

Η Διαχρονική Διαχείριση των Απόβλητων στην Αρχαιότητα στον Ελλαδικό Χώρο

Αριστείδης Γκολφινόπουλος
MSc PhD Γεωπόνος και Μεταπτ. Φοιτητής ΔΙΑ/ΣΘΕΤ ΕΑΠ
arisgolf2@hotmail.com

Ιωάννης Καλαβρουζιώτης
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ και Μέλος ΔΕΠ ΔΙΑ/ΣΘΕΤ ΕΑΠ
ikalabro@eap.gr

Περίληψη- Η δημιουργία αστικών κέντρων στην αρχαιότητα δημιούργησε ανάγκες για υποδομές αποχέτευσης. Στην μινωική εποχή κατασκευάστηκαν ανοικτά κυρίως πέτρινα αποχετευτικά δίκτυα. Γινόταν ευρεία συλλογή και αξιοποίηση του βρόχινου νερού ενώ υπάρχουν ενδείξεις για την αξιοποίηση των αποβλήτων για την λίπανση των αγροτικών εκτάσεων. Ανεπτυγμένη τεχνολογία και τεχνογνωσία στα υδραυλικά και αποχετευτικά έργα υπήρχε και στον κυκλαδικό και στον μυκηναϊκό πολιτισμό στον όποιον υπήρξε σημαντική ανάπτυξη σε αρδευτικά έργα. Μετά από μια περίοδο στασιμότητας στην γεωμετρική περίοδο άρχισε σταδιακή ανάπτυξη που έγινε αρκετά έντονη στην κλασική και ελληνιστική περίοδο από το 479π.Χ. έως το 67π.Χ. Η ανάπτυξη εξελίχθηκε κατά την ρωμαϊκή εποχή με περαιτέρω ανάπτυξη των συνθηκών υγιεινής που αφορούσε την κατασκευή λουτρών, τουαλετών και αποχετευτικών δικτύων

Λέξεις κλειδιά: Διαχείριση αποβλήτων, υγιεινή, Μινωική Ελλάδα, δίκτυα υγρών αποβλήτων Μυκηναϊκός πολιτισμός.

Ι.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιστορία του σύγχρονου ανθρώπου στην γη είναι πολλή μεγάλη και διαρκεί περίπου 200.000 χρόνια. Στο μεγαλύτερο διάστημα οι άνθρωποι ζούσαν ως κυνηγοί και δεν είχαν μόνιμα καταφύγια αλλά λειτουργούσαν νομαδικά αναζητώντας τροφή. Αυτός ο τρόπος ζωής δεν δημιουργούσε περιβαλλοντικά προβλήματα ή σοβαρά προβλήματα υγιεινής.

Τα πρώτα προβλήματα παρουσιάστηκαν όταν οι άνθρωποι άρχισαν να καλλιεργούν και υιοθέτησαν αγροτικό τρόπο ζωής κάτι που δημιούργησε την ανάγκη για την δημιουργία μόνιμων καταφυγίων. Με την εγκατάσταση αυτή των κατοίκων στα αστικά κέντρα άρχισαν επίσης να προκύπτουν **προβλήματα**

υγιεινής από την συνεχή παραγωγή **αποβλήτων** σε περιορισμένο χώρο. Τα **προβλήματα** αυτά ανάγκασαν τους κατοίκους αυτής της εποχής στην **επινόηση**, τον **σχεδιασμό** και την κατασκευή **αποχετευτικών δικτύων** (Brown & Lofrano 2014).

Η αποχέτευση στους δρόμους είναι γνωστή στο βασίλειο της Μεσοποταμίας στο Ιράκ από το 4.000 π.Χ. όμως καλά **οργανωμένο αποχετευτικό δίκτυο** συναντάμε για **πρώτη** φορά στην ιστορία του ανθρώπινου γένους στην Κρήτη το 3.000 π.Χ. στην **Μινωική** εποχή καθώς και στον πολιτισμό της κοιλάδας του Ινδού – ή χαράπειο πολιτισμό την ίδια εποχή. Οι **Μίνωες** και οι **Ινδοί** θεωρούνται οι πρωτοπόροι στον σχεδιασμό και στην κατασκευή **αποχετευτικών** δικτύων (Angelakis & Zheng 2015a; Feo et al 2014).

Οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι αργότερα βελτίωσαν την τεχνολογία στην διαχείριση του νερού και στα **αποχετευτικά** δίκτυα καθώς και στην υγιεινή των αστικών κέντρων αξιοποιώντας την συσσωρευμένη τεχνογνωσία.

II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην παρούσα εργασία έγινε εκτεταμένη βιβλιογραφική έρευνα και ανασκόπηση σχετικά με το αποχετευτικό σύστημα των αστικών αποβλήτων και την διαχείριση και την προστασία αστικών περιοχών και αγροτικών εκτάσεων από τα όμβρια νερά στην αρχαία Ελλάδα.

Μελετήθηκε μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης η υδραυλική τεχνογνωσία της εποχής στην διαχείριση των όμβριων υδάτων και τυχόν αξιοποίηση του για ανάγκες καθαρισμού, για γεωργική χρήση και για την κάλυψη των οικιακών αναγκών.

Στη συνέχεια μελετήθηκε και παρουσιάζεται το αποχετευτικό σύστημα στην αρχαία Ελλάδα, μέσω της μελέτης

του αποχετευτικού συστήματος σε αστικά κέντρα γνωστών προϊστορικών πολιτισμών (Μινωικός, Μυκηναϊκός και Κυκλαδικός πολιτισμός) καθώς και των αποχετευτικών συστημάτων γνωστών πόλεων της αρχαιότητας, τα τεχνικά χαρακτηριστικά, δυνατότητες, τυχόν γνωστοί αποδέκτες αποβλήτων καθώς και οι προσπάθειες επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων.

Μελετώνται και παρουσιάζονται τα αποχετευτικά συστήματα γνωστών δομών και κατασκευών των αστικών κέντρων της αρχαιότητας, δομών που είχαν μεγάλη σημασία στην πολιτισμική και κοινωνική ζωή των αρχαίων Ελλήνων.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ανά ιστορική εποχή σε μια προσπάθεια να παρουσιαστεί η εξελικτική πορεία του αποχετευτικού συστήματος.

III. ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

A. Αποχετευτικό σύστημα στην Μινωική Εποχή (3.000π.Χ. - 1.000 π.Χ.)

Η Κρήτη είναι γνωστό ότι κατοικείται από τη νεολιθική εποχή. Οι κάτοικοι αρχικά ζούσαν κυρίως στις σπηλιές αλλά και σε μικρά οργανωμένα κέντρα. Το 3.000 π.Χ. είχαμε άφιξη νέων κατοίκων με πιθανή καταγωγή από την Ασία. Από αυτή την χρονική περίοδο είχαμε πληθυσμιακή αύξηση καθώς και πολιτιστική, οικονομική, εμπορική, βιομηχανική και τεχνολογική ανάπτυξη. Συμβαδίζοντας με το επίπεδο της ζωής αυτής της εποχής είχαμε την κατασκευή ενός άριστου δικτύου αποχέτευσης ομβρίων υδάτων και αστικών αποβλήτων καθώς και σημαντικών εγκαταστάσεων υγιεινής (Angelakis & Spyridakis 2010).

