%BD%CE%B7-%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CF%85%CE%B4/>

1.5.1 Διαχείριση Υδάτων

Η διαχείριση των αστικών υδάτων και η προστασία των πόλεων από πλημμύρες είναι μια περίπλοκη διαδικασία που απαιτεί βιώσιμες πολιτικές. Είναι αναγκαία η πραγματοποίηση μελετών και η κατασκευή τεχνικών αντιπλημμυρικών έργων που ενισχύουν τις Βιώσιμες Υποδομές και σέβονται το φυσικό περιβάλλον για την καλύτερη διαχείριση των υδάτων και των υδατικών αποδεκτών, όπως ποτάμια και ρέματα. Τα αντιπλημμυρικά έργα κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Έργα σε αστικές και αγροτικές περιοχές:
 - Αποχετευτικά δίκτυα και τάφροι.
 - Διευθέτηση και αποστράγγιση αστικών υδάτων και λυμάτων.
 - Διευθέτηση υδατορευμάτων.
 - Αντιπλημμυρικά φράγματα.

2. Μεγάλης κλίμακας τεχνικά έργα:
 - Φράγματα συγκράτησης και αποθήκευσης.
 - Υπερχειλιστές.
 - Σήραγγες εκτροπής.
 - Συγκοινωνιακά έργα και απορροές αυτών (οδοί, γέφυρες, αεροδρόμια).
 - Στραγγιστικά αντλιοστάσια.

3. Υδρολογικού περιεχομένου:
 - Φράγματα φυλάκισης και μεταφοράς φερτών υλικών.
 - Διευθέτηση ποταμών και των κοιτών τους.
 - Έργα διευθέτησης κοιτών υδατορευμάτων.
 - Ορεινά υδρονομεία.

Τα τεχνικά αυτά έργα ενισχύουν τη λειτουργία των αστικών υδατικών συστημάτων και προστατεύουν τον αστικό χώρο από πλημμύρες και προβλήματα στις κοίτες των ποταμών. Για την ορθή διαστασιολόγηση και μελέτη αυτών των έργων, είναι απαραίτητη η συλλογή δεδομένων που αφορούν τις συνθήκες της εκάστοτε περιοχής, όπως:

- Σχεδιασμός και εγκατάσταση δικτύου για την παρακολούθηση της βροχής σε γεωγραφικές θέσεις με ιστορικά δεδομένα.
- Σχεδιασμός και λειτουργία λογισμικού για τη συλλογή και επεξεργασία ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων του δικτύου, με κατάλληλα κριτήρια, π.χ., εξυπηρετούμενος πληθυσμός.
- Εγκατάσταση συστήματος παρακολούθησης των υδάτων/βροχών σε πραγματικό χρόνο (ραντάρ, επίγειοι σταθμοί, δορυφόροι) και πρόγνωση του καιρού.
- Εγκατάσταση συστήματος προειδοποίησης για κίνδυνο πλημμύρας και ενεργοποίηση σχεδίων έκτακτης ανάγκης.
- Εκπόνηση σχεδίων έκτακτης ανάγκης σε επίπεδο Δήμου, Περιφέρειας και Κεντρικής Διοίκησης.

1.5.2 Οφέλη και Προκλήσεις Όμβριων Υδάτων και Λυμάτων

Η αποτελεσματική διαχείριση των όμβριων υδάτων και των λυμάτων παρέχει πολλαπλά οφέλη:

- Προστασία του Περιβάλλοντος: Η μείωση της ρύπανσης των υδάτων και η πρόληψη των πλημμυρών συμβάλλουν στη διατήρηση των φυσικών οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας.
- Βελτίωση της Δημόσιας Υγείας: Η απομάκρυνση παθογόνων μικροοργανισμών και τοξικών ουσιών από τα λύματα προστατεύει την ανθρώπινη υγεία από ασθένειες που μεταδίδονται μέσω του νερού.
- Οικονομικά Οφέλη: Η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση του νερού μειώνουν τις ανάγκες για φρέσκο νερό και τα έξοδα που συνδέονται με την προμήθειά του. Επιπλέον, η πρόληψη των πλημμυρών μειώνει το κόστος αποκατάστασης ζημιών σε υποδομές και κατοικίες.

Ωστόσο, η εφαρμογή αποτελεσματικών συστημάτων διαχείρισης παρουσιάζει και σημαντικές προκλήσεις:

Κόστος Εγκατάστασης και Συντήρησης: Τα συστήματα αυτά απαιτούν σημαντικές επενδύσεις για την κατασκευή και την τακτική συντήρηση. Η έλλειψη χρηματοδότησης μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για πολλές κοινότητες.

Τεχνικές Δυσκολίες: Η σχεδίαση και η υλοποίηση αυτών των συστημάτων απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις και τεχνολογίες που δεν είναι πάντα διαθέσιμες σε μικρές ή αναπτυσσόμενες κοινότητες.

- Εκπαίδευση και Εξειδίκευση: Η λειτουργία των συστημάτων διαχείρισης λυμάτων απαιτεί ειδικευμένο προσωπικό για τη διασφάλιση της σωστής λειτουργίας και της αντιμετώπισης προβλημάτων. (Araya & Vasquez, 2022)

1.6 Προκλήσεις και Μελλοντικές Κατευθύνσεις στη Διαχείριση Λυμάτων

Η διαχείριση λυμάτων κατά τον 21ο αιώνα απαιτεί μια ριζικά νέα προσέγγιση λόγω των αλλαγών που συμβαίνουν στον κόσμο. Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουμε περιλαμβάνουν την αντίληψη ότι τα προβλήματα ρύπανσης του νερού έχουν ήδη λυθεί, την αύξηση του πληθυσμού και τις συνεπακόλουθες πιέσεις στους υδάτινους πόρους, την πιθανή σύγκρουση μεταξύ βελτιωμένων υπηρεσιών ύδρευσης και αποχέτευσης για τους φτωχούς και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθώς και τον επαναπροσδιορισμό της ταυτότητας μας ως διαχειριστές λυμάτων ή νερού γενικότερα.

Κύριες Προκλήσεις:

Πρόκληση 1: Τα Προβλήματα Είναι Λυμένα! Οι δραματικές βελτιώσεις του 20ου αιώνα στις υποδομές ύδρευσης και αποχέτευσης οδήγησαν σε σημαντικές βελτιώσεις της δημόσιας υγείας. Ωστόσο, η αντίληψη ότι τα κύρια περιβαλλοντικά προβλήματα έχουν λυθεί οδηγεί σε αδιαφορία του κοινού για τα τρέχοντα και μελλοντικά ζητήματα. Οι μηχανικοί πρέπει να αναδείξουν τη σημασία της συνεχιζόμενης βελτίωσης και συντήρησης των συστημάτων αυτών.

Πρόκληση 2: Αύξηση του Πληθυσμού – Αυξανόμενες Ανάγκες Η συνεχής αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, που προβλέπεται να φτάσει τα 9 δισεκατομμύρια μέχρι το 2050, ασκεί τεράστιες πιέσεις στους υδάτινους πόρους. Η ανάγκη για βελτιωμένες και πιο αποδοτικές μεθόδους διαχείρισης νερού είναι επιτακτική. Οι τρέχουσες μέθοδοι δεν θα είναι επαρκείς για να ανταποκριθούν στις αυξανόμενες απαιτήσεις.

Πρόκληση 3: Πράσινη ή Καφέ Επανάσταση – Ποιον Να Εξυπηρετήσουμε; Η ανάγκη για βιώσιμες λύσεις που μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις («πράσινη» επανάσταση) συγκρούεται συχνά με την ανάγκη παροχής βασικών υπηρεσιών ύδρευσης και αποχέτευσης στους φτωχούς («καφέ» επανάσταση). Οι μηχανικοί πρέπει να βρουν τρόπους να συνδυάσουν αυτές τις δύο προσεγγίσεις για να επιτύχουν ολοκληρωμένες λύσεις.

Πρόκληση 4: Διαχειριστές Λυμάτων ή Διαχειριστές Νερού; Η διαχωριστική γραμμή μεταξύ διαχείρισης ύδρευσης και διαχείρισης λυμάτων γίνεται όλο και πιο ασαφής. Η αντιμετώπιση των προκλήσεων απαιτεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που να περιλαμβάνει τόσο την παροχή νερού όσο και τη διαχείριση των λυμάτων.

Προτάσεις για την Αντιμετώπιση των Προκλήσεων:

Αντιμετώπιση της Πρόκλησης 1: Η αναγνώριση ότι τα περιβαλλοντικά και δημόσια προβλήματα υγείας που σχετίζονται με το νερό δεν έχουν λυθεί πλήρως είναι το πρώτο βήμα. Πρέπει να αναπτύξουμε μια ολοκληρωμένη όραση για τη διαχείριση του αστικού νερού που να εξυπηρετεί τόσο τους πλούσιους όσο και τους φτωχούς, βελτιώνοντας ταυτόχρονα το περιβαλλοντικό μας αποτύπωμα.

Αντιμετώπιση της Πρόκλησης 2: Η αύξηση του πληθυσμού απαιτεί νέες τεχνολογίες και μεθόδους διαχείρισης νερού που να είναι πιο αποδοτικές και βιώσιμες. Η ανάπτυξη καινοτόμων συστημάτων που συνδυάζουν την παροχή νερού και τη διαχείριση των λυμάτων είναι κρίσιμη.

Αντιμετώπιση της Πρόκλησης 3: Η επίτευξη ισορροπίας μεταξύ της παροχής βασικών υπηρεσιών ύδρευσης και αποχέτευσης και της μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων απαιτεί συνδυαστικές λύσεις. Οι μηχανικοί πρέπει να βρουν τρόπους να ενσωματώσουν τις περιβαλλοντικές και υγειονομικές ανάγκες σε ενιαία συστήματα διαχείρισης.

Αντιμετώπιση της Πρόκλησης 4: Η υιοθέτηση μιας ενιαίας προσέγγισης διαχείρισης νερού και λυμάτων είναι απαραίτητη. Οι επαγγελματικές οργανώσεις πρέπει να

προωθήσουν την ολοκλήρωση αυτών των δύο τομέων και να προάγουν τη συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων.

Η αντιμετώπιση των προκλήσεων της διαχείρισης λυμάτων στον 21ο αιώνα απαιτεί μια νέα, ολοκληρωμένη προσέγγιση που να λαμβάνει υπόψη τόσο τις περιβαλλοντικές όσο και τις κοινωνικές ανάγκες. Η επαγγελματική κοινότητα πρέπει να συνεργαστεί με διάφορους ενδιαφερόμενους φορείς για την ανάπτυξη και εφαρμογή καινοτόμων λύσεων που θα εξασφαλίζουν τη βιωσιμότητα και την υγεία του πλανήτη και των ανθρώπων. (Daigger, 2007)

1.7 Πλημμύρες σε Αστικές Περιοχές

Η διαχείριση καταστροφών στις αστικές περιοχές αποτελεί αυξανόμενη προτεραιότητα λόγω παραγόντων όπως η συνεχής μετανάστευση προς τις πόλεις, η άναρχη δόμηση, η αλλαγή του κλίματος και τα αυξανόμενα κόστη λειτουργίας και συντήρησης. Οι νέες τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών προσφέρουν βελτιωμένες ευκαιρίες για αντιμετώπιση αυτών των παραγόντων.

Η συνεχής μετανάστευση από τις αγροτικές περιοχές προς τις πόλεις ασκεί αυξανόμενη πίεση στις αστικές υπηρεσίες, ιδιαίτερα στη διαχείριση εκτάκτων αναγκών και καταστροφών. Ορισμένα τμήματα της κοινωνίας, ιδιαίτερα οι φτωχοί, είναι ιδιαίτερα ευάλωτα, καθώς συχνά ζουν σε περιοχές υψηλού κινδύνου από φυσικές καταστροφές, όπως πλημμύρες και κατολισθήσεις, και σε καταλύματα που καταρρέουν εύκολα κατά τη διάρκεια σεισμών. Οι διαχειριστές των πόλεων και οι διευθυντές των διαφόρων υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης βρίσκονται υπό πίεση λόγω της αυξανόμενης συχνότητας αυτών των καταστροφών και των δυσκολιών στην αξιολόγηση των κινδύνων και στη διαχείριση των κατάλληλων απαντήσεων σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Δεδομένων των απειλών της κλιματικής αλλαγής, οι φυσικές καταστροφές πιθανότατα θα ενισχύσουν αυτή την τάση τα επόμενα χρόνια.

Η διαχείριση καταστροφών είναι η προετοιμασία, η υποστήριξη και η ανασυγκρότηση της κοινωνίας όταν συμβαίνουν φυσικές ή ανθρωπογενείς καταστροφές. Δεν προορίζεται να είναι μια διαλείπουσα ακολουθία γεγονότων, αλλά μια συνεχιζόμενη διαδικασία μέσω της οποίας άτομα, ομάδες και κοινότητες διαχειρίζονται τους κινδύνους σε μια προσπάθεια να αποφύγουν ή να μετριάσουν τον αντίκτυπο των καταστροφών που προκύπτουν από αυτούς τους κινδύνους.

Όταν εξετάζουμε αναφορές φυσικών καταστροφών, είναι εμφανές ότι αυτές είναι ομοιόμορφα κατανομημένες σε όλο τον κόσμο, αλλά οι αναπτυσσόμενες χώρες είναι πολύ καλύτερα προετοιμασμένες να διαχειριστούν τις συνέπειες των καταστροφών, με αποτέλεσμα το 95% των θανάτων λόγω φυσικών καταστροφών να συμβαίνει στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Η έννοια της "Ψηφιακής Πόλης"

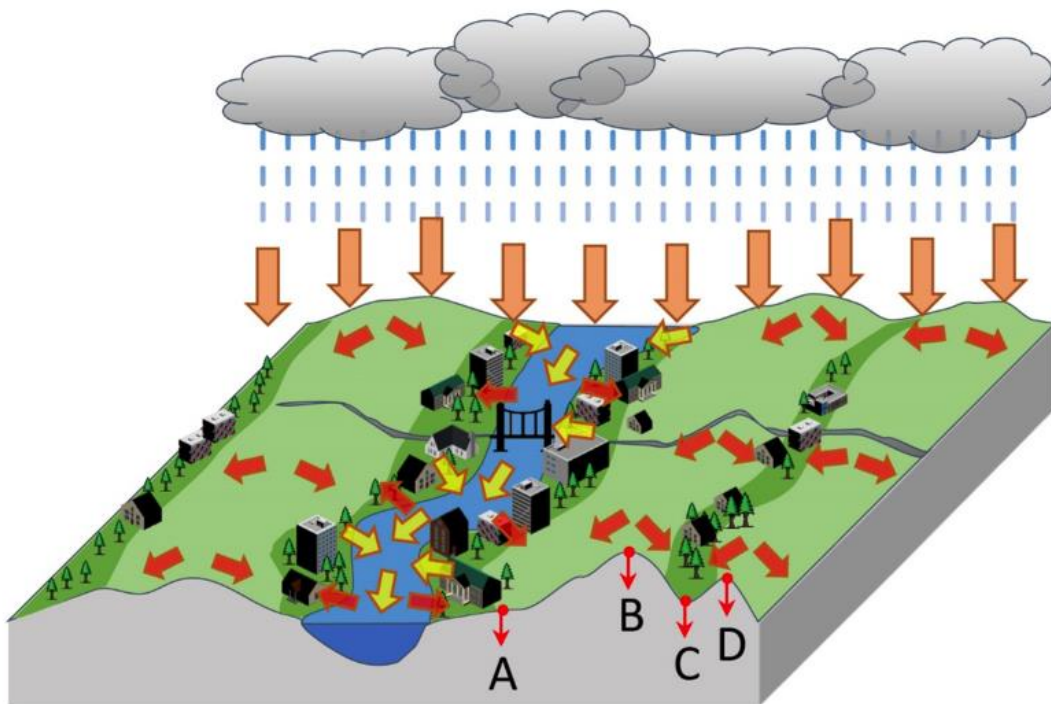
Στο στάδιο της προετοιμασίας για φυσικές καταστροφές, η έμφαση δίνεται στην πρόληψη των κινδύνων από την ανάπτυξη σε καταστροφές ή στη μείωση των επιπτώσεων των καταστροφών όταν αυτές συμβαίνουν. Η μείωση και ακόμη και η εξάλειψη του κινδύνου επιτυγχάνονται με την εισαγωγή μακροπρόθεσμων μέτρων. Ένας τρόπος βελτίωσης της προετοιμασίας για φυσικές καταστροφές είναι η επένδυση στην "ψηφιακή πόλη". Σε αυτό το πλαίσιο, η εφαρμογή τεχνολογιών υδροπληροφορικής σε αστικά συστήματα νερού (ο τομέας της αστικής υδροπληροφορικής) παίζει ζωτικό ρόλο. Οι διαχειριστές πόλεων στρέφονται όλο και περισσότερο στη συλλογή, αρχειοθέτηση και ανάλυση δεδομένων για τις αστικές τους περιοχές, ιδίως μέσω των δυνατοτήτων που προσφέρονται από τα προηγμένα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) και την απομακρυσμένη παρακολούθηση.

Οι χάρτες GIS περιοχών που κινδυνεύουν είναι πολύτιμα μέσα πληροφόρησης και επικοινωνίας από μόνοι τους. Μπορούν να οριοθετήσουν πλημμυρικές πεδιάδες, να ζωνοποιήσουν περιοχές για προστασία από πλημμύρες και να εντοπίσουν σχέδια για διάφορους τύπους χρήσης γης. Κατάλληλα παρουσιασμένοι, γίνονται σημαντικά μέσα επικοινωνίας πληροφοριών σχετικά με τις δυνητικές φυσικές καταστροφές σε δημόσιες συναντήσεις ή μέσω του διαδικτύου.

Τα υπόγεια δίκτυα καλωδίων καθιστούν τη συλλογή και παρουσίαση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο πιο εφικτή μέσω της καλύτερης παρακολούθησης της ζήτησης πόσιμου νερού, της κατανάλωσης ενέργειας αντλιών, των επιπέδων και ροών αποχέτευσης, των επιπέδων υπόγειων υδάτων, των ροών προς τα έργα επεξεργασίας κ.λπ. Αυτές οι μετρήσεις, σε συνδυασμό με την απομακρυσμένη παρακολούθηση της χρήσης γης και των επιπέδων εδάφους, τις προβλέψεις βροχοπτώσεων βάσει ραντάρ και τις προβλέψεις κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας, τις τακτικές επιθεωρήσεις και συντηρήσεις, και τις αναφορές των ενδιαφερομένων και των πελατών, μπορούν να βοηθήσουν στην παροχή μιας ψηφιακής επισκόπησης των κινδύνων που σχετίζονται με δυνητικές καταστροφές. Για την αξιολόγηση του κινδύνου, ωστόσο, είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν σενάρια για την πιθανή έναρξη καταστροφών και τις συνέπειές τους υπό το φως διαφορετικών δράσεων ελέγχου και μετριασμού. Οι υπολογιστικές προσομοιώσεις βασισμένες στη φυσική είναι ανεκτίμητες για αυτόν τον σκοπό.

Με μοντέλα προσομοίωσης, είναι δυνατόν να εξερευνήσουμε τη δημιουργία καταστροφών και να προσομοιώσουμε τις συνεπαγόμενες επιπτώσεις σε απάντηση σε οποιοσδήποτε δράσεις ελέγχου.

Τα μοντέλα αυτά χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στην ανάλυση σε πραγματικό χρόνο, καθώς το μέλλον της "ψηφιακής πόλης" υπόσχεται ότι όλα τα δεδομένα που συλλέγονται στα γεωγραφικά όρια της πόλης θα ενσωματώνονται και θα αναλύονται ταυτόχρονα. (Tingsanchali, 2012)



Εικόνα 6: Αστική Πλημμύρα (Ανάλυση)

Πηγή: <https://www.upei.ca/communications/news/2019/08/new-research-upei-examines-urban-flooding-under-heavy-rainfall>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

2.1 Αντιμετώπιση Πλημμυρών

Οι αστικές πλημμύρες αποτελούν ένα αυξανόμενο πρόβλημα σε πολλές πόλεις παγκοσμίως, συμπεριλαμβανομένης της Βαρσοβίας, πρωτεύουσας της Πολωνίας καθώς το συγκεκριμένο πρόβλημα παρατηρείται σε πολλές χώρες αντίστοιχα. Οι λόγοι αποδίδονται στην ανεπαρκή χωρητικότητα των συστημάτων αποχέτευσης και την αδυναμία τους να προσαρμοστούν στις μεταβαλλόμενες και εντεινόμενες δυναμικές των βροχοπτώσεων. Το σύστημα αποχέτευσης της Βαρσοβίας σχεδιάστηκε τη δεκαετία του 1960 και αδυνατεί να ανταποκριθεί στις σύγχρονες ανάγκες, δημιουργώντας σοβαρά προβλήματα πλημμυρών κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων.

Ανάλυση των Προβλημάτων και Προτάσεις για Βελτίωση:

- Ενοποίηση Διαχείρισης Όμβριων Υδάτων

Για να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα πλημμυρών στη Βαρσοβία, είναι κρίσιμη η ύπαρξη ενός ενιαίου διαχειριστή για το σύστημα όμβριων υδάτων. Η διάχυση των ευθυνών σε πολλούς φορείς οδηγεί σε αναποτελεσματική διαχείριση και καθυστερήσεις στην επίλυση των προβλημάτων με αποτέλεσμα τα προβλήματα να γίνονται όλο και μεγαλύτερα.

- Επικαιροποίηση Προγραμμάτων και Χωρικών Αντιλήψεων

Η επικαιροποίηση των προγραμμάτων και των χωρικών αξιολογήσεων για την απόρριψη και εν γένει διαχείριση των υδάτων και ιδίως των όμβριων υδάτων, από μεμονωμένες λεκάνες απορροής είναι απαραίτητη. Ιδίως στην περίπτωση σύνθετων αστικών περιβαλλόντων, όπου επικρατούν οι ανθρωπογενείς κατασκευές - γκρι υποδομές - οι οποίες πολλές φορές έχουν επιδράσει στα χαρακτηριστικά και την επάρκεια των φυσικών αποδεκτών, μην παρέχοντας επαρκείς λύσεις για την διαχείρισή τους είτε υπόγεια, είτε υπέργεια.

