



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ



ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΕ

ΥΠΑΡΞΗ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΣΕ ΥΔΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Πτυχιακή Εργασία



ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΤΑΓΚΑ

ΑΜ:1598

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΣΠΥΡΙΔΟΥΛΑ-ΜΕΛΙΝΑ ΚΩΤΤΗ

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΧΑΝΙΑ 2017

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΤΡΟΠΗ:

ΚΩΤΤΗ ΣΠΥΡΙΔΟΥΛΑ-ΜΕΛΙΝΑ

ΛΥΔΑΚΗΣ-ΣΗΜΑΝΤΗΡΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΚΑΛΔΕΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όσους με βοήθησαν στην εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας.

Πρώτα, την καθηγήτρια μου κ. Μελίνα-Σπυριδούλα Κώττη, Επίκουρο Καθηγήτρια του Τμήματος Μηχανικών Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας.

Τους καθηγητές μου τον κ. Νικόλαο Λυδάκη-Σημαντήρη, καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, καθώς και τον κ. Δημήτριο Καλδέρη, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, για την τιμή που μου έκαναν να αποτελέσουν μέλη της Τριμελούς Επιτροπής.

Θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου, που συμπαραστάθηκε υλικά και ψυχολογικά καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου και τέλος τις φίλες μου Καλλιόπη και Δανάη και την πολύτιμη βοήθεια τους καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το νερό αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες ζωής πάνω στη γη. Χωρίς αυτό δεν μπορεί να επιβιώσει κανένας ζωντανός οργανισμός. Ωστόσο, οι υδάτινοι πόροι δεν καθίστανται ανεξάντλητοι και για αυτό το λόγο είναι απαραίτητο να γίνεται σωστή διαχείρισή τους. Επίσης, στις μέρες μας καταναλώνονται τεράστιες ποσότητες φαρμάκων από τους ανθρώπους για την καταπολέμηση ενός εύρους ασθενειών. Σημαντικές ποσότητες φαρμακευτικών ενώσεων καταλήγουν στο υδάτινο περιβάλλον μέσω των ανθρώπινων απεκκρίσεων, πλήττοντας σε μεγάλο βαθμό τον κυριότερο παράγοντα της ύπαρξης ζωής και κατά συνέπεια τα πάντα.

Προκειμένου να περιοριστούν οι αρνητικές επιπτώσεις του εν λόγω φαινομένου, η κυβέρνηση της χώρας μας έχει εκδώσει ειδική νομοθεσία, σύμφωνα με την οποία πρέπει να διενεργείται αυστηρός έλεγχος αναφορικά με την ασφάλεια και την ορθή χρήση τόσο των ανθρώπινων όσο και των κτηνιατρικών φαρμάκων. Έχουν πραγματοποιηθεί κάποιες μελέτες γύρω από την ύπαρξη φαρμακευτικών ενώσεων στα νερά της Ελλάδος οι οποίες περιγράφονται στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας αυτής. Εκτός από τις μελέτες στην χώρα μας περιγράφονται επίσης και κάποιες άλλες εργασίες σχετικές με την ύπαρξη φαρμακευτικών ενώσεων σε νερά άλλων Ευρωπαϊκών χωρών.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: Ελλάδα, εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, νερό, φαρμακευτικές ενώσεις

ABSTRACT

Water is the most essential good. Its lack can cause the death of the living organisms. Water resources are not unlimited and this makes mandatory the need for management. Nowadays huge quantities of drugs are consumed by many people in order to face a great range of diseases. Large quantities of drugs find their way to water courses, such as rivers, lakes, groundwater, etc. and pollute them. In order to limit the negative consequences of the drug overdose and disposal, the Greek Government has established a directive for the safety and proper use of the pharmaceuticals. The literature about the investigation of the occurrence of pharmaceutical compounds in water in Greece is described in detail in the present thesis. Besides, other studies for the occurrence of pharmaceutical compounds in water in other European countries are described also in this thesis.

KEYWORDS: Greece, pharmaceutical compounds, water, sewage treatment plants

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1 ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ.....	8
1.1.1 Κατανομή των υδάτινων πόρων στην γη.....	8
1.1.2 Ανανεώσιμα υδατικά αποθέματα.....	10
1.1.3 Διαχείριση των υδατικών πόρων.....	11
1.2 Φαρμακευτικά σκευάσματα.....	14
1.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά των φαρμακευτικών σκευασμάτων.....	15
1.2.2 Πηγές εκπομπής φαρμακευτικών ενώσεων.....	18
1.2.3 Ομάδες φαρμακευτικών ενώσεων.....	19
1.2.4 Φαρμακευτικές ενώσεις που υπάρχουν στο νερό.....	23
1.3 Νομοθετικό Πλαίσιο.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	33
2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΣΤΑ ΝΕΡΑ.....	33
2.1 ΑΕΡΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	33
2.2 ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	35
2.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΘΟΔΩΝ.....	36
2.4 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	39
ΥΠΑΡΞΗ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΣΕ ΥΔΑΤΑ.....	39
3.1 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΥΠΑΡΞΗ ΕΝΩΣΕΩΝ Σε ΥΔΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	39
3.2 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΥΠΑΡΞΗ ΕΝΩΣΕΩΝ Σε ΥΔΑΤΑ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΧΩΡΕΣ.....	43
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	47
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	49

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το νερό αποτελεί κύριο συστατικό της ζωής στο πλανήτη. Ωστόσο, με την εξέλιξη του σημερινού πολιτισμού διοχετεύονται σε αυτό φαρμακευτικές ενώσεις οι οποίες προέρχονται από τα λύματα των νοσοκομείων και άλλων αποβλήτων νερών. Πλέον, με τον αριθμό των φαρμακευτικών σκευασμάτων να χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό από τους ανθρώπους, η εισβολή των ενώσεων στα νερά γίνεται με πολύ μεγάλους βαθμούς.

Στο πρώτο κεφάλαιο αυτής της εργασίας, παρουσιάζονται βασικές πληροφορίες για το νερό.

Στη συνέχεια δίνεται η εξήγηση των φαρμακευτικών σκευασμάτων και παρουσιάζονται οι διάφοροι τύποι αυτών.

Αμέσως, ακολουθούν τα φαρμακευτικά σκευάσματα που έχουν βρεθεί στα νερά.

Το πρώτο μέρος της εργασίας τελειώνει με το νομοθετικό πλαίσιο το οποίο περικλείει τη χρήση των φαρμακευτικών σκευασμάτων.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας, αναφέρονται οι μέθοδοι προσδιορισμού των φαρμακευτικών ενώσεων στα νερά.

Το τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο αναφέρει τις εργασίες που έχουν γίνει στην Ελλάδα για την ύπαρξη φαρμακευτικών ενώσεων σε δείγματα νερού και λυμάτων. Ακολουθούν στο ίδιο κεφάλαιο αντίστοιχες εργασίες που έχουν γίνει σε χώρες στο εξωτερικό.

Τέλος, παρατίθεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη και τη συγγραφή της παρούσας εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

1.1.1 Κατανομή των υδάτινων πόρων στην γη

Το νερό αποτελεί ένα φυσικό πόρο, περιβαλλοντικό στοιχείο και οικονομικό αγαθό, αναλόγως τον τρόπο και τη περίπτωση που αυτό θεωρείται. Αντίθετα με τα υπόλοιπα οικονομικά αγαθά και τους υπόλοιπους φυσικούς πόρους δε μπορεί να αντικατασταθεί, είναι μοναδικό και αυτή είναι η ιδιαιτερότητά του. Δεν αντικαθίσταται, γιατί είναι βασικός παράγοντας για την ύπαρξη της ζωής. Οι υδατικοί πόροι δεν είναι ατελείωτοι και σε κάποια σημεία του πλανήτη είναι ανεπαρκείς, γεγονός που εμποδίζει την ανάπτυξη. Μία καλή διαχείριση των υδατικών πόρων είναι βασικός συντελεστής για μια σωστή ανάπτυξη.

Στη γη η κατανομή των υδατικών πόρων γίνεται μέσω του υδρολογικού κύκλου (εικόνα 1.1), δηλαδή από το σύστημα της συνεχόμενης κυκλοφορίας του νερού, από υπόγεια στρώματα στην ατμόσφαιρα και από τα ποτάμια στις θάλασσες. Η χρήση του νερού σε οποιαδήποτε σημείο αυτού του κύκλου βρίσκεται επηρεάζει όλο το σύστημα, με το σκεπτικό πως σε όποια μορφή και να επηρεαστεί πρόκειται πάντα για το ίδιο νερό.

Τα δύο τρίτα της επιφάνειας της γης καλύπτονται από νερό. Η εικόνα αυτή δημιουργεί το λανθασμένο συμπέρασμα ότι η ποσότητά του είναι άφθονη, με αποτέλεσμα να μην επιτρέπει τη πραγματικότητα να φανεί, ότι δηλαδή το γλυκό νερό προς κατανάλωση βρίσκεται σε κατάσταση ανεπάρκειας. Αν αντιληφθεί κανείς τη κατανομή του νερού στο περιβάλλον, θα έβλεπε ότι ένα πολύ μικρό μέρος του γενικού συνόλου του νερού είναι γλυκό, επομένως και χρήσιμο για τον άνθρωπο από οποιαδήποτε άποψη, καθώς το 97,5% από αυτό είναι θαλασσινό νερό. Από το γλυκό νερό, ύστερα από μελέτη φτάνει κανείς στο συμπέρασμα ότι ένα ακόμα πιο μικρό κομμάτι από αυτό είναι διαθέσιμο προς κατανάλωση από τον άνθρωπο και συγκεκριμένα το 0,6%. Οι μεγαλύτερες ποσότητες του γλυκού νερού είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθούν, καθώς πρόκειται για πάγο και υπόγεια νερά που βρίσκονται σε μεγάλο βάθος



Εικόνα 1.1: Υδρολογικός κύκλος του νερού

Ενώ αυτού που μπορεί να καταναλωθεί είναι όσο βρίσκεται σε βάθος μικρότερο των 800 μέτρων (Λατινόπουλος, 1999, Τολίκας, 1999).

Σε όποια κατάσταση και αν βρίσκεται το νερό, είτε στερεή, είτε υγρή, είτε αέρια, δεν κατανέμεται ομοιόμορφα πάνω στη γη. Η διαφορά ανάμεσα στα υπόγεια νερά και τα νερά της επιφάνειας σε διάφορες περιοχές του πλανήτη είναι μεγάλη. Επίσης, μεγάλο ρόλο στη κατανομή αυτή παίζουν και οι διάφορες καιρικές συνθήκες και οι διαφορές που αυτές παρουσιάζουν ανά περιοχή, όπως για παράδειγμα η συχνότητα των βροχοπτώσεων, αλλά και παρέμβαση του ανθρώπου στη φύση.

1.1.2 Ανανεώσιμα υδατικά αποθέματα

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο υδρολογικός κύκλος είναι η διαδικασία που καθορίζει το συνολικό αριθμό των αποθεμάτων νερού. Μέσω των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων, αποτίθενται ετησίως σχεδόν 113.000 km³ νερού πάνω στο πλανήτη, από τα οποία μόνο τα 9.000 με 14.000 παρέχονται για ανθρώπινη χρήση (Λατινόπουλος, 1999). Για να υπάρξει ζωή επάνω στη γη στο μέλλον, επιβάλλεται η κατανάλωση του νερού να μην ξεπερνά την ετήσια ανανέωση αυτού όπως καθορίζεται από τον υδρολογικό κύκλο. Άρα, η διαθέσιμη ποσότητα νερού που παρέχεται είναι σταθερή στο χρόνο.

Είναι ξεκάθαρο πως με την έννοια *ανανεώσιμα αποθέματα γλυκού νερού* εννοούμε όσα είναι κομμάτι του υδρολογικού κύκλου, δηλαδή της ασταμάτητης πορείας του νερού μέσω:

- Της εξάτμισης του νερού από τη γη στην ατμόσφαιρα.
- Την επιστροφή αυτού στη γη μέσω βροχών ή χιονιού από την ατμόσφαιρα.
- Των υπόγειων και των επιφανειακών απορροών από μέρη με μεγάλο υψόμετρο προς τη θάλασσα.

Η ανανεώσιμη ποσότητα του γλυκού νερού αποτελεί ένα κομμάτι μόνο της συνολικής ποσότητας των αποθεμάτων του γλυκού νερού. Το υπόλοιπο είναι μόνιμα και ακίνητα αποθέματα που σχηματίστηκαν με τη πάροδο του χρόνου. Η ανθρώπινη κατανάλωση θα πρέπει να περιορίζεται εντός των διαθέσιμων ανανεώσιμων αποθεμάτων. Στη περίπτωση που καταναλώνει από αυτά τα αποθέματα συμβάλει στη καταστροφή του περιβάλλοντος μέσω της εξάντλησης των υδάτινων πόρων.

Ωστόσο, δεν μπορούν όλα τα ανανεώσιμα αποθέματα γλυκού νερού να εκμεταλλευτούν, καθώς ένα σημαντικό κομμάτι από αυτά καταλήγει στη θάλασσα δίχως τη δυνατότητα αξιοποίησής του και σημαντικό κομμάτι από αυτά παραμένει σε δύσβατες περιοχές μακριά από αστικά κέντρα με μεγαλύτερες απαιτήσεις.

Τις τελευταίες δεκαετίες σημαντικά αποθέματα υπόγειων και επιφανειακών αποθεμάτων υδάτων έχουν γίνει μη κατάλληλες για χρήση εξαιτίας της ρύπανσης. Με την αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού πάνω στη γη αυξήθηκε και η δραστηριότητα αυτού στο πλανήτη, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα σε πολλά σημεία του πλανήτη οι υδάτινοι πόροι να χρησιμοποιούνται αλόγιστα

από τον άνθρωπο για αποχέτευση βιομηχανικών ή αστικών απορριμμάτων, με επίπτωση την ακόμα μεγαλύτερη ρύπανση σημαντικών ποσοτήτων αποθεμάτων νερού (Τόλικας, 1999). Αυτό το φαινόμενο είναι ακόμα πιο έντονο στα μεγάλα αστικά κέντρα, όπου είναι μεγαλύτερη η ανάγκη για τέτοιου είδους χρήση του νερού, κάτι που αποφέρει τη μείωση των διαθέσιμων αποθεμάτων του νερού.

Ακόμα, σε παραθαλάσσιες περιοχές, παρατηρείται το γεγονός της διείσδυσης του θαλασσινού νερού στις πηγές των αποθεμάτων του νερού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπό, με αποτέλεσμα την αλλοίωση του και την ακαταλληλότητα για χρήση σε ύδρευση και άρδευση. Αυτό το γεγονός σημειώνεται σε σημαντικό βαθμό σε αρκετά παραθαλάσσια σημεία της χώρας μας.