Στην Μινωική Κρήτη εξαιτίας της ξηρότητας του κλίματος παρατηρήθηκε κατασκευή υποδομών για την συλλογή του βρόχινου νερού και την αποθήκευση του σε στέρνες. Όπως βρέθηκε σε πολλά παλάτια το συλλεγόμενο νερό διαμέσου ενός αποχετευτικού δικτύου που αποτελείτο από χαραγμένες αυλακωτά πέτρες ή πήλινους σωλήνες ή και συνδυασμό των δύο αυτών τεχνικών όπως στην Κνωσό, οδηγούνταν σε στέρνες συλλογής. Σε πολλές περιπτώσεις διάφοροι εξωτερικοί διάδρομοι και δρόμοι είχαν διπλή χρήση. Έτσι η πλακόστρωση είχε γίνει με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να επιτρέπουν την διέλευση του κόσμου χωρίς να περπατά μέσα στα νερά και από την άλλη πλευρά να λειτουργούν οι κοιλότητες ανάμεσα στις πλάκες σαν αγωγοί μεταφοράς νερού. Στο σχεδιασμό του δικτύου συλλογής και αποχέτευσης του βρόχινου νερού πολλές φορές για να αποφύγουν μεγάλες κλίσεις και διαβρώσεις ακολουθούσαν παραβολική τροχιά. (Chatzakis et al 2006).

Υπήρχε ανεπτυγμένη τεχνογνωσία στην συλλογή στον καθαρισμό και στην επεξεργασία των ομβρίων υδάτων. Στην κατεύθυνση αυτή βλέπουμε ότι το **αποχετευτικό δίκτυο ομβρίων υδάτων** της Άγιας Τριάδας και της Αρχαίας Τυλισού περιλαμβάνει και **δεξαμενή καθίζησης** για την επεξεργασία του συλλεγόμενου νερού. Βλέπουμε λοιπόν ότι σε σχέση με την εποχή αυτή το βρόχινο νερό διαχειρίζονταν **οικολογικά** με σεβασμό στο περιβάλλον ως πολύτιμος πόρος. Από τις υπάρχουσες ενδείξεις μπορούμε να συμπεράνουμε ότι στην Μινωική εποχή εκτός από την τεχνογνωσία κατασκευής και χρήσης δικτύων υπήρχε και κεντρική αρχή που φρόντιζε για την σωστή διαχείριση του νερού (Lyrintzis & Angelakis 2006).

Στην Μινωική Κρήτη είχαν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί δίκτυα **αποχέτευσης** ομβρίων υδάτων καθώς και αποχετευτικά δίκτυα αστικών αποβλήτων με σκοπό να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες του αστικού πληθυσμού. Σε πολλές πόλεις τα **αποχετευτικά** δίκτυα ήταν καλυμμένα με **πέτρα** και αποχέτευαν τα υγρά απόβλητα μαζί με το νερό της βροχής. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τον καλύτερο καθαρισμό των αποχετευτικών δικτύων, μείωση των προβλημάτων ενόχλησης από τις οσμές καθώς και μείωση των προβλημάτων υγιεινής. Σε πολλές πόλεις το νερό της βροχής συλλεγόταν από οροφές των κτηρίων σε μικρές δεξαμενές και μια από τις χρήσεις του ήταν ο καθαρισμός των αγωγών **αποχέτευσης** και των τουαλετών (Angelakis et al 2005).

Στα μινωικά παλάτια κάθε τομέας του παλατιού είχε αποχετευτικό σύστημα που συνδεόταν με ένα κεντρικό. Το αποχετευτικό δίκτυο είχε και κατακόρυφους άξονες με πολλαπλή λειτουργία. Η μια λειτουργία τους ήταν να συλλέγουν και να αποχετεύουν τα όμβρια ενώ η άλλη ήταν να επιτρέπουν τον αερισμό του δικτύου. Η διοχέτευση των βρόχινων νερών είχε ως αποτέλεσμα στην περίπτωση έντονων βροχών, χαρακτηριστικό της εποχής και της περιοχής αυτής τον καλό καθαρισμό του δικτύου. Σαν γενικό συμπέρασμα οι τεχνικές αυτές είχαν ως αποτέλεσμα την λειτουργία ενός **αποτελεσματικού αποχετευτικού δικτύου** με καλές συνθήκες υγιεινής γεγονός που μας δείχνει ότι ο πληθυσμός αυτός είχε προχωρημένες γνώσεις υδραυλικής, αξιοποίησης του νερών καθώς και γνώσεις υγιεινής (Gray 1940).

Στο παλάτι της Κνωσού το συνολικό μήκος του **αποχετευτικού** συστήματος ξεπερνούσε τα 150m. Από το κεντρικό διοικητήριο του ανακτόρου συλλεγόταν τα απόβλητα από ένα μεγάλο **πέτρινο υπόγειο τούνελ** το οποίο ήταν κατασκευασμένο κάτω από τον διάδρομο που οδηγούσε στην βόρεια είσοδο και το οποίο συγκέντρωνε τα υγρά απόβλητα πολλών συνοικιών. Το πιο εξερευνημένο είναι το τμήμα κάτω

από τα ανάκτορα. Εκεί το **αποχετευτικό** σχημάτιζε ένα κύκλο και η **αποχέτευση** γινόταν δια μέσου πέντε **φρεατίων**. Το σύστημα αποχέτευε και τα όμβρια από τις στέγες και συνδεόταν με τις τουαλέτες στους πάνω ορόφους. Οι **αγωγοί** ήταν κτισμένοι από **πέτρες** και επιχρισμένοι με κονίαμα. Ο κεντρικός **αγωγός** ήταν αρκετά μεγάλος για να επιτρέπει καθάρισμα. Οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες και οι περίτεχνες διατομές των σημείων σύνδεσης αγωγού και φρεατίου δείχνουν μεγάλη γνώση των υδραυλικών θεμάτων. (Angelakis et al 2005).

Η υδραυλική τεχνογνωσία της εποχής αυτής ήταν τόσο εξελιγμένη έτσι ώστε το **αποχετευτικό δίκτυο** της Κνωσού διέθετε επίσης φρεάτια επίσκεψης για τον έλεγχο της λειτουργίας του και τη συντήρησή του (Κουτσογιάννης 2011).

Και σε άλλες Μινωικές πόλεις υπήρχαν εξελιγμένα **αποχετευτικά** συστήματα όπως στην **Φαιστό** καθώς και στην **Ζάκρο**. Σε αυτές τις πόλεις το **αποχετευτικό** ήταν πέτρινο μεγάλης διατομής ώστε να επιτρέπει την αποτελεσματική συλλογή των αποβλήτων και τον καθαρισμό του. Οι μικρότερης διατομής **αποχετευτικοί αγωγοί** ήταν κεραμικοί (Angelakis et al 2005).