- Αποκατάσταση και Κατασκευή Λεκανών Κατακράτησης

Η αποκατάσταση των φυσικών λεκανών κατακράτησης και η κατασκευή νέων τεχνητών λεκανών σε σημεία με συχνές πλημμύρες θα βελτιώσουν σημαντικά την απορροή των υδάτων και θα μειώσουν τα φαινόμενα πλημμυρών στον αστικό χώρο. Με τις λεκάνες αυτές να μπορεί να είναι και υπόγειες.

- Κατασκευή Υποδομών Παροχέτευσης

Η κατασκευή κατάλληλων υπόγειων ή ανοικτών καναλιών θα βοηθήσει στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των όμβριων υδάτων. Οι νέες υποδομές θα πρέπει να σχεδιάζονται με επαρκή εφεδρική χωρητικότητα για να εξυπηρετούν και τις

μελλοντικές ανάγκες διαχείρισης και επανχρησιμοποίησης του νερού, συμβάλλοντας στις πολιτικές εξοικονόμησης.

- Νέες Αναπτύξεις

Όλες οι νέες κατασκευές, συμπεριλαμβανομένων των πολυώροφων κτιρίων, πρέπει να διαθέτουν λεκάνες κατακράτησης για την υποδοχή της περίσσειας των όμβριων υδάτων που δεν μπορούν να απορροφηθούν από το υπάρχον σύστημα ή λόγω των γκρι υποδομών - κατασκευών.

- Σχεδιασμός Χωρικής Ανάπτυξης

Τα σχέδια χωρικής ανάπτυξης του αστικού χώρου θα πρέπει να επικαιροποιηθούν και να περιλαμβάνουν προβλέψεις για την κατασκευή λεκανών κατακράτησης, προκειμένου να απορροφηθεί η περίσσεια των όμβριων υδάτων και να αποφευχθούν πλημμύρες

- Αναζωογόνηση Αντιπλημμυρικών Αναχωμάτων

Είναι απαραίτητη η αναζωογόνηση των αντιπλημμυρικών αναχωμάτων για την προστασία των κατοικημένων περιοχών και των αστικών υποδομών.

- Δημιουργία Πλημμυρικών Πεδίων

Θα πρέπει να δημιουργηθούν αποθέματα πλημμυρικών πεδίων (polders) για την αποθήκευση των υπερβολικών υδάτων κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων, ώστε να αναχετίσουν τα έντονα πλημμυρικά φαινόμενα και να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άλλους σκοπούς μετά το πέρας των έντονων φαινομένων.

- Εφαρμογή Συστημάτων SuDS και RTC

Η εφαρμογή των συστημάτων βιώσιμης αποχέτευσης (SuDS) και του ελέγχου σε πραγματικό χρόνο (RTC) μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη διαχείριση των όμβριων υδάτων στην πόλη. Οι λύσεις αυτές περιλαμβάνουν την κατασκευή πράσινων υποδομών, όπως πράσινες στέγες και βιολογικά φίλτρα, καθώς και την εφαρμογή τεχνολογιών για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της ροής των υδάτων σε πραγματικό χρόνο.

- Ολοκληρωμένη Προσέγγιση στη Διαχείριση των Όμβριων Υδάτων

Η ορθή διαχείριση ενός αστικού συστήματος αποχέτευσης. Διαχείριση όμβριων υδάτων πρέπει να είναι ολοκληρωμένη, περιλαμβάνοντας διάφορες τεχνικές λύσεις και τη συντήρηση των υφιστάμενων εγκαταστάσεων και την προσθήκη νέων. Η ολοκληρωμένη προσέγγιση σημαίνει ότι όλα τα στοιχεία του συστήματος πρέπει να είναι διασυνδεδεμένα και να λειτουργούν αρμονικά ενώ να συνδέονται άμεσα με νέα ή να είναι δεκτικά σε βελτιώσεις - τροποποιήσεις. Η εφαρμογή των SuDS και RTC θα πρέπει να είναι διαρκής και να αναπτυχθεί περαιτέρω, ενώ οι καλές πρακτικές από άλλες πόλεις πρέπει να αξιοποιούνται διαρκώς. Η συνεργασία με τοπικές, μητροπολιτικές, περιφερειακές ακόμα και διεθνείς αρχές μπορεί να οδηγήσει στην

εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών και λύσεων που έχουν ήδη εφαρμοστεί και αποδειχθεί αποτελεσματικές σε άλλες περιοχές..(Sobieraj κ.ά., 2022)



Εικόνα 7: Μοντέλο Πλημύρας (πλημμυρικές ζημιές)

Πηγή: <https://www.esri.com/about/newsroom/arcuser/leveraging-web-3d-for-street-level-flood-forecasts/>

2.2 Επιπτώσεις των Συστημάτων Αποχέτευσης-Βρόχινου Νερού στην Δημόσια Υγεία και το Περιβάλλον

Η συνδυασμένη χρήση συστημάτων αποχέτευσης για οικιακά λύματα και όμβρια ύδατα μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα πλημμυρικά φαινόμενα, καθώς όταν τα οικιακά λύματα αναμειγνύονται με τα όμβρια ύδατα αυξάνεται η πιθανότητα απόφραξης των σωληνώσεων λόγω της συσσώρευσης στερεών αποβλήτων και άλλων ρύπων, ιδίως κατά την διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων. Ή παρατεταμένων περιόδων ξηρασίας που μπορεί να οδηγήσει σε ανεπαρκή καθαρισμό των σωληνώσεων και σε στασιμότητα νερού.

Η στασιμότητα του νερού και η κακή αποχέτευση αυξάνουν την πιθανότητα πλημμυρών σε αστικές περιοχές, δημιουργώντας σοβαρά προβλήματα στις υποδομές και την καθημερινή ζωή των κατοίκων, ενώ η ανάμειξη οικιακών λυμάτων με βρόχινα νερά οδηγεί στην ανάπτυξη παθογόνων βακτηρίων, όπως η *Escherichia coli* και η *Pseudomonas aeruginosa*, που εγκυμονούν σοβαρούς κινδύνους ακόμα και για την ανθρώπινη ζωή.

Αυτά τα βακτήρια απελευθερώνονται μέσω των αγωγών και μπορούν να εισέλθουν ακόμα και στους αεραγωγούς των κατοικιών, μέσω των σχισμών στις πόρτες και τα

παράθυρα. Οι συνέπειες για τη δημόσια υγεία είναι σημαντικές, καθώς η έκθεση σε αυτά τα βακτήρια μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές λοιμώξεις, ειδικά στα παιδιά.

Επιπλέον, οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των λυμάτων και των βρόχινων νερών επιβαρύνονται με αιωρούμενα σωματίδια, τα οποία μπορεί να προκαλέσουν περαιτέρω φθορά και απόφραξη, σε περαιτέρω υγειονομικά προβλήματα.

Η βελτίωση της διαχείρισης των αποβλήτων και η συστηματική συντήρηση των συστημάτων αποχέτευσης θα συμβάλουν στη μείωση των υγειονομικών κινδύνων και της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Πρόσθετες μελέτες θα πρέπει να επικεντρωθούν στον εντοπισμό των παραγόντων που συμβάλλουν στην αύξηση των λοιμώξεων και στην ανάπτυξη λόγω των συστημάτων διαχείρισης λυμάτων και όμβριων υδάτων, προτίνοντας παράλληλα λύσεις για την αντιμετώπισή τους.

Η βελτίωση των συστημάτων αποχέτευσης και η αποτελεσματική διαχείριση των υδάτινων πόρων και ιδίως των όμβριων, είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση των πλημμυρών, την προστασία της δημόσιας υγείας, την διασφάλιση βιώσιμης υδρολογικής κατάστασης αστικών περιοχών και την εξασφάλιση της βιωσιμότητας του αστικού χώρου, μέσω της ενίσχυσης και των πράσινων - μπλε υποδομών..

2.3 Πλημμύρες σε Αστικές Περιοχές

Η διαχείριση καταστροφών στις αστικές περιοχές αποτελεί αυξανόμενη προτεραιότητα λόγω παραγόντων όπως η συνεχής συσσώρευση πληθυσμού στις πόλεις, η άναρχη δόμηση, η αλλαγή του κλίματος και τα αυξανόμενα κόστη λειτουργίας και συντήρησης.

Οι νέες τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών προσφέρουν βελτιωμένες ευκαιρίες για αντιμετώπιση αυτών των παραγόντων. Οι επικεφαλείς των πόλεων και οι αρμόδιοι/ υπεύθυνοι των διαφόρων υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης βρίσκονται υπό πίεση λόγω της αυξανόμενης συχνότητας αυτών των καταστροφικών φαινομένων, ενώ υπάρχει συνεχώς αυξανόμενη δυσκολία στην αξιολόγηση των κινδύνων και στη διαχείριση των καταστάσεων έκτακτης ανάγκης.

Με δεδομένο, των απειλών της κλιματικής κρίσης, οι φυσικές καταστροφές πιθανότατα θα ενισχύσουν αυτή την τάση τα επόμενα χρόνια. Η διαχείριση φυσικών καταστροφών και ιδίως στον αστικό χώρο είναι μία διαρκής και συνεχιζόμενη διαδικασία μέσω της οποίας άτομα, ομάδες και κοινότητες πρέπει να διαχειρίζονται τους κινδύνους σε μια προσπάθεια να αποφύγουν ή να μετριάσουν τον αντίκτυπο των καταστροφών που προκύπτουν από αυτούς τους κινδύνους και ιδίως από τις αστικές πλημμύρες λόγω της αδυναμίας διαχείρισης και διάθεσης των όμβριων υδάτων, ιδίως σε συνθήκες έντασης των φαινομένων.

Σε αυτό το πλαίσιο, η εφαρμογή τεχνολογιών υδροπληροφορικής σε αστικά συστήματα νερού (ο τομέας της αστικής υδροπληροφορικής) παίζει ζωτικό ρόλο. Οι υπεύθυνοι αστικών και αστικών μητροπολιτικών περιοχών εντάσσουν συνεχώς τις τεχνολογίες

της υδροπληροφορικής στην καθημερινότητά τους μέσω της συλλογής, αρχειοθέτησης και ανάλυσης δεδομένων για τις αστικές τους περιοχές, με χρήση προηγμένων γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) σε συνδυασμό με την χρήση τεχνολογιών απομακρυσμένης παρακολούθησης.

Οι χάρτες GIS περιοχών που κινδυνεύουν από πλημμυρικά φαινόμενα είναι πολύτιμα μέσα πληροφόρησης και επικοινωνίας. Μπορούν να οριοθετήσουν πλημμυρικές πεδιάδες, να ζωνοποιήσουν περιοχές προστασίας από πλημμύρες και να συμβάλουν στην εκπόνηση ολοκληρωμένων σχεδίων διαχείρισης και προόθησης ασφαλών χρήσεων γης.

Επιπρόσθετα, τη εγκατάσταση υπογείων δικτύων καλωδίων συλλογής δεδομένων και παρακολούθησης δικτύων ύδρευσης, αποχέτευσης και όμβριων υδάτων κ δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, καθιστούν εφικτή την καλύτερη παρακολούθηση όχι μόνο της της ζήτησης πόσιμου νερού, της κατανάλωσης ενέργειας αντλιών, αλλά και των επιπέδων και ροών αποχέτευσης, των επιπέδων υπόγειων υδάτων, των ροών προς τα έργα επεξεργασίας κ.λπ..

Αυτές οι μετρήσεις, σε συνδυασμό με την απομακρυσμένη παρακολούθηση της κατάστασης του εδάφους εδάφους, τις προβλέψεις βροχοπτώσεων και τις προβλέψεις κυκλοφορίας των αέριων μαζών, μπορούν να βοηθήσουν στην ψηφιακή επισκόπηση των κινδύνων που σχετίζονται με δυνητικές καταστροφές. (Tingsanchali, 2012))

2.4 Διαχείριση Πλημμυρών με Χρήση GIS

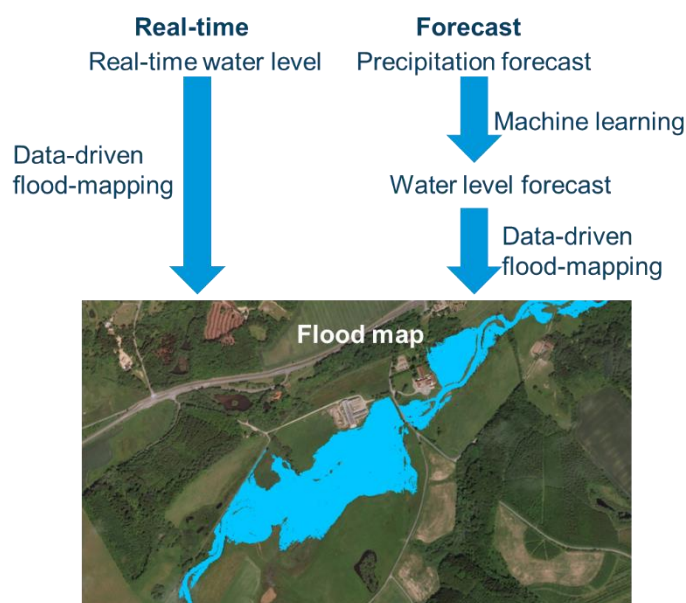
Η διαχείριση των υδάτινων πόρων αποτελεί ζωτικό θέμα για πολλές περιοχές, ειδικά εκείνες που αντιμετωπίζουν προβλήματα πλημμυρών και ελλείψεων νερού.

Η χρήση τεχνολογιών GIS (Geographic Information Systems) και RS (Remote Sensing) επιτρέπει την ακριβή χαρτογράφηση και ανάλυση των ζωνών προτεραιότητας για τη συντήρηση του εδάφους και του νερού. Μέσω της ψηφιοποίησης τοπογραφικών χαρτών και της δημιουργίας ψηφιακών μοντέλων ανύψωσης (DEM) με το λογισμικό ArcGIS, οι επιστήμονες μπορούν να καθορίσουν τις περιοχές που χρειάζονται άμεση προσοχή.

Σε αυτές τις ζώνες, προτείνονται διάφορες μέθοδοι συντήρησης όπως φράγματα ελέγχου (check dams), βλάστηση και άλλες παρεμβάσεις που μπορούν να μειώσουν τη διάβρωση και να βελτιώσουν την κατακράτηση νερού. Οι αναπτυξιακές πρωτοβουλίες που εφαρμόζονται σε υδρολεκάνες έχουν δείξει θετικές αλλαγές στα συστήματα παραγωγής ζωικού κεφαλαίου και στη διαχείριση καλλιεργειών.

Ωστόσο, δεν έχουν γίνει επαρκείς προσπάθειες για την εφαρμογή μέτρων συντήρησης σε μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις, αφήνοντας έτσι μέρος του προβλήματος άλυτο. Επιπλέον, η έλλειψη νερού για άρδευση, η μη διαθεσιμότητα επιχορηγήσεων και η

ανεπαρκής τεχνική καθοδήγηση αποτελούν σοβαρούς περιορισμούς που αντιμετωπίζουν οι τοπικοί πληθυσμοί. Η υδρολογική ανάλυση, που πραγματοποιήθηκε με λεπτομερή τοπογραφική έρευνα, παρέχει ακριβή δεδομένα που είναι απαραίτητα για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση μικρο-υδρολεκανών. Αντίθετα, η χρήση DEM από SRTM ή από τοπογραφικά φύλλα δεν παρέχει την ίδια ακρίβεια λόγω έλλειψης λεπτομερών δεδομένων ανύψωσης. Ένα σημαντικό μειονέκτημα της ανάλυσης είναι η απουσία δεδομένων εδάφους, που επηρεάζει σημαντικά τα αποτελέσματα. Ο τύπος του εδάφους επηρεάζει την απορροή, τη διάβρωση και την κατακράτηση νερού, καθιστώντας απαραίτητη τη συμπερίληψή του σε μελλοντικές μελέτες. Οι προτεινόμενες μέθοδοι διαχείρισης και συντήρησης συμβάλλουν στη βελτίωση της υδρολογικής κατάστασης της περιοχής, βοηθώντας στην αποφυγή πλημμυρών και στην ενίσχυση των συστημάτων αποχέτευσης. Η σωστή διαχείριση των υδάτινων πόρων, μέσω κατασκευής και συντήρησης υδραυλικών έργων όπως τα φράγματα ελέγχου, είναι κρίσιμη για τη βιώσιμη ανάπτυξη της περιοχής. Οι προτεινόμενες λύσεις όχι μόνο βελτιώνουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων, αλλά συμβάλλουν επίσης στη γενική ευημερία των αγροτικών περιοχών, εξασφαλίζοντας καλύτερη διαχείριση των φυσικών πόρων και μείωση των κινδύνων που συνδέονται με τις πλημμύρες και την έλλειψη νερού. Συνοψίζοντας, η ανάλυση και οι προτάσεις για τη διαχείριση των υδάτινων πόρων και του εδάφους στην Κεράλα δείχνουν την αναγκαιότητα για συνδυασμένες προσπάθειες που θα περιλαμβάνουν την επιστημονική έρευνα, την τεχνολογική καινοτομία και τη συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας. Αυτές οι ενέργειες θα οδηγήσουν στη βελτίωση της υδρολογικής κατάστασης, θα μειώσουν τον κίνδυνο πλημμυρών και θα ενισχύσουν τα συστήματα αποχέτευσης, εξασφαλίζοντας την αειφόρο ανάπτυξη της περιοχής. (Joy κ.ά., 2021)



Εικόνα 9: Χάρτης Πλημμύρας με βάση δεδομένων

Πηγή: <https://blog.dhigroup.com/how-machine-learning-can-help-fuel-decisions-in-flood-management/>

2.5 Σχέδιο Αντιπλημμυρικής Προστασίας Λεκανοπεδίου Αττικής

1. Εισαγωγή και Σκοπός του Έργου

Το έργο ανατέθηκε από τη Διεύθυνση Αντιπλημμυρικών και Εγγειοβελτιωτικών Έργων (Δ19), που υπάγεται στη Γενική Γραμματεία Υποδομών του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών. Η σύμβαση που υπογράφηκε στις 30 Ιουλίου 2020, ανέθεσε στην εταιρεία «ΕΤΜΕ Πέππας και Συνεργάτες Ε.Ε.» την εκπόνηση του στρατηγικού σχεδίου (Master Plan) για την αντιπλημμυρική προστασία της Αττικής.

Στόχος του έργου είναι να αναγνωρίσει και να ιεραρχήσει τα αναγκαία αντιπλημμυρικά έργα σε επίπεδο υδατικού διαμερίσματος και λεκάνης απορροής, προκειμένου να μετριαστούν οι συνέπειες των πλημμυρών σε περιοχές υψηλού κινδύνου. Το έργο αποτελεί συνέχεια του υφιστάμενου Master Plan του 2004, το οποίο συντάχθηκε για τον σχεδιασμό και την εκτέλεση νέων αντιπλημμυρικών έργων στην Αττική. Λαμβάνοντας υπόψη τις αλλαγές που έχουν συντελεστεί από τότε, το νέο σχέδιο στοχεύει στην επικαιροποίηση και ενσωμάτωση των πρόσφατων εξελίξεων, τόσο σε τοπικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

2. Ιστορικό και Ανάγκη Επικαιροποίησης

Το υφιστάμενο Master Plan του 2004 είχε αναπτυχθεί για την καταγραφή και αξιολόγηση της αντιπλημμυρικής προστασίας στην Αττική. Ωστόσο, η πάροδος του χρόνου και οι μεταβολές στην αστικοποίηση, την κλιματική αλλαγή, και τις χρήσεις γης, καθιστούν αναγκαία την επικαιροποίησή του. Η νέα προσέγγιση περιλαμβάνει την ανάλυση και τον επανασχεδιασμό των στρατηγικών προστασίας, λαμβάνοντας υπόψη τη σύγχρονη νομοθεσία και τις ευρωπαϊκές οδηγίες για τη διαχείριση των πλημμυρών.

Η ανάγκη για επικαιροποίηση είναι ιδιαίτερα επιτακτική λόγω της αύξησης της συχνότητας και της έντασης των πλημμυρικών φαινομένων στην περιοχή. Οι συνθήκες αυτές έχουν οδηγήσει στην αναγνώριση νέων ζωνών υψηλού κινδύνου πλημμύρας, που απαιτούν άμεσες παρεμβάσεις.

3. Διαδικασία και Δομή του Έργου

Το Master Plan οργανώνεται σε φάσεις και στάδια, για την καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης, την αξιολόγηση των κινδύνων και την πρόταση νέων έργων. Αρχικά, το έργο σχεδιάστηκε σε δύο φάσεις: η πρώτη φάση αφορούσε τις Ζώνες Δυνητικού Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (σύμφωνα με την Προκαταρκτική Αξιολόγηση Κινδύνων Πλημμύρας του 2012), και η δεύτερη φάση το υπόλοιπο Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής. Ωστόσο, η αναθεώρηση του χρονοδιαγράμματος οδήγησε σε μια

νέα προσέγγιση, όπου το έργο διαχωρίστηκε σε ζώνες με βάση γεωγραφικά, υδρογραφικά και διοικητικά κριτήρια.

4. Περιγραφή της Ζώνης Λεκανοπεδίου Αττικής

Η Ζώνη Λεκανοπεδίου Αττικής περιλαμβάνει σχεδόν το σύνολο των Περιφερειακών Ενοτήτων της Περιφέρειας Αττικής, καλύπτοντας έκταση περίπου 532,18 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Οριοθετείται από τους ορεινούς όγκους του Υμηττού, της Πεντέλης, της Πάρνηθας και του Αιγάλεω, ενώ περιλαμβάνει μεγάλους δήμους όπως η Αθήνα, το Μαρούσι, οι Αχαρνές, η Γλυφάδα, ο Πειραιάς και πολλοί άλλοι. Η γεωμορφολογία της περιοχής χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μεγάλων ορεινών όγκων και λεκάνες απορροής που καταλήγουν στη θάλασσα, διασχίζοντας πυκνοκατοικημένες περιοχές.