1.1.3 Διαχείριση των υδατικών πόρων

Ο καλύτερος τρόπος διαχείρισης των υδατικών πόρων γίνεται με κάποια σωστή πολιτική, ανεξαρτήτως περιοχής. Οι υδάτινοι πόροι είναι ο κύριος παράγοντας για τη διαδικασία της ανάπτυξης και για την διατήρηση της ισορροπίας στα οικοσυστήματα. Σε όλο τον κόσμο εμφανίζονται προβλήματα σχετικά με τις ποσότητες του νερού και με την διαχείριση αυτών που έχουν ως αποτέλεσμα ακόμα και συγκρούσεις σε κάποιους τόπους, όπως επίσης και δυσμενείς δημοκρατικές σχέσεις. Κύριοι συντελεστές αυτής της κατάστασης είναι η μεγαλύτερη κατανάλωση του νερού που οφείλεται στην αύξηση του πληθυσμού, στις αλλαγές των συνθηκών και στις ζωτικές απαιτήσεις που περιλαμβάνουν μεγάλη και αλόγιστη κατανάλωση νερού, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι φυσικοί πόροι. Όλα αυτά δημιουργούν έμμεσα στη μόλυνση του περιβάλλοντος μέσω του μεγάλου αριθμού απορριμμάτων.

Η αναθεώρηση της υδατικής πολιτικής όπως αυτή θεωρείται από τις αρχές της Βιώσιμης Ανάπτυξης, απαιτεί να λάβουν χώρα τέσσερις βασικές αρχές (Myloroulos and Kolokytha, 1996):

1. Ολοκληρωμένη και ενιαία αντιμετώπιση των οικονομικών, περιβαλλοντικών, τεχνικών και κοινωνικών συντελεστών που αφορούν τη διαχείριση των υδάτινων πόρων. Αυτή η άποψη κατευθύνεται στην ολιστική θεώρηση των περιβαλλοντικών συστημάτων και έχει σκοπό την αναθεώρηση της δίχως αποτέλεσμα πολιτική της διαχείρισης νερού. Ενεργεια-

κές, βιομηχανικές, αγροτικές, αστικές και άλλες χρήσεις του νερού αντιμετωπίζονται συνολικά μέσα στο φυσικό πλαίσιο του εκάστοτε υδατικού διαμερίσματος και υδρολογικής λεκάνης. Ταυτόχρονα, η διαχείριση των υδάτινων συστημάτων δεν επιφέρει τεχνητή και αναχρονιστική διαφορά και ξεχωριστή θεώρηση των ποιοτικών και των ποσοτικών παραμέτρων.

2. Αντί για υιοθέτηση διαχείρισης της προσφοράς του νερού από άποψη ζημιάς, θα ήταν προτιμότερη η διαχείριση της ζήτησης αυτού. Αυτή είναι και η δεύτερη βασική αρχή που συνιστά η Βιώσιμη Διαχείριση των Υδάτινων πόρων. Το σκεπτικό που εγκαταλείπει τις υδάτινες πηγές όταν αυτές εξαντληθούν και η συνεχής αναζήτηση νέων πηγών αντικαθίσταται από την πιο αποδοτική, από οικονομικής άποψης, αλλά και πιο φιλικής προς το περιβάλλον, διαχείριση των υδάτων, είναι η καλύτερη λύση για την κάλυψη των υδατικών αναγκών.
3. Αυτή η αρχή έχει να κάνει με την θεώρηση του νερού από θεωρητική άποψη και τη κοστολόγηση αυτού συγκριτικά με τη πλήρη αξία του η οποία αντικατοπτρίζει την αξία της πολύτιμης χρήσης αυτού. Όταν δεν είναι δυνατό να εφαρμοσθεί αυτή η αρχή, δηλαδή στις περιπτώσεις που θεωρείται ότι το νερό πρέπει να διανέμεται δωρεάν ή σε πολύ χαμηλή τιμή, έχει ως αποτέλεσμα την αναποτελεσματικότητα όπως επίσης και την αλόγιστη σπατάλη που φέρνει την καταστροφική διαχείριση νερού.
4. Η τελευταία αρχή ασχολείται με αποκέντρωση της διαχείρισης των πόρων που έρχεται με την είσοδο στην γενική διαδικασία των τελευταίων χρηστών του νερού, δηλαδή όλων εκείνων των τοπικών φορέων, αλλά και η εμπλοκή του ιδιωτικού τομέα. Τρέχων σύστημα της διαχείρισης του νερού αντικαθιστάται με ένα νέο το οποίο βασίζεται στη συμμετοχή προσέγγιση του συστήματος. Η διαχείριση του συστήματος του νερού θα πρέπει να πραγματοποιείται στο λιγότερο δυνατό διοικητικό επίπεδο και να συνδέεται άμεσα με τη διαχείριση της χρήσης της γης.

Αν υιοθετούνταν οι παραπάνω αρχές, η διαχείριση του νερού θα είχε όλα στοιχεία της βιωσιμότητας αφού υλοποιείται και η διατήρηση της περιβαλλοντικής ισορροπίας αλλά και βελτιώνεται η οικονομική ανάπτυξη όσο ικανοποιούνται οι υδατικές ανάγκες.

Ένα σημαντικό και γνωστό κομμάτι της Αειφόρου Ανάπτυξης για το περιβάλλον είναι η αναγνώριση της οικονομικής αξίας των φυσικών πόρων και επομένως και του νερού. Το νερό, ως στοιχείο προσφοράς και ζήτησης, αποκτά οικονομική αξία σε κάθε ανταγωνιστική περίπτωση και αυτό είναι κάτι που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη προκειμένου να επιτευχθεί η εκτίμηση της αληθινής του αξίας (Verdugo, 2002). Το κόστος που προέρχεται από την αποκατάσταση και απορρύπανση των υδατικών συστημάτων και το κόστος από το καθαρισμό του νερού, όπως και το κόστος της μεταφοράς αυτού από περιοχές που τελειώνουν τα τοπικά αποθέματα, είναι ένα στοιχείο που θυμίζει ότι οποιαδήποτε παρέμβαση στα ύδατα, είτε έχει να κάνει με τη ρύπανση είτε με τη χρήση αυτών, έχει επιπτώσεις σχετικά με τους νόμους της οικονομίας, αφού υπάρχει κόστος που θα πρέπει να καταβληθεί.

Η μεγάλη τιμή του νερού και ο μη ορισμός αυτού σαν οικονομικό αγαθό το οποίο είναι ήδη σε ανεπάρκεια, είναι ένα γεγονός που επιφέρει την υποτίμηση της αληθινής του αξίας μεγαλώνοντας το πρόβλημα και φέρνοντας την αλόγιστη κατανάλωση αυτού (Hewitt, 1995). Υπάρχει μια μη αναγνώριση της πραγματικής αξίας του νερού, η οποία έχει υποβαθμιστεί σε μεγάλο βαθμό με αποτέλεσμα την ελάχιστη κοστολόγησή του ή ακόμα και τη δωρεάν παροχή του σε πολλές περιπτώσεις (Myloroylos, 1996). Αυτό έχει φέρει την υποτίμηση της κανονικής του αξίας από την πλευρά των χρηστών και δεν πρόσφερε καμία βοήθεια στην αξιολόγηση και εκτίμηση της κανονικής αξίας του νερού, κάτι το οποίο φαίνεται να είναι και ο λόγος των περισσότερων υδατικών προβλημάτων τις σημερινές μέρες. Αυτό επιφέρει την αλόγιστη σπατάλη του νερού αλλά και την υποβάθμιση της ποιότητάς του, καθώς η τρέχουσα πολιτική δεν συνεισφέρει στο λογισμό της κανονικής του αξίας, θεωρώντας ως ένα αγαθό το οποίο βρίσκεται σε κατάσταση ανεπάρκειας. Αντίθετα, αυτή η τακτική έχει ως αποτέλεσμα κοινωνική αδικία, αφού επιβαρύνει όλους αυτούς που πρέπει να πληρώνουν για τη πρόσβαση σε καλής ποιότητας νερό, οι οποίοι αξίζει να ειπωθεί ότι φέρουν ένα μερίδιο της συνολικής ευθύνης (7% - 8% σε αστική χρήση) της αλόγιστης κατανάλωσης (Engelman, 1993). Επίσης, το φαινόμενο της υποτίμησης της αξίας του νερού έχει επιφέρει την χαμηλή κοστολόγηση σε υπηρεσίες μεταφοράς, διανομής και

καθαρισμού αυτού, κάτι το οποίο προήλθε από τη μη διαθεσιμότητα των πολιτών να συνεισφέρουν μεγάλο ποσό για αυτές τις υπηρεσίες (Myloroulos, 1997).

Η κοστολόγηση των υδάτων, σε σχέση με την κανονική του αξία, έχει σκοπό τη προστασία του υπερ-πολύτιμου αυτού φυσικού αγαθού από αλόγιστη σπατάλη και τη υποβάθμιση της ποιότητάς του. Ακόμα σκοπός είναι η ανάδειξη του κοινωνικού χαρακτήρα, που είναι οι καλύτερες συνθήκες ζωής όπως και η αντιμετώπιση της κοινωνικής αδικίας σήμερα, που ενώ κάποιοι ξοδεύουν και μολύνουν το νερό ανεξέλεγκτα, κάποιοι άλλοι πληρώνουν για το καθαρισμό ή τη μεταφορά του (Corral-Verdugo, et al. 2002).

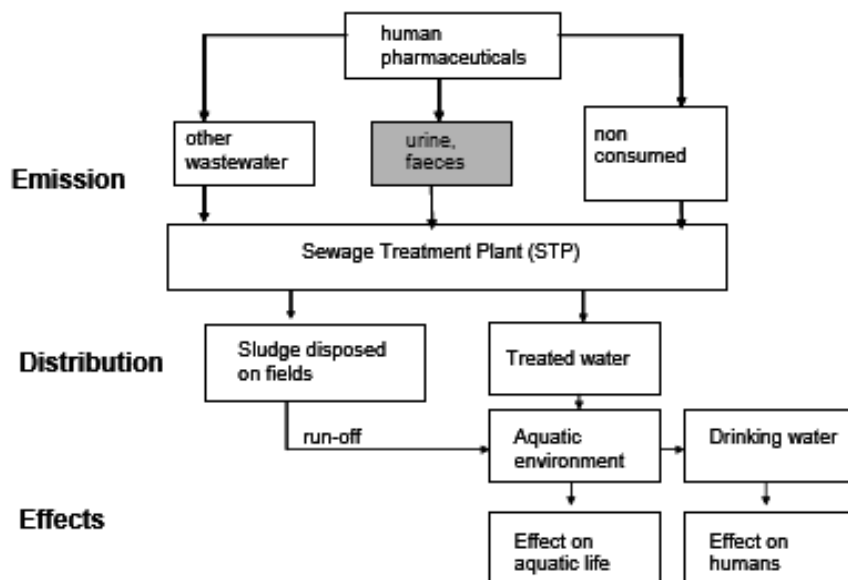
1.2 ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ

Τα φαρμακευτικά σκευάσματα για ανθρώπους καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες παγκοσμίως. Η κατανάλωση ανέρχεται σε τόνους το χρόνο ανά φαρμακευτική ένωση, ανάλογα με το μέγεθος της χώρας. Υπάρχουν οι προβλέψεις ότι αυτά τα νούμερα συνεχίζουν να αυξάνονται μόνο εξαιτίας της βελτίωσης του συστήματος υγείας και τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του ανθρώπου.

Το πλήθος των φαρμακευτικών σκευασμάτων που προορίζονται για τους ανθρώπους είναι μεγάλο. Στην Ολλανδία, για παράδειγμα, εγκρίθηκαν 12.000 φαρμακευτικά σκευάσματα για ανθρώπους. Υπάρχουν 850 ενεργές φαρμακευτικές ενώσεις στα ανθρώπινα φαρμακευτικά σκευάσματα, σημαντικό γεγονός από περιβαλλοντική σκοπιά (Kujawa Roeleveld, et. al., 2007).

Τα φαρμακευτικά σκευάσματα καταναλώνονται από τους ανθρώπους μετά από προτεινόμενη άσκηση στο σώμα, αποβάλλονται με τα ούρα και τα κόπρανα. Τα λύματα της τουαλέτας αναμιγνύονται με άλλες ποσότητες λυμάτων σχηματίζοντας τελικά απόβλητα που εισβάλουν στο αποχετευτικό δίκτυο. Σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ), δεν αφαιρούνται οι πολλές φαρμακευτικές ενώσεις σε σημαντικό βαθμό. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας των διαμορφώσεων των τωρινών ΕΕΛ, οι οποίες δεν είναι αρκετά αποδοτικές ώστε να αφαιρέσουν αυτούς τους μικρορύπους. Συνεπώς, αυτοί βρίσκονται στα επεξεργασμένα λύματα των ΕΕΛ, διεισδύουν στα επι-

φανειακά ύδατα όπου μπορεί να προκαλούν παρενέργειες στην υδάτινη ζωή (Εικόνα 1.2). Υπάρχουν αποδείξεις ότι το κάνουν.



Εικόνα 1.2 : Οι πορείες των ανθρώπινων φαρμακευτικών σκευασμάτων στο περιβάλλον

Ο λόγος που οι φαρμακευτικές ενώσεις στο περιβάλλον έχουν λάβει τόσο μεγάλη προσοχή πρόσφατα, είναι ότι αυτοί έχουν αναπτυχθεί έτσι ώστε να ασκούν μία συγκεκριμένη βιολογική επιρροή στον άνθρωπο και σε άλλους οργανισμούς. Επίσης, κατέχουν διάφορα κοινά χαρακτηριστικά, όπως η επιμονή που έχουν για να λειτουργήσουν πριν τη θεραπευτική τους επιρροή. Αυτό σημαίνει πως όταν αυτές οι ουσίες εισαχθούν μέσα στα υδάτινα και χερσαία οικοσυστήματα θα προκαλέσουν σημαντικές περιβαλλοντικές παρενέργειες (Kujawa-Roeleveld, et. al., 2007).

1.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά των φαρμακευτικών σκευασμάτων

Όπως ορίζει η Ευρωπαϊκή Ένωση, φάρμακο (φαρμακευτικό προϊόν) είναι:

- Οποιαδήποτε ουσία ή συνδυασμός ουσιών που παρουσιάζεται ότι έχει ιδιότητες για αντιμετώπιση ή πρόληψη ασθενειών σε ανθρώπινα όντα.

- Οποιαδήποτε ουσία ή συνδυασμός ουσιών που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ή να χορηγηθεί σε ανθρώπινα όντα είτε για να επαναφέρει, διορθώσει ή μεταποήσει φυσιολογικές λειτουργίες εκτελώντας κάποια φαρμακολογική, ανοσολογική ή μεταβολική ενέργεια, είτε για να κάνει κάποια ιατρική διάγνωση (EU 2004).

Σύμφωνα με το Αμερικανικό Διοικητικό Κέντρο Φαγητών και Φαρμάκων για Φαρμακευτική Εκτίμηση και Έρευνα (F.D.A. 2004) ως φάρμακο ορίζεται:

- Μία ουσία που αναγνωρίζεται από κάποια επίσημη φαρμακοποιία ή συνταγολόγο.
- Μία ουσία που προορίζεται για χρήση σε διάγνωση, θεραπεία, αντιμετώπιση, πρόληψη ή μείωση ασθένειας.
- Μία ουσία (πέρα από το φαγητό) που προορίζεται να επηρεάσει τη δομή ή κάποια λειτουργία του σώματος.
- Μία ουσία που προορίζεται για χρήση ως συστατικό φαρμάκου αλλά όχι ως συσκευή ή κομμάτι συσκευής.
- Βιολογικά προϊόντα περιέχονται σε αυτό τον ορισμό και γενικά καλύπτονται από τους ίδιους νόμους, αλλά υπάρχουν διαφορές ανάλογα με τη μέθοδο κατασκευής τους (χημική μέθοδος ή βιολογική μέθοδος).