Σε πολλές περιοχές τα αποχετευτικά δίκτυα είναι σε καλή λειτουργική κατάσταση ακόμη και σήμερα. Αυτά τα δίκτυα αποτελούνταν από **ανοικτούς πήλινους σωλήνες** και **ανοικτούς πέτρινους αγωγούς** (Angelakis et al 2012). Κλειστοί αγωγοί σπάνια χρησιμοποιούνταν για αυτό τον σκοπό. Μεγαλύτεροι αγωγοί με διάσταση ικανή να χωράει ένας άντρας και να τον καθαρίσει έχουν βρεθεί στην Κνωσό στην Φαιστό και στην Ζάκρο (Angelakis et al 2013a).

Στη Ζάκρο υπήρχαν τρεις τύποι αποχετευτικού δικτύου. Ένα τύπος ήταν κατασκευασμένος από πηλό σε μορφή αναστραμμένου π, ένας τύπος ήταν από πέτρα και ένας άλλος στενός τύπος ήταν επίσης από πέτρα αλλά ανοικτός από πάνω (Antoniou & Angelakis 2015).

Ένα από τα πιο εξελιγμένο αποχετευτικό δίκτυο καθώς και δίκτυο όμβριων υδάτων έχει βρεθεί στην Άγια Τριάδα της Κρήτης. Έχει διαπιστωθεί ότι το δίκτυο όμβριων υδάτων εκεί είναι σε καλή **λειτουργική κατάσταση ακόμη και σήμερα 4000 χρόνια** από την κατασκευή του (Angelakis & Spyridakis 2013b). Το αποχετευτικό σύστημα αυτό έχει προκαλέσει τον θαυμασμό διαφόρων ατόμων. Ο ιταλός συγγραφέας Angelo Mosso που βρέθηκε στην περιοχή σε μια έντονη βροχόπτωση στις αρχές του 20^{ου} αιώνα παρακολούθησε την λειτουργία του αποχετευτικού και δήλωσε: «**Αμφιβάλω αν υπάρχει άλλη**

περίπτωση αποχετευτικού συστήματος όμβριων που να λειτουργεί 4000 χρόνια μετά την κατασκευή του» (Angelakis et al 2005).

Γενικά τα έργα αυτής της εποχής σχεδιάζονταν με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να αντέχουν για μεγάλο χρονικό διάστημα πρακτική που σέβεται και είναι φιλική στο περιβάλλον (Kalavrouziotis et al 2015)

B. Αποχετευτικό στη μυκηναϊκή εποχή (1.600 π.Χ. έως το 1.100 π.Χ.) και στον κυκλαδικό πολιτισμό (3.200 έως το 1.100 π.Χ.)

Στη μυκηναϊκή εποχή είχαμε μεγάλα έργα διαχείρισης του νερού για αρδευτική χρήση όπως η αποστράγγιση της λίμνης Κωπαΐδας υπήρχαν όμως και καλά αναπτυγμένα **αποχετευτικά** δίκτυα (Angelakis et al 2014).

Στην Θήρα βρέθηκε καλά διατηρημένη η πόλη του Ακρωτηρίου που οφείλεται στο γεγονός ότι ήταν σκεπασμένη από την λάβα του ηφαιστείου. Το αποχετευτικό δίκτυο αυτής της πόλης αποτελείτο από ένα κεντρικό άξονα ο οποίος ήταν κατηφορικός προς την θάλασσα. Στον κεντρικό αυτό άξονα κατέληγαν διακλαδώσεις που έρχονταν από τους δευτερεύοντες άξονες. Πάνω στον κεντρικό άξονα έχουν βρεθεί διάφορες συνδέσεις που προέρχονταν από τους αγωγούς των κτιρίων.

Στο οικισμό βρέθηκε σε καλή κατάσταση μια **οικία**. Στην οικία αυτή μελετήθηκε η σύνδεση της οικίας με το κεντρικό αποχετευτικό δίκτυο καθώς και το δίκτυο που εξυπηρετούσε εγκαταστάσεις υγιεινής του άνω ορόφου (Γρίβα 2008).

Στον άνω όροφο, όπου υπήρχαν οι χώροι κατοικίας, υπήρχε εγκατάσταση **υγιεινής** απομονωμένη από το υπόλοιπο σπίτι με πλινθότοιχο. Σε εσοχή του εξωτερικού τοίχου είχαν κτιστεί δύο πεζούλια, ύψους 0,43 μ., ανάμεσα στα οποία υπάρχει κενό πλάτους 8-10 εκ.. Το κενό αντιστοιχεί σε οπή στο πάτωμα, η οποία αποτελεί το **στόμιο αγωγού**. Ο αγωγός του κτηρίου αποτελείτο από κατακόρυφους εντοιχισμένους πήλινους σωλήνες που κατέληγαν σε άνοιγμα στον τοίχο και στην συνέχεια σε φρεάτιο εξωτερικά του σπιτιού. Το **φρεάτιο** ήταν συνδεδεμένο με τον κεντρικό αγωγό και σκεπασμένο με μια πλάκα ενώ ήταν και επισκέψιμο. Χαρακτηριστικό της τεχνογνωσίας και της υδραυλικής γνώσης της εποχής ήταν η τοποθέτηση πλακών μέσα στο φρεάτιο με τέτοιο τρόπο ώστε να επιταχύνουν τη ροή του νερού. Με αυτό τον τρόπο λειτουργούσαν ως οσμοπαγίδα που έλεγχε τις οσμές και τις αναθυμιάσεις και λειτουργούσε με τρόπο που μας δείχνει υψηλή τεχνογνωσία και ανεπτυγμένες γνώσεις υδραυλικής και υγιεινής (Παλυβού 2008).

C. Αποχετευτικό στην Αρχαϊκή περίοδο (750 π.Χ. έως το 479 π.Χ.)

Η περίοδος αυτής στην αρχαία Ελλάδα χαρακτηρίζεται από κύμα μετανάστευσης σε άλλα μέρη και την δημιουργία αποικιών. Στην Αμβρακία αποικία της Κορίνθου στην οποία το πολεοδομικό σχέδιο είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία μακρόστενων οικοδομικών νησίδων βρέθηκε στους κεντρικούς δρόμους που χώριζαν τις νησίδες αυτές κεντρικό πέτρινο αποχετευτικό δίκτυο (Πλιάκου 2009).