5. Καταγραφή και Οργάνωση Υπάρχουσας Πληροφορίας

Η καταγραφή περιλαμβάνει:

- **Γεωμορφολογικά Στοιχεία:** Περιλαμβάνονται πληροφορίες για τα διοικητικά όρια, τις λεκάνες απορροής και τα υδρογραφικά δίκτυα, όπως αυτά αποτυπώνονται στα πιο πρόσφατα δεδομένα.
- **Χρήσεις Γης:** Αναλύεται η κατανομή των χρήσεων γης σύμφωνα με το CORINE 2018, που περιλαμβάνει πληροφορίες για αστικές, αγροτικές και προστατευόμενες περιοχές.
- **Υδρογραφικό Δίκτυο:** Καταγράφονται τα ρέματα και οι κύριοι αποδέκτες των υδάτων στη ζώνη. Περιλαμβάνονται πληροφορίες για την κατάστασή τους, όπως το βαθμό διευθέτησης και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν.
- **Ιστορικά Πλημμυρικά Γεγονότα:** Συλλέγονται δεδομένα για προηγούμενα πλημμυρικά φαινόμενα, που καταγράφονται από αρμόδιους φορείς όπως η Πυροσβεστική Υπηρεσία και οι Δήμοι.

6. Υφιστάμενη Πλημμυρική Κατάσταση

Η ανάλυση της πλημμυρικής κατάστασης βασίζεται στα δεδομένα εφαρμογής της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2007/60. Η αξιολόγηση περιλαμβάνει:

- **Μηχανισμούς Αποστράγγισης:** Εξετάζονται οι υφιστάμενες υποδομές αποστράγγισης και οι περιοχές όπου υπάρχουν προβλήματα ή ελλείψεις.
- **Αίτια Πλημμυρών:** Αναλύονται οι παράγοντες που προκαλούν πλημμύρες, όπως οι γεωμορφολογικές συνθήκες, οι αστικές επεμβάσεις και οι αλλαγές χρήσεων γης.

- **Ιεράρχηση Πλημμυρικού Προβλήματος:** Προσδιορίζονται οι περιοχές υψηλής επικινδυνότητας και γίνεται αξιολόγηση της τρωτότητας και της διακινδύνευσης. Οι περιοχές αυτές κατατάσσονται βάσει κριτηρίων όπως η συχνότητα εμφάνισης πλημμυρών και οι συνέπειές τους.

7. Προτάσεις Διαχείρισης και Αντιμετώπισης Πλημμυρικού Κινδύνου

Οι προτάσεις περιλαμβάνουν:

- **Νέα Έργα:** Προτείνεται η κατασκευή νέων έργων, όπως φράγματα, αντιπλημμυρικά κανάλια και βελτιώσεις στις υφιστάμενες υποδομές.
- **Στρατηγικές Διαχείρισης:** Προτείνεται η ενσωμάτωση πράσινων υποδομών και η βελτίωση των πολιτικών διαχείρισης των υδάτων.
- **Αξιολόγηση Εφαρμογής:** Αξιολογείται η δυνατότητα εφαρμογής των προτεινόμενων έργων, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως η τεχνική βιωσιμότητα, το κόστος, και οι κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

8. Συμπεράσματα και Τελικές Προτάσεις

Στο τελικό τμήμα της μελέτης, γίνεται κατάταξη των προτάσεων με βάση την προτεραιότητά τους. Δίνεται έμφαση στην υλοποίηση των έργων που θα έχουν τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην προστασία από πλημμύρες. Η κατάταξη βασίζεται σε παράγοντες όπως η ωριμότητα των μελετών, η επικινδυνότητα της περιοχής και η δυνατότητα εξασφάλισης χρηματοδότησης. (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ, 2023)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΑΝΤΟΡΡΟΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΘΗΝΑΣ

3.1 Το Παντορροϊκό Σύστημα

Το παντορροϊκό σύστημα αποχέτευσης της Αθήνας ήταν ένα σύστημα που σχεδιάστηκε για την αποχέτευση τόσο των όμβριων υδάτων όσο και των ακαθάρτων αστικών λυμάτων.

Το σύστημα αυτό υιοθετήθηκε τον 19ο αιώνα κατά την περίοδο της αναδιάρθρωσης της πόλης μετά την ανακήρυξη της ως πρωτεύουσα του νέου ελληνικού κράτους. Ο φιλόλογος Γεώργιος Χατζιδάκις, ο οποίος ονομάζεται ως "νονός" του συστήματος, έπαιξε σημαντικό ρόλο στην καθιέρωση του όρου "παντορροϊκό". Η προσέγγιση αυτή θεωρήθηκε καινοτόμος για την εποχή της, καθώς στόχευε να διαχειριστεί αποτελεσματικά τόσο τα βρόχινα όσο και τα λύματα μέσα από ενιαία δίκτυα αγωγών.

Η υιοθέτηση του παντορροϊκού συστήματος αποδείχθηκε αποτελεσματική για την Αθήνα, κυρίως λόγω της οικονομίας κλίμακας που επιτεύχθηκε και της απλότητας του συστήματος. Ωστόσο, οι σύγχρονες πόλεις συχνά προτιμούν το χωριστικό σύστημα αποχέτευσης, που διαχωρίζει τα λύματα από τα όμβριων υδάτων, λόγω των πλεονεκτημάτων στη διαχείριση των ρύπων και στην αποτροπή πλημμυρών.

Το παντορροϊκό σύστημα αποχέτευσης είναι ένα είδος δικτύου αποχέτευσης που συνδυάζει τη συλλογή και μεταφορά των αστικών λυμάτων και των όμβριων υδάτων (νερά της βροχής) μέσω ενός κοινού αγωγού. Το χωριστικό σύστημα αποχέτευσης είναι ένα σύστημα που διαθέτει δύο ξεχωριστά δίκτυα αγωγών: το ένα συλλέγει τα λύματα και το άλλο τα όμβρια ύδατα (νερά της βροχής). Οι αγωγοί είναι μικρότερης διαμέτρου σε σύγκριση με το παντορροϊκό σύστημα και εξασφαλίζουν ότι τα λύματα και τα όμβρια ύδατα δεν αναμειγνύονται. Αυτό το σύστημα είναι προτιμότερο σε βιομηχανικές περιοχές ή πόλεις κοντά σε αποδέκτη, όπου απαιτείται εξειδικευμένη διαχείριση των υδάτων.

Χαρακτηριστικά του Παντορροϊκού Συστήματος:

Κοινός Αγωγός:

- Το σύστημα δέχεται και τα λύματα και τα όμβρια ύδατα σε έναν κοινό αγωγό.
- Οι αγωγοί αυτοί είναι μεγάλης διαμέτρου για να μπορούν να διαχειριστούν τον συνδυασμένο όγκο των υδάτων.

Υπολογισμός Παροχών:

- Ο υπολογισμός των παροχών λυμάτων και όμβριων γίνεται ξεχωριστά, ακόμα και αν μεταφέρονται μέσω του ίδιου αγωγού.

Προτιμήσεις Χρήσης:

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΟΤΑΜΟΥΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ. 17044)

- Το παντοροϊκό σύστημα προτιμάται σε μικρές πόλεις και σε κέντρα πόλεων με δρόμους μικρού πλάτους.
- Δεν είναι κατάλληλο για βιομηχανικές περιοχές ή πόλεις κοντά σε αποδέκτη, όπου προτιμάται το χωριστικό σύστημα.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά:

Κεντρικός Συλλεκτήρας:

- Ο κεντρικός συλλεκτήρας (πρωτεύων αγωγός) συλλέγει τα λύματα και τα όμβρια από διάφορες περιοχές και τα μεταφέρει στην εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ).

Σίφωνα και Τοπικοί Συλλεκτήρες:

- Οι σίφωνες χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των υδάτων κάτω από ποτάμια ή άλλους φυσικούς εμποδισμούς.
- Οι τοπικοί συλλεκτήρες (δευτερεύοντες αγωγοί) συνδέουν τους αγωγούς των οδών (τριτεύοντες αγωγοί) με τον κεντρικό συλλεκτήρα.

Υπερχειλιστές:

- Χρησιμοποιούνται για την εκτροπή των υπερβολικών υδάτων σε περιόδους έντονης βροχόπτωσης, αποφεύγοντας την υπερφόρτωση του συστήματος.

Τεχνικο-Οικονομική Μελέτη:

- Για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος αποχέτευσης (παντοροϊκό ή χωριστικό), πρέπει να εκπονείται μια τεχνικο-οικονομική μελέτη σύγκρισης.
- Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να γίνει συνδυασμός των δύο συστημάτων, ανάλογα με τις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες της περιοχής.

Σύγκριση με το Χωριστικό Σύστημα:

Χωριστικό Σύστημα:

- Αποτελείται από δύο ξεχωριστά δίκτυα: ένα για τα λύματα και ένα για τα όμβρια ύδατα.
- Οι αγωγοί του χωριστικού συστήματος είναι μικρότερης διαμέτρου συγκριτικά με το παντοροϊκό σύστημα.
- Προτιμάται σε βιομηχανικές περιοχές και πόλεις κοντά σε αποδέκτη, όπου οι απαιτήσεις αποχέτευσης είναι πιο εξειδικευμένες.

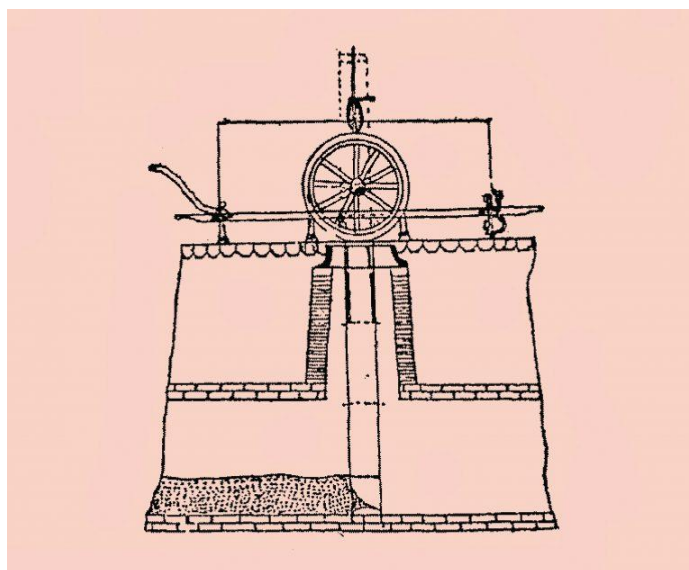
Εισροές Υδάτων:

- Στο χωριστικό σύστημα, υπολογίζονται και οι εισροές των υπόγειων υδάτων στον αγωγό των λυμάτων, κάτι που δεν ισχύει για το παντοροϊκό σύστημα.

Το παντοροϊκό σύστημα αποχέτευσης αναφέρεται στη συλλογή και μεταφορά τόσο των λυμάτων όσο και των όμβριων υδάτων μέσω ενός ενιαίου δικτύου αγωγών. Η ιστορική χρήση αυτών των συστημάτων προκύπτει από την ανάγκη για αποτελεσματική διαχείριση των υδάτων σε αστικές περιοχές. Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα του είναι η απλότητα σχεδίασης και κατασκευής καθώς το σύστημα είναι απλούστερο και οικονομικότερο στην κατασκευή και απαιτεί την εγκατάσταση ενός μόνο δικτύου αγωγών. Επίσης παρέχει μια ολοκληρωμένη λύση για τη διαχείριση όλων των υδάτων που συλλέγονται από τις αστικές περιοχές, μειώνοντας την πολυπλοκότητα στη λειτουργία και τη συντήρηση. Από την άλλη μεριά το παντοροϊκό σύστημα έχει και κάποια μειονεκτήματα όπως η διακύμανση φορτίων και ο κίνδυνος υπερχειλίσεως διότι οι έντονες διακυμάνσεις στην παροχή λόγω των βροχοπτώσεων μπορούν να προκαλέσουν υπερφορτώσεις και προβλήματα στη λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας λυμάτων και σε περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων, υπάρχει αυξημένος κίνδυνος υπερχειλίσεων, που μπορεί να οδηγήσει σε ανεπεξέργαστες απορροές στους υδάτινους αποδέκτες. Ένα από τα μεγαλύτερα μειονεκτήματα του είναι οι έντονες βροχοπτώσεις οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν πλημμύρες σε περιοχές με χαμηλό υψόμετρο, δημιουργώντας προβλήματα σε υπόγεια και άλλες χαμηλές κατασκευές. (Ανδρέας Ευστρατιάδης, 2019; Ελευθέριος Γ. Σκιαδάς, 2018; Ζαφειράκου Αντιγόνη, 2024)

Εφαρμογές του Παντοροϊκού Συστήματος:

- Μικρές Επεκτάσεις Παλιών Δικτύων: Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την επέκταση υφιστάμενων παντοροϊκών συστημάτων όπου η εγκατάσταση ενός νέου συστήματος θα ήταν τεχνικά ή οικονομικά ασύμφορη.
- Επεξεργασία Όμβριων: Κατάλληλο όταν απαιτείται η επεξεργασία των όμβριων πριν την απόρριψη τους, εξαιτίας της παρουσίας ρυπογόνων στοιχείων στους δρόμους.
- Στενοί Δρόμοι: Ιδανικό για περιοχές με στενούς δρόμους, όπου η κατασκευή δύο παράλληλων αγωγών είναι ανέφικτη.



Εικόνα 10: Μηχάνημα για πλύση υπονόμων

Πηγή: <https://www.taathinaika.gr/pantorroiko-systima-apochetefsis-stin-athina-kai-o-nonos-tou-glossologos-georgios-chatzidakis/>

3.2 Το Παντορροϊκό Σύστημα της Αθήνας

Στην Αθήνα, το παντορροϊκό σύστημα περιλαμβάνει τον Κεντρικό Αποχετευτικό Αγωγό (ΚΑΑ), ο οποίος ξεκινά από την οδό Πατησίων και καταλήγει στον Ακροκέραμο Κερατσινίου. Από εκεί, τα λύματα μεταφέρονται προς το Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυτάλλειας (ΚΕΛΨ). Το δίκτυο αυτό περιλαμβάνει επίσης συμπληρωματικούς αγωγούς και συλλεκτήρες που διαχειρίζονται τόσο τα αστικά όσο και τα βιομηχανικά λύματα.

Το παντορροϊκό σύστημα αποχέτευσης, παρά τα μειονεκτήματά του, προσφέρει μια οικονομική και πρακτική λύση για τη συλλογή και μεταφορά λυμάτων και όμβριων σε αστικές περιοχές. Η απλότητα και το χαμηλό κόστος κατασκευής το καθιστούν ιδανικό για συγκεκριμένες εφαρμογές, ιδιαίτερα σε παλαιά αστικά κέντρα και περιοχές με στενούς δρόμους. (Ανδρέας Ευστρατιάδης, 2019)

Το παντορροϊκό δίκτυο αποτελεί μια σύνθετη υποδομή που ενσωματώνει διάφορες αρχές και πρακτικές της διαχείρισης των υδάτινων πόρων, όπως αυτές περιγράφονται στο κείμενο. Η πολιτική του νερού, η οποία στοχεύει στη βιώσιμη χρήση και προστασία των υδάτινων πόρων, βρίσκει εφαρμογή και στο πλαίσιο του παντορροϊκού συστήματος, καθώς επιδιώκει να αποτρέψει προβλήματα όπως οι πλημμύρες, η λειψυδρία και η ρύπανση.

Στην Αθήνα, η διαχείριση των υδάτων όμβριων έχει ιδιαίτερη σημασία, δεδομένης της ιστορικής αύξησης των αστικών περιοχών και των υποδομών. Το παντορροϊκό σύστημα, το οποίο περιλαμβάνει δίκτυα αποχέτευσης και άλλες υποδομές, συμβάλλει στην αποτροπή πλημμυρών και στην προστασία των αστικών υποδομών. Τα δίκτυα

αποχέτευσης διασφαλίζουν την αποτελεσματική διοχέτευση των όμβριων υδάτων από τις πόλεις σε φυσικούς αποδέκτες, όπως οι ποταμοί Ιλισσός και Ηριδανός, οι οποίοι εξυπηρετούσαν ιστορικά τη διαχείριση των νερών στην αρχαία Αθήνα.

Επιπλέον, η χρήση ταμιευτήρων και φραγμάτων, όπως αναφέρεται στο κείμενο, είναι σημαντική για τη συλλογή και αποθήκευση των υδάτων όμβριων, προστατεύοντας την πόλη από την πλημμύρα και εξασφαλίζοντας τη χρήση τους κατά την περίοδο ξηρασίας. Παράλληλα, η ανάπτυξη πράσινων υποδομών, όπως οι πράσινες στέγες και τα πάρκα, συμβάλλει στη βελτίωση του μικροκλίματος της πόλης και στην ενίσχυση της απορρόφησης του νερού. Το παντοροϊκό σύστημα ενσωματώνει επίσης τις αρχές της διαχείρισης των λυμάτων.

Η συλλογή των λυμάτων από τους οικισμούς και τις βιομηχανίες μέσω των δικτύων αποχέτευσης και η επεξεργασία τους σε εγκαταστάσεις είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία των υδάτινων πόρων και της δημόσιας υγείας. Οι διάφορες φάσεις επεξεργασίας, από την πρωτοβάθμια έως την τριτοβάθμια επεξεργασία, εξασφαλίζουν ότι τα λύματα απορρίπτονται ή επαναχρησιμοποιούνται με ασφαλή τρόπο, μειώνοντας τη ρύπανση και βελτιώνοντας την ποιότητα των υδάτων στους φυσικούς αποδέκτες, όπως οι ποταμοί της πόλης.

Η βιώσιμη διαχείριση των υδάτων, όπως αναφέρεται στο κείμενο, είναι βασικό στοιχείο του παντοροϊκού συστήματος, καθώς στοχεύει στην προστασία του περιβάλλοντος και στην εξασφάλιση της διαθεσιμότητας νερού για μελλοντικές γενιές. Η ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτων συνδυάζει τις οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές διαστάσεις της διαχείρισης, και αυτό αντικατοπτρίζεται στη λειτουργία του συστήματος. Χάρη σε αυτή την προσέγγιση, η Αθήνα μπορεί να διαχειριστεί αποτελεσματικά τα υδάτινα αποθέματά της, βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των κατοίκων της και μειώνοντας το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της πόλης.

Η ιστορία της διαχείρισης λυμάτων στην Ελλάδα αποτυπώνει τη μετάβαση από αρχαία συστήματα στην οργανωμένη και σύγχρονη προσέγγιση. Από τον Μινωικό πολιτισμό έως την ανακήρυξη της Αθήνας ως πρωτεύουσας το 1834, όπου ξεκίνησαν οι πρώτες εγκαταστάσεις αποχέτευσης, η χώρα έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο, κυρίως μετά την ένταξή της στην ΕΕ το 1981. Σήμερα, το 91% του πληθυσμού είναι συνδεδεμένο με σύγχρονους σταθμούς επεξεργασίας λυμάτων, όπως οι μονάδες της Ψυττάλειας και της Θεσσαλονίκης. Αυτές οι μονάδες παρέχουν δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία, διασφαλίζοντας τη συμμόρφωση με τις ευρωπαϊκές οδηγίες για τη μείωση ρύπων και την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων. Παρά την πρόοδο, οι προκλήσεις παραμένουν, ιδιαίτερα για τις μικρές κοινότητες που εξαρτώνται από σηπτικούς βόθρους, θέτοντας κινδύνους για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

Το παντοροϊκό της Αθήνας, με τον ρόλο του ως κεντρικός κόμβος της χώρας, είναι καθοριστικός για την ανάπτυξη υποδομών διαχείρισης λυμάτων. Η έμφαση στη βιωσιμότητα και η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, όπως τα συστήματα φυτεμένων φίλτρων και η συμμετοχή σε ευρωπαϊκά προγράμματα ενίσχυσης ενεργειακής απόδοσης, καθορίζουν τη μελλοντική πορεία. Η Ελλάδα καλείται να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις της διαχείρισης λυμάτων με έμφαση στην επαναχρησιμοποίηση και την ενεργειακή αποδοτικότητα, προκειμένου να διασφαλίσει ένα βιώσιμο μέλλον για τις αστικές και αγροτικές περιοχές της. (Prochaska & Zouboulis, 2020)

3.3 Διαχείριση και Προστασία των Ρεμάτων της Αττικής (αρμοδιότητες – παράμετροι)

Τα ρέματα της Αττικής διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του τοπίου και της ιστορίας της περιοχής. Το κύριο παράδειγμα είναι ο ποταμός Κηφισός, ο οποίος ήταν και είναι κομβικός για την υδρολογία του Λεκανοπεδίου. Ο Κηφισός, αναφέρεται εκτενώς στην αρχαία ελληνική γραμματεία, δείχνοντας την ιστορική του σημασία.

Οι κοίτες των ρεμάτων έχουν αλλάξει με την πάροδο του χρόνου, επηρεασμένες από ανθρώπινες παρεμβάσεις και φυσικές διεργασίες, αλλά παραμένουν βασικοί παράγοντες για τη διατήρηση του οικοσυστήματος της Αττικής.

Ο Κηφισός, που κάποτε κυλούσε άφθονος με νερό, σήμερα έχει υποβαθμιστεί λόγω της έντονης αστικοποίησης και της έλλειψης φυσικής ροής και υπογειοποίησης σημαντικού τμήματός του.

Παράλληλα, άλλες σημαντικές ρεματιές, όπως ο Ιλισός και ο Ηριδανός, έχουν σχεδόν εξαφανιστεί, είτε λόγω κάλυψης από αστικές κατασκευές είτε λόγω αλλαγών στη ροή του νερού και υπογειοποίησης. Αυτές οι αλλαγές έχουν οδηγήσει σε μια σειρά περιβαλλοντικών προβλημάτων, όπως η πλημμυρική ρύπανση και η απώλεια φυσικών οικοτόπων.

Ωστόσο, η σημασία των ρεμάτων για την Αττική δεν περιορίζεται μόνο στο φυσικό τους ρόλο. Κατά την αρχαιότητα, τα ρέματα αποτελούσαν βασικές οδούς για την καθημερινή ζωή, όπως την προμήθεια νερού για οικιακή χρήση και άρδευση καλλιεργειών. Η σύνδεση των ρεμάτων με την πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής είναι βαθιά, καθώς συχνά αναφέρονται σε αρχαία κείμενα, θρύλους και μύθους.