Τα ανθρώπινα φαρμακευτικά σκευάσματα περιλαμβάνουν ένα μεγάλο αριθμό χημικών ενώσεων που ανταπεξέρχονται σε ένα μεγάλο εύρος φαρμακευτικών αναγκών. Η κατηγοριοποίηση των φαρμακευτικών είναι πολύπλοκη επειδή διάφορες κατηγορίες έχουν διαφορετικές προτιμήσεις για τη βάση της κατηγοριοποίησης. Τα παρακάτω λαμβάνονται υπόψη για τη κατηγοριοποίηση των φαρμάκων:

- Χημική δομή – η χημική δομή μπορεί, όχι πάντα, να μην επικαλύπτεται με τη βιολογική δραστηριότητα των ενώσεων.
- Φαρμακολογική δραστηριότητα – βασισμένη στη βιολογική δραστηριότητα, θεραπευτικές ομάδες ενώσεων βρέθηκαν ότι περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό χημικών, συνήθως διαφορετικών δομών.
- Φυσιολογική κατηγοριοποίηση – βασισμένη στο στοχευόμενο φυσιολογικό σύστημα, όπως για παράδειγμα το νευρικό σύστημα.
- Αλληλεπίδραση υποδοχέα – βασισμένα σε συγκεκριμένους υποδοχείς με τους οποίους αλληλεπιδρούν (Williams 2005).

Προκειμένου να μετρηθεί η χρήση φαρμάκων αναπτύχθηκε ένα σύστημα κατηγοριοποίησης και μια μονάδα μέτρησης. Οι Νορβηγοί μελετητές ανέπτυξαν ένα σύστημα γνωστό ως Ανατομική Θεραπευτική Χημική Κατηγοριοποίηση (Anatomical Therapeutic Chemical – ATC) και μια τεχνική μονάδα την Καθορισμένη Ημερήσια Δόση (Defined Daily Dosis – DDD) που χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά το 1976 (WHO 2006). Στο σύστημα κατηγοριοποίησης ATC, τα φάρμακα χωρίζονται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα με το όργανο ή το σύστημα στο οποίο ενεργούν αυτά και οι χημικές, φαρμακολογικές και θεραπευτικές ιδιότητές τους. Τα φάρμακα κατηγοριοποιούνται στις ομάδες σε πέντε διαφορετικά επίπεδα, όπως αυτά παρουσιάζονται στην εικόνα 1.3 (Kujawa-Roeleveldet al., 2007).

Group/level	Group, subgroup	ATC code	Group
1	Main	M	Musculo-skeletal system
2	Pharmacological/therapeutic	M01	Antiinflammatory and antirheumatic products
3	Chemical/pharmacological/therapeutic	M01A	Antiinflammatory and antirheumatic products, non steroids
4		M01AE	Propionic acid derivatives
5	Chemical substance	M01AE01	Ibuprofen

Εικόνα 1.3 : Τα πέντε επίπεδα της κατηγοριοποίησης των φαρμάκων με παράδειγμα την ιβουπροφαίνη.

Το DDD είναι η υποθετική μέση δόση συντήρησης καθημερινά για τη χρήση κάποιου φαρμάκου για τη κύρια δράση του στους ενήλικες. Η τιμή DDD προσδιορίζεται για φάρμακα που έχουν ήδη έναν ATC κώδικα. Το DDD δεν αντικατοπτρίζει απαραίτητα τη προτεινόμενη καθημερινή δόση. Οι δόσεις για μεμονωμένους ασθενείς συχνά διαφέρουν από το DDD και θα πρέπει να βασίζονται απαραίτητα και σε προσωπικά χαρακτηριστικά (π.χ. ηλικία, βάρος) (WHO 2006).

Κάθε φαρμακευτικό σκεύασμα αποτελείται από μία ενεργή φαρμακευτική ένωση (συνήθως σε μικρή ποσότητα) και έναν αριθμό βοηθητικών ενώσεων για να επιτραπεί ιατρικός έλεγχος και δοσολογία. Από περιβαλλοντική άποψη, μόνο οι ενεργές ενώσεις έχουν σημασία. (Katarzyna Kujawa Roeleveld, et. al., 2007).

1.2.2 Πηγές εκπομπής φαρμακευτικών ενώσεων

Η πορεία της εκπομπής των φαρμακευτικών στο υγρό περιβάλλον έχει ένα πολύ διάχυτο χαρακτήρα:

- Παραγωγή
- Κατανάλωση σε σπίτι ή νοσοκομείο
- Μη καταναλωτικά φαρμακευτικά που ξεπλένονται στην τουαλέτα

Είναι γενικά αποδεχτό ότι η κύρια πηγή ανθρώπινων φαρμακευτικών ενώσεων που εντοπίζονται στο υδατικό περιβάλλον είναι η απέκκριση από τους ασθενείς. Η πιο σημαντική είναι η κατανάλωση σε νοσοκομείο. Οι άνθρωποι αποβάλλουν τις φαρμακευτικές ενώσεις μέσω των ούρων και των κοπράνων. Οι φαρμακευτικές ενώσεις συχνά απεκκρίνονται μόνο ελαφρώς μεταποιημένες ή ακόμα και χωρίς καμία αλλαγή κυρίως συζευγμένες με πολικά μόρια (Heberer 2002).

Τα «τυπικά» λύματα από κατοικημένες περιοχές περιλαμβάνουν παυσίπονα, βήτα-αποκλειστές, για την μείωση χοληστερόλης και αντί-επιληπτικά σε συγκεντρώσεις μέχρι και δεκάδες $\mu\text{g/L}$. Αντιβιοτικά, αναισθητικά και μέσα σκιαγράφησης ακτινών X επίσης εντοπίστηκαν αλλά σε πολύ μικρότερες ποσότητες. Εντοπίστηκαν ποσότητες στα λύματα από φαρμακευτικές βιομηχανίες και νοσοκομεία τα οποία διαφέρουν αρκετά από τη πλευρά του τύπου του φαρμακευτικού όπως επίσης και από τη συγκέντρωσή του. Γενικά, λύματα από νοσοκομεία περιλαμβάνουν υψηλές συγκεντρώσεις μέσων σκιαγράφησης ακτινών X (σε mg/L) και αντιβιοτικά, διαφορετικές από αυτές που χρησιμοποιούνται στο σπίτι ($\mu\text{g/L}$).

Απορρίψεις από εγκαταστάσεις παραγωγής πιστεύεται ότι συμβάλλουν σημαντικά στη συνολική εκπομπή. Απορρίψεις ενεργών φαρμακευτικών συστατικών μέσω του ρεύματος αποβλήτων

γενικά αποφεύγεται καθώς αποτελεί ένα πολύτιμο αγαθό. Μια κοινή τακτική στη φαρμακευτική βιομηχανία είναι η επαναφορά και επαναχρησιμοποίηση των ενεργών συστατικών, αλλιώς υφίσταται αποτέφρωση. Υπάρχουν πολύ λίγες εγκαταστάσεις με συγκεκριμένα ενεργά συστατικά. Όταν τα ενεργά συστατικά αναμιγνύονται με κάποιες βοηθητικές ουσίες (λακτόζη) μια συμπαγής ροή αποβλήτων μπορεί να παραχθεί, που είναι κοινώς αποτεφρωμένη (Kujawa-Roeleveld , et. al., 2007).

1.2.3 Ομάδες φαρμακευτικών ενώσεων

Οι ανθρώπινες φαρμακευτικές ενώσεις ταξινομούνται σε 14 συνολικά ομάδες, οι οποίες φαίνονται συνοπτικά στο σχήμα 1.4 (WHO 2006) και παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά.

ATC group	Number of pharmacological therapeutic subgroups	Remark
A Alimentary tract and metabolism	16 (A01-A16)	
B Blood and blood forming organs	5 (B01-B06) no B04	
C Cardiovascular system	9 (C01-C10) no C06	
D Dermatologicals	11 (D01-D11)	
G Genito urinary system and sex hormones	4 (G01-G04)	
H Systematic hormonal preparations	5 (H01-H05)	Excl. sex hormones and insulines
J Antiinfectives for systematic use	6 (J01-J07) no J03	
L Antineoplastic and immunomodulating agents	4 (L01-L04)	
M Musculo-skeletal system	6 (M01-M09) no M6,7,8	
N Nervous system	7 (N01-N07)	
P Antiparasitic agents, insecticides, repellents	3 (P01-P03)	
R Respiratory system	6 (R01-R07) no R4	
S Sensory organs	3 (S01S03)	
V Various	9 (V01, 03,04,06,07-09,10,20)	

Εικόνα 1.4: Κύριες ομάδες των ανθρώπινων φαρμακευτικών ενώσεων.

ΟΜΑΔΑ Α: Πεπτικού συστήματος και μεταβολισμού

Αυτή η ομάδα περιλαμβάνει το μεγαλύτερο αριθμό υποομάδων: Α01 – στοματολογικά παρασκευάσματα, Α02 – Φάρμακα σχετικά με διαταραχές από οξύ, Α03 – Φάρμακα για διαταραχές της λειτουργίας των γαστρεντερικών, Α04 – Αντιεμετικά, Α05 – Θεραπείας της χολής, Α06 –

Καθαρτικά, A07 – Αντιδιαρροϊκά, εντερικά αντιφλεγμονώδη/ αντί-μολυσματικά, A08 – Παρασκευάσματα κατά της παχυσαρκίας, εκτός από τα παρασκευάσματα διατροφής, A09 – Χωνευτικά, συμπεριλαμβανομένων των ενζύμων, A10 – Φάρμακα που χρησιμοποιούνται στο διαβήτη, A11 – Βιταμίνες, A12 – Συμπληρωματικά μεταλλικών, A13 – Τονωτικά, A14 – Αναβολικά, A15 – Διεγερτικά της όρεξης, A16 – Άλλα προϊόντα πεπτικού συστήματος και μεταβολισμού. (www.whooc.no).

ΟΜΑΔΑ Β: Αίματος και αιμοποιητικών οργάνων

Τα φάρμακα αυτής της ομάδας υπάρχουν για να αντιμετωπίζουν ασθένειες του αίματος και των αιμοποιητικών οργάνων, όπως η αναιμία από ανεπάρκεια σιδήρου. (www.whooc.no).

ΟΜΑΔΑ C: Καρδιαγγειακού συστήματος

Οι β-αποκλειστές είναι μια ομάδα φαρμάκων που χρησιμοποιούνται στις μεγαλύτερες ποσότητες μέσα στην ομάδα Γ για διάφορα συμπτώματα, αλλά κυρίως για τη διαχείριση της καρδιακής αρρυθμίας και της καρδιοπροστασίας μετά από έμφραγμα του μυοκαρδίου. Οι β-αποκλειστές είναι φαρμακευτικά σχεδιασμένα να εμποδίζουν το β1-αισθητήριο νεύρο να ξεπεράσει τον υψηλότερο καρδιακό παλμό. Τα περισσότερα από τα κύρια ονόματα των β-αποκλειστών τελειώνουν σε «λόλη» (π.χ. σοταλόλη, τιμολόλη, εσμολόλη, καρτεολόλη, καρβεδιλόλη, ναδολόλη, προπρανολόλη, βεταξολόλη, πενβουτολόλη, μετοπρολόλη, ακεβουτολόλη).

Τα υπολιπιδαιμικά φάρμακα μειώνουν τα επίπεδα της χοληστερόλης αναστέλλοντας ένα ένζυμο κλειδί που εμπλέκεται στη βιοσύνθεση της χοληστερόλης.

- Ρητίνες χολεστυραμίνης (Cholybar, Questran) κολεστιπόλη (Colestid).
- Αναστολείς της HMG CoA αναγωγής λοβαστατίνης (Mevacor) πραβαστατίνης (Pravachol) σιμβαστατίνης (Zocor).
- Διάφορα νικοτινικά οξέα (Νιασίνη) προβουκόλη (Lorelco). (www.whooc.no).

ΟΜΑΔΑ D: Δερματολογικά

Τα περισσότερα από τα φάρμακα αυτής της κατηγορίας είναι παρασκευάσματα για τοπική χρήση. Κάποια παρασκευάσματα για συστηματική χρήση με καθαρές δερματολογικές εφαρμογές, όπως η γκριζεοφουλβίνη (αντιμυκητιασικό), ρετινοειδή (για θεραπεία της ακμής) και ψωραλένια και ρετινοειδή (για θεραπεία της ψωρίασης) κατατάσσονται σε αυτή την ομάδα (www.whooc.no).

ΟΜΑΔΑ G: Ουροποιητικό σύστημα και ορμόνες φύλου

Αυτή η ομάδα περιλαμβάνει φάρμακα για γυναικολογικές λοιμώξεις και αντισηπτικά κυρίως για τοπική χρήση, αναλγητικά που χρησιμοποιούνται στη δυσμηνόρροια, άλλα αναλγητικά και αντιπυρετικά, ορμόνες φύλου που χρησιμοποιούνται για θεραπεία του καρκίνου, ορμόνες φύλου και ινσουλίνη (www.whooc.no)

ΟΜΑΔΑ H: Συστηματικά παρασκευάσματα ορμονών ΕΚΤΟΣ ορμόνες φύλου και ινσουλίνη

Αυτή η ομάδα περιέχει όλα τα ορμονικά παρασκευάσματα για συστηματική χρήση, εκτός από:

- Ινσουλίνη.
- Αναβολικά στεροειδή.
- Κατεχολαμίνες.
- Ορμόνες φύλου.
- Ορμόνες φύλου που χρησιμοποιούνται για θεραπεία σε νεοπλασματικές ασθένειες (www.whooc.no).

ΟΜΑΔΑ J: Αντιβιοτικά

Τα αντιβιοτικά χρησιμοποιούνται ευρέως για να αντιμετωπίσουν πολλές βακτηριακές λοιμώξεις. Τα βακτήρια κατηγοριοποιούνται σε θετικά κατά Gram και αρνητικά κατά Gram. Διαφέρουν σε πολλά πράγματα, ειδικά στη δομή του κυτταρικού τους τοιχώματος, το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο για τη δράση των αντιβιοτικών. Το κυτταρικό τοίχωμα των θετικών κατά Gram έχει μια σχετικά απλή δομή, αλλά το κυτταρικό τοίχωμα των αρνητικών κατά Gram είναι πιο πολύπλοκο. Μερικές από τις κατηγορίες αντιβιοτικών, όπως οι μακρολίδες, εμφανίζουν δυσκολία στο να διεισδύσουν στο σύνθετο εξωτερικό επίπεδο των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων. Υπάρχουν τρεις στόχοι για τα κύρια αντιβιοτικά φάρμακα: 1) Βακτηριακή βιοσύνθεση κυτταρικού τοιχώματος, 2) βακτηριακή πρωτεϊνική σύνθεση και 3) βακτηριακή αντιγραφή και επιδιόρθωση του DNA. Η φαινοξυμεθυλοπενικιλίνη και η αμοξυκυλίλη αναστέλλουν τη σύνθεση του κυτταρικού τοιχώματος. Η τετρακυκλίνη, η ερυθρομυκίνη και η κλαριθρομυκίνη αναστέλλουν

τη πρωτεϊνική σύνθεση, ενώ η τριμεθοπρίμη και η σιπροφλοξασίνη αναστέλλουν τη σύνθεση του νουκλεϊκού οξέος.

