



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



Διαχείριση Αποβλήτων

Ενότητα 4: ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.

ΜΠΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΣΟΦΙΑ

Περιβαλλοντολόγος, PhD, MSc

Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

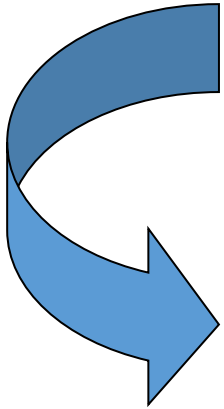
Διάλεξη στο πλαίσιο του μαθήματος
«Διαχείριση Αποβλήτων» του ΠΜΣ.

«Χωρική Ανάλυση και Διαχείριση
Περιβάλλοντος».

ΒΟΛΟΣ, 2014.



ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ



Να αντιμετωπιστούν προβλήματα που σχετίζονται με έλλειψη υδατικών πόρων και φαινόμενα ξηρασίας σε μια περιοχή.

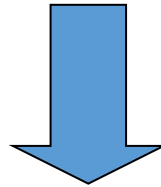


Έννοια ολοκληρωμένης διαχείρισης υδατικών πόρων – Περιλαμβάνει και τη χρήση εναλλακτικών υδατικών πόρων.

Οδηγία 60/2000/ΕΚ.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (1)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ

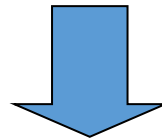


Λόγοι (Bouwer, 2000):

α. Το κόστος της επεξεργασίας και διάθεσης των αστικών υγρών αποβλήτων στις χώρες του αναπτυγμένου κόσμου συνεχώς αυξάνει τα τελευταία χρόνια για το λόγο ότι οι απαιτήσεις ποιότητας των εκροών γίνονται ολοένα και πιο αυστηρές. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, γίνεται περισσότερο ελκυστικό για μια μονάδα να επαναχρησιμοποιήσει τα απόβλητά της παρά να τα διαθέσει στο περιβάλλον.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (2)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ –
ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ (συνέχεια).



β. Οι εκροές από μονάδες επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων αποτελούν ένα σημαντικό υδάτινο πόρο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές και διαφορετικές χρήσεις (μη πόσιμες κυρίως).

Η χρήση του επεξεργασμένου αποβλήτου θα πρέπει να γίνεται με βάση συγκεκριμένους κανόνες ποιότητας προκειμένου η επικινδυνότητα χρήσης ενός τέτοιου πόρου να ελαττώνεται στο ελάχιστο.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (3)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΧΡΗΣΗΣ

Μη πόσιμες χρήσεις (Metcalf & Eddy, 2007a):

- Αγροτική.
- Αστική.
- Βιομηχανική.
- Αναψυχή / Περιβαλλοντικές χρήσεις.
- Εμπλουτισμός υπόγειου υδροφορέα που δεν χρησιμοποιείται για ύδρευση.

Πόσιμες χρήσεις (Metcalf & Eddy, 2007a):

- Έμμεση πόση (μέσω εμπλουτισμού υπόγειου υδροφορέα).
- Άμεση πόση.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (4)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΧΡΗΣΗΣ.

Αγροτική (Metcalf & Eddy, 2007a):

- Η αγροτική άρδευση εμφανίζει και τα μεγαλύτερα ποσοστά χρήσης ανακτημένων λυμάτων παγκοσμίως, ενώ ταυτόχρονα εμφανίζει σημαντικές προοπτικές σε ό,τι αφορά τη μελλοντική χρήση επεξεργασμένων λυμάτων.
- Πηγή αρδευτικού νερού σε περιόδους ξηρασίας.
- Υποβοήθηση μείωσης λιπασμάτων μέσω τροφοδότησης N, P από το ανακτημένο λύμα.
- Κίνδυνοι αν το λύμα δεν έχει υποστεί την ανάλογη επεξεργασία.
- Ανάγκη αποθήκευσης του επεξεργασμένου υγρού.
- Προβλήματα κοινωνικής αποδοχής.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (5)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΧΡΗΣΗΣ.

Αστική (Metcalf & Eddy, 2007a):

- Άρδευση αστικών εκτάσεων, όπως πάρκων, γηπέδων γκολφ, ακάλυπτων χώρων, κράσπεδων, κλπ.
- Πυρόσβεση, καθαρισμός τουαλέτας (αποχέτευση), συντριβάνια, κλπ.
- Πηγή αρδευτικού νερού σε περιόδους ξηρασίας.
- Κίνδυνοι αν το λύμα δεν έχει υποστεί την ανάλογη επεξεργασία.
- Ανάγκη αποθήκευσης του επεξεργασμένου υγρού.
- Προβλήματα κοινωνικής αποδοχής.
- Ανάγκη για κατασκευή διπλού δικτύου διανομής.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (6)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΧΡΗΣΗΣ.

Βιομηχανική (Metcalf & Eddy, 2007a):

- Σε βιομηχανικές δραστηριότητες που απαιτούν τη χρήση νερού (νερό ψύξης, νερό τροφοδοσίας λεβήτων, νερό κατεργασίας, νερό διαβροχής κλπ.).
- Συνηθέστερη κατηγορία το νερό ψύξης.
- Ανακύκλωση του νερού ως μέρος της παραγωγικής διαδικασίας.
- Κίνδυνοι αν το λύμα δεν έχει υποστεί την ανάλογη επεξεργασία.
- Προβλήματα επικαθήσεων, διάβρωσης, κλπ.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (7)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΧΡΗΣΗΣ.

Αναψυχή – Περιβαλλοντικές χρήσεις (Metcalf & Eddy, 2007a):

- Χρήση των ανακτημένων λυμάτων για την αποκατάσταση υποβαθμισμένων βιοτόπων / οικοτόπων και δημιουργία χώρων αναψυχής.
- Περιλαμβάνει: (α) τη δημιουργία τεχνητών υγροτόπων ή τη διατήρηση των φυσικών, (β) τη δημιουργία χώρων αναψυχής, (γ) την ενίσχυση προβληματικών επιφανειακών υδάτινων ρεμάτων, (δ) διάφορες άλλες χρήσεις που έχουν ως κύριο στόχο την ανάπτυξη μιας περιοχής με αυξημένη περιβαλλοντική και αισθητική αξία.
- Κίνδυνοι αν το λύμα δεν έχει υποστεί την ανάλογη επεξεργασία.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (8)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΧΡΗΣΗΣ.

Εμπλουτισμός υπόγειου υδροφορέα που δεν χρησιμοποιείται για ύδρευση (Metcalf & Eddy, 2007a):

- Έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως για: (α) τον περιορισμό, την παύση ή ακόμη και την αναστροφή της μείωσης της στάθμης κινδυνευόντων υπόγειων υδροφορέων, (β) την προστασία του υπόγειου γλυκού νερού των παράκτιων υδροφορέων από τη διείσδυση θαλασσινού νερού, (γ) την αντιμετώπιση της ανάγκης αύξησης των υδάτινων αποθεμάτων μιας περιοχής (π.χ. όταν έχουμε προβλήματα γεωλογικής φύσης, όπως καθιζήσεις, κ.ά.).
- Κίνδυνοι αν το λύμα δεν έχει υποστεί την ανάλογη επεξεργασία.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (9)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΧΡΗΣΗΣ.

Πόσιμες χρήσεις (Metcalf & Eddy, 2007a):

Δεν χρησιμοποιείται ευρέως παρά τις σημαντικές έρευνες στον τομέα αυτό.

- Ιδιαίτερα σημαντικά προβλήματα κοινωνικής αποδοχής.
- Αυξημένοι κίνδυνοι για την υγεία αν το λύμα δεν υποστεί ανάλογη επεξεργασία.
- Πιθανοί μακροπρόθεσμοι κίνδυνοι ακόμη και αν το λύμα έχει υποστεί την πλέον προχωρημένη επεξεργασία (παρουσία σε ίχνη ανόργανων και οργανικών ρύπων που δεν είναι δυνατό να απομακρυνθούν).
- Η λιγότερο επικίνδυνη είναι η έμμεση επαναχρησιμοποίηση μέσω διοχέτευσης του ανακτημένου λύματος σε υπόγειο υδροφορέα που χρησιμοποιείται για ύδρευση.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (10)

Κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων.	Προβλήματα / Κίνδυνοι.
<p>Άρδευση αγροτικών εκτάσεων:</p> <ul style="list-style-type: none">- Άρδευση καλλιεργειών.- Φυτώρια.	<ul style="list-style-type: none">- Ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων νερών εάν δεν γίνει κατάλληλη διαχείριση.- Εμπορευσιμότητα των καλλιεργειών και κοινωνική αποδοχή.
<p>Άρδευση κοινόχρηστων χώρων:</p> <ul style="list-style-type: none">- Πάρκα.- Σχολικές αυλές.- Ακάλυπτοι χώροι.- Γήπεδα γκολφ.- Νεκροταφεία.- Πράσινες ζώνες.- Κήποι.	<ul style="list-style-type: none">- Επίδραση της ποιότητας του νερού, ιδιαίτερα των αλάτων, στο έδαφος και στα φυτά.- Θέματα δημόσιας υγείας που σχετίζονται με τους παθογόνους οργανισμούς (π.χ. βακτήρια, ιοί και παράσιτα).- Η ύπαρξη ελεγχόμενων περιοχών, περιλαμβανομένων των ουδέτερων ζωνών, μπορεί να αυξήσει το κόστος χρήσης.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (11)

Κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων.	Προβλήματα / Κίνδυνοι.
<p>Βιομηχανική ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση:</p> <ul style="list-style-type: none">- Νερό ψύξης.- Τροφοδοσία λεβήτων.- Νερό κατεργασίας.- Βαριά βιομηχανία.	<ul style="list-style-type: none">- Συστατικά στο ανακτημένο νερό που μπορεί να προκαλέσουν επικαθίσεις, διάβρωση, ανάπτυξη μικροοργανισμών και διάφορες επιστρώσεις.- Θέματα δημόσιας υγείας, κυρίως μεταφορά παθογόνων οργανισμών μέσω σταγονιδίων νερού προερχόμενα από πύργους ψύξης.- Διασταύρωση μεταξύ αγωγών ανακτημένου και πόσιμου νερού.

Πηγή: Metcalf & Eddy, 2007a.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (12)

Κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων.	Προβλήματα / Κίνδυνοι.
<p>Εμπλουτισμός υπόγειου υδροφορέα:</p> <ul style="list-style-type: none">- Συμπλήρωση υπόγειου νερού.- Αντιμετώπιση της διείδυσης θαλασσινού νερού.- Αντιμετώπιση καθιζήσεων.	<ul style="list-style-type: none">- Πιθανή ρύπανση του υπόγειου υδροφορέα που χρησιμοποιείται ως πηγή πόσιμου νερού.- Οργανικές ουσίες στα ανακτημένα νερά με τοξική δράση.- Ολικά διαλυμένα στερεά, νιτρικά και παθογόνοι οργανισμοί στο ανακτημένο νερό.

Πηγή: Metcalf & Eddy, 2007a.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (13)

Κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων.	Προβλήματα / Κίνδυνοι.
<p>Αναψυχή/περιβαλλοντικές χρήσεις:</p> <ul style="list-style-type: none">- Λίμνες.- Εμπλουτισμός υγροτόπων.- Εμπλουτισμός επιφανειακών υδάτινων ρευμάτων.- Αλιεία.- Τεχνητό χιόνι.	<ul style="list-style-type: none">- Θέματα υγείας που σχετίζονται με την παρουσία βακτηρίων και ιών (π.χ. εντερικές μολύνσεις και μολύνσεις αυτιών, ματιών και μύτης).- Φαινόμενα ευτροφισμού λόγω της ύπαρξης αζώτου και φωσφόρου στο ανακτημένο νερό.- Τοξικότητα σε υδρόβιους οργανισμούς.

Πηγή: Metcalf & Eddy, 2007a.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (14)

Κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων.	Προβλήματα / Κίνδυνοι.
<p>Αστικές μη πόσιμες χρήσεις:</p> <ul style="list-style-type: none">- Πυρασφάλεια.- Κλιματισμός.- Καθαρισμός τουαλετών.	<ul style="list-style-type: none">- Θέματα υγείας που σχετίζονται με τη μεταφορά παθογόνων οργανισμών μέσω σταγονιδίων νερού.- Η ποιότητα του νερού μπορεί να προκαλέσει επικαθίσεις, διάβρωση, ανάπτυξη μικροοργανισμών και διάφορες επιστρώσεις.- Διασταύρωση μεταξύ αγωγών ανακτημένου και πόσιμου νερού.

Πηγή: Metcalf & Eddy, 2007a.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (15)

Κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων.	Προβλήματα / Κίνδυνοι.
<p>Επαναχρησιμοποίηση για πόσιμο νερό:</p> <ul style="list-style-type: none">- Ανάμιξη με ακατέργαστο πόσιμο νερό.- Υδροδότηση μέσω αγωγών.	<ul style="list-style-type: none">- Παρουσία συστατικών στο ανακτημένο νερό, κυρίως υπολείμματα οργανικών ουσιών και η τοξική τους δράση.- Αισθητική και κοινωνική αποδοχή.- Θέματα υγείας που σχετίζονται με τη μεταφορά παθογόνων οργανισμών, κυρίως εντερικών ιών.

Πηγή: Metcalf & Eddy, 2007a.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ –

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΑΝΑΚΤΗΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ – ΣΥΝΟΨΗ.

Πλεονεκτήματα

- Υποβοήθηση της διατήρησης των υπαρχόντων υδατικών πόρων σε μια περιοχή.
- Έμμεση προστασία ευαίσθητων οικοσυστημάτων που υπό άλλες συνθήκες θα αποτελούσαν αποδέκτες των λυμάτων.
- Οικονομικά πλεονεκτήματα μέσω μείωσης της απαίτησης για νερό υψηλής ποιότητας που είναι και πιο ακριβό.
- Η περιεκτικότητα των ανακτημένων λυμάτων σε θρεπτικά στοιχεία μπορεί να μειώσει την ανάγκη των καλλιεργειών σε λιπάσματα, όταν το λύμα χρησιμοποιείται για χρήσεις όπως η άρδευση. Κατ' αυτόν τον τρόπο μειώνεται το επίπεδο ρύπανσης που θα προκαλούνταν αλλιώς ενώ συνεπάγονται και οικονομικά οφέλη για τους χρήστες.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ (1)

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΑΝΑΚΤΗΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ – ΣΥΝΟΨΗ.