Παρά τις σημαντικές μεταβολές που έχουν υποστεί, τα ρέματα της Αττικής εξακολουθούν να αποτελούν έναν κρίσιμο πόρο που απαιτεί προστασία και διαχείριση, τόσο για την αποφυγή πλημμυρών όσο και για την αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος. Η διατήρηση αυτών των υδάτινων διαδρομών είναι απαραίτητη για την αειφόρο ανάπτυξη και την προστασία της βιοποικιλότητας της περιοχής. Για μια ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτινων πόρων στην Αττική, είναι απαραίτητη η αποκατάσταση και η προστασία των ρεμάτων μέσω στρατηγικών που ενισχύουν τις υφιστάμενες υποδομές και προλαμβάνουν πλημμύρες. (Θεοδοσόπουλος Δημήτριος, 2017)



Εικόνα 11: Τα ρέματα της Αττικής

Πηγή: https://geomythiki.blogspot.com/2017/06/blog-post_18.html

3.4 Ανάλυση του Κυκλοβόρου Ποταμού

Ο Κυκλοβόρος ποταμός, γνωστός από αναφορές σε αρχαίες και μεσαιωνικές πηγές, υπήρξε ένα από τα ελάχιστα ρέματα της Αθήνας με ιστορική σημασία. Παρά την εποχική του ροή, το ρέμα αυτό κατέχει σημαντική θέση στην τοπική παράδοση, ιδιαίτερα μέσα από τις κωμωδίες του Αριστοφάνη, όπου μνημονεύεται για τον θόρυβο που προκαλούσε, καθιστώντας τον σύμβολο έντονης δραστηριότητας.

Η πλήρης χωρική ταυτοποίηση του Κυκλοβόρου είναι δύσκολη, καθώς το όνομά του έχει συνδεθεί με διαφορετικούς χάρτες και περιοχές, όπως το ρέμα του Αγίου Στυλιανού στην περιοχή του Γκύζη. Οι αρχαιότερες αναφορές του Κυκλοβόρου εμφανίζονται στις κωμωδίες του Αριστοφάνη "Αχαρνείς" και "Ιππείς". Στην πρώτη, γίνεται λόγος για τον Κυκλοβόρο ως ένα χείμαρρο με έντονη και θορυβώδη ροή, ενώ στη δεύτερη, η "φωνή Κυκλοβόρου" χρησιμοποιείται μεταφορικά για να περιγράψει τον δημαγωγό Κλέωνα, που χαρακτηρίζεται από βροντώδη φωνή ή από τη διαφθορά που μπορεί να υποδηλώνει ο θόρυβος της υπαίθριας αγοράς που λειτουργούσε κοντά στο ρέμα.

Από γεωγραφική άποψη, ο Κυκλοβόρος αποτυπώθηκε λεπτομερώς για πρώτη φορά τον 19ο αιώνα σε χάρτες, τοποθετούμενος στη νοτιοδυτική πλευρά του Πεδίου του Άρεως. Ωστόσο, υπάρχουν διαφορετικές απόψεις για την ακριβή θέση και έκταση του χειμάρρου, καθώς και για την ονομασία του, με κάποιες πηγές να τον αναφέρουν ως "Σκίρων" ή "ρέμα του Αγίου Στυλιανού".

Παρά τη σημερινή του υπογειοποίηση, και την ένταξή του στο παντοροϊκό σύστημα της Αθήνας, εξακολουθεί να έχει εξακολουθεί να έχουν ρόλο στην πόλη, τόσο ως στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς όσο και ως υπενθύμιση της αναγκαιότητας της διαχείρισης των υδάτινων πόρων σε ένα περιβάλλον που συνεχώς μεταβάλλεται. Η επαναξιολόγηση της ιστορικής και πολιτιστικής σημασίας του, σε συνδυασμό με την προστασία και αναβίωση τέτοιων φυσικών χαρακτηριστικών, ιδίως στην περιοχή του Πεδίου του Άρεως και των Δικαστηρίων της πρώην σχολής ευελπίδων, θα μπορούσε να αποτελέσει κεντρικό στοιχείο σε μελλοντικές προσπάθειες βιώσιμης ανάπτυξης της πόλης, ενισχύοντας τη σύνδεση των κατοίκων με το περιβάλλον και την ιστορία τους. (Μαρία Χρηστάκη, 2017)

3.5 Ο Κηφισός: Ιστορική Κληρονομιά και Σύγχρονες Προκλήσεις Διαχείρισης

- **Ιστορική Αναδρομή του Κηφισού**

Η ιστορική αναδρομή ξεκινά με την επισήμανση της έντονης ανάπτυξης του πολεοδομικού συγκροτήματος της Αθήνας, που οδήγησε στην εξαφάνιση πολλών ρεμάτων. Ο Κηφισός, διατηρώντας τη ροή του, υπέστη ωστόσο μείωση του πλάτους του και σημαντικές επιβαρύνσεις από μπαζώματα, αυθαίρετη δόμηση και ρύπανση. Μεγάλα έργα, όπως η κάλυψη του ποταμού για τη δημιουργία της λεωφόρου Κηφισού, επέτειναν τα προβλήματα. Παρ' όλα αυτά, τμήματα του ποταμού παραμένουν σε φυσική μορφή, προστατευμένα από το Προεδρικό Διάταγμα του 1994, το οποίο θέσπισε ζώνες προστασίας σε μια μεγάλη έκταση γύρω από τον Κηφισό.

Η ιστορική αναδρομή περιλαμβάνει επίσης αναφορές στην αρχαία σημασία του Κηφισού, με μνείες σε αρχαία μνημεία και ιερά που βρίσκονταν κατά μήκος της διαδρομής του. Το Αδριάνειο υδραγωγείο, που σχεδιάστηκε για να αξιοποιήσει το υδατικό δυναμικό του Κηφισού, και οι προσχώσεις που έχουν αλλάξει τη γεωλογία της περιοχής αναδεικνύουν τη μακροχρόνια ανθρώπινη αλληλεπίδραση με το ποτάμι.

- **Οικολογική και Περιβαλλοντική Διάσταση**

Ο Κηφισός, παρότι ασφυκτιά εντός του αστικού ιστού της Αθήνας, παραμένει ένας σημαντικός φυσικός πόρος με οικολογική αξία. Η μη βιώσιμη αστική ανάπτυξη έχει προκαλέσει σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον, με καταστροφικές συνέπειες, όπως οι πλημμύρες και η απώλεια βιοτόπων. Ο ποταμός και τα ρέματα της Αθήνας, παρά τις παρεμβάσεις, εξακολουθούν να αποτελούν σημαντικούς αεραγωγούς και φυσικούς χώρους που συμβάλλουν στη βελτίωση του μικροκλίματος της πόλης. Οι

ανθρωπογενείς επεμβάσεις, όπως οι πυρκαγιές, η οικιστική εξάπλωση και τα μπαζώματα, έχουν αλλοιώσει το φυσικό χαρακτήρα του Κηφισού. Παρά τις πιέσεις, τμήματα του ποταμού διατηρούν ακόμα παραποτάμια βλάστηση και φυσική ομορφιά. Η ανάγκη για διατήρηση της φυσικής οντότητας του ποταμού είναι κρίσιμη, με έμφαση στην προστασία της κοίτης και των χειμάρρων.

- **Θεσμικό Καθεστώς Προστασίας**

Το νομικό καθεστώς που προστατεύει τον Κηφισό είναι πολύπλοκο και χαρακτηρίζεται από αντιφάσεις και αδυναμίες. Το Προεδρικό Διάταγμα του 1994 θεσπίστηκε για να ανασχέσει την υποβάθμιση του ποταμού και να βελτιώσει τη συνολική του κατάσταση. Ωστόσο, παρά τη θεσμική προστασία, τα αποτελέσματα ήταν περιορισμένα, και οι αντιφάσεις στις κανονιστικές ρυθμίσεις δυσχέραναν την αποτελεσματική διαχείριση του Κηφισού. Ένα βασικό πρόβλημα είναι η σύγκρουση των υφιστάμενων χρήσεων γης με τις περιβαλλοντικές διατάξεις. Η γραφειοκρατία και η αναποτελεσματικότητα της δημόσιας διοίκησης, σε συνδυασμό με την έλλειψη ολοκληρωμένης νομοθετικής πολιτικής, δυσχεραίνουν την εφαρμογή αποτελεσματικών μέτρων για την προστασία του Κηφισού.

- **Υδραυλικά Προβλήματα και Προτάσεις**

Η διαχείριση του Κηφισού ως υδάτινου αποδέκτη του Λεκανοπεδίου Αττικής παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα. Οι πλημμύρες που προκλήθηκαν κατά τις δεκαετίες του 1890 και του 1960 οδήγησαν σε διευθετήσεις του ποταμού που όμως δεν ακολουθούσαν πάντα τις βέλτιστες υδραυλικές πρακτικές. Ο εγκιβωτισμός και η εκτροπή του ποταμού δημιούργησαν νέες προκλήσεις, και η υδραυλική ικανότητα των υπαρχόντων έργων είναι αμφίβολη. Τα έργα αναδιευθέτησης του Κηφισού, που έγιναν για την αντιπλημμυρική προστασία και τη βελτίωση της κυκλοφορίας, δεν κατάφεραν να εξαλείψουν τα προβλήματα πλημμυρών στις γύρω περιοχές. Ο Κηφισός δεν μπορεί να απορροφήσει μεγάλες παροχές υδάτων, με αποτέλεσμα οι γύρω χαμηλές περιοχές να πλημμυρίζουν συχνά. Προτάσεις για ανασχεδιασμό και επικαιροποίηση των υδραυλικών έργων κρίνονται απαραίτητες για την αντιμετώπιση των πλημμυρικών κινδύνων στο Λεκανοπέδιο. Η συνολική θεώρηση των έργων διαχείρισης του Κηφισού, μαζί με τα έργα ανάσχεσης πλημμυρών στις ανάντη περιοχές, αποτελεί κρίσιμο βήμα για την προστασία του Λεκανοπεδίου. Οι προτάσεις περιλαμβάνουν τη δημιουργία αντιπλημμυρικών φραγμάτων, την εκτροπή του Ιλισού και την ολοκλήρωση των υφιστάμενων συλλεκτήρων όμβριων, μεταξύ άλλων. Παρά τις προσπάθειες θεσμικής προστασίας και τις διάφορες παρεμβάσεις, ο ποταμός συνεχίζει να αντιμετωπίζει σοβαρά περιβαλλοντικά και υδραυλικά προβλήματα. Η αναγνώριση των αδυναμιών στις υφιστάμενες ρυθμίσεις και η ανάγκη για ολοκληρωμένες λύσεις αποτελούν τα κύρια σημεία προβληματισμού και κατεύθυνσης για το μέλλον. (Κωνσταντίνος Λάσκαρης κ.ά., χ.χ.)



Εικόνα 12: Ο Κηφισός Ποταμός στο σημείο με τις τρεις γέφυρες

Πηγή: <https://archive.ert.gr/1063/>

3.6 Ιλισός: Από την Υπογειοποίηση στην Αποκατάσταση του Αστικού Τοπίου

Ιστορική Αναδρομή του Ιλισού

Ο Ιλισός είναι ένας από τους δύο κύριους ποταμούς της Αθήνας, με πηγές στις βόρειες πλαγιές του Υμηττού. Στην αρχαιότητα, είχε ιδιαίτερη σημασία λόγω της θρησκευτικής και πολιτιστικής του σύνδεσης με ιερά και μνημεία, όπως το ιερό του Πάνα και της Λύκας. Κατά τη ρωμαϊκή εποχή, χτίστηκε μια γέφυρα που ένωνε τις δύο όχθες του ποταμού μπροστά από το Παναθηναϊκό Στάδιο. Η κάλυψη της κοίτης του Ιλισού ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1930, κατά την περίοδο του Μεταξά, και

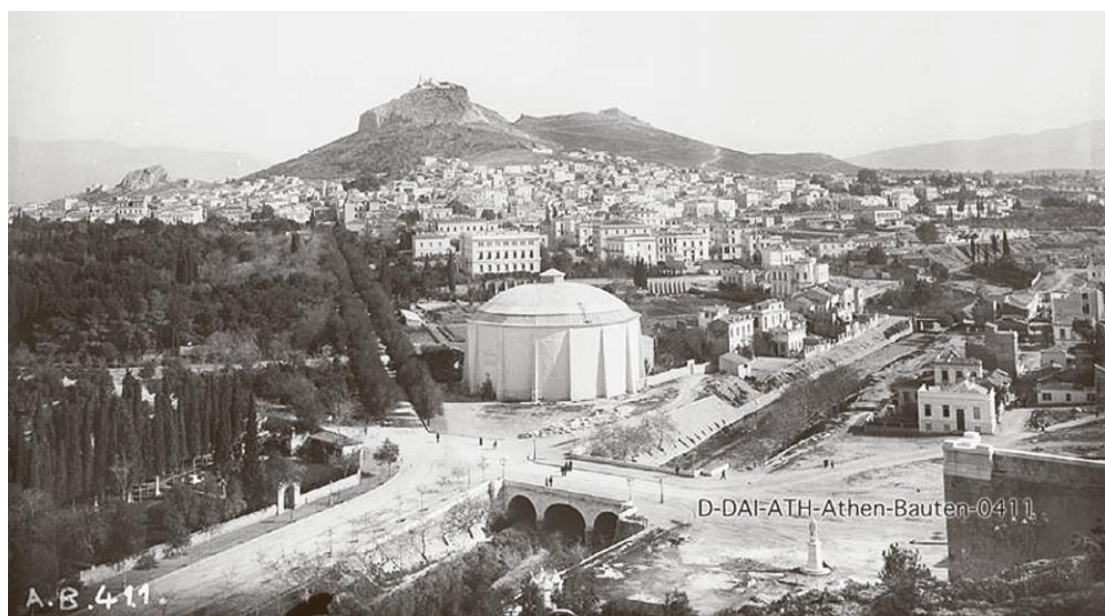
ολοκληρώθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1960. Η κάλυψη αυτή έγινε για να δημιουργηθεί χώρος για νέες οδικές αρτηρίες, όπως η λεωφόρος Μιχαλακοπούλου και η Βασιλέως Κωνσταντίνου. Αυτά τα έργα αλλοίωσαν σημαντικά το φυσικό τοπίο και μετέτρεψαν τον Ιλισό σε ένα υπόγειο δίκτυο απορροής, συνδεδεμένο με τον Κηφισό.

Η Σημασία των Ρεμάτων στον Αστικό Ιστό

Τα ρέματα εντός του αστικού ιστού, όπως ο Ιλισός, αποτελούν σημαντικούς φυσικούς πόρους με πολλαπλά περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη. Ως φυσικά οικοσυστήματα, τα ρέματα προσφέρουν προστασία από πλημμύρες, λειτουργώντας ως φυσικοί αποδέκτες υδάτων και διασφαλίζοντας την απορροή τους σε άλλους αποδέκτες. Παράλληλα, συμβάλλουν στην ανάπτυξη βλάστησης και πανίδας, δημιουργώντας ένα δίκτυο πράσινου που βελτιώνει το μικροκλίμα της πόλης και μειώνει τις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού. Επιπλέον, τα ρέματα λειτουργούν ως φυσικοί αεραγωγοί που ανανεώνουν την ποιότητα του αέρα, ιδιαίτερα σε περιοχές με έντονη ατμοσφαιρική ρύπανση. Από κοινωνική άποψη, τα ρέματα προσφέρουν χώρους για περίπατο, αναψυχή και κοινωνική συναναστροφή, ενισχύοντας την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Σε αστικό επίπεδο, συνδέουν γειτονιές και αναβαθμίζουν τη συνολική εικόνα της πόλης. Ωστόσο, η έντονη αστικοποίηση και η κάλυψη των ρεμάτων έχουν μετατρέψει αυτά τα φυσικά στοιχεία σε αστικές γαίες με δυνατότητα δόμησης, οδηγώντας σε περιβαλλοντική υποβάθμιση και απώλεια της φυσικής τους λειτουργίας.

Θεσμικό Πλαίσιο για τα Ρέματα

Το θεσμικό πλαίσιο που διέπει τη διαχείριση των ρεμάτων στην Αθήνα είναι πολυδιάστατο και περιλαμβάνει νόμους και κανονισμούς που καθορίζουν τη χρήση γης και την προστασία των υδάτινων πόρων. Το Σύνταγμα του 1975, για πρώτη φορά, καθορίζει την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος ως υποχρέωση του κράτους και δικαίωμα του πολίτη. Ο νόμος 880/1979 εισήγαγε την έννοια της αποτύπωσης των ρεμάτων σε τοπογραφικά διαγράμματα και καθόρισε την ανάγκη οριοθέτησής τους. Ο νόμος 1650/1986 απαιτεί την εκπόνηση Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για τα έργα διευθέτησης των ρεμάτων. Ωστόσο, παρά τις νομοθετικές προβλέψεις, η εφαρμογή των νόμων είναι συχνά ανεπαρκής, με αποτέλεσμα την περαιτέρω υποβάθμιση των ρεμάτων. Το θεσμικό πλαίσιο προστασίας συνδυάζει την περιβαλλοντική νομοθεσία με την αρχαιολογική και αρχιτεκτονική νομοθεσία, διασφαλίζοντας την ενιαία προστασία του φυσικού και πολιτιστικού τοπίου.



Εικόνα 13: Ο Ιλισός ποταμός τα παλαιότερα χρόνια

Πηγή: <https://apotis4stis5.com/vintage/27926-athina-ilisos>

Η Σύγχρονη Κατάσταση του Ιλισού

Σήμερα, ο Ιλισός είναι σχεδόν πλήρως καλυμμένος, με ελάχιστα τμήματά του να παραμένουν ανοιχτά, κυρίως στην περιοχή του Ολυμπίου Διός. Η υπογειοποίηση του ποταμού έχει δημιουργήσει σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως πλημμύρες και ρύπανση. Οι περιοχές γύρω από τα ανοιχτά τμήματα του Ιλισού, όπως και άλλα ρέματα στην Αθήνα, συχνά χρησιμοποιούνται ως χώροι απόρριψης αποβλήτων, γεγονός που επιδεινώνει τις συνθήκες υγιεινής και υποβαθμίζει το περιβάλλον.

Προτάσεις Ανάπλασης και Αποκατάστασης

Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, προτείνονται διάφορα μέτρα ανάπλασης και αποκατάστασης του Ιλισού και των άλλων ρεμάτων. Μια σημαντική πρόταση είναι η αποκάλυψη του ποταμού (deculverting) και η επαναφορά του στην επιφάνεια, με στόχο την αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος και τη δημιουργία πράσινων διαδρόμων μέσα στην πόλη. Αυτές οι προτάσεις στοχεύουν στη βελτίωση του μικροκλίματος, στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και στην αύξηση των χώρων αναψυχής για τους κατοίκους της πόλης. Επιπλέον, τονίζεται η ανάγκη ενίσχυσης της περιβαλλοντικής συνείδησης των πολιτών και της ενεργούς συμμετοχής τους στη διαχείριση και προστασία των φυσικών πόρων της πόλης.

Συμπεράσματα

Η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η βιώσιμη διαχείριση των ρεμάτων της Αθήνας είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της περιβαλλοντικής και κοινωνικής

υγείας της πόλης. Παρά τις προσπάθειες θεσμικής προστασίας, η κατάσταση παραμένει κρίσιμη, απαιτώντας άμεσες και ολοκληρωμένες παρεμβάσεις. Η αποκάλυψη των ρεμάτων και η ενσωμάτωσή τους στον αστικό ιστό θα μπορούσε να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της ποιότητας ζωής στην Αθήνα και στη δημιουργία ενός πιο υγιούς και βιώσιμου περιβάλλοντος. (Βαρθάλη Τζωρτζίνα, 2018)

3.7 Σύγχρονη Διαχείριση και Προκλήσεις Υδάτινων Πόρων στην Αττική

Στην Αττική, η υδροδότηση εξυπηρετείται κυρίως από ένα σύμπλεγμα μεγάλων τεχνικών έργων και ταμιευτήρων, οι οποίοι εξασφαλίζουν νερό από μακρινές περιοχές. Οι πιο σημαντικοί ταμιευτήρες είναι αυτοί του Μαραθώνα, της Υλίκης, του Μόρνου και του Ευήνου. Αυτές οι υποδομές έχουν σχεδιαστεί για να καλύπτουν τις ανάγκες ύδρευσης της μητροπολιτικής περιοχής της Αθήνας, η οποία περιλαμβάνει και τον Πειραιά, εξυπηρετώντας πάνω από 3,5 εκατομμύρια κατοίκους. Η ανάγκη για ασφαλές και επαρκές νερό καθιστά τη διαχείριση των υδάτων στην Αττική κρίσιμης σημασίας για την καθημερινή ζωή, την υγεία και την οικονομία.

- Οι Μονάδες Επεξεργασίας Νερού στην Αττική

Η κύρια πηγή επεξεργασίας νερού για την Αττική είναι η Μονάδα Επεξεργασίας Νερού (WTP) στο Γαλάτσι, η οποία άνοιξε το 1931. Αρχικά, η μονάδα αυτή εισήγαγε δύο καινοτομίες για την εποχή της: τη χλωρίωση του νερού και τη χρήση θειικού αργιλίου για τη διευκόλυνση της καθίζησης των στερεών ρύπων. Αυτές οι τεχνολογίες εξασφάλισαν την καλύτερη καθαριότητα του πόσιμου νερού και την εξουδετέρωση των μικροοργανισμών που προκαλούν ασθένειες, όπως ο τύφος και η χολέρα. Η μονάδα στο Γαλάτσι συνεχίζει να λειτουργεί μέχρι και σήμερα, εξυπηρετώντας καθημερινά τεράστιες ποσότητες νερού που χρησιμοποιούνται για την ύδρευση της πρωτεύουσας.