Τα αναλγητικά είναι οποιαδήποτε μέλη κάποιας ομάδας φαρμάκων που χρησιμοποιούνται για να ανακουφίσουν το πόνο και να προκαλέσουν αναλγησία. Τα αναλγητικά φάρμακα δρουν με διάφορους τρόπους στο περιφερικό και το κεντρικό νευρικό σύστημα. Περιλαμβάνουν την παρακεταμόλη (ακεταμινοφαίνη), τα μη στεροϊδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα όπως σαλικυλικά, φάρμακα νάρκωσης όπως η μορφίνη, συνθετικά φάρμακα με ναρκωτικές ιδιότητες, όπως η τραμαδόλη και πολλά άλλα. Κάποιες άλλες κατηγορίες φαρμάκων που κανονικά δεν θεωρούνται αναλγητικά χρησιμοποιούνται για να αντιμετωπίσουν σύνδρομα νευροπαθητικού πόνου. Σε αυτά περιέχονται τα τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά και αντιεπιληπτικά. (www.whooc.no).

ΟΜΑΔΑ L: Αντινεοπλασματικά και ανοσορρυθμιστικά φάρμακα

Αυτή η ομάδα περιέχει παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία σε κακοήθεις νεοπλασματικές ασθένειες και ανοσορρυθμιστικά φάρμακα (www.whooc.no).

ΟΜΑΔΑ M: Μυοσκελετικό σύστημα

Σε αυτή την ομάδα περιέχονται περιφερικά, κεντρικά και άμεσα δραστικά χαλαρωτικά μυών, φάρμακα που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία ασθενειών των οστών και άλλα φάρμακα για διαταραχές του μυοσκελετικού συστήματος (www.whooc.no).

ΟΜΑΔΑ N: Νευρικό σύστημα

Σε αυτή την ομάδα περιέχονται αναισθητικά, αναλγητικά, αντί επιληπτικά, φάρμακα κατά του πάρκινσον, ψυχοληπτικά, ψυχοαναληπτικά και άλλα φάρμακα του νευρικού συστήματος (www.whooc.no).

ΟΜΑΔΑ P: Αντιπαρασιτικά, εντομοκτόνα και εντομοαπωθητικά

Αυτή η ομάδα χωρίζεται σε υποομάδες ανάλογα με το τύπο των παράσιτων σε αντί πρωτοζωϊκά και φάρμακα κατά της αμοιβάδωσης και άλλες ασθένειες από πρωτόζωα (www.whooc.no).

ΟΜΑΔΑ R: Αναπνευστικό σύστημα

Ρινικά σκευάσματα, λαρυγγικά σκευάσματα, φάρμακα για ασθένειες απόφραξης αεραγωγών, παρασκευάσματα βήχα και κρυολογήματος, αντισταμινικά για συστηματική χρήση και άλλα προϊόντα του αναπνευστικού συστήματος (www.whooc.no).

ΟΜΑΔΑ S: Αισθητήρια όργανα

Οφθαλμολογικά και ωτολογικά παρασκευάσματα (www.whooc.no).

ΟΜΑΔΑ V: Διάφορα

Αλλεργιογόνα, όλα τα υπόλοιπα θεραπευτικά προϊόντα, διαγνωστικά φάρμακα, γενικά θρεπτικά, όλα τα υπόλοιπα μη θεραπευτικά προϊόντα, μέσα αντίθεσης, διαγνωστικά ραδιοφάρμακα, θεραπευτικά ραδιοφάρμακα και χειρουργικοί επίδεσμοι (www.whooc.no).

1.2.4 ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΠΟΥ ΒΡΕΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

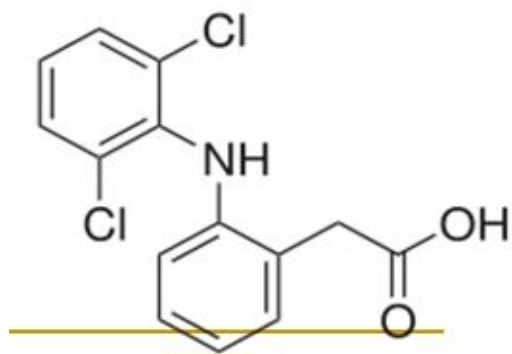
Κατωτέρω αναφέρονται δεκαέξι (16) φαρμακευτικές ενώσεις οι οποίες έχουν ανιχνευτεί σε υπόγεια νερά που προορίζονταν για πόση σε συγκεντρώσεις της τάξης των $\mu\text{g/L}$ στις Η.Π.Α (Barnes et al. 2008), στην Αγγλία (Stuart et al. 2011, Ellis et al. 2002), στην Δανία (Holm et al. 1995) και στην Γερμανία (Heberer 2002) και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες (Loos et al 2010). Για τον λόγο αυτό οι ενώσεις αυτές συγκαταλέγονται στην λίστα των ενώσεων που έχει θεσπίσει η Οδηγία από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την καταγραφή τους. Αναφέρονται επίσης οι χημικοί τους τύποι, η εμπορική ονομασία τους καθώς και η κατηγορία που ανήκουν. Οι περισσότερες ανήκουν στην κατηγορία J.

1) DICLOFENAC

Χημικό όνομα: 2- (2,6-διχλωροανιλίνη) φαινυλοξικό οξύ

Όνομα εμπορίου: Voltaren

Για πόνο και φλεγμονή.

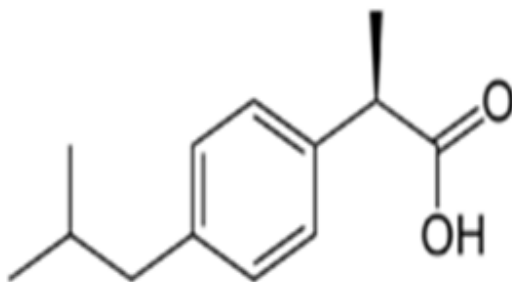


2. IBUPROFEN

Χημικό όνομα: Ισοβουτυλοφαινυλο προπανοϊκό οξύ.

Όνομα εμπορίου: Nurofen, Brufen

Για πόνο και φλεγμονή

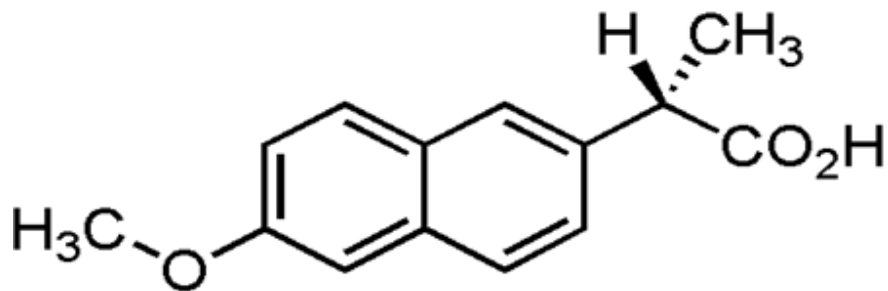


3. NAPROXEN

Χημικό όνομα: 2-(6-μεθοξυαφθαλεν-2-υλ) προπανοϊκό οξύ.

Όνομα εμπορίου: Aleve, Naprosyn

Για πόνο και φλεγμονή.

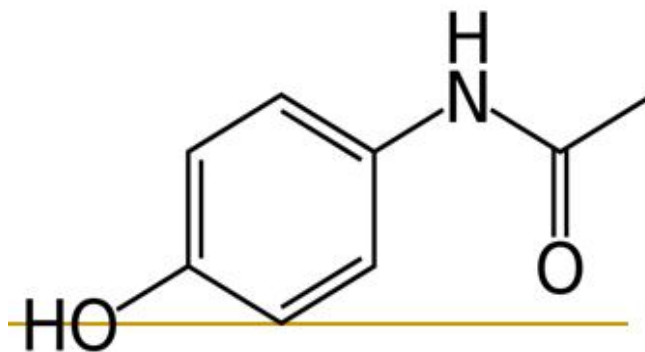


4. PARACETAMOL

Χημικό όνομα: N-ακετυλο-ρ-αμινοφαινόλη.

Όνομα εμπορίου: Panadol

Για πόνο και φλεγμονή (αντιπυρετικό).

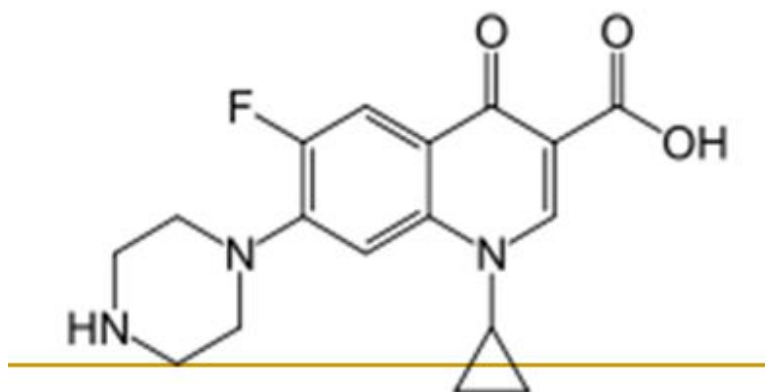


5. CIPROFLOXACIN

Χημικό όνομα: 1-κυκλοπροπυλ-6-φθορο-4-οξο-7- (πιπεραζιν-1-υλ) -κινολινο-3-καρβοξυλικό οξύ.

Όνομα εμπορίου: Ciloxan , Cipro, Neofloxin

Αντιβιοτικό.

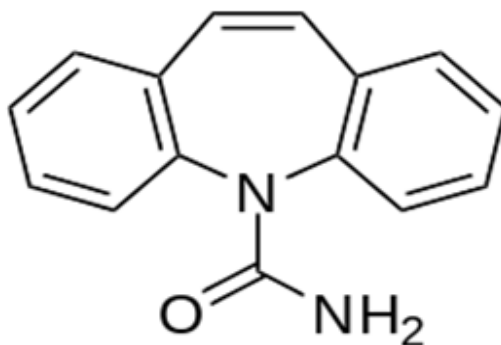


6. CARBAMAZEPIN

Χημικό όνομα: 5H-διβενζο [b, f] αζεπino-5-καρβοξαμίδιο.

Όνομα εμπορίου: Tegretol

Αντί-επιληπτικό.

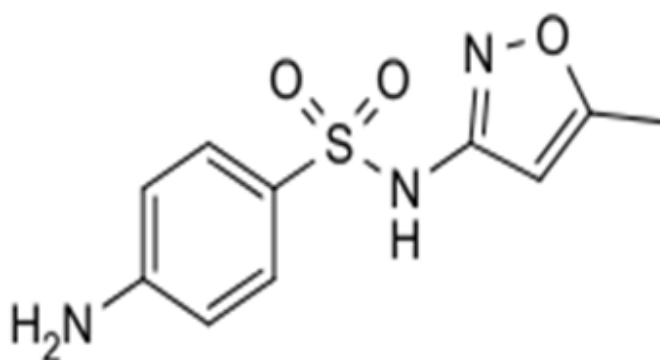


7. SULFAMETHOXAZOLE

Χημικό όνομα: 4-αμινο-N-(5-μεθυλισοξαζολ-3-υλ)-βενζολοσουλφοναμίδιο.

Όνομα εμπορίου: Bactrim, Septrin

Αντιβιοτικό.

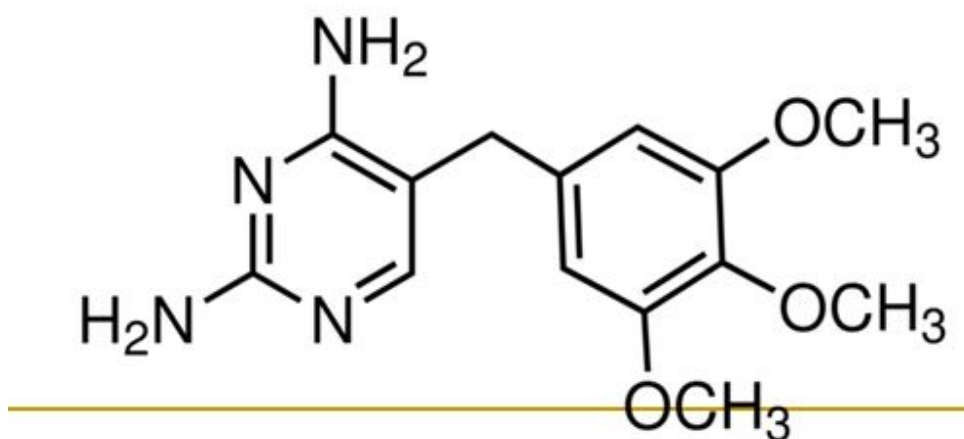


8. TRIMETHOPRIM

Χημικό όνομα: 5-(3,4,5-τριμεθοξυβενζυλο)πυριμιδίνη-2,4-διαμίνη

Όνομα εμπορίου: Proloprim, Monotrim και Triprim

Αντιβιοτικό.

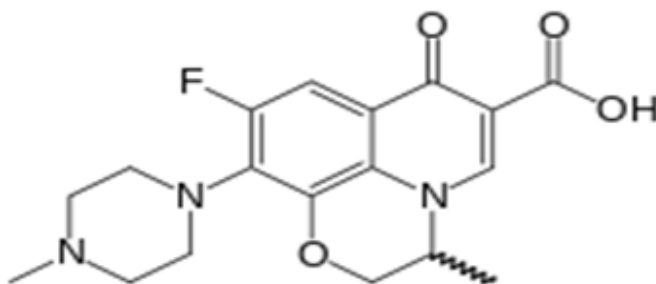


9. OFLOXACIN

Χημικό όνομα: 7-φθορο-2-μεθυλο-6-(4-μεθυλππεραζιν-1-υλ) -10-οξο-4-οξα-1-αζαδικυκλο [7.3.1.05,13] τριδεκα-5 (13), 6,8,11 -τετραενο-11-καρβοξυλικό οξύ

Όνομα εμπορίου: Floxin , Ocuflox

Αντιβιοτικό.

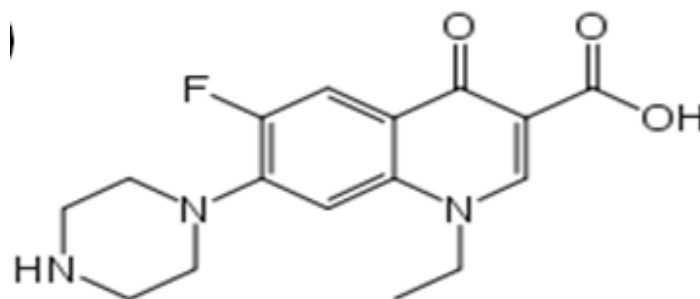


10. NORFLOXACIN

Χημικό όνομα: 1-αιθυλο-6-φθορο-4-οξο-7-πιπεραζιν-1-υλο-1Η-κινολινο-3-καρβοξυλικό οξύ

Όνομα εμπορίου: Noroxin

Αντιβιοτικό.