Στην Λευκάδα αποικία επίσης της Κορίνθου υπήρχε το ίδιο οικοδομικό σχέδιο με την δημιουργία οικοδομικών νησίδων. Στον δρόμο που διαχωρίζει τις νησίδες υπήρχε επίσης κεντρικός πέτρινος αποχετευτικός αγωγός που δεχόταν τα απόβλητα από τα σπίτια. Βρέθηκε επίσης εγκατάσταση τουαλέτας σε σπίτι της πόλης σε ένα βοηθητικό κτήριο δίπλα ακριβώς στον κύριο αποχετευτικό αγωγό, όπου είχε ανοιχθεί στο ύψος του δαπέδου αυλάκι από το οποίο έβγαζε τα λύματα της τουαλέτας στον κύριο αποχετευτικό αγωγό. Δίπλα σε ένα πηγάδι βρέθηκαν επίσης εγκαταστάσεις ενός λουτρού το οποίο έπαιρνε νερό από το πηγάδι ενώ τα απόβλητα με την βοήθεια ενός μικρού υπόγειου αγωγού κατέληγαν στον κεντρικό αποχετευτικό αγωγό (Fiedler 2009).

D. Αποχετευτικό στη Κλασική και Ελληνιστική περίοδο (479-67 π.Χ.)

Οι αρχαίοι Έλληνες είχαν συνειδητοποιήσει από την Αρχαϊκή Εποχή την επίδραση της υγιεινής στην ποιότητα της ζωής τους για το λόγο αυτό αναπτύσσονται την εποχή αυτή **μπάνια, τουαλέτες και αποχετευτικά δίκτυα**.

Στον αστικό ιστό που δημιουργήθηκε κατασκευάστηκε σε πολλές περιπτώσεις **αποχετευτικό δίκτυο** με σκοπό την απομάκρυνση αστικών αποβλήτων και όμβριων υδάτων. Η υιοθέτηση σε πολλές πόλεις τού Ιπποδάμειου πολεοδομικού συστήματος που έγινε στην κλασική εποχή το οποίο περιελάμβανε την δημιουργία μεγάλων ευθείων δρόμων, καθώς και οργανωμένων πολεοδομικών τετραγώνων με παράλληλους δρόμους γύρω από την κεντρική αγορά είχε σαν αποτέλεσμα την δημιουργία καλύτερων συνθηκών για την κατασκευή και την λειτουργία **αποχετευτικών** συστημάτων.

Χαρακτηριστική είναι η δημιουργία **μικρών αγωγών** που διαπερνούν τις οικίες των σπιτιών και ενώνονται με μεγαλύτερους αγωγούς που περνούν από τις οδούς. Οι αγωγοί αυτοί συλλέγουν τα απόβλητα μικρότερων αγωγών από τις τουαλέτες, από κάθετους αγωγούς που εξυπηρετούν άλλες οικιακές ανάγκες καθώς και από υδρορροές και άλλες υποδομές συλλογής βρόχινων υδάτων.

Το **αποχετευτικό δίκτυο** ολοκληρώνεται με την σύνδεση των αγωγών που περνούν από τους δρόμους με άλλους μεγαλύτερους που μεταφέρουν τα απόβλητα στον εκάστοτε αποδέκτη.

Κατασκευαστικά οι αγωγοί αυτοί είναι κυρίως από πέτρα αλλά σε μερικές περιπτώσεις υπάρχουν και πήλινοι. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι αγωγοί είναι υπόγειοι αλλά μερικές φορές υπάρχουν και επιφανειακά αυλάκια για την συλλογή και την μεταφορά των αποβλήτων. Στην αποχετευτική εγκατάσταση περιλαμβάνονται πολλές φορές **φρεάτια** για την συλλογή των αποβλήτων τον καθαρισμό των δικτύων και την προστασία του δικτύου από μεγάλες πιέσεις.

Την κλασική εποχή έχουμε μεταβολή του πολιτεύματος στην αρχαία Αθήνα από την μοναρχία στη δημοκρατία. Η πόλη μετακινείται από την ακρόπολη στην αγορά η οποία γίνεται το κέντρο της πολιτικής, κοινωνικής και εμπορικής δραστηριότητας. Σταδιακά άρχισαν να αναπτύσσονται τεχνολογίες υγιεινής στον χώρο της αγοράς. Επίσης η ποιότητα της ζωής και η υγιεινή διαβίωση άρχισαν σταδιακά να αποκτούν μεγάλη σημασία. Άρχισαν να χτίζονται δημόσιες τουαλέτες και λουτρά. Επίσης κατασκευάστηκε μεγάλος αγωγός που μετέφερε τα απόβλητα έξω από την πόλη. Ο αγωγός είχε ένα μέτρο πλάτος. Οι πλευρές του ήταν πέτρινες η βάση ήταν από πλακάκια ενώ ήταν καλυμμένος με πέτρινες πλάκες (Chiotis & Chioti 2012).

Το **αποχετευτικό** σύστημα της αρχαίας Αθήνας ξεκίνησε ως αποχετευτικό όμβριων υδάτων αλλά στην αρχή του 5^{ου} αιώνα π.Χ. άρχισε να δέχεται αστικά απόβλητα και κατέληγε σε ένα πολύ μεγάλο κανάλι αποχετευτικού συστήματος (Feo et al 2010).

Στην **ελληνιστική** εποχή η πόλη της αρχαίας Αθήνας καταστράφηκε από τους πέρσες και ανοικοδομήθηκε πάλι με βάση το ιπποδάμειο σύστημα. Η δομή αυτή με τους παράλληλους δρόμους επέτρεπε την κατασκευή μεγαλύτερων και αποτελεσματικότερων εγκαταστάσεων υγιεινής. Την εποχή αυτή κατασκευάστηκαν και δύο κλάδοι του αποχετευτικού αγωγού της αγοράς. Είχαμε επίσης σημαντική εξέλιξη και **βελτίωση** του **αποχετευτικού** συστήματος με την δημιουργία πολύπλοκου αποχετευτικού δικτύου. Δημιουργούνται **υπόγειοι** κυρίως αγωγοί για την μεταφορά των αποβλήτων μακριά από τις πόλεις, ενώ γίνεται ανάθεση της επιτήρησης της λειτουργίας στην αστυνομία αυτής της εποχής (Zarkadoulas et al 2008).

Στην Αθήνα στο αποχετευτικό σύστημα κατασκευάστηκαν τον 4^ο π.Χ. τρύπες για την σύνδεση των σπιτιών σε αυτών. Οι αγωγοί από τα σπίτια ήταν πέτρινοι σκεπασμένοι με πλάκες ή από ανεστραμμένα κεραμίδια. Αυτές οι παρεμβάσεις ίσως

οδήγησαν στην επιδημία που ξέσπασε αυτή την εποχή. Το εντυπωσιακό είναι επίσης ότι το αποχετευτικό αυτό σύστημα που κάλυπτε τις ανάγκες αποχέτευσης της αρχαίας αγοράς της Αθήνας και της περιοχής που δημιουργήθηκε γύρω από αυτή λειτουργεί ακόμη και σήμερα (Koutsoyiannis & Patrikiou 2013).