Μια ακόμη σημαντική μονάδα βρίσκεται στη Θεσσαλονίκη, όπου οι ανάγκες σε νερό εξυπηρετούνται με τη χρήση των πηγών του Αραβησσού και των υδάτων από τον ποταμό Αλιάκμονα. Η μονάδα αυτή χρησιμοποιεί, όπως και η μονάδα της Αθήνας, τεχνικές χλωρίωσης και διύλισης για τη βελτίωση της ποιότητας του νερού. Σήμερα, και οι δύο πόλεις, Αθήνα και Θεσσαλονίκη, χρησιμοποιούν σε μεγάλο βαθμό τεχνικές διύλισης και απολύμανσης του νερού για να εξασφαλίσουν καθαρό πόσιμο νερό.

- Προκλήσεις της Κλιματικής Αλλαγής

Η Αττική αντιμετωπίζει σοβαρές προκλήσεις λόγω της κλιματικής αλλαγής, η οποία επηρεάζει τις βροχοπτώσεις και τις εποχικές ροές των ποταμών. Οι περίοδοι ξηρασίας είναι συχνότερες και μακρύτερες, ενώ οι έντονες βροχοπτώσεις που ακολουθούν συχνά δεν επαρκούν για να αναπληρώσουν τους υδατικούς πόρους. Αυτό οδηγεί σε μείωση των επιπέδων νερού στους ταμιευτήρες και, σε συνδυασμό με την αυξημένη ζήτηση, δημιουργεί επιπλέον πίεση στα συστήματα διαχείρισης νερού.

Παράλληλα, οι αυξημένες θερμοκρασίες και οι έντονες καταιγίδες μπορούν να προκαλέσουν ρύπανση του νερού με φερτές ύλες και επικίνδυνες ουσίες, επιβαρύνοντας περαιτέρω τα δίκτυα υδροδότησης. Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, αναπτύσσονται νέες τεχνολογίες ανακύκλωσης και

επαναχρησιμοποίησης νερού, όπως η χρήση επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση γεωργικών εκτάσεων και δημόσιων χώρων πρασίνου.

- Τρέχουσες Τεχνολογίες και Υποδομές στην Αττική

Η Αθήνα και η ευρύτερη περιοχή της Αττικής διαθέτουν σύγχρονες υποδομές επεξεργασίας και διανομής νερού, με νέες τεχνολογίες να εφαρμόζονται για τη διατήρηση της ποιότητας του νερού. Εκτός από τη χλωρίωση και τη χρήση θεικού αργιλίου, εφαρμόζονται και τεχνολογίες υπεριώδους ακτινοβολίας για την απολύμανση του νερού, που βοηθούν στη μείωση των μικροβιακών φορτίων.

Επιπλέον, υπάρχουν σχέδια για τη βελτίωση των συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων και τη χρήση των επεξεργασμένων υδάτων για μη πόσιμες χρήσεις. Το Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων στην Ψυττάλεια επεξεργάζεται το μεγαλύτερο ποσοστό των λυμάτων της Αθήνας και ανακυκλώνει μέρος του νερού για χρήση σε βιομηχανικές διαδικασίες και γεωργία. Ωστόσο, η αύξηση της χρήσης ανακυκλωμένου νερού παραμένει περιορισμένη και απαιτεί περαιτέρω επενδύσεις και τεχνολογική ανάπτυξη.

- Προκλήσεις Ρύπανσης και Ρυπογόνων Ουσιών

Μια άλλη μεγάλη πρόκληση για την Αττική είναι η παρουσία νέων μορφών ρύπανσης, όπως τα μικροπλαστικά και τα φαρμακευτικά κατάλοιπα, που εισέρχονται στο υδάτινο σύστημα μέσω αποβλήτων. Αυτές οι ουσίες είναι ιδιαίτερα δύσκολο να απομακρυνθούν με τις παραδοσιακές μεθόδους επεξεργασίας νερού και αποτελούν σοβαρό κίνδυνο για την υγεία και το περιβάλλον. Επίσης, τα αντιβιοτικά και οι ανθεκτικοί μικροοργανισμοί μπορούν να περάσουν στο πόσιμο νερό, προκαλώντας προβλήματα που απαιτούν την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για την ανίχνευση και απομάκρυνσή τους.

- Στρατηγικές για την Προστασία της Ποιότητας του Νερού

Για να διατηρηθεί η ποιότητα του νερού στην Αττική, πρέπει να συνεχιστεί η επένδυση σε νέες υποδομές και τεχνολογίες. Οι στρατηγικές αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση μονάδων επεξεργασίας λυμάτων, την προστασία των ταμιευτήρων από τη ρύπανση και την αποθήκευση νερού σε υπόγειους ταμιευτήρες για την κάλυψη των αναγκών σε περιόδους ξηρασίας. Επίσης, απαιτείται η εφαρμογή αυστηρότερων κανονισμών για τη ρύπανση των υδάτινων σωμάτων και η ενίσχυση των προγραμμάτων παρακολούθησης της ποιότητας του νερού.

Η αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων προϋποθέτει τη συνεργασία μεταξύ δημόσιων φορέων, ιδιωτικών επιχειρήσεων και επιστημονικών ιδρυμάτων για την ανάπτυξη βιώσιμων λύσεων. Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών έξυπνης διαχείρισης υδάτων και η χρήση ψηφιακών εργαλείων για την παρακολούθηση της κατανάλωσης και της ποιότητας του νερού θα βοηθήσει στη βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων.

Η Αττική βρίσκεται αντιμέτωπη με σημαντικές προκλήσεις στη διαχείριση των υδάτων, λόγω της αυξανόμενης ζήτησης, της κλιματικής αλλαγής και της ρύπανσης. Παρόλα αυτά, η περιοχή διαθέτει ισχυρές υποδομές και σύγχρονες τεχνολογίες που εξασφαλίζουν την παροχή καθαρού νερού στους κατοίκους. Ωστόσο, απαιτείται συνεχής επένδυση σε νέες στρατηγικές και τεχνολογίες, καθώς και συνεργασία σε τοπικό και εθνικό επίπεδο για την προστασία και τη βελτίωση της ποιότητας του νερού στο μέλλον. (Angelakis κ.ά., 2022)



Εικόνα 17: Ο χάρτης της Αθήνας

Πηγή: Λεωνίδας Δρόσης

3.8 Ασφάλεια Υδάτινων Πόρων στις Πόλεις: Η Περίπτωση της Αττικής

Η εριστική-διαλεκτική προσέγγιση για την αστική υδρο-ασφάλεια στην Αττική επικεντρώνεται στη διαχείριση των υδάτινων πόρων, λαμβάνοντας υπόψη τις αυξανόμενες ανάγκες της πόλης και τις κλιματικές προκλήσεις. Η αυξημένη αστικοποίηση, σε συνδυασμό με την κλιματική κρίση, έχει εντείνει τα προβλήματα που σχετίζονται με τη διαχείριση του νερού, όπως η λειψυδρία, η ρύπανση των υδάτων και οι ακραίες καιρικές συνθήκες (πλημμύρες, ξηρασίες). Ένα βασικό ζήτημα είναι ότι το υπάρχον σύστημα ολοκληρωμένης διαχείρισης υδάτων (IWRM), το οποίο είναι ανθρωποκεντρικό, έχει αποτύχει να εξασφαλίσει αστική υδρο-ασφάλεια, με αποτέλεσμα να προτείνεται ένα νέο μοντέλο, το Εριστικό-Διαλεκτικό Μοντέλο Διαχείρισης Υδάτων (EDUWM).

Η σχέση της Αττικής με το νερό έχει ιστορικό βάθος, με περιορισμένες βροχοπτώσεις (περίπου 500 χιλιοστά ετησίως) και απουσία μεγάλων ποταμών ή λιμνών να καθιστούν τη διαχείριση των υδάτων ιδιαίτερα κρίσιμη. Από την αρχαιότητα, οι κάτοικοι της περιοχής βασίζονταν σε μικρές πηγές και υπόγεια ύδατα, με το πρώτο μεγάλο έργο υποδομής, το υδραγωγείο του Πεισίστρατου, να δημιουργείται το 530 π.Χ. Ένα άλλο σημαντικό έργο ήταν το υδραγωγείο του Αδριανού τον 2ο αιώνα μ.Χ., που μετέφερε νερό από την Πάρνηθα στην Αθήνα.

Η υδροδοτική υποδομή της Αττικής υπέστη μεγάλες καταστροφές κατά την Οθωμανική κατοχή και κατά τη διάρκεια του πολέμου της Ανεξαρτησίας. Η αύξηση του πληθυσμού μετά τη Μικρασιατική Καταστροφή το 1922, σε συνδυασμό με τη δημιουργία νέων τεχνικών έργων, όπως το φράγμα του Μαραθώνα και το υδραγωγείο του Μόρνου, έδωσε προσωρινές λύσεις στα προβλήματα λειψυδρίας της Αθήνας. Ωστόσο, η πίεση από τον αυξανόμενο πληθυσμό συνέχισε να επιβαρύνει τα υδάτινα συστήματα.

Η σύγχρονη διαχείριση υδάτων στην Αττική έχει ως κύριο χαρακτηριστικό τα μεγάλα τεχνικά έργα, με ταμιευτήρες και φράγματα να εξασφαλίζουν νερό από περιοχές εκτός της Αττικής. Ομοίως, τα λύματα της Αθήνας υποβάλλονται σε επεξεργασία στον Ψυττάλεια, διασφαλίζοντας την υγιεινή διάθεση των αποβλήτων.

Ωστόσο, το υπάρχον σύστημα διαχείρισης βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε μια τεχνοκρατική, ανθρωποκεντρική προσέγγιση, η οποία έχει υποτιμήσει τις οικολογικές και κοινωνικές παραμέτρους της διαχείρισης υδάτων. Στα τέλη του 20ου αιώνα, αναπτύχθηκε το IWRM (Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδάτων), το οποίο υιοθετήθηκε από την ΕΕ το 2000 με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ για τη Διαχείριση Υδάτων. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση, αν και είχε κάποιες θετικές επιπτώσεις, έχει αποτύχει να αντιμετωπίσει πλήρως τις σύγχρονες προκλήσεις που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή, τη ρύπανση και την αειφόρο διαχείριση των υδάτων. Σημαντικές ενδείξεις αυτής της αποτυχίας είναι η κακή ποιοτική και ποσοτική κατάσταση των υδάτων της Αττικής, με μόλις το 68% των ποταμών και το 38% των υπόγειων υδάτων να χαρακτηρίζονται ως “λιγότερο από καλή” οικολογική κατάσταση.

Προτείνονται τέσσερα εναλλακτικά μοντέλα σχέσης πόλης και νερού που εξετάζουν διαφορετικούς τρόπους σύνδεσης της αστικής ανάπτυξης με τους φυσικούς υδάτινους πόρους. Στο πρώτο μοντέλο, η πόλη κυριαρχεί πάνω στη φύση, χρησιμοποιώντας φυσικούς πόρους για την ικανοποίηση των αναγκών της. Ένα παράδειγμα αυτού είναι η πόλη του Χονγκ Κονγκ, όπου οι υποδομές κυριαρχούν πάνω στα φυσικά τοπία. Το δεύτερο μοντέλο αντιστρέφει τη σχέση, με τη φύση να υπερσχύει της πόλης, όπως συμβαίνει στο Letchworth της Αγγλίας, όπου η ανάπτυξη της πόλης ακολουθεί τους φυσικούς κανόνες. Στο τρίτο μοντέλο, υπάρχει διαχωρισμός πόλης και φύσης, όπως συμβαίνει στο Βερολίνο, όπου οι υποδομές της πόλης και οι φυσικές περιοχές παραμένουν διακριτές. Το τέταρτο μοντέλο ενσωματώνει την πόλη και τη φύση σε ένα υβριδικό σύστημα, όπως φαίνεται στην Κοπεγχάγη, όπου η πόλη και το φυσικό περιβάλλον συνυπάρχουν αρμονικά.

Το Εριστικό-Διαλεκτικό Μοντέλο Διαχείρισης Υδάτων (EDUWM) που προτείνεται ακολουθεί μια διαφορετική προσέγγιση από τα προηγούμενα μοντέλα. Βασίζεται στην εριστική ανάλυση, η οποία εντοπίζει και αναλύει τις συγκρούσεις μεταξύ των κοινωνικών παραγόντων και της διαχείρισης των υδάτινων πόρων. Στη συνέχεια, μέσω της διαλεκτικής διαδικασίας, επιδιώκεται η συμφιλίωση αυτών των συγκρούσεων με στόχο την επίτευξη υδρο-ασφάλειας. Αυτή η προσέγγιση περιλαμβάνει τη συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων παραγόντων, όπως δημόσιες αρχές, ιδιωτικοί φορείς, πανεπιστήμια, ερευνητικά ινστιτούτα και ΜΚΟ, ώστε να αναπτυχθεί ένα κοινό σχέδιο δράσης που θα συνδυάζει τις ανάγκες και τα συμφέροντα όλων των εμπλεκόμενων μερών.

Στην περίπτωση της Αττικής, η εφαρμογή του EDUWM αντιμετωπίζει προκλήσεις λόγω της έλλειψης συντονισμένης δράσης μεταξύ των τοπικών, περιφερειακών και

εθνικών αρχών. Κύριες συγκρούσεις περιλαμβάνουν την ιδιωτικοποίηση των υπηρεσιών ύδρευσης και αποχέτευσης, καθώς και τη διαχείριση των λυμάτων από το Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας. Η ιδιωτικοποίηση των υπηρεσιών της ΕΥΔΑΠ προκαλεί αντιδράσεις από κοινωνικούς και πολιτικούς φορείς που υποστηρίζουν ότι το νερό πρέπει να παραμείνει κοινό αγαθό, ενώ άλλοι υποστηρίζουν ότι η ιδιωτικοποίηση θα φέρει καινοτομίες και βελτιώσεις στις υπηρεσίες. Όσον αφορά τα λύματα, οι περιβαλλοντικές οργανώσεις προτείνουν την επαναχρησιμοποίησή τους για άρδευση, αλλά η υλοποίηση αυτής της πρότασης απαιτεί περαιτέρω ανάλυση κόστους-οφέλους και ενδελεχή μελέτη των κινδύνων για τη δημόσια υγεία.

Συμπερασματικά, η ιστορική ανάλυση της υδρο-μεταβολής της Αττικής παρέχει πολύτιμα διδάγματα για τη διαχείριση του νερού σε μια πόλη με περιορισμένους φυσικούς πόρους και έντονες κοινωνικές προκλήσεις. Το EDUWM προσφέρει μια νέα οπτική για την επίτευξη της αστικής υδρο-ασφάλειας, εστιάζοντας στην αναγνώριση και συμφιλίωση των συγκρούσεων μεταξύ πόλης και νερού, μέσα από μια διαδικασία συμμετοχικής διαχείρισης και ενσωμάτωσης οικολογικών, κοινωνικών και οικονομικών παραγόντων. (Ganoulis, χ.χ.)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΙΔΙΩΚΤΗΣΙΑΚΑ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ ΣΤΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

4.1 Ιστορική Εξέλιξη και Δικαιώματα Ιδιοκτησίας στα Αστικά Αποχετευτικά Συστήματα

Η αστική αποχέτευση είναι ένας κρίσιμος τομέας της αστικής υποδομής, με σημαντικές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία και την ασφάλεια. Η εξέλιξη των συστημάτων αποχέτευσης από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα έχει επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες, όπως το κλίμα, η τοπογραφία, οι κοινωνικές αξίες και οι τεχνολογικές δυνατότητες.

Αρχαίοι Πολιτισμοί

Πολιτισμός του Ινδού (περίπου 3000 π.Χ.)

Οι πόλεις της Ινδίας, όπως η Χαράππα και το Μοχέντζο-Ντάρο, διέθεταν εξελιγμένα συστήματα αστικής αποχέτευσης ενσωματωμένα στον πολεοδομικό τους σχεδιασμό. Οι δρόμοι διέθεταν κανάλια για τη συλλογή των λυμάτων, τα οποία περνούσαν πρώτα από σωλήνες από τερακότα σε δεξαμενές για καθίζηση πριν εισέλθουν στους υπόγειους αγωγούς.

1. Πέρσες

- Οι αρχαίοι Πέρσες θεωρούσαν τα αστικά απόβλητα ιερά, με αυστηρούς νόμους για την προστασία τους από τη μόλυνση. Το νερό της βροχής συλλεγόταν σε δεξαμενές για πόσιμη χρήση και ενέχετο στους υδροφόρους ορίζοντες μέσω βαθιών φρεατίων, δείχνοντας την αξία της αστικής αποχέτευσης ως ζωτικό φυσικό πόρο.

2. Μεσοποτάμιοι

- Οι πόλεις της Μεσοποταμίας, όπως η Ουρ και η Βαβυλώνα, διέθεταν προηγμένα συστήματα αποχέτευσης χρησιμοποιώντας ψημένα τούβλα και ασφαλική σφράγιση. Αυτά τα συστήματα διαχειρίζονταν τόσο τα όμβρια ύδατα όσο και τα λύματα, αντανακλώντας μια πολυδιάστατη προοπτική που συνδύαζε τη διαχείριση πλημμυρών, τη μεταφορά λυμάτων και τη χρήση υδάτινων πόρων.

3. Μινωίτες (2800-1100 π.Χ.)

- Ο Μινωικός πολιτισμός στην Κρήτη ανέπτυξε εξελιγμένα συστήματα αποχέτευσης από πέτρα για λύματα και όμβρια ύδατα. Είχαν ξεχωριστά συστήματα για τα λύματα και τα όμβρια ύδατα, δείχνοντας σαφή κατανόηση των διαφορετικών λειτουργιών της αστικής αποχέτευσης.

4. Ετρούσκοι (περίπου 600 π.Χ.)

- Οι πόλεις των Ετρούσκων, όπως το Ματζομπότο, διέθεταν έξυπνα σχεδιασμένα συστήματα αποχέτευσης που χρησιμοποιούσαν τις

φυσικές κλίσεις του εδάφους. Οι λιθόστρωτοι δρόμοι με λιθόστρωτους διαδρόμους προστάτευαν τους πεζούς από τα όμβρια ύδατα, δείχνοντας την πρακτική προσέγγιση των Ετρούσκων για την αστική αποχέτευση ως μηχανισμό αποτροπής πλημμυρών και μεταφοράς λυμάτων.

Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία

Οι Ρωμαίοι προχώρησαν την αστική αποχέτευση με εκτεταμένα συστήματα αποχέτευσης δρόμων και μεγάλες υπόγειες αποχετεύσεις, όπως η Κλοάκα Μαξίμα. Το σύστημά τους ενσωμάτωνε τη συλλογή όμβριων υδάτων και τη διαχείριση της υπερχειλίσης των υδραγωγείων, υποδεικνύοντας μια προηγμένη κατανόηση των αστικών υδάτινων κύκλων. Οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν τόσο ανοικτά κανάλια όσο και υπόγειες αποχετεύσεις, δείχνοντας διπλή εστίαση στην αποτροπή πλημμυρών και την αποτελεσματική απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού και των λυμάτων.

Μετα-Ρωμαϊκή Εποχή μέχρι τον 19ο αιώνα

Μετά την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, οι αστικές υποδομές, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων αποχέτευσης, υπέστησαν σημαντική υποβάθμιση. Κατά τη Μεσαιωνική περίοδο, τα ανοικτά χαντάκια αντικατέστησαν τις εξελιγμένες ρωμαϊκές αποχετεύσεις, διαχειριζόμενα κυρίως τα όμβρια ύδατα αλλά και συγκεντρώνοντας λύματα. Η έλλειψη συντήρησης και η αδιαφορία του πληθυσμού οδήγησαν σε σοβαρά προβλήματα δημόσιας υγείας, αντανακλώντας μια μετατόπιση της προοπτικής όπου η αστική αποχέτευση θεωρήθηκε ως λιγότερο προτεραιότητα.

Μεσαιωνική Ευρώπη

Κατά τον Μεσαίωνα, τα συστήματα αποχέτευσης ήταν πρωτόγονα και συχνά παραμελημένα. Οι ανοικτές αποχετεύσεις ήταν κοινές, οδηγώντας σε σημαντικά υγειονομικά προβλήματα. Στο Παρίσι και το Λονδίνο, έγιναν προσπάθειες για τη ρύθμιση της απόρριψης λυμάτων, αλλά τα προβλήματα συντήρησης παρέμειναν, και οι δημόσιες στάσεις απέναντι στην αστική αποχέτευση ήταν αδιάφορες.

Σύγχρονη Εποχή

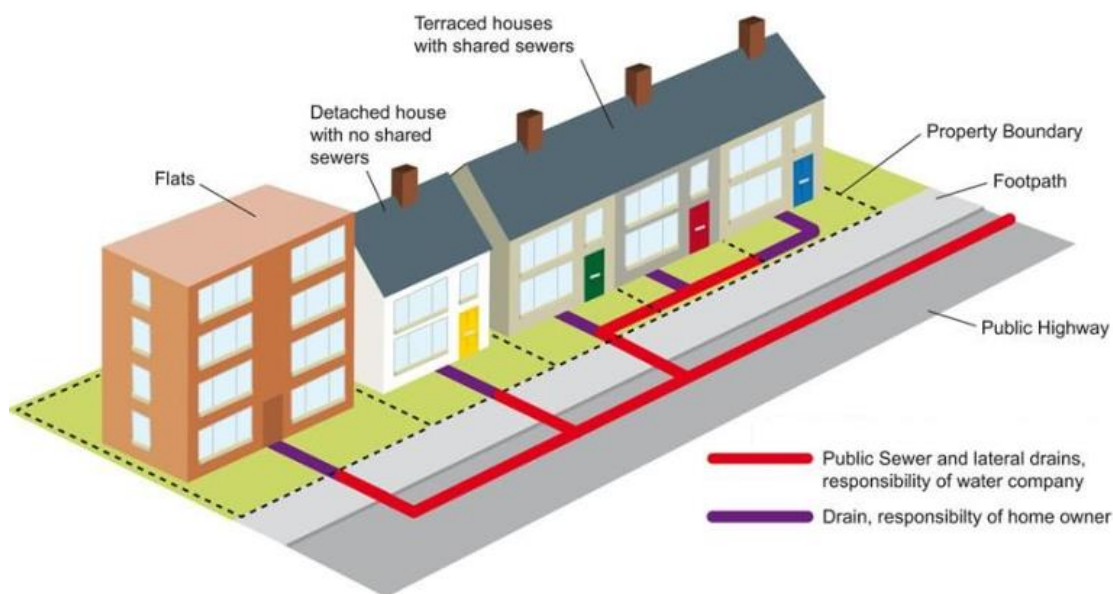
Μέχρι τον δέκατο ένατο αιώνα, η αστική αποχέτευση άρχισε ξανά να θεωρείται κρίσιμη δημόσια υπηρεσία, εν μέρει λόγω των αυξανόμενων αστικών πληθυσμών και της αναγνώρισης των ζητημάτων δημόσιας υγείας. Η ενσωμάτωση των συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης έγινε πιο συνηθισμένη, επαναλαμβάνοντας την προσέγγιση των Ρωμαίων αλλά με πιο εξελιγμένες τεχνολογίες και μεθόδους μηχανικής.