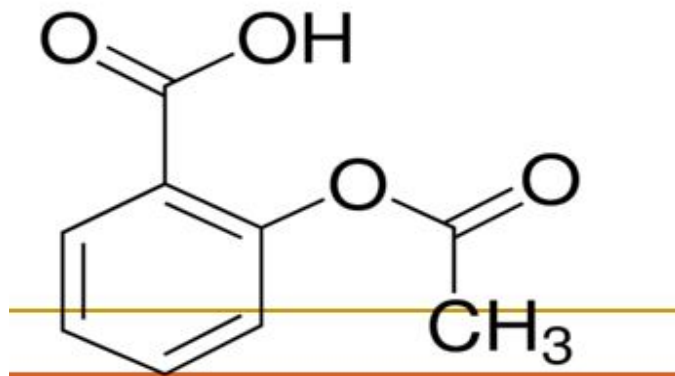


11. ACETYLSALICYLIC ACID

Χημικό όνομα: 2- (ακετοξυ)βενζοϊκό οξύ

Όνομα εμπορίου: Ασπιρίνη

Για πόνο και φλεγμονή (αντιπυρετικό).

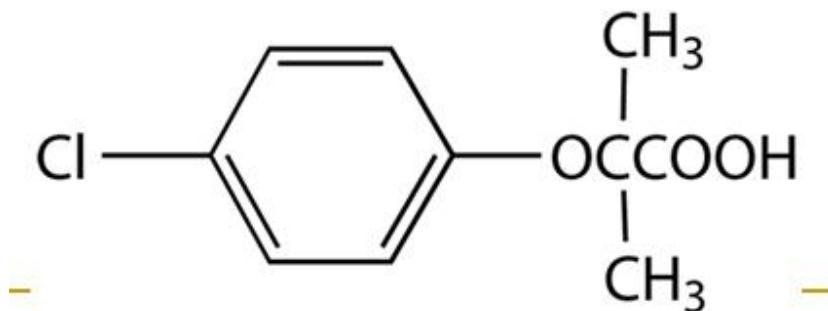


12. CLOFIBRIC ACID

Χημικό όνομα: 2- (4-χλωροφαινοξυ) -2-μεθυλπροπιονικό οξύ

Ρυθμιστής της ανάπτυξης φυτών.

Από τη μείωση των λιπιδίων του φαρμάκου.



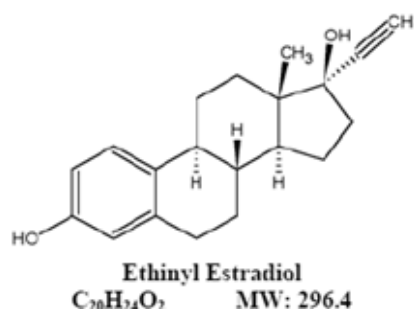
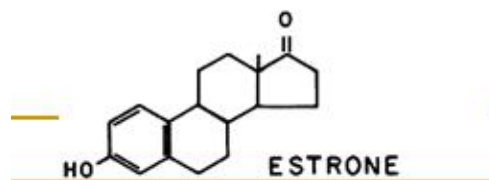
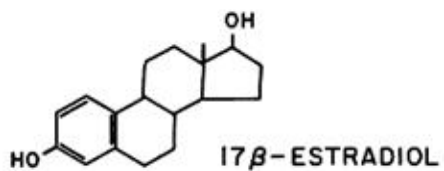
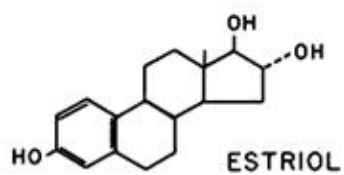
13. ESTRONE

14. 17β – ESTRADIOL

15. 17α – ETHINYL ESTRADIOL

16. ESTRIDIOL

Σεξουαλικά ορμονικές δραστικές ουσίες.



1.3 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η ελληνική κυβέρνηση επηρεάζει τη πώληση και τη ζήτηση των φαρμάκων, ασκώντας έλεγχο στην ποιότητα, τη δραστηριότητα, την ασφάλεια, τη προώθηση και τη διάθεση των φαρμάκων. Αυτή την πολιτική επάνω στα φάρμακα την ασκεί το Υπουργείο Υγείας, σύμφωνα με το οποίο καθορίζεται το νομοθετικό πλαίσιο της αγοράς των φαρμάκων.

Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι στο οποίο μπορεί να συμβάλλει το κράτος είναι η κυκλοφορία των αδειών των φαρμακευτικών προϊόντων, μέσω του Ε.Ο.Φ (Εθνικός Οργανισμός Φαρμάκων).

Ο Ε.Ο.Φ. έχει θέσει σαν στόχο του την «Προώθηση και κατοχύρωση της δημόσιας υγείας δια της εξασφάλισης καταλλήλων προτύπων ασφάλειας, ποιότητας και αποτελεσματικότητας για όλα τα προϊόντα αρμοδιότητας ΕΟΦ που κυκλοφορούν στην Ελληνική αγορά. Επίσης, έχει στόχο την εφαρμογή σχετικών ελέγχων, την επιθεώρηση και επιτήρηση της αγοράς και την παροχή πληροφοριών που θα συμβάλουν στη ασφαλή και αποτελεσματική χρήση των προϊόντων αυτών από τους πολίτες». Πιο συγκεκριμένα, σε σχέση με τα ανθρώπινα φαρμακευτικά, ο κύριος νόμος ορίζει πως απαγορεύεται οποιοδήποτε φάρμακο να διατεθεί στην αγορά κάποιου κράτους μέλους αν πρώτα δεν του έχει χορηγηθεί άδεια από την αρμόδια αρχή του εν λόγω κράτους ή τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Φαρμάκων.

Για να γίνει η έγκριση κυκλοφορίας πράξη, πρέπει το προϊόν να περάσει από δύο στάδια.

Το πρώτο στάδιο είναι η έγκριση της άδειας κυκλοφορίας για φαρμακευτικά προϊόντα που προορίζονται για ανθρώπινη ή κτηνιατρική χρήση. Αρχικά, για να πραγματοποιηθεί η έγκριση ενός ανθρώπινου φαρμακευτικού προϊόντος στην Ελλάδα, πρέπει να πληρούνται οι προϋποθέσεις των πληροφοριών και των στοιχείων που απαιτούνται από τον ΕΟΦ.

Υπάρχουν τέσσερις διαδικασίες με τις οποίες γίνεται η έγκριση ενός φαρμακευτικού στην Ελλάδα:

- α) Η εθνική διαδικασία που έχει να κάνει με την άδεια κυκλοφορίας μόνο στην Ελλάδα,
- β) η αμοιβαία αναγνώριση, όπου κάποιο φαρμακευτικό προϊόν έχει πάρει έγκριση για κυκλοφορία σε κάποιο κράτος-μέλος της Ε.Ε. και υπάρχει η επιθυμία να κυκλοφορήσει σε κάποιο άλλο με τα ίδια τεκμήρια,

γ) αποκεντρωμένη διαδικασία, η οποία είναι ίδια με την αμοιβαία, με τη διαφορά ότι δεν έχει εγκριθεί από κάποιο άλλο κράτος μέλος και

δ) η κεντρική διαδικασία, όπου η άδεια εκδίδεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Στη συνέχεια υπάρχει το δεύτερο στάδιο, το οποίο έχει να κάνει με την επιθεώρηση του ΕΟΦ στις κλινικές δοκιμές του φαρμακευτικού, έτσι ώστε να τηρούνται οι νόμοι που θέτει η Εθνική ρύθμιση, οι κοινοτικές Κατευθυντήριες Γραμμές και η Διακήρυξη του Ελσίνκι.

Εφόσον τηρούνται όλες οι προδιαγραφές, η διαδικασία ολοκληρώνεται με τη χορήγηση της άδειας.

Όσον αφορά τα κτηνιατρικά φαρμακευτικά παρασκευάσματα σε αυτά περιέχονται όλα τα φάρμακα τα οποία θα χορηγηθούν σε ζώα για πρόληψη ή θεραπεία ή διάγνωση. Αυτά χορηγούνται αυστηρά μονάχα με κτηνιατρική συνταγή και ειδικότερα:

1. τα κτηνιατρικά φαρμακευτικά των οποίων η κυκλοφορία απαιτεί άδεια από τον Ε.Ο.Φ.

2. Οι φαρμακούχες ζωοτροφές που φτιάχνονται και κυκλοφορούν στην αγορά όπως ορίζουν οι κείμενες διατάξεις της εθνικής και κοινοτικής νομοθεσίας και έχουν αποκλειστικό σκοπό την θεραπεία ή την προφύλαξη από κάποιο νόσημα ή σύνδρομο των παραγωγικών ζώων.

Οι κάτοχοι και οι υπεύθυνοι των παραγωγικών ζώων είναι υποχρεωμένοι να αποδεικνύουν την αγορά, χορήγηση και κατοχή των κτηνιατρικών φαρμάκων στα ζώα για διάστημα 5 χρόνων από τη χορήγηση, μαζί με τις περιπτώσεις σφαγής εντός αυτού του διαστήματος.

Έτσι, οι εκτροφές παραγωγικών ζώων είναι υποχρεωμένοι να τηρούν ΜΗΤΡΩΟ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ (ΜΗΦΑΕ) που καταγράφει όλες τις χορηγήσεις κτηνιατρικών φαρμάκων σε κάποιο ζώο ατομικά ή ομαδικά μέσω της τροφής ή του νερού, μεταξύ των οποίων και εμβολιασμών και αποπαρασιτώσεων.

Η τήρηση του ΜΗΦΑΕ στις εκτροφές είναι απαραίτητη για την ορθή διάθεση των κτηνιατρικών φαρμάκων, την τήρηση της περιόδου αναμονής τους για να μην υπάρχουν κατάλοιπα στα ζωικά προϊόντα που παράγονται με στόχο την εξασφάλιση της υγείας των καταναλωτών.

(www.minagric.gov.gr)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΣΤΑ ΝΕΡΑ

2.1 ΑΕΡΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

Βοηθά στην ανάλυση των πτητικών οργανικών ουσιών. Πραγματοποιείται θέρμανση στο μίγμα ώστε να εξατμιστούν οι ουσίες που αυτό περιέχει ανάλογα με το σημείο βρασμού τους. Σαν κινητή φάση χρησιμοποιείται κάποιο αέριο υψηλής καθαρότητας και αδρανές ως προς τις αναλυόμενες ουσίες.

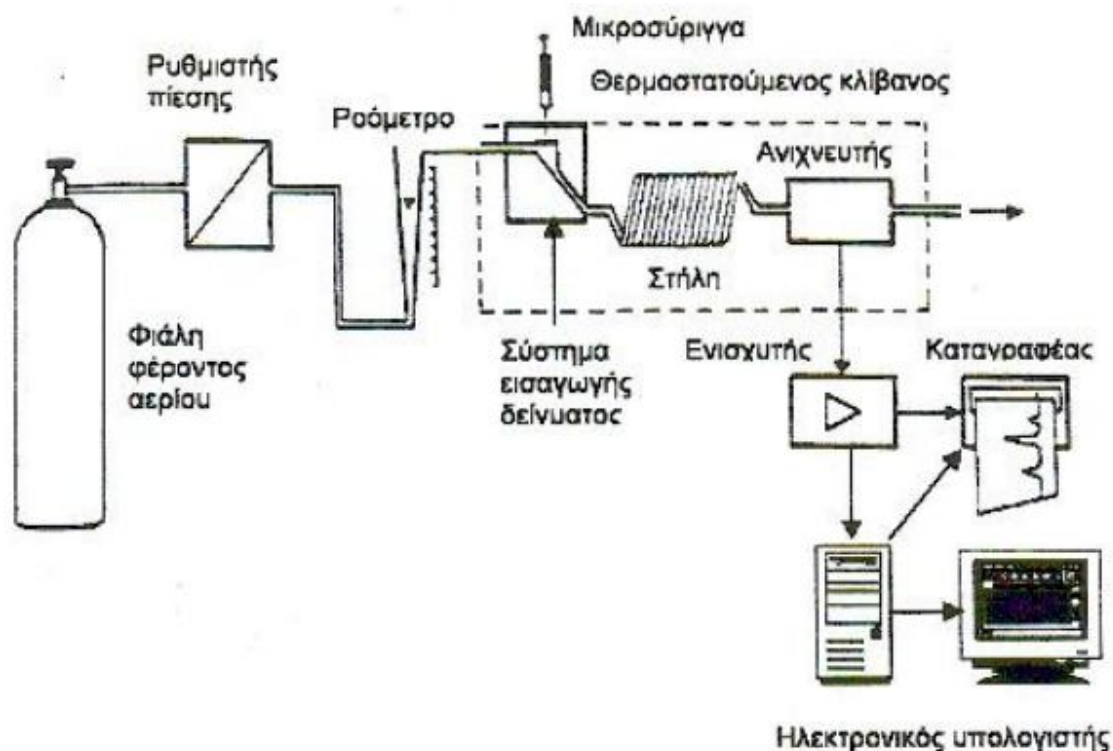
Η αέρια χρωματογραφία πραγματοποιεί την εξής σειρά οργανολογίας:

Εισαγωγές δείγματος → στήλη → ανιχνευτής

Αυτό φαίνεται και στην εικόνα 2.1.

Η εισαγωγή του δείγματος στην αέρια χρωματογραφία πραγματοποιείται με τους ακόλουθους τρόπους:

- Με σύριγγα, είτε χειρός είτε αυτόματη.
- Βαλβίδα δείγματος.
- Ανάλυση στατικού μετώπου. Ύστερα από θέρμανση του δοχείου που περιέχει το δείγμα, επιτυγχάνεται ισορροπία σε υγρό και αέριο για να γίνει τελικά η δειγματοληψία από την αέρια φάση που υπάρχει πάνω από το υγρό.
- Εκδίωξη και συμπύκνωση, όπου το αέριο διοχετεύεται εντός του δείγματος.



Εικόνα 2.1 : Σχηματική απεικόνιση αέριας χρωματογραφίας

(Πηγή: <http://chimikoergastirio.blogspot.com/2009/11/s.html>)

Στη συνέχεια ακολουθεί το κομμάτι της στήλης, που είναι είτε μεταλλική είτε γυάλινη με στατική φάση. Ακόμα, κενή που έχει επικαλυφθεί με υγρό. Τα ιδιαίτερα γνωρίσματά της είναι:

- Η μορφή της.
- Το συνολικό της μήκος.
- Η εσωτερική της διάμετρος.

Τέλος, το κομμάτι του ανιχνευτή, κατατάσσεται σε κάποιο από τα ακόλουθα:

- Ιονισμός φλόγας (Flame Ionization Detector, FID), όπου η καύση της ουσίας μεγαλώνει με χρήση ηλεκτρικού ρεύματος.
- Θερμική αγωγιμότητα (Thermal Conductivity Detector, TCD), όπου υπάρχει μείωση της κινητής φάσης παρουσία της ουσίας.
- Σύλληψη ηλεκτρονίων (Electron Capture Detector, ECD), όπου υπάρχει μείωση του ηλεκτρικού ρεύματος εξαιτίας της ουσίας.
- Φασματογράφος μάζας (Mass spectrometer, MS).