Οι αρχαίοι Αθηναίοι κατανοώντας την σημασία της υγιεινής στην ποιότητα ζωής της διαβίωσης τους είχαν δημιουργήσει νόμους σχετικά με την χρήση του νερού καθώς και σχετικά με την ρύπανση. Ένας τέτοιος νόμος που βρέθηκε σε επιγραφή προσπαθούσε να αποτρέψει την ρύπανση από τα βυρσοδευεία καθώς και τη ρύπανση του Ηριδανού ποταμού από τα σκουπίδια (Koutsoyiannis 2012; Παππάς 1999).

Το **αποχετευτικό** σύστημα στις πιο πολλές πόλεις αναπτυσσόταν σε **τέσσερα** επίπεδα. Αρχικά είχαμε το κομμάτι του δικτύου από τα κτήρια που κατάληγε σε μεγαλύτερο αγωγό στον δρόμο, αυτός αποχέτευε σε ακόμη μεγαλύτερα κύρια κανάλια που κατέληγαν στον κεντρικό αγωγό αποχέτευσης της πόλης. Ένα τέτοιο σύστημα αποχέτευσης βρέθηκε ανάμεσα στην Ακρόπολη και το λόφο Πνύκα, όπου οι αρχαιολόγοι ανακάλυψαν μια σειρά από κανάλια που συγκλίνουν σε ένα μονό συλλέκτη (Lofrano & Brown 2010).

Οι Αρχαίοι Έλληνες στην αρχαία Αθήνα είχαν δημόσια αποχωρητήρια από το 300 π.Χ. τα οποία αποστράγγιζαν σε αγωγούς που μετέφεραν τα λύματα και τα όμβρια ύδατα σε μια λεκάνη συλλογής έξω από την πόλη. Από εκεί, με αγωγούς από τούβλο μεταφέρονταν τα λύματα σε χωράφια

Στην αρχαία Ελλάδα χρησιμοποιούσαν τα απόβλητα από τα λουτρά για τον καθαρισμό των τουαλετών. Επίσης το βρόχινο νερό το χρησιμοποιούσαν για τον καθαρισμό των αγωγών αποβλήτων ενώ ταυτόχρονα αραιώναν τα απόβλητα για άρδευση αγροτικών εκτάσεων. Υπήρχε μεγάλη άνθιση των οικιακών στερνών και με αυτό τον τρόπο αποθηκεύονταν νερό για διάφορες χρήσεις ενώ ταυτόχρονα μειωνόταν ο όγκος των ομβρίων που έπρεπε να διαχειριστούν (Crouch 1993).

Με την πάροδο του χρόνου ο σχεδιασμός και η κατασκευή **αποχετευτικού συστήματος** αποκτούσε όλο και μεγαλύτερη σημασία. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση στην Δήλο η οποία διέθετε ένα τεχνικά σύνθετο και αποτελεσματικό αποχετευτικό δίκτυο. Στο δίκτυο αυτό κάθε **σπίτι** διέθετε **αγωγό** που μετέφερε τα απόβλητα σε κεντρικούς ορθογώνιους και υπόγειους υπονόμους που μετέφεραν τα απόβλητα στην θάλασσα εκμεταλλεόμενοι και την κατηφορική πορεία των δρόμων, ενώ υπήρχαν και τα απαραίτητα **φρεάτια**. **Χαρακτηριστικό είναι επίσης ότι** βρέθηκαν τουαλέτες στο

68% των 102 οικιστικών μονάδων του νησιού (Trümper 2010).

Στην Όλυνθο υπήρχε ένα προσεκτικά σχεδιασμένο **αποχετευτικό** σύστημα. Κάθε σπίτι συνδεόταν ο αγωγός των αποβλήτων με τον πέτρινο αγωγό που περνούσε κάτω από κάθε στενό δρομάκι που διχοτομούσε το τετράγωνο των δέκα σπιτιών. Η πόλη ήταν δομημένη σε τετράγωνα που αποτελούνταν από δέκα σπίτια ενώ οι αγωγοί αυτοί συνδέονταν με κεντρικούς αγωγούς που περνούσαν από τους κεντρικούς δρόμους (Crouch 1993).

Στην Άργιλο που γνώρισε μεγάλη οικιστική ανάπτυξη τον 5^ο αιώνα π.Χ. βρέθηκαν σε οικία εγκαταστάσεις λουτρού με χτιστή βάση για την τοποθέτηση του λουτήρα. Επίσης βρέθηκε χτιστός αγωγός για την μεταφορά των αποβλήτων του μάνιου έξω από το σπίτι. Στην αυλή βρέθηκε επίσης λιθόστρωτος αγωγός και αβαθής δεξαμενή που δεχόταν τα όμβρια νερά (Μαλαμίδου 2009).

Η αρχαία Πέλλα είναι μια πόλη με μεγάλη ιστορία με διαχρονική κατοίκησή της από την Πρώιμη Εποχή Χαλκού η οποία έγινε πρωτεύουσα του μακεδονικού βασιλείου στα τέλη του 5^{ου} π.Χ. Η πόλη είχε ρυμοτομικό σχέδιο, με ορθογώνια οικοδομικά τετράγωνα, τα οποία χωρίζονταν ομοιόμορφα από δρόμους πλάτους 6 και 9 μέτρων. Κάτω από τους δρόμους περνούσε ένα καλά οργανωμένο δίκτυο **υδροδότησης και αποχέτευσης**. Στοές κατασκευασμένες στο βράχο μετέφεραν νερό από τις πηγές των βουνών. Βρέθηκαν επίσης λουτρά σε πολλά σπίτια, αλλά και σε δημόσια κτίρια. (Λιλιμπάκη-Ακαμάτη 2010).

Στην πόλη βρέθηκε ένα από τα αρχαιότερα **λουτρά** που διέθετε **υποδαπέδια** θέρμανση καθώς και **πρωτοποριακά υδρευτικά** και **αποχετευτικά** συστήματα ενώ ήταν εξοπλισμένο με πισίνα, επιδρωτήρες καθώς ατομικούς και ομαδικούς λουτήρες. Οι εγκαταστάσεις αυτές χρονολογούνται από το 325-300 π.Χ. ενώ υπάρχουν ενδείξεις ότι εκσυγχρονίζονται αργότερα το 275 π.Χ περίπου. Μια τεχνολογική καινοτομία της εποχής ήταν η υποδαπέδια θέρμανση ενώ υπήρχαν υπόγειοι αγωγοί για χλιαρό και ψυχρό νερό, που μας δείχνει ότι πιθανόν τα συστήματα των ρωμαϊκών χρόνων είναι αποτέλεσμα τεχνολογίας που αποκτήθηκε στην αρχαία Πέλλα. Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι υπήρχε μια καλά **οργανωμένη πόλη** στα πρότυπα των σημερινών πόλεων με καλές συνθήκες υγιεινής.