Η εξέλιξη των συστημάτων αστικής αποχέτευσης δείχνει πώς οι κοινωνικές αξίες, οι τεχνολογικές προόδους και οι περιβαλλοντικές συνθήκες έχουν διαμορφώσει τις πρακτικές αποχέτευσης των πόλεων μέσα από τους αιώνες. Από την αρχαιότητα έως τη σύγχρονη εποχή, η σημασία της αποχέτευσης για τη διαχείριση των υδάτων και την προστασία της δημόσιας υγείας ήταν πάντα κεντρική, παρά τις διάφορες αλλαγές και προκλήσεις που παρουσιάζονταν. Ωστόσο κάθε οικία φέρει την δικιά της ευθύνη στην

σύνδεση με το αποχετευτικό σύστημα. Η σύνδεση της οικίας με το αποχετευτικό σύστημα είναι ευθύνη του ιδιοκτήτη και το αποχετευτικό σύστημα είναι ευθύνη της πολιτείας.Κάνοντας μια ιστορική ανάδρομη καταλήγουμε στα εξής αποτελέσματα.

1. **Καθαρισμός Υπονόμων στην Αγγλία του 18ου Αιώνα:** Το 1721 εκδόθηκε διάταγμα που απαιτούσε από τους ιδιοκτήτες ακινήτων να πληρώνουν για τον καθαρισμό των καλυμμένων υπονόμων κάτω από τα κτίριά τους. Αυτό οδήγησε στην παρερμηνεία του νόμου από τους ιδιοκτήτες, οι οποίοι θεωρούσαν ότι είχαν το δικαίωμα να απορρίπτουν τα απορρίμματά τους στους υπονόμους εφόσον πλήρωναν για αυτό. Επιπλέον, το 1736 και το 1755 ψηφίστηκαν νόμοι για την αποτροπή της παράνομης απόρριψης απορριμμάτων στους υπονόμους, αλλά δεν τηρήθηκαν ευρέως.
2. **Δημόσιοι Νόμοι για τα Αποχετευτικά Συστήματα στην Αγγλία:** Το 1427 ψηφίστηκε ένας από τους πρώτους δημόσιους νόμους που αφορούσε τα αποχετευτικά συστήματα στην Αγγλία, ο οποίος ανατέθηκε στους Επιτρόπους των Υπονόμων. Αυτός ο νόμος, ο οποίος αναθεωρήθηκε το 1531, παρέμεινε σε ισχύ μέχρι την ψήφιση του Νόμου Δημόσιας Υγείας το 1848. Ωστόσο, η επιβολή αυτών των νόμων ήταν δύσκολη και συνήθως υπερισχύονταν από τοπικούς νόμους κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου
3. **Εντολές του Ερρίκου VIII για τα Οικιακά Αποχετευτικά Συστήματα:** Ο Ερρίκος VIII εξέδωσε διάταγμα που καθιστούσε κάθε νοικοκυριό υπεύθυνο για τον καθαρισμό του υπονόμου που περνούσε από την ιδιοκτησία του. Αυτός ο νόμος ενίσχυσε την Επιτροπή των Υπονόμων, αλλά δεν παρείχε χρηματοδότηση για τα μέλη της, μέχρι που το 1622 αποφασίστηκε ότι τα πρόστιμα για μη συμμόρφωση μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη χρηματοδότηση των δραστηριοτήτων της Επιτροπής.

Από τις πληροφορίες αυτές μπορούμε να καταλάβουμε ότι η διαχείριση των αποχετευτικών συστημάτων και τα δικαιώματα ιδιοκτησίας επηρεάζονταν από νομοθεσίες που απαιτούσαν από τους ιδιοκτήτες να συμμετέχουν στην καθαριότητα και συντήρηση των υπονόμων, συχνά με οικονομικό κόστος. Αυτό έδειξε ότι υπήρχε μια μορφή συλλογικής ευθύνης αλλά και προσωπικής υποχρέωσης όσον αφορά τη διαχείριση των αποχετευτικών συστημάτων. Αυτές οι πληροφορίες παρέχουν ένα ιστορικό πλαίσιο για την κατανόηση του πώς η διαχείριση των αποχετευτικών συστημάτων και τα δικαιώματα ιδιοκτησίας εξελίχθηκαν με την πάροδο του χρόνου και πώς οι ιδιοκτήτες είχαν συγκεκριμένες ευθύνες και δικαιώματα σχετικά με τα συστήματα αποχέτευσης. (Burian & Edwards, 2002)



Εικόνα 14: Επεξήγηση της ευθύνης αποστράγγισης:

Πηγή: <https://draindetectives.co.uk/blog/who-is-responsible-for-drains/>

4.2 Δικαιώματα Ακινήτων

Η αστική πλημμύρα αποτελεί ένα αυξανόμενο πρόβλημα στην Ευρώπη, παρά τις σημαντικές επενδύσεις στη διαχείριση του κινδύνου πλημμυρών. Ωστόσο, οι ιδιοκτήτες ακινήτων αντιμετωπίζουν άνισες ευκαιρίες στη διαχείριση του κινδύνου πλημμύρας. Το παντοροϊκό σύστημα είναι κρίσιμο για τη διαχείριση των λυμάτων και των όμβριων υδάτων στις συγκεκριμένες περιπτώσεις.

Οι ιδιοκτήτες ακινήτων έχουν καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση και λειτουργία των συστημάτων αποχέτευσης και είναι υπεύθυνοι για τη σύνδεση των ακινήτων τους με τα κεντρικά δίκτυα αποχέτευσης και την τήρηση των σχετικών κανονισμών. Αυτοί οι κανονισμοί αποσκοπούν στην εξασφάλιση της μη ρύπανσης του νερού και της ομαλής λειτουργίας των συστημάτων, ωστόσο συχνά δεν γνωρίζουν την χωρική θέση είτε των υποδομών που διέρχονται εντός της ιδιοκτησίας τους, είτε των δημόσιων υποδομών που είναι υπόγειες.

Επίσης οι ιδιοκτήτες συχνά δεν γνωρίζουν τον τύπο του αποχετευτικού συστήματος στο οποίο είναι συνδεδεμένο το ακίνητό τους και τις συνέπειες αυτής της σύνδεσης στον κίνδυνο πλημμύρας ή υπερχειλίσης

Ενώ η σύνδεση σε κεντρικό σύστημα αποχέτευσης είναι υποχρεωτική, ο τρόπος υπολογισμού των τελών συνδέεται με την χρήση του νερού (που προκύπτει από του υδρομετρητές) και όχι από την χρήση των εγκατασεων και των συστημάτων αποχέτευσης, οδηγώντας συχνά σε αδικίες και υπέρογκες χρεώσεις, λόγω της μη ορθής

αποτίμησης των ιδιωτικών και δημοσίων δικτύων ως ιδιοκτησιακών παραμέτρων. Η ενσωμάτωση των ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων που προκύπτουν από τα ιδιωτικά και τα δημόσια δίκτυα αποχέτευσης μπορεί να έχει θετικές επιπτώσεις, τόσο στις χρεώσεις αλλά κυρίως στην ευαισθητοποίηση των ιδιοκτητών καθώς:

- **Ενημέρωση Ιδιοκτητών:** Οι ιδιοκτήτες πρέπει να ενημερώνονται για τον κίνδυνο πλημμύρας στην περιοχή τους και για το είδος του αποχετευτικού συστήματος στο οποίο είναι συνδεδεμένη η ιδιοκτησία τους. Αυτό θα τους επιτρέψει να λάβουν προληπτικά μέτρα, όπως η απομάκρυνση των πολύτιμων αντικειμένων από τα υπόγεια και η χρήση διαφορετικών υλικών για τα εσωτερικά των υπογείων τους.
- **Διαδικασίες Αποζημίωσης:** Προτείνεται η ανάπτυξη μιας ενιαίας διαδικασίας αποζημίωσης ζημιών από πλημμύρες ανεξαρτήτως του τύπου του αποχετευτικού συστήματος. Αυτό θα μπορούσε να περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός συστήματος αποζημίωσης που να λαμβάνει υπόψη τις ειδικές συνθήκες κάθε περιοχής και να προσφέρει ίσες ευκαιρίες στους ιδιοκτήτες να λάβουν αποζημίωση.
- **Διαφοροποίηση Τελών:** Μια άλλη πρόταση είναι η διαφοροποίηση των μηνιαίων τελών για τις υπηρεσίες αποχέτευσης, με τους ιδιοκτήτες ακινήτων σε περιοχές υψηλού κινδύνου πλημμυρών (όπως αυτοί με συνδυασμένα συστήματα αποχέτευσης) να πληρώνουν λιγότερα τέλη από αυτούς σε περιοχές χαμηλού κινδύνου (διαχωρισμένα συστήματα αποχέτευσης).
- **Αλλαγή Νομικού Πλαισίου:** Η αναθεώρηση και ανάπτυξη του νομικού πλαισίου που διέπει τις αποζημιώσεις και τη διαχείριση των αποχετευτικών συστημάτων είναι απαραίτητη. Η ανάπτυξη εργαλείων αξιολόγησης και η αναθεώρηση των πρακτικών αποζημίωσης μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση των ανισοτήτων. (Mobini κ.ά., 2020)

4.3 Δικαιώματα Ιδιοκτησίας σε Συστήματα Αποχέτευσης και Αποστράγγισης Όμβριων και Υδάτων

Τα δικαιώματα ιδιοκτησίας των συστημάτων αποχέτευσης και αποστράγγισης όμβριων υδάτων καθορίζουν ποιος έχει την κυριότητα, τη χρήση και τη διαχείριση αυτών των υποδομών. Αυτά τα δικαιώματα είναι κρίσιμα για τη σωστή διαχείριση και συντήρηση των συστημάτων, διασφαλίζοντας ότι οι υποδομές είναι σε καλή κατάσταση και λειτουργούν αποτελεσματικά.

Η ιδιοκτησία μπορεί να ανήκει είτε σε δημόσιους οργανισμούς είτε σε ιδιώτες, και κάθε τύπος ιδιοκτησίας συνοδεύεται από διαφορετικές ευθύνες και δικαιώματα.

Τα συστήματα συλλογής όμβριων υδάτων περιλαμβάνουν δεξαμενές και αγωγούς που αποθηκεύουν και διαχειρίζονται το νερό της βροχής. Για παράδειγμα οι σηπτικές

δεξαμενές μπορούν να μετατραπούν και σε δεξαμενές συλλογής όμβριων υδάτων, διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο στη μείωση των εκροών των αποβλήτων, .

Το νομικό πλαίσιο που διέπει τα δικαιώματα ιδιοκτησίας των συστημάτων αποχέτευσης και αποστράγγισης όμβριων υδάτων ποικίλλει ανάλογα με την περιοχή και τις τοπικές νομοθεσίες. Σε πολλές περιπτώσεις, οι τοπικές αρχές έχουν την ευθύνη για την κατασκευή και συντήρηση αυτών των συστημάτων, ενώ οι ιδιοκτήτες ακινήτων μπορεί να έχουν υποχρεώσεις σχετικά με τη σύνδεση και τη χρήση των συστημάτων. Η περιβαλλοντική νομοθεσία συχνά επιβάλλει κανόνες για τη διαχείριση των όμβριων υδάτων, προστατεύοντας τις υδάτινες πηγές και μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Σε κάθε περίπτωση η προώθηση των ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων αποχευτικών δικτύων επιβάλλει:

Βελτίωση του Νομικού Πλαισίου:

- Αναθεώρηση των τοπικών κανονισμών για να διευκρινιστούν τα δικαιώματα και οι υποχρεώσεις ιδιοκτησίας.
- Υιοθέτηση πολιτικών που προωθούν τη συλλογή και χρήση όμβριων υδάτων σε αστικές περιοχές.

Εκπαίδευση και Ευαισθητοποίηση:

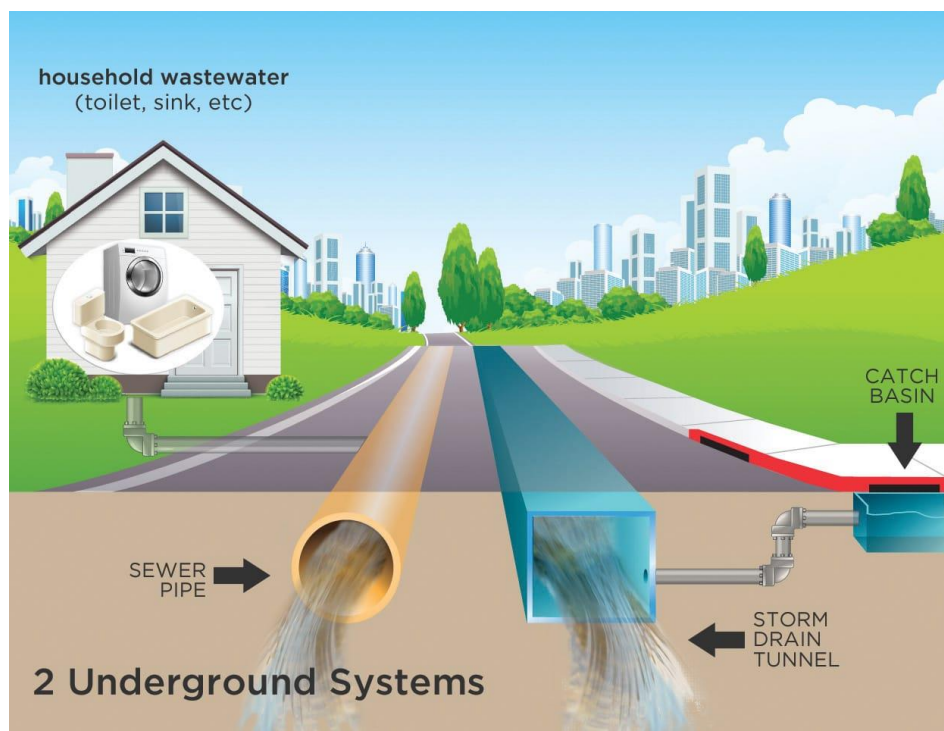
- Εκπαιδευτικά προγράμματα για τους πολίτες σχετικά με τα οφέλη και τις πρακτικές της συλλογής όμβριων υδάτων.
- Εκστρατείες ευαισθητοποίησης για την προστασία των υδάτινων πόρων και τη μείωση της ρύπανσης.

Τεχνολογικές Καινοτομίες:

- Ενθάρρυνση της έρευνας και της ανάπτυξης νέων τεχνολογιών για την αποδοτικότερη συλλογή και διαχείριση των όμβριων υδάτων.
- Εφαρμογή συστημάτων παρακολούθησης για την αξιολόγηση της απόδοσης των υφιστάμενων υποδομών.

Οικονομικά Κίνητρα:

- Παροχή οικονομικών κινήτρων στους ιδιοκτήτες ακινήτων για την εγκατάσταση συστημάτων συλλογής όμβριων υδάτων.
- Χρηματοδότηση έργων που συμβάλλουν στη βιώσιμη διαχείριση των υδάτων από τοπικές και εθνικές αρχές.



Εικόνα 15: Αποχετεύσεις

Πηγή: <https://www.barrie.ca/services-payments/water-wastewater-stormwater/drains-sewers>

4.4 Αρχές Ιδιοκτησιακών Δικαιωμάτων Αποχετευτικού Συστήματος

Η διαχείριση των αποχετευτικών συστημάτων αποτελεί κρίσιμο ζήτημα για τις τοπικές αρχές, ιδίως όσον αφορά τα δικαιώματα ιδιοκτησίας και τη χρήση της υποδομής.

Στο πλαίσιο αυτό, είναι σημαντικό να εξεταστούν οι λεπτομέρειες που σχετίζονται με τα δικαιώματα ιδιοκτησίας και τη διαχείριση του αποχετευτικού συστήματος. Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των αποχετευτικών συστημάτων απαιτεί λεπτομερή προγραμματισμό και εξασφάλιση των απαραίτητων δικαιωμάτων γης. Οι τοπικές αρχές πρέπει να αποκτούν τις απαραίτητες άδειες και να διασφαλίζουν την αδιάληπτη πρόσβαση στις εκτάσεις όπου θα εγκατασταθούν οι σωληνώσεις και οι άλλες υποδομές.

Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει:

- **Απόκτηση Γης:** Η εξαγορά γης ή η απόκτηση δικαιωμάτων διέλευσης είναι απαραίτητη για την τοποθέτηση των σωληνώσεων. Οι τοπικές αρχές πρέπει να διασφαλίζουν ότι όλες οι εκτάσεις που απαιτούνται για το έργο είναι διαθέσιμες και απαλλαγμένες από νομικά εμπόδια.
- **Άδειες και Ρυθμίσεις:** Η λήψη των απαραίτητων αδειών από τις αρμόδιες αρχές είναι κρίσιμη. Αυτό περιλαμβάνει άδειες περιβαλλοντικών επιπτώσεων, οικοδομικές άδειες και άλλες ειδικές άδειες που μπορεί να απαιτούνται ανάλογα

με την τοποθεσία και το εύρος του έργου, οι οποίες δημιουργούν πρόσθετους περιορισμούς ή και υποχρεώσεις στα υφιστάμενα ιδιοκτησιακά δικαιώματα.

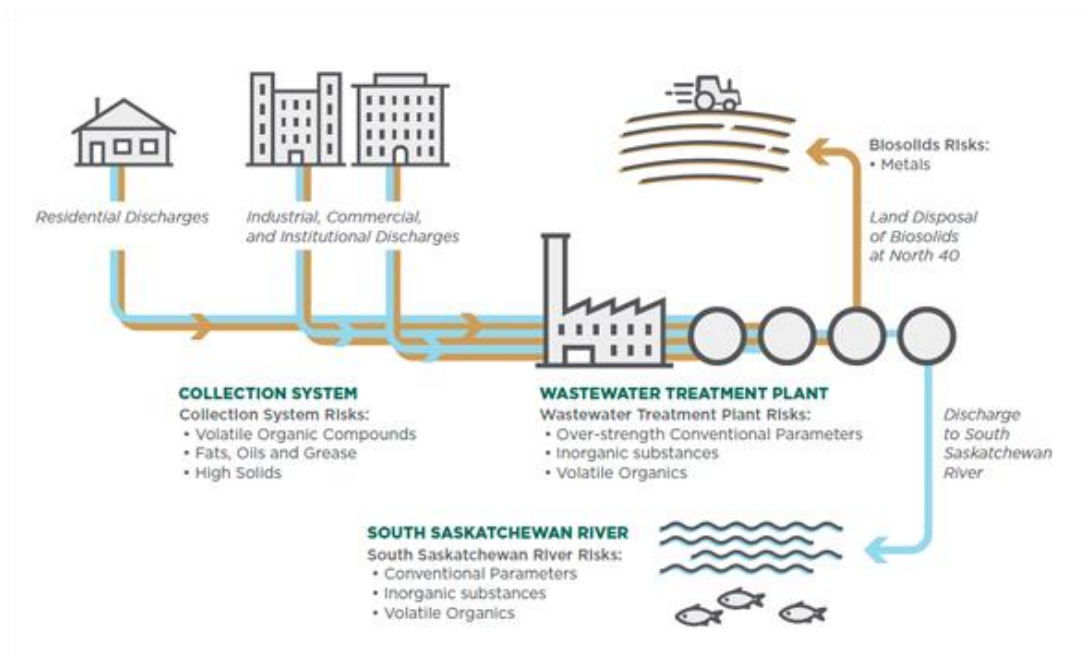
- Διαβούλευση με τους Κατοίκους: Η διαβούλευση με τους ιδιοκτήτες γης και τους κατοίκους των περιοχών που θα επηρεαστούν από το έργο είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση της στήριξής τους και για την αποφυγή μελλοντικών συγκρούσεων.

Οι ιδιοκτήτες των ακινήτων που συνδέονται με το αποχετευτικό σύστημα έχουν συγκεκριμένα δικαιώματα και υποχρεώσεις. Οι τοπικές αρχές οφείλουν να ενημερώνουν τους κατοίκους για τις υποχρεώσεις τους όσον αφορά τη χρήση του συστήματος, καθώς και για τα δικαιώματά τους σε περίπτωση βλαβών ή αναγκών συντήρησης.

Ειδικότερα:

Δικαιώματα Χρήσης: Οι ιδιοκτήτες έχουν το δικαίωμα να χρησιμοποιούν το αποχετευτικό σύστημα για την αποχέτευση των λυμάτων τους. Αυτό περιλαμβάνει τη σύνδεση των ακινήτων τους με το κεντρικό σύστημα αποχέτευσης, υπό την προϋπόθεση ότι πληρούνται οι τεχνικές και περιβαλλοντικές προδιαγραφές που θέτουν οι τοπικές αρχές και η αντιστοίχιση αυτών με τα ιδιοκτησιακά τους δικαιώματα.

- Υποχρεώσεις Συντήρησης: Οι ιδιοκτήτες πρέπει να διασφαλίζουν ότι οι εσωτερικές εγκαταστάσεις αποχέτευσης των ακινήτων τους είναι σε καλή κατάσταση και συμμορφώνονται με τις ισχύουσες κανονιστικές απαιτήσεις. Αυτό περιλαμβάνει την τακτική συντήρηση και επιθεώρηση των σωληνώσεων και των εγκαταστάσεων αποχέτευσης εντός των ιδιοκτησιών τους και συνεπώς και την αντιστοίχιση αυτών με τα ιδιοκτησιακά τους δικαιώματα.