2. 2 ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

Η χρήση της υγρής χρωματογραφίας γίνεται για την ανάλυση ιόντων και οργανικών ενώσεων. Εδώ, γίνεται η επιλογή κάποιου υγρού ως κινητή φάση, αναλόγως με την ουσία που θα μετρηθεί:

- Καθαρό νερό με ρυθμιστικές ουσίες (ανθρακικά) σε περίπτωση ανάλυσης ιόντων ή
- Οργανικός διαλύτης σε περίπτωση ανάλυσης οργανικών.

Τα υλικά που είναι κατάλληλα για τις σωληνώσεις εδώ, είναι το πολυαιθυλένιο για τα ιόντα και το ανοξείδωτο για τα οργανικά και υφίσταται η οργανολογία:

Κινητή φάση → αντλία → εισαγωγέας δείγματος → στήλη → ανιχνευτής

Στην εικόνα 2.2 δίνεται η οργανολογία της υγρής χρωματογραφίας

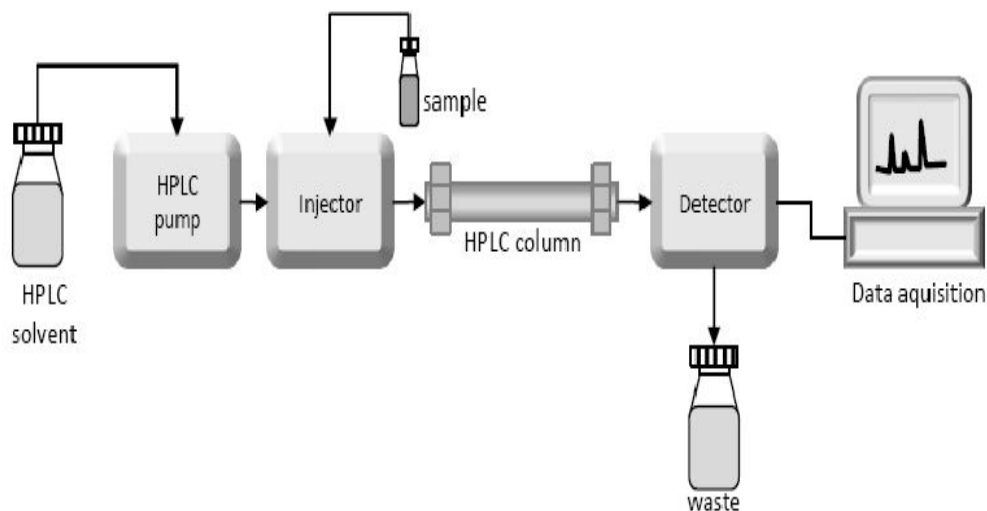
Πραγματοποιείται χειροκίνητη ή αυτόματη εισαγωγή δείγματος. Η στήλη γεμίζεται με στατική φάση σε μορφή υγρού που δεν αναμιγνύεται με τη κινητή φάση ή σε μορφή στερεού επικαλυμένου με διαφορετική υδροφοβία ή πολικότητα. (Ψαριανός, 2010)

Η στατική φάση επιτρέπει τη διέλευση ουσιών που έχουν συγκεκριμένο μοριακό μέγεθος. Τα γνωρίσματα της στήλης είναι:

- Το είδος της στατικής φάσης.
- Το μήκος.
- Το πλάτος.

Η απόδοση του ανιχνευτή (υπεριώδες φωτόμετρο UV, φθορισμόμετρο και αγωγιμότητας) εξαρτάται από:

- Την ισχύ της κινητής φάσης.
- Την ταχύτητα της κινητής φάσης.
- Τη καθαρότητα της κινητής φάσης.
- Το μήκος της στήλης.



Εικόνα 2.2: Σχηματική απεικόνιση υγρής χρωματογραφίας

https://www.intechopen.com/source/html/44034/media/image2_w.jpg

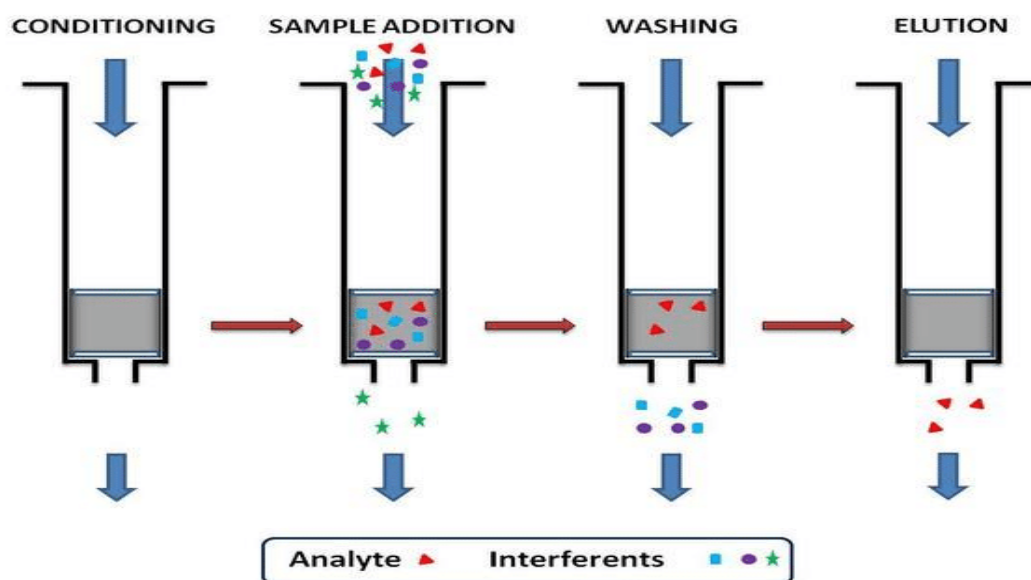
2.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΘΟΔΩΝ

Η μέθοδος LC-MS/MS είναι πιο εύκολη, εκλεκτική και γρήγορη και αντικαθιστά όλο και συχνότερα τις GC-MS και LC-MS. Οι δύο μέθοδοι GC-MS και LC-MS έχουν κάποια μειονεκτήματα (Petrovic et al., 2002). Πριν την GC-MS απαιτείται παραγωγοποίηση των πολικών φαρμακευτικών ενώσεων, γεγονός που καθιστά την ανάλυση χρονοβόρα και επειδή χρησιμοποιούνται ενώσεις όπως το διαζωμεθάνιο, ή λιγότερο συχνά ανυδρίτες οξέων, αλίδια και αλκυλοφορμικά άλατα την καθιστά και επικίνδυνη. Η αέρια χρωματογραφία παρέχει πιο καλά όρια ανίχνευσης, όμως σε κάποιες ενώσεις η υγρή χρωματογραφία παρουσιάζει μεγαλύτερη ακρίβεια.

2.4 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Η προετοιμασία των δειγμάτων είναι ένα πολύ σημαντικό στάδιο στην ανάλυση. Στην περίπτωση προσδιορισμού φαρμακευτικών ενώσεων που περιέχουν όξινες ομάδες και βρίσκονται κυρίως στην ιονισμένη τους μορφή σε ουδέτερα pH, απαιτείται οξίνιση των δειγμάτων. Ακολουθεί

συνήθως φιλτράρισμα των δειγμάτων μέσω ηθμών 0.45- μm ή 0.2- μm γυάλινων και στη συνέχεια συμπύκνωση με την εκχύλιση στερεάς φάσης (Solid Phase Extraction). Συνήθη στερεά που χρησιμοποιούνται για την συμπύκνωση των δειγμάτων είναι τα ENV+, Oasis HLB, Strata-X, Lichrolut C18, and Lichrolut EN. Τα υλικά αυτά δίνουν καλύτερες ανακτήσεις και στις πολικές και στις μη πολικές ενώσεις. Η SPE γίνεται συνήθως χειροκίνητα παρουσιάζοντας όμως κάποια μειονεκτήματα όπως ότι είναι χρονοβόρα και ακριβή μέθοδος. Επίσης, δεν δίνει σταθερές ανακτήσεις και είναι επικίνδυνη λόγω της έκθεσης σε επικίνδυνες ενώσεις (π.χ. διαλύτες). Στην εικόνα 2.3 περιγράφονται τα στάδια της εκχύλισης στερεάς φάσης.



Εικόνα 2.3: Στάδια εκχύλισης στερεάς φάσης

https://www.researchgate.net/profile/Dheyaa_Alkarawi2/publication/312498761/figure/fig3/AS:451913184485378@1484755907109/Figure-4-Stages-of-solid-phase-extraction-SPE.jpg

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΥΠΑΡΞΗ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΣΕ ΥΔΑΤΑ

2.1 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΥΠΑΡΞΗ ΕΝΩΣΕΩΝ ΣΕ ΥΔΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Κατωτέρω περιγράφονται οι εργασίες που έχουν γίνει στην Ελλάδα και που αφορούν στην ύπαρξη φαρμακευτικών ενώσεων κυρίως σε δείγματα από ΕΕΛ αλλά και σε επιφανειακά ύδατα. Αυτές είναι οι ακόλουθες κατά χρονολογική σειρά:

- 1) Το έτος 2003 έγινε μελέτη από τους Koutsouba et al. σε εισόδους και εξόδους ΕΕΛ. Στην μελέτη αυτή προσδιορίστηκαν οι πολικές φαρμακευτικές ενώσεις δικλοφενάκη και ιβουπροφαΐνη, ο μεταβολίτης του φαρμάκου colfibrates που χρησιμοποιούνται ως ρυθμιστές λιπιδίων στο αίμα κλοφιμπρικό οξύ και τα αναλγητικά φαιναζόνη και προπυφαινατόνη. Η ανάλυση έγινε με GC-MS. Η δικλοφενάκη ανιχνεύθηκε σε όλα τα δείγματα που μελετήθηκαν.
- 2) Σε άλλη έρευνα από τους Botitsi et. al. 2007, συλλέχθηκαν δείγματα μετά από την δευτεροβάθμια επεξεργασία τους σε εγκαταστάσεις ΕΕΛ της Ελλάδας. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για να ερευνηθεί την ύπαρξη αντιβιοτικών τύπου σουλφοναμίδης ήταν η SPE και LC-MS. Η σουλφαμεθοξαζόλη εντοπίστηκε σε όλα τα δείγματα πράγμα που σημαίνει ότι η επεξεργασία των λυμάτων στις ΕΕΛ δεν ήταν αποτελεσματική. Η μέση συγκέντρωσή της ήταν 150 ng/L.
- 3) Σε δύο διαφορετικές εγκαταστάσεις ΕΕΛ (δημοτική και νοσοκομειακή) στην πόλη των Ιωαννίνων που χρησιμοποιούν διαφορετικές διαδικασίες επεξεργασίας λυμάτων προσδιορίστηκαν έντεκα (11) φαρμακευτικές ενώσεις σε δείγματα εισροής και εκροής και στις δύο εγκαταστάσεις. (Kosma et. al., 2010). Οι ενώσεις που ερευνήθηκαν ανήκουν σε διάφορες θεραπευτικές κατηγορίες (αναλγητικά, αντισηπτικά και καφεΐνη). Η μέθοδος ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε περιλάμβανε SPE και GC-MS για τον ταυτόχρονο προσδιορισμό διαφορετικών τύπων φαρμακευτικών ενώσεων. Η εφαρμογή της μεθόδου έδειξε τις ενώσεις σε επίπεδα συγκέντρωσης με εύρος από 0.3 έως 164.4 μg/L στην εισροή και

από 0.5 έως 13.9 $\mu\text{g/L}$ στην εκροή της αστικής ΕΕΛ. Στη νοσοκομειακή ΕΕΛ τα αντίστοιχα επίπεδα ήταν από 0,5 έως 70,1 $\mu\text{g/L}$ στην εισροή και από 0.5 μέχρι 14.6 $\mu\text{g/L}$ στην εκροή. Οι αποδόσεις απομάκρυνσης των εγκαταστάσεων για αυτές τις ενώσεις ποικίλουν από 9% (δικλοφενάκη) έως 97% (παρακεταμόλη). Ο υψηλότερος βαθμός αφαίρεσης επιτεύχθηκε κατά τη διάρκεια βιολογικής επεξεργασίας, η οποία ήταν ικανοποιητική εκτός από τη δικλοφενάκη και την καρβαμαζεπίνη. Η έρευνα αυτή αποκάλυψε επίπεδα και αποδόσεις απομάκρυνσης των φαρμακευτικών ανάλογα με αυτά που βρέθηκαν αλλού στην Ευρώπη, αποδεικνύοντας ακόμα μια φορά πως οι παραδοσιακές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων φαίνεται να είναι ανεπαρκείς σε αποδοτικότητα στην αφαίρεση των περισσότερων φαρμακευτικών καταλοίπων. Ωστόσο, ο στόχος της μείωσης των επιπέδων των καταλοίπων αυτών σε περιβάλλοντα νερά μπορεί να επιτευχθεί μειώνοντας εισροές από τις εγκαταστάσεις.

- 4) Σε λύματα εισροής και εκροής από δύο διαφορετικές ΕΕΛ στην Μυτιλήνη προσδιορίστηκαν τέσσερα (4) μη στεροειδή φάρμακα: η ιβουπροφαίνη, η ναπροξένη, η δικλοφενάκη και κετοπροφαίνη. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η GC-MS κατόπιν παραγωγοποίησης. Η προσυγκέντρωση των δειγμάτων έγινε με SPE. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ανιχνεύθηκαν στις εισροές των ΕΕΛ και ήταν 574 ng/L και 704 ng/L για τη ιβουπροφαίνη και την κετοπροφαίνη αντίστοιχα (Samaras et al. 2010).
- 5) Μελετήθηκε από τον Ψαριανό (2010) ο προσδιορισμός των ενώσεων ιβουπροφαίνη, καρβαμαζεπίνη, δικλοφενάκη και σουλφαμεθαξάζολη με SPE και GC-MS. Προηγήθηκε παραγωγοποίηση των ενώσεων με N-methyl-N-(tert-butyl)dimethylsilyl trifluoroacetamide. Οι ανακτήσεις της μεθόδου κυμάνθηκαν από 61% (καρβαμαζεπίνη) ως 90% (ιβουπροφαίνη). Τα όρια ανίχνευσης κυμαίνονται από 0.05 ως 0.2 $\mu\text{g/l}$. Όμως η μέθοδος επειδή βρίσκονταν ακόμη υπό βελτιστοποίηση, ώστε να αυξηθεί η ακρίβειά της δεν καταγράφηκαν κάποια αποτελέσματα σε δείγματα νερού.
- 6) Σε δείγματα λυμάτων και υλός από εγκαταστάσεις ΕΕΛ προσδιορίστηκαν (Samaras et al. 2011) εκτός των άλλων οι όξινες φαρμακευτικές ενώσεις ιβουπροφαίνη, δικλοφενάκη, ναπροξένη και κετοπροφένη με SPE και GC-MS. Στα δείγματα από τις εισόδους οι συγκεντρώσεις της ιβουπροφένης κυμάνθηκαν από 0.3 $\mu\text{g L}^{-1}$ για την ιβουπροφένη και

0.84 $\mu\text{g L}^{-1}$ για την δικλοφενάκη, ενώ για τα δείγματα από τις εξόδους, η ιβουπροφένη βρέθηκε κάτω του LOD μέχρι 0.18 $\mu\text{g L}^{-1}$ η δικλοφενάκη.