Στην αρχαία Πέλλα το **κεντρικό σύστημα αποχέτευσης** ήταν μικτό, λιθόκτιστο σκεπασμένο με πλάκες και μετέφερε τα πλεονάζοντα όμβρια και τα αστικά απόβλητα στις ελαιώδεις εκτάσεις έξω από την πόλη. Οι κεντρικοί αγωγοί που διέσχιζαν

τους δρόμους παραλάμβαναν απόβλητα από μικρότερους αγωγούς από δημόσιες και ιδιωτικές εκτάσεις και κτήρια. Οι μικρότεροι αγωγοί ήταν λιθόκτιστα κανάλια σκεπασμένα με πλάκες, πέτρινα αυλάκια, πήλινοι αγωγοί κυκλικοί ή τετράγωνοι, καθώς και μικρά άλλα αυλάκια αλλά και σωλήνες κατασκευασμένοι από μόλυβδο.

Για την συλλογή των όμβριων υδάτων από τα κτήρια χρησιμοποιούσαν **πέτρινα αυλάκια** πεταλόσχημης κατασκευής. Τα αυλάκια αυτά ήταν κατασκευασμένα στην εσωτερική πλευρά του στυλοβάτη στις αυλές των σπιτιών και των άλλων κτιρίων. Τέτοιες κατασκευές υπήρχαν στην κεντρική αγορά για την απομάκρυνση των πλεοναζόντων νερών στην οικία του Διονύσου και σε ένα άλλο κτήριο (Καϊάφα 2008).

Στο Καλλίθηρο μια πόλη εννέα χιλιόμετρα νότια της Καρδίτσας στον παλιό οικισμό που δημιουργήθηκε το 320 π.Χ βρέθηκε επιφανειακός μικρός αγωγός που διέσχιζε εγκάρσια τείχη για να απομακρύνονται τα υγρά απόβλητα έξω από την πόλη. Το αυλάκι αυτό είχε πλάτος 0,40 m και ύψος 0,60 m. Στα δύο άκρα και στην μέση του αγωγού κάτω από τα τείχη ήταν τοποθετημένοι μικροί λίθινοι πεσίσκοι για τον περιορισμό της πιθανότητας διείσδυσης εχθρού (Ιντζεσίλογλου 2009).

E. Αποχετευτικό σύστημα στην ρωμαϊκή εποχή (67 π.Χ. το 330 μ.Χ.)

Στην ρωμαϊκή εποχή είχαμε περαιτέρω εξέλιξη του **αποχετευτικού** συστήματος. Στην ρωμαϊκή εποχή τα σπίτια ήταν εφοδιασμένα με **εντοιχισμένα** οριζόντια ή κάθετα **δίκτυα** και οδηγούσαν τα απόβλητα έξω από τα σπίτια σε κεντρικούς υπονόμους που διέρχονταν υπόγεια κάτω από τους δρόμους και οδηγούσαν τα απόβλητα στη θάλασσα ή σε άλλους αποδέκτες. Οι κεντρικοί υπόνομοι ήταν λιθόκτιστοι χωρίς εσωτερικό επίχρισμα.

Την ρωμαϊκή εποχή το πλεονάζον νερό από τις κρήνες (καινοτομία της εποχής) χρησιμοποιούνταν για την άρδευση οικιακών κήπων η απομακρύνονταν με το **αποχετευτικό** το οποίο καθάριζε ταυτόχρονα και έτσι έδινε λύση στην δημιουργία οσμών από τα απόβλητα. Η ενσωμάτωση των νερών αυτών στα απόβλητα για την αραίωση τους, τον καθαρισμό των δικτύων και για την αντιμετώπιση διάφορων προβλημάτων μας δείχνει υψηλή **υδραυλική τεχνογνωσία** την εποχή αυτή καθώς και γνώσεις σωστής διαχείρισης των οικιακών αποβλήτων καθώς και γνώσεις υγιεινής (Καϊάφα 2008).

Στην Πάτρα μια πόλη που αναπτύχθηκε ιδιαίτερα στην ρωμαϊκή εποχή τα οικιακά απόβλητα μέσω κτισμένων αγωγών η πήλινων σωλήνων κατέληγαν σε μεγάλους υπόγειους

υπονόμους που περνούσαν κάτω από τους κεντρικούς δρόμους και κατέληγαν στην θάλασσα. Υπάρχει μια περίπτωση που το αποχετευτικό λειτουργεί ακόμη και σήμερα. Στο ρωμαϊκό ωδείο το νερό της βροχής που κατεβαίνει από τις κερκίδες καταλήγει σε ένα φρεάτιο στην μέση της κερκίδας και αποχετεύεται σε κάποιο κεντρικό υπόνομο που δεν έχει βρεθεί ακόμη εδώ. Το αποχετευτικό αυτό σύστημα λειτουργεί εδώ και 100 χρόνια που έχει ανακαλυφθεί χωρίς να δημιουργεί κανένα πρόβλημα. (Petrooulos 2014).

Από την ρωμαϊκή εποχή και μέχρι τα μέσα του 19^{ου} αιώνα δεν παρατηρήθηκε ουσιαστική πρόοδος στην διαχείριση των αποβλήτων, στην κατασκευή αποχετευτικών δικτύων καθώς και στην δημιουργία εγκαταστάσεων υγιεινής.

Σε πολλές πόλεις τα απόβλητα έτρεχαν ελεύθερα στις αυλές των σπιτιών και στους δρόμους. Αυτό βέβαια είχε ως συνέπεια την εκδήλωση επιδημιών που ήταν πραγματική μάστιγα στις μεσαιωνικές πόλεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της νοοτροπίας αυτής της εποχής καθώς και της νεότερης ιστορίας είναι ότι στα ανάκτορα των Βερσαλλιών δεν κατασκευάστηκαν αποχετεύσεις (Κουτσογιάννης 2011).

Η πρώτη αξιολογη κατασκευή αποχετευτικού με προδιαγραφές ενός σύγχρονου αποχετευτικού δικτύου έγινε το 1842 στο Αμβούργο μετά την καταστροφή της πόλης από φωτιά.

Η εξάπλωση θανατηφόρων επιδημιών όπως η χολέρα δημιούργησε τις συνθήκες για την κατασκευή δικτύων αστικών αποβλήτων. Έτσι το 1855 κατασκευάστηκε στο Λονδίνο μικτό σύστημα αποχέτευσης και το ίδιο έγινε και στο Παρίσι το 1880 (Μαρκαντωνάτος 1990).

F. Διάθεση και επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων στην αρχαία Ελλάδα

Οι έξοδοι των αγωγών αποχέτευσης στις Μινωικές πόλεις φαίνονται παρόμοιες. Αποδέκτης των αποβλήτων των ανακτόρων της Κνωσού ήταν ο χείμαρρος Καίρατος. Τα απόβλητα από το παλάτι της Ζάκρου είχαν σαν αποδέκτη την θάλασσα. Σε όλες τις πόλεις υπήρχαν δεξαμενές συλλογής και επαναχρησιμοποίησης όμβριων υδάτων. Πριν την κύρια δεξαμενή υπήρχαν μικρότερες δεξαμενές καθίζησης για τον καθαρισμό του συλλεγόμενου νερού (Chatzakis et al 2006). Υπάρχουν επίσης ενδείξεις ότι στο ανάκτορο της Φαιστού και στην βίλα της Αγίας Τριάδας γινόταν διάθεση και χρήση των οικιακών αποβλήτων σε γεωργικές εκτάσεις (Angelakis et al 2005).