Εικόνα 16: Καταστατικό Χρήσης Αποχετεύσεων

Πηγή: <https://www.saskatoon.ca/services-residents/power-water-sewer/wastewater/sanitary-sewer/sewer-use-by-law>

Η ευθύνη για τη συντήρηση και την επισκευή του αποχετευτικού συστήματος συνήθως ανήκει στις τοπικές/ κεντρικές αρχές, εκτός εάν υπάρχει ειδική συμφωνία με τους ιδιοκτήτες των ακινήτων. Οι δημόσιες αρχές πρέπει να διασφαλίζουν ότι οι υποδομές παραμένουν σε καλή κατάσταση και ότι οι επισκευές γίνονται άμεσα και αποτελεσματικά. Οι κυριότερες αρμοδιότητες, που πρέπει να είναι συνδεδεμένες με τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα περιλαμβάνουν:

- **Τακτική Συντήρηση:** Η τακτική επιθεώρηση και συντήρηση των κεντρικών δικτύων αποχέτευσης είναι απαραίτητη για την πρόληψη βλαβών και τη διασφάλιση της συνεχούς λειτουργίας του συστήματος. Αυτό περιλαμβάνει τον καθαρισμό των σωληνώσεων, την επιθεώρηση των αντλιοστασίων και την παρακολούθηση της απόδοσης του συστήματος.
- **Επισκευές:** Σε περίπτωση βλάβης ή προβλήματος στο αποχετευτικό σύστημα, οι τοπικές αρχές πρέπει να ανταποκρίνονται άμεσα για την επισκευή και την αποκατάσταση της λειτουργίας του συστήματος. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την αντικατάσταση σωληνώσεων, την επισκευή αντλιοστασίων και άλλες απαραίτητες εργασίες.

Η διαχείριση των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας στο αποχετευτικό σύστημα είναι ένα πολυσύνθετο ζήτημα που απαιτεί προσοχή και ακρίβεια. Οι τοπικές αρχές πρέπει να εξασφαλίζουν ότι όλα τα δικαιώματα και οι υποχρεώσεις είναι σαφώς καθορισμένα και τεκμηριωμένα, προκειμένου να διασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία του συστήματος και η προστασία των δικαιωμάτων όλων των εμπλεκόμενων μερών. Με τη σωστή διαχείριση και την τήρηση των νομοθετικών και ρυθμιστικών πλαισίων, οι τοπικές αρχές μπορούν να εξασφαλίσουν την αποτελεσματική λειτουργία του αποχετευτικού συστήματος προς όφελος των κοινοτήτων τους. (Jacobs κ.ά., 2011)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Δίκτυα Αποχέτευσης και Ιδιοκτησιακά δικαιώματα η περίπτωση του Παντορορικού Συστήματος της Αθήνας

5.1 Διανομή Κυκλοβόρου

Ο κυκλοβόρος αγωγός της Αθήνας, γνωστός ως ο κεντρικός αγωγός αποχέτευσης, αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς υποδομικούς άξονες της πόλης για τη διαχείριση των λυμάτων και των όμβριων υδάτων. Κατασκευάστηκε για να εξυπηρετεί τις ανάγκες μιας ραγδαία αναπτυσσόμενης αστικής περιοχής και σχεδιάστηκε με βάση σύγχρονες αρχές υδραυλικής μηχανικής. Ο ρόλος του είναι καθοριστικός, καθώς συγκεντρώνει τα λύματα από διάφορες περιοχές της Αθήνας και τα μεταφέρει στους κεντρικούς σταθμούς επεξεργασίας, προτού αυτά αποδοθούν ξανά με ασφάλεια στο περιβάλλον.

Ο κυκλοβόρος αγωγός είναι εξαιρετικά σημαντικός για την αστική υγεία και την προστασία του περιβάλλοντος, δεδομένου ότι συμβάλλει στην αποφυγή πλημμυρικών φαινομένων και στην επεξεργασία των αστικών λυμάτων σε μεγάλες ποσότητες, εξυπηρετώντας εκατομμύρια κατοίκους της πρωτεύουσας.

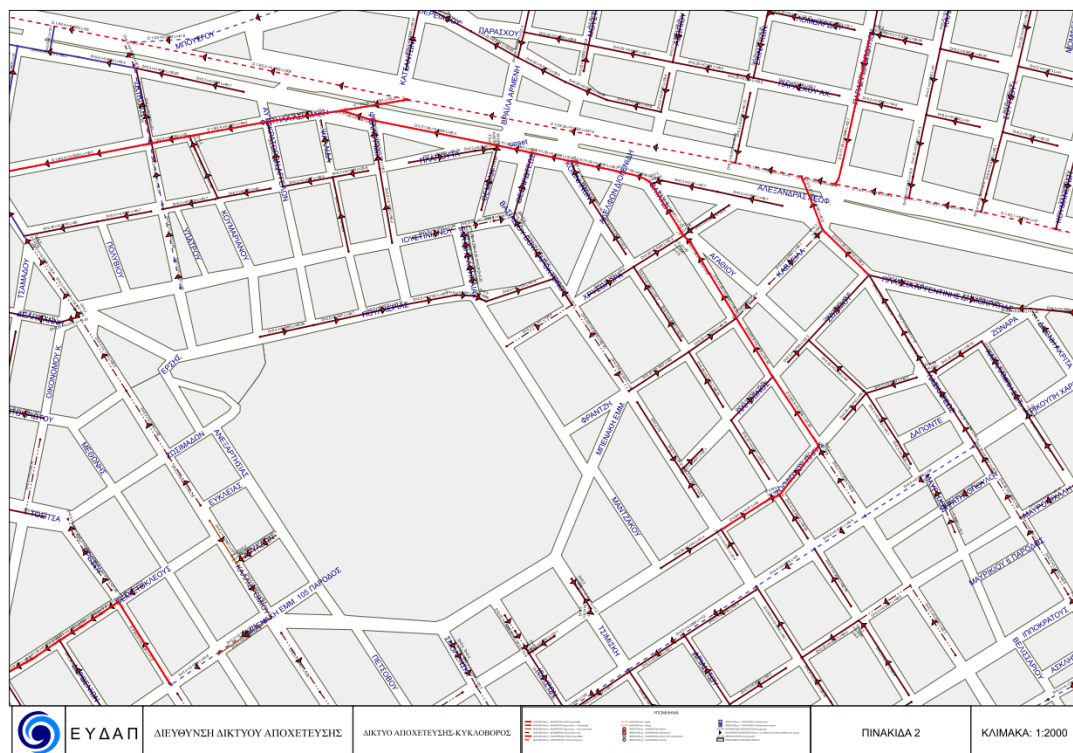
Οι παρακάτω πινακίδες παρουσιάζουν την πορεία των αγωγών του αποχετευτικού συστήματος στην περιοχή του Πεδίου του Άρεως, υπό την ευθύνη της ΕΥΔΑΠ. Με κόκκινη έντονη γραμμή βλέπουμε τον κύριο κεντρικό αγωγό, ο οποίος διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διαχείριση των λυμάτων της περιοχής. Γύρω του εντοπίζονται οι δευτερεύοντες αγωγοί που συνδέονται με αυτόν, σχηματίζοντας ένα πλήρες δίκτυο. Μέσα από αυτή τη χαρτογράφηση, εξασφαλίζεται η αποτελεσματική ροή και η έγκαιρη αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων συντήρησης, διασφαλίζοντας την ομαλή λειτουργία του αποχετευτικού συστήματος στην ευρύτερη περιοχή, καθώς και η πορεία κάθε αγωγού. Η κατασκευή και η συντήρηση των αγωγών είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος καθώς οι αγωγοί αυτοί σχεδιάζονται με βάση αρχές της υδραυλικής, ώστε να διασφαλίζουν τη σωστή ροή και την αποφυγή πλημμυρών. Ειδικά υλικά, όπως PVC και πολυαιθυλένιο, χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίσουν αντοχή στη διάβρωση και μακροχρόνια λειτουργία. Το δίκτυο, όπως διαχειρίζεται από την ΕΥΔΑΠ, έχει σχεδιαστεί για να προσφέρει αξιόπιστη ροή και άμεση πρόσβαση για συντήρηση, διατηρώντας την περιοχή καθαρή και υγιεινή. Η καλή συντήρηση των αγωγών είναι καθοριστική για την αποφυγή διαρροών και άλλων προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν από την κακή λειτουργία του συστήματος.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΟΤΑΜΟΥΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ. 17044)



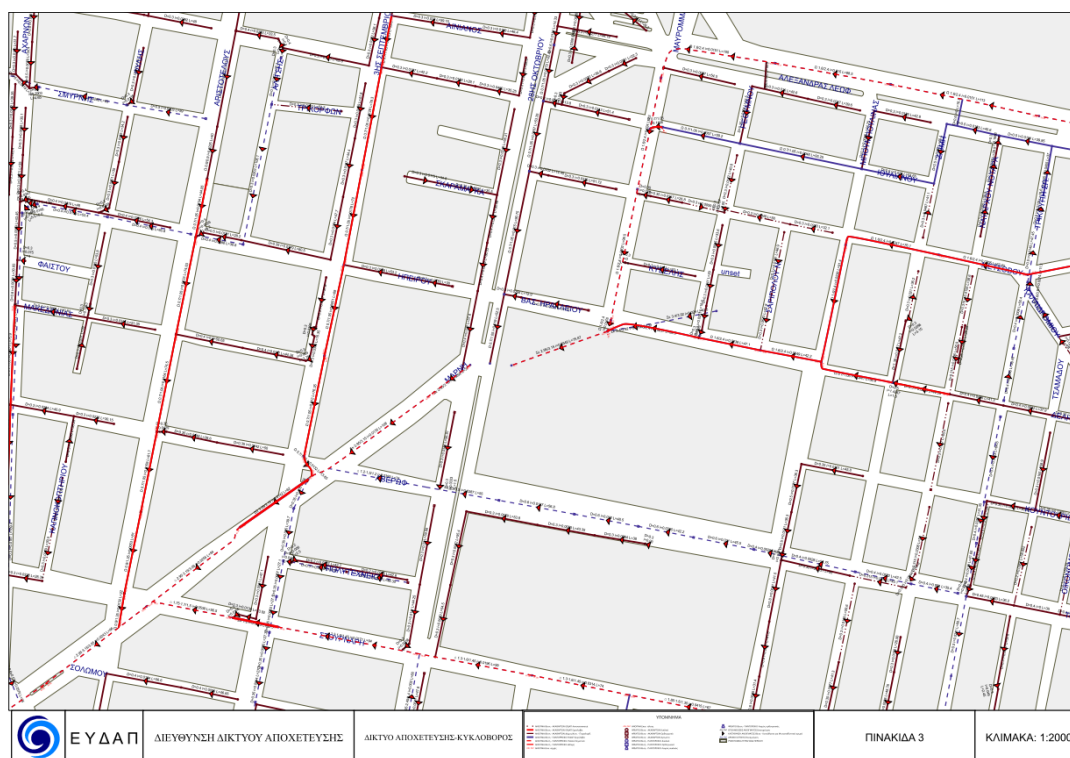
Εικόνα 18: Διανομή Κυκλοβόρων 1

Πηγή: ΕΥΔΑΠ



Εικόνα 19: Διανομή Κυκλοβόρων 2

Πηγή: ΕΥΔΑΠ



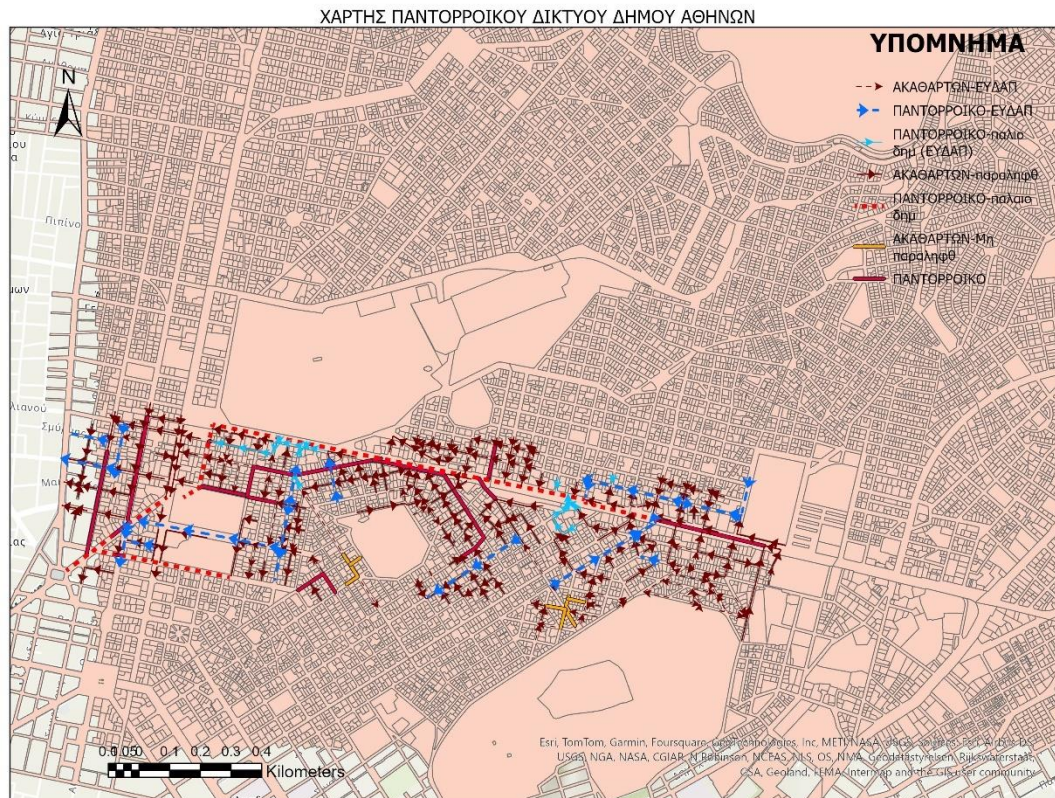
Εικόνα 20: Διανομή Κυκλοβόρου 3

Πηγή: ΕΥΔΑΠ

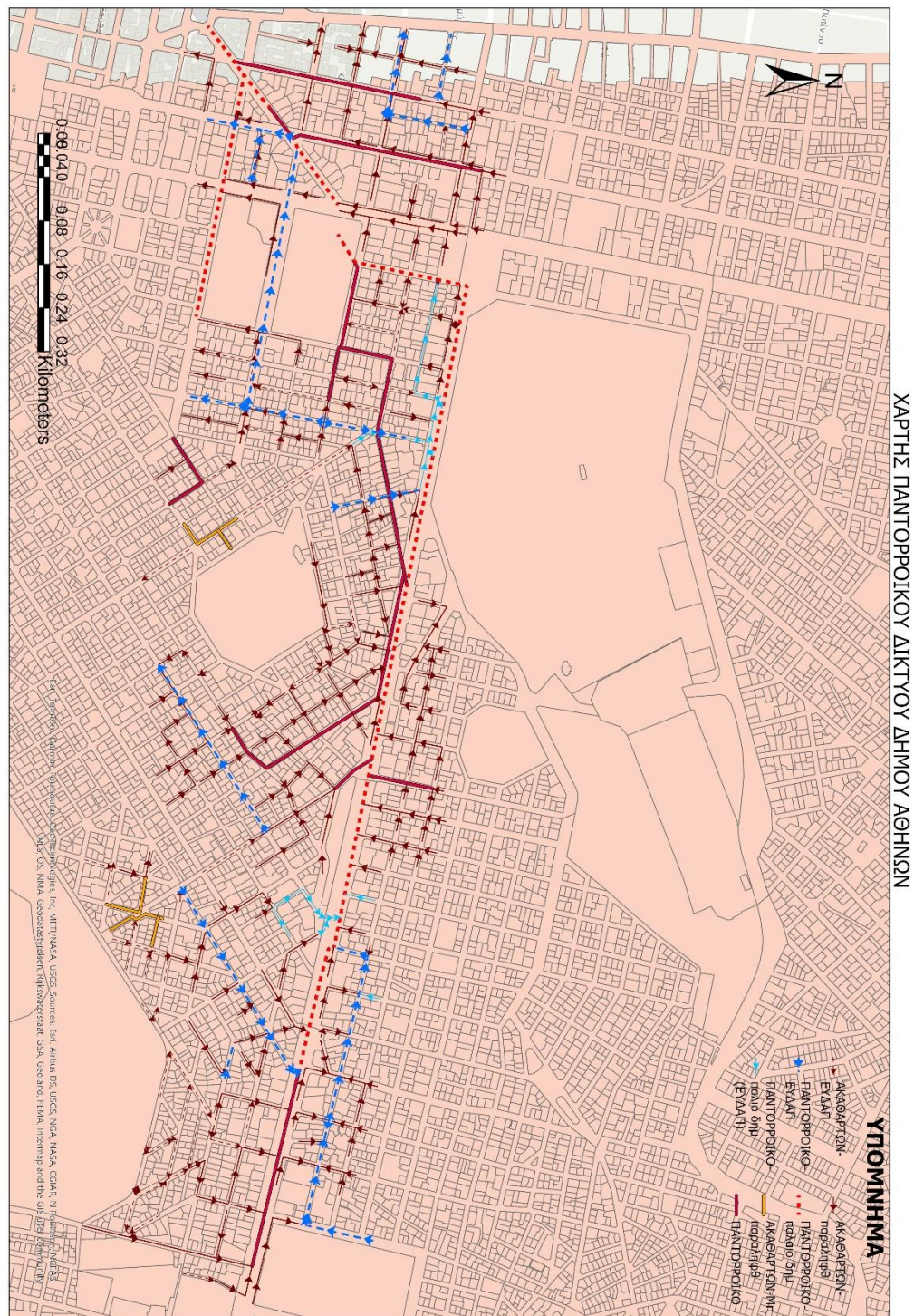
5.2 Ψηφιοποίηση Κυκλοβόρου

Ο ψηφιοποιημένος χάρτης των αγωγών του αποχετευτικού δικτύου, που έχει αναπτυχθεί με βάση τα δεδομένα από την ΕΥΔΑΠ, απεικονίζει την κατανομή και τη διάταξη των αγωγών. Αυτή η ψηφιοποίηση επιτρέπει μια λεπτομερή ανάλυση του δικτύου, διευκολύνοντας την παρακολούθηση και τη συντήρηση των υποδομών, ενώ συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση της υδρολογικής διαχείρισης της περιοχής. Τα δεδομένα θα χρησιμεύσουν ως πολύτιμο εργαλείο για την ανάλυση των ροών και των δυναμικών του αποχετευτικού συστήματος, καθώς και για την αξιολόγηση της απόδοσής του. Ο χάρτης περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την κατανόηση της δομής του αποχετευτικού δικτύου, διευκολύνοντας τις μελλοντικές επεμβάσεις και αναβαθμίσεις. Τα ρυμοτομικά σχέδια αποτέλεσαν ένα θεμελιώδες εργαλείο στην ψηφιοποίηση του αποχετευτικού δικτύου. Αυτά τα σχέδια παρέχουν μια λεπτομερή αναπαράσταση της χωροταξικής οργάνωσης της περιοχής, συμπεριλαμβανομένων των δρόμων, των οικοδομικών γραμμών και των υποδομών. Μέσω αυτής της αναπαράστασης, ήταν δυνατή η ακριβής εντόπιση των θέσεων των αγωγών, διευκολύνοντας τη διαδικασία ψηφιοποίησης και την ενσωμάτωσή τους στο γενικό πλαίσιο της αστικής υποδομής. Επιπλέον, τα ρυμοτομικά σχέδια συνέβαλαν στην κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των διαφόρων στοιχείων του δικτύου και της ευρύτερης περιοχής. Η ανάλυση αυτών των σχέσεων επέτρεψε την ανίχνευση πιθανών προβλημάτων και την ανάπτυξη στρατηγικών συντήρησης και αναβάθμισης. Χάρη στα ρυμοτομικά σχέδια, η διαδικασία ψηφιοποίησης έγινε πιο συστηματική και

αποτελεσματική, επιτρέποντας μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στη διαχείριση του αποχετευτικού δικτύου.



Εικόνα 21: Ψηφιοποίηση Δικτύου



Εικόνα 21.1: Ψηφιοποίηση Δικτύου

5.3 Ρυμοτομικά Σχέδια

Ο κυκλοβόρος αγωγός, ως βασικός αποχετευτικός άξονας της Αθήνας, διέπεται από συγκεκριμένες δεσμεύσεις και περιορισμούς, οι οποίοι αφορούν κυρίως την προστασία του από κάθε ενέργεια που θα μπορούσε να επηρεάσει την ακεραιότητά του ή τη λειτουργία του. Στα ρυμοτομικά σχέδια, τα οποία συνδέονται με την ψηφιοποίηση των υποδομών και τον πολεοδομικό σχεδιασμό, λαμβάνονται υπόψη συγκεκριμένοι περιορισμοί, όπως οι αποστάσεις ασφαλείας από κτίρια ή άλλες κατασκευές και η εξασφάλιση εύκολης πρόσβασης για εργασίες συντήρησης και επισκευής.

Η δέσμευση των εκτάσεων όπου περνάει ο αγωγός, καθώς και των χώρων που τον περιβάλλουν, είναι απαραίτητη για να αποφεύγονται κατασκευαστικές παρεμβάσεις οι οποίες θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη λειτουργία του δικτύου. Επιπλέον, υπάρχει περιορισμός για την ανάπτυξη υψηλών κατασκευών ή βαριών υποδομών πλησίον του αγωγού, καθώς αυτό θα μπορούσε να προκαλέσει ζημιές είτε από το βάρος είτε από τυχόν δονήσεις και μετατοπίσεις. Στα σχέδια αυτά, συνήθως απεικονίζονται οι περιοχές αυτές ως προστατευμένες ζώνες.

Ειδικά για τις περιοχές που περνάει ο αγωγός, τα ρυμοτομικά σχέδια ενσωματώνουν μέτρα που διασφαλίζουν ότι η υποδομή παραμένει λειτουργική και ασφαλής, τόσο για την αποφυγή πλημμυρών όσο και για την ομαλή αποχέτευση των λυμάτων.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο νότιο τμήμα του Πεδίου του Άρεως, κατά μήκος της Λεωφόρου Αλεξάνδρας. Η συγκεκριμένη περιοχή αποτελεί κομβικό σημείο για την αστική υποδομή της Αθήνας, με τον κυκλοβόρο αγωγό να διατρέχει την περιοχή και να εξυπηρετεί σημαντικό τμήμα του αποχετευτικού δικτύου της πόλης. Η επιλογή της περιοχής αυτής για τη μελέτη ήταν κρίσιμη, καθώς το πεδίο του Άρεως και η παρακείμενη Λεωφόρος Αλεξάνδρας αποτελούν πυκνοκατοικημένες περιοχές με αυξημένες ανάγκες υποδομής και αποχέτευσης.