- 7) Στον ποταμό Αίσωνα (Stasinakis et al. 2012) προσδιορίστηκαν εκτός των άλλων τέσσερα μη στεροειδή φάρμακα ιβουπροφένη, κετοπροφένη, ναπροξένη και δικλοφενάκη με SPE και GC-MS. Ο ποταμός Αίσωνας είναι αποδέκτης επεξεργασμένων λυμάτων. Από τις ενώσεις αυτές οι υψηλότερες μέσες συγκεντρώσεις ανιχνεύθηκαν για την δικλοφενάκη στα 0,432 $\mu\text{g L}^{-1}$.
- 8) Σε άλλη έρευνα, δείγματα λυμάτων συλλέχθηκαν σε τέσσερις διαφορετικές περιόδους: τον Δεκέμβριο του 2010, τον Απρίλιο του 2011, τον Απρίλιο του 2012 και τον Μάρτιο του 2013 από εγκαταστάσεις ΕΕΛ της Αθήνας (Borova et. al., 2013). Τα δείγματα φιλτραρίστηκαν ώστε να αφαιρεθούν τα στερεά σωματίδια πριν την εκχύλιση στερεάς φάσης και οξινίστηκαν σε pH 2.5 με χρήση HCl 1M. Ύστερα από την υγρή χρωματογραφία και ανίχνευση με MS, τα αποτελέσματα έδωσαν ανακτήσεις ανάμεσα σε 50% (νορεφεδίνη, θειοπεντάλη και SGN) ΚΑΙ 113% (τοπιραμάτη) και ελαφρώς χειρότερες αλλά ακριβείς ανακτήσεις για κανναβιδοειδή (10% για κανναβιδιόλη σε 20% για 11-nor- Δ^9 -THC οξύ), μεθορφίνη και σιμβαστατίνη (10%), μεφεναμικό οξύ (18%), ατορβαστατίνη (22%), ρανιτιδίνη (41%) και πεντοβαρβιτάλη (137%). Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έδειξαν ότι στη χώρα μας μεταξύ των ετών 2010 και 2013 υπήρξε μια σημαντική αύξηση στην κατανάλωση αντικαταθλιπτικών και αντιψυχωτικών φαρμάκων όπως και συγκεκριμένων παράνομων φαρμάκων όπως η μεταμφεταμίνη και η μεθαδόνη. Αυτό οφείλεται στην μεγάλη οικονομική κρίση που υπάρχει στη χώρα μας.
- 9) Σε δείγματα εισόδων, εξόδων και ιλύος από ΕΕΛ (Samaras et al. 2013) μετρήθηκαν οι ενώσεις ιβουπροφαίνη, ναπροξένη, δικλοφενάκη, κετοπροφένη. Οι εγκαταστάσεις βρίσκονταν στην Αθήνα και στην Μυτιλήνη. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η SPE και η GC-MS. Οι μέσες συγκεντρώσεις στις εισόδους και στις εξόδους κυμάνθηκαν από 0,39 $\mu\text{g/L}$ για την κετοπροφένη, από <ορίου ανίχνευσης για την ιβουπροφαίνη και 0,80 $\mu\text{g/L}$ για την δικλοφενάκη. Η απομάκρυνση με την επεξεργασία ήταν σε ποσοστό 39% της δικλοφενάκης και σε ποσοστό 100% της ιβουπροφαίνης. Οι δύο ΕΕΛ δεν έδειξαν διαφορές στην απομάκρυνση των περισσότερων ενώσεων εκτός της δικλοφενάκης.

- 10) Στον ποταμό Αχελώο στην Δυτική Ελλάδα (Stamatis et al. 2013) μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις οκτώ (8) φαρμακευτικών ενώσεων, δύο μεταβολιτών και της καφεΐνης για ένα έτος (από Μάρτιο 2007 – Φεβρουάριο 2008). Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η SPE και η GC-MS. Σε όλα τα δείγματα ανιχνεύτηκε η παρακεταμόλη και η καρβαμαζεπίνη, η καφεΐνη και ο μεταβολίτης του σαλικυλικού οξέος. Η μέγιστη συγκέντρωση έφθασε τα 305 ng/L για την παρακεταμόλη.
- 11) Την ίδια χρονική περίοδο 2007-2008 μετρήθηκαν από την ίδια ερευνητική ομάδα (Stamatis and Konstantinou 2013) σε δείγματα εισόδου και εξόδου ΕΕΛ στο Αγρίνιο, οι συγκεντρώσεις οκτώ (8) φαρμακευτικών ενώσεων, δύο μεταβολιτών και της καφεΐνης. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η SPE και η GC-MS. Προσδιορίστηκε η τρικλοσάνη και η καφεΐνη σε τιμές μεταξύ 65,3-6679 ng/L στα δείγματα από τις εισόδους, ενώ η τρικλοσάνη και η καρβαμαζεπίνη από 24,9-552 ng/L στα δείγματα στις εξόδους.
- 12) Στον ποταμό Καλαμά στην Βορειοδυτική Ελλάδα (Nannou et al. 2013) μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις δεκαεννέα (19) φαρμακευτικών ενώσεων που ανήκουν σε διαφορετικές θεραπευτικές κατηγορίες την διετία 2011-2012. Χρησιμοποιήθηκε η SPE και LC-MS. Το σαλικυλικό οξύ και η καφεΐνη ανιχνεύθηκαν σε όλα τα δείγματα. Το μεφαιναμικό οξύ και η σουλφομεθοξαζόλη ανιχνεύθηκαν επίσης αλλά σε μικρότερο βαθμό.
- 13) Σε δείγματα από οκτώ ΕΕΛ σε διάφορες πόλεις έγινε μελέτη (Kosma et al. 2014) για την ύπαρξη δεκαοκτώ φαρμακευτικών ενώσεων. Η μελέτη έγινε με την χρήση SPE και LC-UV/Vis-ESI-MS. Τα αποτελέσματα έδειξαν την παρουσία παρακεταμόλης, καφεΐνης, τριμεθοπρίμης, σουλφαμεθοξαζόλης, καρβαμαζεπίνης, δικλοφενάκης και σαλικυλικού οξέος σε συγκεντρώσεις άνω των 96,65 μg/L. Το τολφεναμικό οξύ, τα φαινοφιβρικά και η σιμβαστίνη ήταν οι λιγότερο συχνά μετρούμενες ενώσεις, που στις εξόδους των ΕΕΛ ήταν σε συγκεντρώσεις κάτω του LOQ.
- 14) Στον ποταμό Καλαμά αλλά και στην λίμνη Παμβώτιδα στην Βορειοδυτική Ελλάδα έγινε και άλλη μελέτη από την ίδια ερευνητική ομάδα (Nannou et al. 2015) με την ίδια αναλυτική μέθοδο. Μελετήθηκαν οι συγκεντρώσεις πολλών φαρμακευτικών ενώσεων από διάφορες θεραπευτικές κατηγορίες. Όλες οι ενώσεις ανιχνεύθηκαν σε όλα τα δείγματα εκτός από την σουλφομεθαζίνη και την ινδομεθασίνη. Οι συγκεντρώσεις κυμαίνονταν από κάτω του ορίου ανίχνευσης έως και 3506 ng/L με την καφεΐνη και το σαλικυλικό οξύ να

κυριαρχούν. Η καφεΐνη βρέθηκε σε υψηλότερες τιμές το καλοκαίρι, ενώ τα αντιβιοτικά το φθινόπωρο και τον χειμώνα.

- 15) Οι Alygizakis et al. 2016 μελέτησαν την ύπαρξη και την χωρική κατανομή 158 φαρμακευτικών ενώσεων, φαρμάκων και μεταβολιτών τους σε παράκτια ύδατα. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η SPE και LC-MS. Από τις συνολικά 158 ενώσεις, ανιχνεύτηκαν 38, από τις οποίες οι 15 με συχνότητα ανίχνευσης ίση ή μεγαλύτερη από 50%. Συγκεκριμένα στον κόλπο του Σαρωνικού και της Ελευσίνας βρέθηκαν αμοξικιλίνη, καφεΐνη, σαλικυλικό οξύ αλλά και λιδοκαΐνη, κιταλοπράμη ή τραμαδόλη μεταξύ άλλων. Η αμοξικιλίνη σε συγκεντρώσεις από <5- 127,8 ng/L, η καφεΐνη από 5,2-78,2 ng/L και το σαλικυλικό οξύ από <0,4-53,3 ng/L.

2.2 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΥΠΑΡΞΗ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕ- ΩΝ ΣΕ ΥΔΑΤΑ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΧΩΡΕΣ

Εκτός από τις εργασίες που έχουν γίνει στην χώρα μας παρατίθενται κάποιες αντιπροσωπευτικές εργασίες που έχουν γίνει σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες:

ΣΟΥΗΔΙΑ

Στην Σουηδία αναπτύχθηκε μια μέθοδος προσδιορισμού δεκαέξι (16) αντιβιοτικών ουσιών που εκπροσωπούν έξι διαφορετικές ομάδες αντιβιοτικών σε νοσοκομειακά λύματα (Lindberg et. al., 2004). Μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις παρατηρήθηκαν κατά την διάρκεια της περιόδου δειγματοληψίας. Οι συγκεντρώσεις των ενώσεων κυμάνθηκαν στις ακόλουθες κλίμακες ($\mu\text{g/L}$): σιπροφλοξασίνη, 3.6–101.0, μετρονιδαζόλη, 0.1–90.2, σουλφαμεθοξαζόλη, 0.4–12.8, οφλοξασίνη, 0.2–7.6 τριμεθοπρίμη, 0.6–7.6 δοξυκυκλίνη, 0.6–6.7.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η SPE και LC-MS.

ΕΛΒΕΤΙΑ

Μια αναλυτική μέθοδος βασισμένη στην SPE που ακολουθείται από ταχεία LC-ιονισμό ηλεκτροσπασμού (ESI) παράλληλα με MS αναπτύχθηκε για τον προσδιορισμό των ορμονικών ανταγωνιστών σε λύματα νοσοκομείου και απόβλητα. (Xianjum L., 2010)

Οκτώ από δέκα φάρμακα ανιχνεύτηκαν σε λύματα νοσοκομείου. Μερικά φάρμακα δεν μπόρεσαν να αφαιρεθούν αποτελεσματικά κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της επεξεργασίας.

ΙΣΠΑΝΙΑ

Στην Ισπανία πραγματοποιήθηκε έρευνα για τον προσδιορισμό πέντε αντιφλεγμονωδών φαρμάκων, ενός αντιεπιληπτικού και ενός νευρικού διεγερτικού σε λύματα εισροών και εκροών από τέσσερις ΕΕΛ στην Σεβίλλη της Ισπανίας. Η μέθοδος περιλαμβάνει προεπεξεργασία δειγμάτων με εκχύλιση στερεάς φάσης και αναλυτικό καθορισμό με HPLC με συστοιχία διόδων και ανιχνευτές φθορισμού. (Santos J.L. et. al., 2005)

Οι ουσίες ήταν οι καφεΐνη, καρβαμαζεπίνη, δικλοφενάκη, ιβουπροφαΐνη, κετοπροφαΐνη και η ναπροξένη. Δείγματα λυμάτων αναλύθηκαν τον Αύγουστο και τον Νοέμβριο του 2004. Όλα τα φαρμακευτικά προϊόντα, εκτός από τη δικλοφενάκη, ανιχνεύθηκαν στα δείγματα των λυμάτων. Η καφεΐνη και ναπροξένη ανιχνεύθηκαν σε όλα τα λύματα και τα δείγματα εισροής. Η καρβαμαζεπίνη και η κετοπροφαΐνη ανιχνεύθηκαν στο 85% και το 65% των δειγμάτων που ελέγχθηκαν, αντίστοιχα. Η υψηλότερη συγκέντρωση του φαρμακευτικού αντιστοιχεί στην ιβουπροφαΐνη. Οι συγκεντρώσεις της καρβαμαζεπίνης και της κετοπροφαΐνης στα λύματα εισροής ήταν παρόμοιες με τις συγκεντρώσεις σε λύματα εκροής. Οι συγκεντρώσεις καφεΐνης και ναπροξένης στα λύματα εκροής ήταν ελαφρώς χαμηλότερες από τις συγκεντρώσεις των σε λύματα εισροής. Οι συγκεντρώσεις του ιβουπροφαΐνης στα λύματα εκροής ήταν χαμηλότερες από αυτές που βρέθηκαν σε εισρέοντα λύματα.

Η μέθοδος δεν είναι κατάλληλη για προσδιορισμό ακεταμινοφαΐνης γιατί δεν θα μπορούσε να ανακτηθεί από τα δείγματα. Οι ανακτήσεις των άλλων φαρμακευτικών προϊόντων ήταν υψηλότερες από 70%.

GERMANIA

Μια αναλυτική μέθοδος που χρησιμοποιεί SPE, LC με MS αναπτύχθηκε στην Γερμανία για την ανάλυση δέκα (10) πολικών φαρμακευτικών ενώσεων σε ακατέργαστα και κατεργασμένα λύματα, υπόγεια και επιφανειακά και πόσιμα νερά. Οι αναλύτες εντοπίστηκαν από APCI-MS/MS, που παρέχει καλή επιλεκτικότητα. Η μέθοδος παρέχει υψηλές ανακτήσεις για αναλυτές (87-117%) επιτρέποντας την ακριβής ποσοτικοποίηση των φαρμακευτικών ενώσεων. Αν και ένας όγκος δείγματος μόλις 0,25 L χρησιμοποιήθηκε για SPE, εφαρμόστηκε χρωματογραφικός διαχωρισμός. Οχτώ από τα δέκα πολικά φαρμακευτικά κατάλοιπα εντοπίστηκαν σε εισερχόμενα και εξερχόμενα δείγματα από μία εγκατάσταση ΕΕΛ. Επτά από τις ενώσεις ήταν παρούσες στα εξερχόμενα λύματα από εγκατάσταση στο Βερολίνο και εμφανίστηκαν επίσης στα ποτάμια και τις λίμνες του Βερολίνου. (Zuehlke S., et. al., 2004)

ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ

Στην πόλη Coimbra της Πορτογαλίας προσδιορίστηκαν οι αντιβιοτικές ενώσεις οφλοξασίνη, νορφλοξασίνη, κiproφλαξίνη και ενροφλαξίνη σε λύματα ΕΕΛ τεσσάρων νοσοκομείων την άνοιξη και το φθινόπωρο του έτους 2007. Η κiproφλαξίνη προσδιορίστηκε σε όλα τα δείγματα, έπειτα η νορφλοξασίνη και τέλος οφλοξασίνη.. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η SPE και LC-FD (Seifrtova , 2008).

ΚΥΠΡΟΣ

Σε δείγματα από τρεις διαφορετικές ΕΕΛ και συγκεκριμένα από εισόδους, μετά από δευτεροβάθμια και μετά από τριτοβάθμια επεξεργασία στην Κύπρο προσδιορίστηκαν δεκαεννέα φαρμακευτικές ενώσεις. Η μέθοδος ήταν η SPE και LC-MS-MS. Προσδιορίστηκαν η ακεταμινοφαίνη, η οφλοξασίνη, η δικλοφαινάκη, η καρβαμαζεπίνη, και η μετοπρολόλη (Fatta-Kassinou et al. 2011) .