Υπάρχουν ιστορικές ενδείξεις ότι το 2.700 π.Χ. οι αρχαίοι Μίνωες ήταν οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν απόβλητα σε

μεγάλη κλίμακα για την **άρδευση** χωραφιών. Αυτό μπορούμε επίσης να το συμπεράνουμε από την ύπαρξη αγωγών αποβλήτων που καταλήγουν στα χωράφια (*Angelakis & Snyder 2015b*).

Το 2.600 π.Χ. οι κάτοικοι της Αρχαίας Αθήνας, της Αρχαίας Σπάρτης και της Αρχαίας Κατερίνης χρησιμοποιούσαν απόβλητα για άρδευση με σκοπό την επεξεργασία των αποβλήτων και την άρδευση και αύξηση της σοδιάς των καλλιεργειών. Επίσης στην βίβλο υπάρχουν δύο αναφορές για την εφαρμογή αποβλήτων σε χωράφια (*Angelakis & Snyder 2015b; Tzanakakis et al 2006*).

Στην αρχαία Ελλάδα η πρακτική της συγκέντρωσης και αξιοποίησης των νερών της βροχής είναι μια πρακτική φιλική προς το περιβάλλον (*Kalavrouziotis et al 2015*). Το νερό αυτό αρχικά οι αρχαίοι Έλληνες το χρησιμοποιούσαν για τον καθαρισμό των τουαλετών και των υονόμων. Στη συνέχεια χρησιμοποιούσαν τα αραιωμένα απόβλητα σε ανοικτές εκτάσεις γιατί όπως μπορούμε να υποθέσουμε είχαν παρατηρήσει τις ευεργετικές τους ιδιότητες στην άρδευση και στη ανάπτυξη των φυτών για την παραγωγή ξυλείας ή και καρπών.

Η χρησιμοποίηση των αποβλήτων αυτή σε καλυμμένες από δέντρα και άλλα φυτά εκτάσεις εξαιτίας της εξατμισοδιαπνοής είχε το πλεονέκτημα οι εκτάσεις αυτές να δέχονται μεγάλο όγκο αποβλήτων χωρίς κανένα πρόβλημα. Επίσης με την βοήθεια της μικροχλωρίδας του εδάφους είχαμε την αποδόμηση των αποβλήτων. Η απόθεση των αποβλήτων σε μεγάλες εκτάσεις και η ευγενική επίδραση του ήλιου και του αέρα είχε σαν αποτέλεσμα την θανάτωση των αναερόβιων βακτηρίων και κατά συνέπεια την απομάκρυνση των οσμών.

Παρατηρούμε δηλαδή μια οικολογική συμβίωση των αρχαίων Ελλήνων με την φύση οι οποίοι είχαν την ικανότητα να αντιλαμβάνονται τους φυσικούς κύκλους. Είχαμε λοιπόν μια κυκλική αλληλεπίδραση αστικού κέντρου με την ύπαιθρο. Είχαμε μεταφορά θρεπτικών στοιχείων με τα φρούτα και την ξυλεία στις πόλεις και μεταφορά θρεπτικών στοιχείων με την βοήθεια των αποβλήτων στην ύπαιθρο.

Επίσης η τακτική αυτή είναι φιλική με το περιβάλλον και έχει το πλεονέκτημα ότι το νερό των αποβλήτων αφού στο έδαφος θα υποστεί φυσική διαδικασία καθαρισμού θα εμπλουτίσει εκ νέου τους υδροφόρους ορίζοντες οι οποίοι έτσι δεν εξαντλούνται και οι πηγές συνεχίζουν να παράγουν νερό πρακτική που πήγαζε από την γνώση του υδρολογικού κύκλου (*Koutsoyiannis & Angelakis 2003*).

IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το πρώτο καλά οργανωμένο αποχετευτικό δίκτυο το συναντάμε για πρώτη φορά στην ιστορία του ανθρώπινου γένους στην Κρήτη το 3.000 π.Χ. στην Μινωική εποχή. Το αποχετευτικό δίκτυο στην Μινωική Κρήτη αποτελείτο συνήθως από πέτρινους ανοικτούς αγωγούς και σπανιότερα από πήλινους. Γινόταν συλλογή του βρόχινου νερού όποτε υπήρχε ανάγκη για την απομάκρυνση μικρότερων ποσοτήτων νερού.

Στην αρχαία Ελλάδα στην κλασική και αρχαϊκή εποχή είχε μεγάλη σημασία η ποιότητα του νερού, οι συνθήκες υγιεινής και έτσι αναπτύσσονται την εποχή αυτή μπάνια, τουαλέτες και αποχετευτικά δίκτυα. Τα αποχετευτικά δίκτυα αυτής της αποχής ήταν κλειστού τύπου οργανωμένα σε τέσσερα επίπεδα. Τα απόβλητα κυλούσαν από ένα αγωγό σε ένα μεγαλύτερο κανάλι του δρόμου, που με τη σειρά έρεε σε μεγαλύτερα κύρια κανάλια που στη συνέχεια αποχέτευαν σε ένα ενιαίο συλλέκτη.

Στην ρωμαϊκή εποχή είχαμε περαιτέρω ανάπτυξη των συνθηκών υγιεινής με κατασκευή λουτρών, τουαλετών και αποχετευτικών δικτύων. Μια καινοτομία της εποχής ήταν η συνεχόμενη συλλογή του νερού που έφευγε από τις κρήνες και η χρησιμοποίησή του για καθαρισμό των τουαλετών.

Σαν γενικό συμπέρασμα μπορούμε να πούμε ότι το τεχνολογικό επίπεδο σε εγκαταστάσεις υγιεινής στην αρχαία Ελλάδα μπορεί να συγκριθεί μόνο με τα σύγχρονα συστήματα υγιεινής του νερού που κατασκευάστηκαν στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική από το 2^ο μισό του 19^{ου} αιώνα μ.Χ. και μέχρι σήμερα.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Γρίβα, Ε. (2008). Υλοποίηση Βάσης Δεδομένων Αρχαίων Υδραυλικών Έργων, *Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*
- Ιντζεσίλογλου, Μ. (2009). Καλλίθηρα. Η οργάνωση του αστικού χώρου ενός αρχαίου οικισμού, *Αρχαιολογία*, 112, 58-66.
- Καϊάφα, Α. (2008). Συστήματα ύδρευσης και αποχέτευσης κατά την ελληνιστική και ρωμαϊκή περίοδο στη Μακεδονία, *Διαδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*.
- Κουτσογιάννης, Δ. (2011). Σχεδιασμός αστικών δικτύων αποχέτευσης, *Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*.
- Λιμπάκη-Ακαμάτη, Μ. (2010). Τα σπίτια της Πέλλας. *Αρχαιολογία και Τέχνες*, 25-35.
- Μαλαμίδου, Δ. (2009). Κατοικία και πολεοδομική οργάνωση στην Άργιλο, *Αρχαιολογία & Τέχνες*, 113, 18-25.
- Μαρκαντωνάτος, Γ. (1990). Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων, Αθήνα.
- Παλυβού, Κ. (1998). Εγκαταστάσεις υγιεινής, *Καθημερινή*, 18-19.
- Παππάς, Α. (1999). Η ύρδευση των αρχαίων Αθηνών, *Ελεύθερη Σκέψη*, Αθήνα.
- Πλιάκου, Γ. (2009). Η κατοικία στην Αμβρακία κατά την αρχαϊκή περίοδο, *Αρχαιολογία & Τέχνες*, 112, 31-37.