Τα ρυμοτομικά σχέδια που σχετίζονται με τον κυκλοβόρο αγωγό παίζουν κρίσιμο ρόλο στη διασφάλιση της ακεραιότητας και της ορθής λειτουργίας του αποχετευτικού συστήματος. Ο αγωγός διέρχεται από πυκνοκατοικημένες περιοχές της Αθήνας, γεγονός που απαιτεί λεπτομερή σχεδιασμό και ακριβή καθορισμό των περιοχών όπου επιτρέπεται η οικοδόμηση ή άλλες κατασκευαστικές δραστηριότητες.

Σε αυτές τις περιοχές, τα ρυμοτομικά σχέδια ενσωματώνουν ειδικούς περιορισμούς, που περιλαμβάνουν:

- Αποστάσεις ασφαλείας: Οι ζώνες που οριοθετούνται γύρω από τον αγωγό είναι απαραίτητες για να αποφευχθεί η υπερβολική πίεση από κατασκευές ή τοποθέτηση βαριών υποδομών, όπως κτίρια ή μεγάλοι δρόμοι, πάνω ή πλησίον του αγωγού. Αυτές οι ζώνες υπολογίζονται με βάση τη διάμετρο και το βάθος του αγωγού.
- Αποφυγή επιβαρυντικών παρεμβάσεων: Τα ρυμοτομικά σχέδια διασφαλίζουν ότι δεν επιτρέπονται κατασκευαστικές ενέργειες ή παρεμβάσεις που θα μπορούσαν να διαταράξουν τη λειτουργία του αγωγού, είτε μέσω δονήσεων, είτε μέσω αλλαγών στη γεωμορφολογία της περιοχής. Αυτή η πρόληψη είναι κρίσιμη για να αποφεύγονται ατυχήματα ή ρήγματα στον αγωγό.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΟΤΑΜΟΥΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ. 17044)

- Ευκολία πρόσβασης: Οι υποδομές που απεικονίζονται στα ρυμοτομικά σχέδια διασφαλίζουν την εύκολη πρόσβαση σε τμήματα του κυκλοβόρου αγωγού για τακτική συντήρηση ή επείγουσες επεμβάσεις. Οι περιοχές αυτές πρέπει να είναι προσιτές χωρίς εμπόδια για τα τεχνικά συνεργεία, με ζώνες που επιτρέπουν την εύκολη εκτέλεση των εργασιών.
- Προστασία από πλημμύρες: Τα ρυμοτομικά σχέδια λαμβάνουν υπόψη και την αποφυγή κινδύνων πλημμυρών, καθώς ο κυκλοβόρος αγωγός απορροφά και τα όμβρια ύδατα. Οι περιοχές γύρω από τον αγωγό πρέπει να σχεδιάζονται με τρόπο που διασφαλίζει την αποτελεσματική διαχείριση των υδάτων, χωρίς να δημιουργούνται φαινόμενα υπερχείλισης ή στασιμότητας νερού.
- Συντονισμός με άλλες υποδομές: Τέλος, τα ρυμοτομικά σχέδια ενσωματώνουν τη σύνδεση του κυκλοβόρου αγωγού με άλλες αστικές υποδομές, όπως δρόμους, δίκτυα κοινής ωφελείας, και ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, εξασφαλίζοντας ότι το αποχετευτικό δίκτυο λειτουργεί σε πλήρη συντονισμό με το υπόλοιπο αστικό σύστημα.

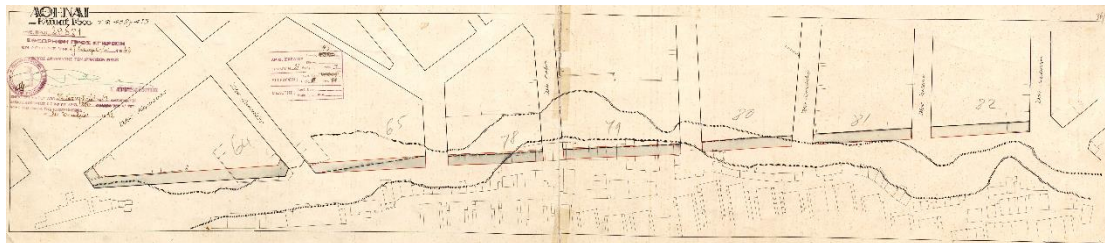
Αυτές οι πτυχές στα ρυμοτομικά σχέδια εξασφαλίζουν τη μακροπρόθεσμη προστασία του κυκλοβόρου αγωγού, διασφαλίζοντας παράλληλα την ασφάλεια και την ομαλή ανάπτυξη της πόλης.



Εικόνα 22: Σχέδιο 1

Πηγή: <http://gis.epoleodomia.gov.gr/v11/#/>

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΟΤΑΜΟΥΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ. 17044)



Εικόνα 23: Σχέδιο 2

Πηγή: <http://gis.epoleodomia.gov.gr/v11/#/>



Εικόνα 24: Σχέδιο 3

Πηγή: <http://gis.epoleodomia.gov.gr/v11/#/>

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΟΤΑΜΟΥΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ. 17044)



Εικόνα 25: Σχέδιο 4

Πηγή: <http://gis.epoleodomia.gov.gr/v11/#/>

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΟΤΑΜΟΥΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ. 17044)



Εικόνα 26: Σχέδιο 5

Πηγή: <http://gis.epoleodomia.gov.gr/v11/#/>



Εικόνα 27: Σχέδιο 6

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΟΤΑΜΟΥΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ. 17044)

Πηγή: <http://gis.epoleodomia.gov.gr/v11/#/>



Εικόνα 28: Σχέδιο 7

Πηγή: <http://gis.epoleodomia.gov.gr/v11/#/>

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διπλωματική εξετάζει σε βάθος τη σημασία της διαχείρισης των υδάτινων πόρων, των όμβριων υδάτων, και των συστημάτων αποχέτευσης, τόσο από ιστορική όσο και από σύγχρονη προοπτική. Η ανάλυση ξεκινά με το Αδριάνειο Υδραγωγείο, το οποίο αποτέλεσε μία από τις πρώτες υποδομές που δημιούργησαν τις βάσεις για τη μελλοντική ανάπτυξη των συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης στην Αθήνα. Το υδραγωγείο αυτό είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα της ικανότητας των αρχαίων μηχανικών να συνδυάζουν τη λειτουργικότητα με την αντοχή, χρησιμοποιώντας προηγμένες τεχνικές κατασκευής και καινοτόμες λύσεις για την αποτελεσματική διαχείριση των υδάτων.

Η διαχρονική σημασία του Αδριάνειου Υδραγωγείου υπογραμμίζει την κεντρική θέση που κατείχαν τα υδάτινα συστήματα στις κοινωνίες της αρχαιότητας, και η διατήρηση αυτών των υποδομών για αιώνες αποτελεί μαρτυρία της ανθεκτικότητάς τους. Ωστόσο, τα ιστορικά αυτά συστήματα δεν είναι επαρκή για την κάλυψη των σύγχρονων αναγκών, καθώς οι προκλήσεις που προκύπτουν από την αστικοποίηση και την κλιματική αλλαγή δημιουργούν νέα δεδομένα.

Στη σύγχρονη εποχή, η διαχείριση των υδάτινων πόρων συνδέεται άμεσα με την ανάγκη για προστασία της δημόσιας υγείας, της περιουσίας και του περιβάλλοντος. Η ανεπαρκής διαχείριση των όμβριων υδάτων, τα παρωχημένα συστήματα αποχέτευσης και η έλλειψη στρατηγικής για τη συντήρηση και αναβάθμιση των υποδομών οδηγούν σε σημαντικά προβλήματα. Οι πλημμύρες, ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές, αποτελούν μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν.

Η μελέτη των πλημμυρών στις αστικές περιοχές αναδεικνύει τον κίνδυνο που εγκυμονούν για την υγεία των πολιτών και τη δημόσια ασφάλεια. Η έλλειψη κατάλληλων συστημάτων αποστράγγισης και η ταχεία απορροή των υδάτων σε περιοχές με ανεπαρκή χωρητικότητα αγωγών δημιουργούν συνθήκες που μπορούν να οδηγήσουν σε πλημμύρες, προκαλώντας σοβαρές καταστροφές. Η ανάγκη για τεχνολογικά προηγμένες λύσεις είναι επιτακτική, καθώς οι παραδοσιακές μέθοδοι δεν είναι πλέον αρκετές για την προστασία των πόλεων από τέτοια φαινόμενα.

Σε αυτό το πλαίσιο, τα συστήματα GIS αναδεικνύονται ως ένα χρήσιμο εργαλείο για την παρακολούθηση, πρόβλεψη και διαχείριση των πλημμυρών σε πραγματικό χρόνο. Τα συστήματα αυτά επιτρέπουν τη χαρτογράφηση των κινδύνων και την άμεση παρέμβαση σε περιοχές που κινδυνεύουν περισσότερο, μειώνοντας τον κίνδυνο καταστροφών και επιτρέποντας καλύτερη προετοιμασία των τοπικών αρχών.

Το Παντοροϊκό Σύστημα, το οποίο διαχειρίζεται τα όμβρια ύδατα και τα λύματα μέσω ενός κοινού δικτύου αγωγών, είναι κεντρικός άξονας της διαχείρισης υδάτων στην Αθήνα. Αν και αυτό το σύστημα ήταν επαναστατικό για την εποχή του, σήμερα δεν μπορεί να ανταποκριθεί πλήρως στις αυξημένες απαιτήσεις της σύγχρονης πόλης. Οι τεχνικές προσαρμογές και αναβαθμίσεις που έχουν γίνει στις υποδομές είναι απαραίτητες για να διασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία του συστήματος, αλλά η αύξηση του πληθυσμού και οι νέες κλιματικές συνθήκες επιβάλλουν ακόμα πιο καινοτόμες λύσεις.

Επιπλέον, η διαχείριση των υδάτων συνδέεται άμεσα με τα δικαιώματα ιδιοκτησίας και τη ρύθμιση των αποχετευτικών δικτύων. Οι τοπικές αρχές πρέπει να εξασφαλίσουν ότι

τα δικαιώματα αυτά ρυθμίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να υποστηρίζεται η διαχείριση των υδάτινων πόρων και να διασφαλίζεται η προστασία των υποδομών.

Η διαχείριση υδάτων στην Αττική, από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα, καταδεικνύει τη συνεχή ανάγκη για προσαρμογή και εξέλιξη. Οι σύγχρονες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η περιοχή περιλαμβάνουν την έλλειψη πόρων, την αύξηση της ζήτησης για υδροδότηση και την ανάγκη για βιώσιμη διαχείριση των ρεμάτων και των ποταμών. Τα φυσικά ρέματα της Αττικής, όπως ο Κηφισός και ο Ιλισός, αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του οικοσυστήματος της περιοχής, αλλά η αστικοποίηση και η ρύπανση έχουν υποβαθμίσει σημαντικά την κατάσταση αυτών των ρεμάτων.

Η ψηφιοποίηση και η χρήση τεχνολογιών, όπως η πρόβλεψη των βροχοπτώσεων μέσω δορυφορικών συστημάτων, παρέχουν νέες δυνατότητες για τη διαχείριση των υδάτων στην Αττική. Οι σύγχρονες τεχνολογίες μπορούν να συνεισφέρουν στην παρακολούθηση και την πρόληψη πλημμυρικών φαινομένων, ενώ παράλληλα προσφέρουν νέες δυνατότητες για τη διαχείριση των αποθεμάτων νερού.

Συμπερασματικά, η σωστή και βιώσιμη διαχείριση των υδάτων είναι καίριας σημασίας για την ασφάλεια και την ευημερία των πολιτών. Η ιστορική εξέλιξη των υδραγωγείων και των αποχετευτικών συστημάτων της Αθήνας δείχνει ότι οι υποδομές αυτές παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των πόλεων. Ωστόσο, οι νέες προκλήσεις που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή και την αύξηση του πληθυσμού επιβάλλουν τη χρήση νέων τεχνολογιών και την εφαρμογή πιο ολοκληρωμένων στρατηγικών διαχείρισης.

Η ολιστική προσέγγιση στη διαχείριση των υδάτων, με συνδυασμό παλαιών και νέων τεχνολογιών, καθώς και η συνεργασία ανάμεσα σε δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς, αποτελεί το κλειδί για την αντιμετώπιση των μελλοντικών προκλήσεων. Η ενσωμάτωση της ψηφιακής τεχνολογίας και η ενεργή συμμετοχή των πολιτών στην προστασία των υδάτινων πόρων θα διασφαλίσει την αειφόρο ανάπτυξη των αστικών περιοχών και θα συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανδρέας Ευστρατιάδης. (2019). *Αστικές αποχετεύσεις*. https://www.itia.ntua.gr/en/getfile/1967/1/documents/UrbanHydro_SewageWorks.pdf
- Βαρθάλη Τζωρτζίνα. (2018). *Ρέματα μέσα στον αστικό ιστό*. http://oldwww.arch.ntua.gr/sites/default/files/project/14372_/barthali_tzortzina.pdf
- Ελευθέριος Γ. Σκιαδάς. (2018, Φεβρουάριος 5). *Το παντοροϊκό σύστημα αποχέτευσης και ο «νονός» του Γεώργιος Χατζηδάκης*. <https://www.taathinaika.gr/pantorroiko-systima-apochetefsis-stin-athina-kai-o-nonos-tou-glossologos-georgios-chatzidakis/>
- Ζαφειράκου Αντιγόνη. (2024). *Υδρεύσεις – Αποχετεύσεις—Αρδεύσεις*. https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS465/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%CE%95%CE%9D%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%91_03.pdf
- Θεοδοσόπουλος Δημήτρης. (2022). *Κυκλοβόρος ποταμός τῶν Ἀθηναίων" // Ποιος είναι ο Αριστοφανικός χείμαρρος των Αθηνών;* <https://geomythiki.blogspot.com/2022/10/blog-post.html>
- Θεοδοσόπουλος Δημήτριος. (2017). *Τα ρέματα της Αττικής*. https://geomythiki.blogspot.com/2017/06/blog-post_18.html
- Κυριακοπούλου-Δημητρίου, Ελένη, Γούλα, Μαρία-Διονυσία, Kyriakopoulou-Dimitriou, Eleni, & Goula, Maria-Dionysia. (2024). *Δεξαμενή: Μουσείο νερού για το Αδριάνειο Υδραγωγείο στο Κολωνάκι*. <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/handle/123456789/54196>
- Κωνσταντίνος Λάσκαρης, Μαρία Πετριτάκη, Στάθης Χιώτης, Κίμων Χατζημπίρος, Ηλίας Αποστολίδης, Θέμης Αδαμόπουλος, Παυλος Μαρίνος, Μ. Παντελιάδου, & Δ. Παπούλη. (χ.χ.). *Κηφισός ποταμός: Από τα προβλήματα στις προοπτικές*. <https://www.itia.ntua.gr/archive/kephisos/kephabs.pdf>
- Μαρία Χρηστάκη. (2017). *Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ*. <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/1449612/file.pdf>
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ. (2023). *ΕΠΙΚΑΙΡΟΠΟΙΗΣΗ MASTER PLAN ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΑΤΤΙΚΗΣ (Π8 ΖΩΝΗ)*. https://mpattiki.etme.gr/pdf/zones/attiki/%CE%A08_%CE%96%CE%A9%CE%9D%CE%97%20%CE%9B%CE%95%CE%9A%CE%91%CE%9D%CE%9F%CE%A0%CE%95%CE%94%CE%99%CE%9F%20%CE%91%CE%A4%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97%CE%A3_%CE%A4%CE%95.pdf
- Bertilsson, L., Wiklund, K., Tebaldi, I. de M., Rezende, O. M., Veról, A. P., & Miguez, M. G. (2019). Urban flood resilience – A multi-criteria index to integrate flood resilience into urban planning. *Journal of Hydrology*, 573, 970–982. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.06.052>
- Burian, S. J., & Edwards, F. G. (2002). Historical perspectives of urban drainage. Στο *Global solutions for urban drainage* (σσ. 1–16).
- Cameron, D., & Jones, I. G. (1983). John Snow, the Broad Street pump and modern epidemiology. *International journal of epidemiology*, 12(4), 393–396.
- Chiotis D. E. & Marinos G. P. (2012). *GEOLOGICAL ASPECTS ON THE SUSTAINABILITY OF ANCIENT AQUEDUCTS OF ATHENS*. <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/geosociety/article/view/10924/10967>

Daigger, G. T. (2007). Wastewater management in the 21st century. *Journal of Environmental Engineering*, 133(7), 671–680.

Delleur, J. W. (2003). The evolution of urban hydrology: Past, present, and future. *Journal of hydraulic engineering*, 129(8), 563–573.

forum. (2024). *Politica Dell'aqua*. <https://www.acquabenecomune.org/>

Jacobs, H., Fair, K., De Klerk, A., & Bester, A. (2011). *Sewer system planning made simple—for small local authorities*. WRC Report.

Joy, J., Kanga, S., Singh, S. K., & Sudhanshu, S. (2021). Cadastral level soil and water conservation priority zonation using geospatial technology. *International Journal of Agriculture System*, 9(1), 10–26.

Lewis, R. (1950). Edwin Chadwick and the railway labourers. *The Economic History Review*, 3(1), 107–118.

Makanda, K., Nzama, S., & Kanyerere, T. (2022). Assessing the role of water resources protection practice for sustainable water resources management: A review. *Water*, 14(19), 3153.

Mobini, S., Becker, P., Larsson, R., & Berndtsson, R. (2020). Systemic inequity in urban flood exposure and damage compensation. *Water*, 12(11), 3152.

Nkwunonwo, U., Whitworth, M., & Baily, B. (2020). A review of the current status of flood modelling for urban flood risk management in the developing countries. *Scientific African*, 7, e00269.

Ringen, K. (1979). Edwin Chadwick, the market ideology, and sanitary reform: On the nature of the 19th-century public health movement. *International Journal of Health Services*, 9(1), 107–120.

Sobieraj, J., Bryx, M., & Metelski, D. (2022). Stormwater management in the City of Warsaw: A review and evaluation of technical solutions and strategies to improve the capacity of the combined sewer system. *Water*, 14(13), 2109.

Thomas, K. B. (1968). John Snow, 1813-1858. *The Journal of the Royal College of General Practitioners*, 16(2), 85.

Tingsanchali, T. (2012). Urban flood disaster management. *Procedia engineering*, 32, 25–37.

Angelakis, A. N., Dercas, N., & Tzanakakis, V. A. (2022). Water Quality Focusing on the Hellenic World: From Ancient to Modern Times and the Future. *Water*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/w14121887>

Ganoulis, J. (χ.χ.). The Eristic-Dialectical Model for Urban Hydro-Security: The Attica Metropolitan Case in Greece. *Water Security and Cities—Integrated Urban Water Management*.

Prochaska, C., & Zouboulis, A. (2020). A Mini-Review of Urban Wastewater Treatment in Greece: History, Development and Future Challenges. *Sustainability*, 12(15). <https://doi.org/10.3390/su12156133>

Ανδρέας Ευστρατιάδης. (2019). *Αστικές αποχετεύσεις*. https://www.itia.ntua.gr/en/getfile/1967/1/documents/UrbanHydro_SewageWorks.pdf

Λευτέρης Πούλης, (χ.χ.). *Βιώσιμες υποδομές & διαχείριση υδάτων στον αστικό χώρο: η περίπτωση του ποταμού Ιλισσού & Ηριδανού.*

<https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/4179>

Araya, F., & Vasquez, S. (2022). Challenges, drivers, and benefits to integrated infrastructure management of water, wastewater, stormwater and transportation systems. *Sustainable Cities and Society*, 82, 103913.

Prochaska, C., & Zouboulis, A. (2020). A Mini-Review of Urban Wastewater Treatment in Greece: History, Development and Future Challenges. *Sustainability*, 12(15).

<https://doi.org/10.3390/su12156133>

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Δίκτυο Αποχέτευσης	11
Εικόνα 2: Αδριάνειο Υδραγωγείο	14
Εικόνα 3: John Snow (1853)	17
Εικόνα 4: Edwin Chadwick	18
Εικόνα 5: Διαχείριση Υδάτων	20
Εικόνα 6: Αστική Πλημμύρα (Ανάλυση)	26
Εικόνα 7: Μοντέλο Πλημμύρας (πλημμυρικές ζημιές)	30
Εικόνα 8: Μοντελοποίηση Πλημμυρών	35
Εικόνα 9: Χάρτης Πλημμύρας με βάση δεδομένων	38
Εικόνα 10: Μηχάνημα για πλύση υπονόμων	44
Εικόνα 11: Τα ρέματα τις Αττικής	47
Εικόνα 12: Ο Κηφισός Ποταμός στο σημείο με τις τρεις γέφυρες	50
Εικόνα 13: Ο Ιλισός ποταμός τα παλαιότερα χρόνια	52
Εικόνα 14: Επεξήγηση της ευθύνης αποστράγγισης	56
Εικόνα 15: Αποχετεύσεις	60
Εικόνα 16: Καταστατικό Χρήσης Αποχετεύσεων	62
Εικόνα 17: Ο χάρτης της Αθήνας	65
Εικόνα 18: Διανομή Κυκλοβόρου 1	68
Εικόνα 19: Διανομή Κυκλοβόρου 2	69
Εικόνα 20: Διανομή Κυκλοβόρου 3	69
Εικόνα 21: Ψηφιοποίηση Δικτύου	71
Εικόνα 22: Σχέδιο 1	72
Εικόνα 23: Σχέδιο 2	72
Εικόνα 24: Σχέδιο 3	73
Εικόνα 25: Σχέδιο 4	74
Εικόνα 26: Σχέδιο 5	75
Εικόνα 27: Σχέδιο 6	75
Εικόνα 28: Σχέδιο 7	76