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από την ανωτέρω ανάλυση καθίσταται σαφές, πως οι υδάτινοι πόροι που υπάρχουν στη γη είναι μείζονος σημασίας όχι μόνο για τον άνθρωπο, αλλά και για όλη τη χλωρίδα και την πανίδα του πλανήτη. Οι εν λόγω πόροι δεν καθίστανται ατελείωτοι και σε περίπτωση που δεν γίνει σωστή διαχείριση τους, θα υπάρξει σημαντικό πρόβλημα στον πλανήτη, που θα έχει αρνητικές συνέπειες και στην ανάπτυξη. Ωστόσο, εξαιτίας της σημαντικής αύξησης του πληθυσμού κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, η αλόγιστη χρήση των διαθέσιμων πόρων και ο μεγάλος όγκος απορριμμάτων έχουν διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην μόλυνση του νερού.

Ένας σημαντικός παράγοντας ρύπανσης των υδάτων είναι και η απόρριψη φαρμακευτικών ουσιών σε αυτό. Είναι αξιοσημείωτο, πως στις μέρες μας γίνεται κατανάλωση μεγάλου όγκου φαρμάκων, με σκοπό την αντιμετώπιση ενός εύρους ασθενειών τόσο στους ανθρώπους όσο και στα ζώα, τα οποία αποβάλλονται μέσω των κοπράνων και των ούρων στα αποχετευτικά συστήματα και εν συνέχεια καταλήγουν στις θάλασσες, τις λίμνες και τα ποτάμια. Αν και τα φαρμακευτικά σκευάσματα έχουν ευεργετικές επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό, όταν έλθουν σε επαφή με το υδάτινο περιβάλλον, αναπτύσσονται ενώσεις οι οποίες καθίστανται ιδιαίτερα επιβλαβείς.

Στο σημείο αυτό αξίζει να επισημανθεί, πως τα φάρμακα χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με την ασθένεια που στοχεύουν να καταπολεμήσουν. Έτσι ορισμένες βασικές κατηγορίες είναι τα αντιβιοτικά, τα αντιπαρασιτικά, τα δερματολογικά, τα φάρμακα κατά των ασθενειών του αναπνευστικού συστήματος, τα κτηνιατρικά φάρμακα κ.α.. Έτσι βάσει αυτών, βρέθηκαν στα νερά οι ανάλογες φαρμακευτικές ενώσεις.

Στο χώρα μας, γίνεται αυστηρός έλεγχος, προτού κυκλοφορήσει ένα φάρμακο στην αγορά, αναφορικά με την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια του. Ενώ, είναι απαραίτητη η έγκριση του ΕΟΦ τόσο για τα ανθρώπινα όσο και τα κτηνιατρικά φάρμακα. Επίσης, για τον προσδιορισμό των φαρμακευτικών ενώσεων στα νερά εφαρμόζονται δύο αποτελεσματικές μέθοδοι, η αέρια χρωματογραφία και η υγρή χρωματογραφία.

Επίσης, από εργασίες, που έχουν γίνει στην Ελλάδα έχει αποδειχθεί, ότι οι παραδοσιακές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων καθίστανται ανεπαρκείς σε αποδοτικότητα στην αφαίρεση των φαρμακευτικών αποβλήτων. Ενώ από εργασίες που έγιναν σε άλλες χώρες, εντοπίζονται διάφορα είδη φαρμάκων στα ύδατα τους.

Προκειμένου, να αντιμετωπιστεί το εν λόγω πρόβλημα είναι σημαντικό πρώτα από όλα να μη γίνεται αλόγιστη χρήση φαρμάκων. Η λύση του προβλήματος δηλαδή ξεκινά από το ιατροφαρμακευτικό σύστημα όλων των χωρών. Ειδικότερα, οι γιατροί και οι φαρμακοποιοί πρέπει να περιορίσουν όσο αυτό είναι δυνατόν την χορήγηση φαρμάκων και οι ασθενείς να μην λαμβάνουν από μόνοι τους φάρμακα χωρίς τη συμβουλή του θεράποντα ιατρού τους.

Επιπλέον, θα πρέπει να γίνονται αυστηρότεροι έλεγχοι από τον ΕΟΦ και από αντίστοιχους οργανισμούς παγκοσμίως, σχετικά με την ασφάλεια των φαρμάκων για τους χρήστες αλλά και για τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Μια καλή πρόταση θα ήταν η κυκλοφορία και η χορήγηση περισσότερων φυτικών φαρμάκων, που πιθανόν θα έχουν λιγότερες αρνητικές επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον.

Ακόμη, τα απόβλητα των υπονόμων θα μπορούσαν να διασπώνται με ειδικό σύστημα και να μην αποβάλλονται στις θάλασσες και τα ποτάμια. Ενώ, είναι μείζονος σημασίας, να διεξαχθούν περισσότερες μελέτες, σχετικά με τις ποσότητες των φαρμάκων που εντοπίζονται στο υδάτινο περιβάλλον και αναλόγως να ληφθούν από την κυβέρνηση κάθε κράτους τα απαραίτητα μέτρα αντιμετώπισης και πρόληψης.

Τέλος, το κυριότερο όλων είναι να συνειδητοποιηθεί από όλους τους ανθρώπους ανεξαρτήτως ειδικότητας, πως το νερό είναι απαραίτητο για κάθε ζωντανό οργανισμό και η ρύπανση ή εξάντλησή του μπορεί να έχει δραματικές συνέπειες, διότι χωρίς αυτό δε θα μπορέσει να επιβιώσει κανέναν οργανισμό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Λατινοπουλος Π. (1993), Οικονομική των φυσικών πόρων και του περιβάλλοντος, Διδακτικές Σημειώσεις, ΠΜΣ Προστασία περιβάλλοντος και βιώσιμη ανάπτυξη, ΤΠΜ-ΑΠΘ

Λατινοπουλος Π.(1999β), Προστασία και εξυγίανση των υπογείων νερών, Σημειώσεις, ΠΜΣ Προστασία περιβάλλοντος και βιώσιμη ανάπτυξη, ΤΠΜ-ΑΠΘ

Τολικας Δ. (1999), Εισαγωγή στη διαχείριση υδατικών πόρων, Διδακτικές Σημειώσεις, ΠΜΣ Προστασία περιβάλλοντος και βιώσιμη ανάπτυξη, ΤΠΜ- ΑΠΘ

Ψαριανός Δ. (2010), Φαρμακευτικές ουσίες στο υδάτινο περιβάλλον και αναλυτικές μέθοδοι προσδιορισμού τους, πτυχιακή εργασία, Μυτιλήνη, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Alygizakis, N.A., Gago-Ferrero, P., Borova, V.L, Pavlidou, A., Hatzianestis, I., Thomaidis, N.S. (2016), Occurrence and spatial distribution of 158 pharmaceuticals, drugs of abuse and related metabolites in offshore seawater, *Sci. Total Environ.*, 541, 1097-1105.

Barnes, K.K., Kolpin, D.W., Furlong, E.T. (2008), A national reconnaissance of pharmaceuticals and other organic wastewater contaminants in the United States-)groundwater, *Sci. Total Environ.* 402, 192-200.

Borova, V.L., Dasenaki, M.E., Maragou, N.C., Alygyzakis, N., Stasinakis, A.S., Thomaidis, N.S., Lekkas, T.D. (2013), Trends in use of pharmaceuticals, controlled psychoactive and illicit drugs as revealed from the influents' analysis of WWTP of Athens, Greece, *Proceedings of the 13th International Conference on Environmental Science and Technology*, Athens, Greece, 5-7 September 2013.

Botitsi, E., Frosyni, C., Tsipi, D. (2007) Determination of pharmaceuticals from different therapeutic classes in wastewaters by liquid chromatography electrospray ionization tandem mass spectrometry, *Anal Bioanal Chem*, 387, 1317-1327.

Corral-Verdugo, V., Bechtel, R., & Fraijo, B. (2003). Environmental beliefs and water conservation: An empirical study. *Journal of Environmental Psychology*, 23, 247-257.

Ellis, J. R., Revitt, D.M., Lister, P. (2002) Experimental studies of sewer exfiltration, *Water Sci. Technol.* 47, 61-67.

Engelmann, R. and P. Leroy, (1993), *Sustaining Water. Population and the Future of Renewable Water Supplies*”, Population and Environment Program, Population Action International, 1-57.

Fatta-Kassinos, D., Hapeshi, E., Achilleos, A., Meric, S., Gros, M., Petrovic, M., Barcelo, D. (2011) Existence of pharmaceutical compounds in tertiary treated urban wastewater that is used for reuse applications, *Water Resour. Manag.*, 25, 1183-1193.

Fatta, D., Nikolaou, A., Achilleos, A., Meric, S., (2007) Analytical methods for tracing pharmaceutical residues in water and wastewater, *Trends in Analytical Chemistry*, 26 (6), 515-533.

Heberer, T. (2002) Tracking persistent pharmaceutical residues from municipal sewage to drinking water, *J. Hydrol.*, 266, 175-189.

Holm, J. V., Rugge, K., Bjerg, P. I., (1995) Occurrence and distribution of pharmaceutical organic compounds in the groundwater downgradient of a landfill (Grindsted, Denmark), *Enviro. Sci. Technol.* 28, 1415-1420.

Koutsouba, V., Th. Heberer, B. Fuhrmann, K. Schmidt-Baumler, D. Tsipi, A. Hiskia, (2003) Determination of polar pharmaceuticals in sewage water of Greece by gas chromatography–mass spectrometry, *Chemosphere* 51, 69–75.

Kosma, C. I., Labropoulou, D.A., Albanis, T.A. (2010), Occurrence and removal of PPCPs in municipal and hospital wastewaters in Greece, *Journal of Hazardous Materials*, 179, 804-817.

Kosma, C.I., Labropoulou, D.A., Albanis, T.A (2014) Investigation of PPCPs in wastewater treatment plants in Greece: Occurrence and Environmental Risk Assessment. *Sci. Total Env.*, 466-467, 421-438.

Kujawa-Roeleveld, K., Mahmoud, N., Shi, W. (2007), *Sustainable Water Management in the City of the Future* , SWITCH, Integrated Project Global Change and Ecosystems, Sixth Framework Program 2002-2006.

- Lindberg, R., Jarnheimer, P-K., Olsen, B., Johansson, M., Tysklind, M. (2004), Determination of antibiotic substances in hospital sewage water using solid phase extraction and liquid chromatography/mass spectrometry and group analogue internal standards, *Chemosphere*, 57 (10), 1479-1488.
- Loos, R., Locoro, G., Comero, S., (2010) Pan-European survey on the occurrence of selected polar organic persistent pollutants in ground water, *Water Res.*, 44, 4115-4126.
- Mylopoulos, Y.A. and Kolokytha, E. (1996). Economic incentive instruments in sustainable environmental management. The water resources case, Proc. International Conference:, Technical University of Crete, 600-608.
- Mylopoulos Y.A., (1996), Sustainable Water Management in Greece. A Dream or a Vision, Collection Environmental de l' Université de Montreal, No 6, Vol. II, 652- 660
- Mylopoulos Y.A and Kolokytha E., (1997), Social and Economic Aspects of Sustainable Water Supply Policy. The City of Thessaloniki Case in Operational Water Management, Refsgaard and Karalis (Eds), Balkema, Rotterdam, p. 41-45.
- Nannou, Ch. I., Kosma, Ch. I., Albanis, T. A. (2013) Analysis of trace levels of pharmaceutical compounds in surface waters in the region of Epirus (Greece), Proc. 13th Intern. Conf. on Environmental Science and Technology, Athens, 5-7 September 2013.
- Nannou, C. I., Kosma, C. I., Albanis, T. A. (2015) Occurrence of pharmaceuticals in surface waters: analytical method development and environmental risk assessment, *Intern. J. Environ. Anal. Chem.*, 95 (13), 1242-1262.
- Petrovic, M., Eljarrat, E., Lopez de Alza, M.J., Barcelo, D. (2002), Advances in the mass spectrometric analysis related to endocrine disrupting compounds in aquatic environmental samples, *J. Chromatogr. A*, 974, 23-51.
- Samaras, V.G., Stasinakis, A.S., Mamais, D., Thomaidis, N.S., Lekkas, T.D.(2013) Fate of selected pharmaceuticals and synthetic endocrine disrupting compounds during wastewater treatment and sludge anaerobic digestion, *J. Hazard Mater.*, 244-245, 259-267.
- Samaras, V.G, Thomaidis, N. S., Stasinakis, A. S., Gatidou G., Lekkas, T. D. (2010) Determination of selected non-steroidal anti-inflammatory drugs in wastewater by gas chromatography-mass spectrometry, *Intern. J. Environ. Anal. Chem.*, 90 (3-6) 219-229.

Samaras, V.G., Thomaidis, N. S., Stasinakis, A. S., Lekkas, T. D. (2011) An analytical method for the simultaneous trace determination of acidic pharmaceuticals and phenolic endocrine disrupting chemicals in wastewater and sewage sludge by gas chromatography-mass spectrometry, *Anal. Bioanal. Chem.*, 399, 2549-2561.

Santos J.L., I. Aparicio, Alonso. E., Callejon M. (2005), Simultaneous determination of pharmaceutically active compounds in wastewater samples by solid phase extraction and high-performance liquid chromatography with diode array and fluorescence detectors, *Anal. Chim. Acta*, 550, (1-2), 116-122.

Stamatis, N., Triantafyllidis, V., Hela, D., Konstantinou, I. (2013) Occurrence and distribution of selected pharmaceutical compounds on sewage-impacted section of river Acheloos, Western Greece, *Intern. J. Environ. Anal. Chem.*, 93 (15), 1602-1619.

Stamatis, N. K., Konstantinou, I.K. (2013) Occurrence and removal of emerging pharmaceutical, personal care products and caffeine tracer in municipal sewage treatment plant in Western Greece, *J. Environ. Sci Health B*, 48 (9), 800-813.

Stasinakis, A.S., Mermigka, S., Samaras, V.G., Farmaki, E., Thomaidis, N.S. (2012) Occurrence of endocrine disrupters and selected pharmaceuticals in Aisonas river (Greece) and environmental risk assessment using hazard indexes, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 19, 1574-1583.

Stuart, M.E., Manamsa, K., Talbot, J. C. (2011) Emerging contaminants in groundwater, British Geological Survey, Britain.

Xianjun Liu, Jing Zhang, Jie Yin, Hejun Duan, Yongning Wu, Bing Shao (2010), Analysis of hormone antagonists in clinical and municipal wastewater by isotopic dilution liquid chromatography tandem mass spectrometry, *Anal. Bioanal. Chem.*, 396, 2977-2985.

Zuehlke, S., Duennbier, U., Heberer, T. (2004) Determination of Polar Drug Residues in Sewage and Surface Water Applying Liquid Chromatography – Tandem Mass Spectrometry, *Anal. Chem.*, 76 (22), 6548-6554.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

www.whocc.no

www.minagric.gov.gr