- Trümper, M. (2010). Η κατοικία στην υστεροελληνιστική Δήλο, *Αρχαιολογία & Τέχνες*, 114, 15-27.
- Fiedler, M. (2009). Η αρχαία Λευκάδα και τα σπίτια της, *Αρχαιολογία & Τέχνες*, 112, 38-46.
- Angelakis, A.N. & Zheng, X. Z. (2015a). Evolution of Water Supply, Sanitation, Wastewater, and Stormwater Technologies Globally. *Water*, 7, 455-463.
- Angelakis, A.N. & Snyder, A. S. (2015b). Wastewater Treatment and Reuse: Past, Present, and Future, *Water* 7, 4887-4895.
- Angelakis, A.N., Mamassis, N., Dyalynas, E.G. & Defteraios, P. (2014). Urban Water Supply, Wastewater, and Stormwater Considerations in Ancient Hellas: Lesson Learned. *Environment and Natural Resources Research*, 4(3)95-102.
- Angelakis, A. N., Giovanni, F., Laureano, P. & Zourou, A. (2013a). Minoan and Etruscan Hydro-Technologies, *Water*, 5, 972-987.
- Angelakis, A.N.& Spyridakis, S.V. (2013b). Major urban water and wastewater systems in Minoan Greece, *Water Science & Technology, Water Supply*, 3,564-573.
- Angelakis, A., Koutsoyiannis, D. & Papanicolaou, P. (2012). On the Geometry of the Minoan Water Conduits, IWA Specialized Conference on Water&Wastewater, Technologies in Ancient Civilizations, *Istanbul-Turkey*.
- Angelakis, A.N.& Spyridakis, S.V., (2010). A brief history of water supply and wastewater management in ancient Greece, *Water Science & Technology: Water Supply*, 10.4, 618-630.
- Angelakis, A.N., Koutsoyiannis, D., & Tchobanoglous, G. (2005). Urban wastewater and stormwater technologies in ancient Greece. *Water Research*, 39, 210-220.
- Antoniou, G.P.& Angelakis, A.N. (2015). Latrines and Wastewater Sanitation Technologies in Ancient Greece, in Sanitation, Latrines and Intestinal Parasites in past Populations. Mitchel (Eds), *Ashgate Publishing*, 41-67.
- Brown, J. & Lofrano G. (2014). Overview of wastewater management through the Ages, Regional Symposium on Water, Wastewater and Environment: Traditions and Culture, e-Proceeding, (Eds) I. K. Kalavrouziotis and A. N. Angelakis, *Hellenic Open University*
- Chatzakis, M., Lyrantzis, A., Mara, D.& Angelakis, A. (2006). Sedimentation Tanks through the Ages, 1st IWA International Symposium on Water and Wastewater Technologies in Ancient Civilizations. *Symposium Preprint Book*, (Eds) Angelakis, A. N.& Koutsoyiannis, *Typokreta, Iraklio, Greece*, 757-761.
- Chiotis, E. D. & Chioti, L. E. (2012). Water supply of Athens in the antiquity, *ch. 16 in Evolution of Water Supply Throughout Millennia (eds). Angelakis, A. N., Mays, L. W., Koutsoyiannis, D. & Mamassis N., IWA Publishing, London, UK*
- Crouch, D. (1993). Water Management in Ancient Greek Cities, *New York Oxford University Press*
- Feo, G., Antoniou, G., Fardin, H., Gohary, F., Zheng, X., Reklaityte, L., Butler, D., Yannopoulos, S. & Angelakis A. (2014). The Historical Development of Sewers Worldwide, *Sustainability*, 6, 3936-3974
- Feo, G., Laureano, P., Drusiani, R.& Angelakis A.N. (2010). Water and wastewater management technologies through the centuries, *Water Science & Technology Water Supply*, 336-349
- Gray, H. (1940). "Sewerage in Ancient and Medieval Times, *Sewage Works Journal*, 12(5) 939-946.
- Kalavrouziotis, I., Koukoulakis, P. & Drakatos P. (2015). Water and wastewater management in the context of an ethically oriented environmental protection, *Int. J. Global Environmental Issues*, 14, 226-237.
- Koutsoyiannis, D. & Patrikiou, A. (2013). Water control in Ancient Greek cities, *Water and Urbanization*, 130-143.
- Koutsoyiannis, D. (2012). Water control in the Greek cities, Water systems and urbanization in Africa and beyond *Uppsala, Sweden*
- Koutsoyiannis, D. & Angelakis, A. N. 2003. Hydrologic and hydraulic science and technology in ancient Greece, *The Encyclopedia of Water Science*, 415-417.
- Lofrano, G.& Brown, J. (2010). Wastewater management through the ages: A history of mankind, *Science of the Total Environment*, 408, 5254-5264.
- Lyrantzis, A.& Angelakis, A.N. (2006). Is the Labyrinth a Water Catchment Technology; A Preliminary Approach, . 1st IWA International Symposium on Water and Wastewater Technologies in Ancient Civilizations. *Symposium Preprint Book*, (Eds) Angelakis, A. N.& Koutsoyiannis, D. *Typokreta, Iraklio, Greece*, 163-173.
- Petropoulos, M. (2014). The cult and the use of water in Ancient Greece with emphasis the ancient city Patras, Regional Symposium on Water, Wastewater and Environment: Traditions and Culture, e-Proceeding, (Eds) Kalavrouziotis, I. K. & Angelakis, A. N *Hellenic Open University*
- Tzanakakis, V., Paranychiakis, N. & Angelakis, A. (2006). Evolution of land Treatment Practice for the Management of Wastes, 1st IWA International Symposium on Water and Wastewater Technologies in Ancient Civilizations. *Symposium Preprint Book*, (Eds) Koutsoyiannis, A. N., *Typokreta, Iraklio, Greece*, 7179.
- Zarkadoulas, N., Koutsoyiannis, D., Mamassis, N. & Papalexou S.M. (2008). Climate, Water and Health in Ancient Greece, *European Geosciences Union General Assembly 2008 Vienna, Austria*