Μειονεκτήματα

- Πιθανοί κίνδυνοι για την υγεία των χρηστών και το περιβάλλον όταν το λύμα δεν έχει υποστεί την απαραίτητη επεξεργασία.
- Υψηλό σχετικά οικονομικό κόστος για την εφαρμογή των περισσότερων τεχνολογιών ανάκτησης των λυμάτων.
- Προβλήματα κοινωνικής αποδοχής της χρήσης τέτοιου είδους υδάτινου πόρου.
- Ανάγκη για ύπαρξη υποδομών αποθήκευσης σε κάποιες περιπτώσεις (π.χ. αγροτική άρδευση).

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ



ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.

Παρά την ύπαρξη τεχνολογικά αναπτυγμένων διεργασιών προχωρημένης επεξεργασίας δευτεροβάθμιων εκροών λυμάτων, η μακροχρόνια ασφάλεια χρήσης του ανακτημένου νερού και η επίδρασή του στο περιβάλλον είναι ακόμη σχετικά δύσκολο να μετρηθούν (Metcalf & Eddy, 2007a).

Χρήση διαφορετικών τεχνολογιών ανά κατηγορία χρήσης ανακτημένου λύματος – Πρόβλημα του τύπου τι ρύποι πρέπει να απομακρυνθούν ανά χρήση.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ (1)

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ
ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.

Ταξινόμηση	Ρύπος
Συμβατικά	Ολικά αιωρούμενα στερεά Κολλοειδή στερεά Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο Ολικός οργανικός άνθρακας Αμμωνία Νιτρικά Νιτρώδη Ολικό άζωτο Φώσφορος Βακτήρια Κύστες πρωτοζώων και ωοκύστες Ιοί

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ (2)

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ
ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.

Ταξινόμηση	Ρύπος
Μη συμβατικά	Δύσκολα αποικοδομήσιμα οργανικά συστατικά Πτητικά οργανικά συστατικά Επιφανειοδραστικά συστατικά Μέταλλα Ολικά διαλυμένα στερεά
Νεοεμφανιζόμενα	Φαρμακευτικά προϊόντα Προϊόντα καθαρισμού σπιτιών Κτηνιατρικά και ανθρώπινα αντιβιοτικά Βιομηχανικά και οικιακά προϊόντα Διάφορες ορμόνες Άλλες ουσίες που διαταράσσουν το ενδοκρινικό σύστημα

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ (3)

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ – ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ.

Παθογόνοι μικροοργανισμοί:

Βακτήρια, ιοί, πρωτόζωα, έλμινθες.

- Βακτήρια: Πιο κοινά, συνήθως εντερικής προέλευσης (υπάρχουν και μη εντερικά βακτήρια σε εκροές υγρών αποβλήτων).

- Ιοί, πρωτόζωα: Ανιχνεύονται σε εκροές υγρών αποβλήτων, Ισχυρότερη μολυσματική ικανότητα από τα βακτήρια.

- Έλμινθες: Σημαντικός παράγοντας κινδύνου ιδιαίτερα όταν τα λύματα δεν έχουν υποστεί βασική επεξεργασία.

(Toze, 2006a, Toze, 2006b).

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ (4)

**ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ
ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
– ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ.**

Χημικά συστατικά:

Τα χημικά συστατικά που συνιστούν παράγοντες κινδύνου για τη δημόσια υγεία ανήκουν στην κατηγορία των μη συμβατικών και νεοεμφανιζόμενων συστατικών. Ωστόσο τα πλέον ενδιαφέροντα προς διερεύνηση είναι τα νεοεμφανιζόμενα συστατικά (Metcalf & Eddy, 2007a).

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ (5)

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ – ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

Βαρέα μέταλλα (Metcalf & Eddy, 2007a, Toze, 2006a):

- Ανήκουν στην κατηγορία των μη συμβατικών συστατικών.
- Απομακρύνονται σχετικά εύκολα με τυπικές μεθόδους επεξεργασίας – Το μεγαλύτερο κλάσμα τους σε αστικά υγρά απόβλητα απομακρύνεται στη βασική επεξεργασία και καταλήγει ως λάσπη.
- Πρόβλημα αν έχουμε συνεπεξεργασία αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων.
- Τα βαρέα μέταλλα του αρδευτικού νερού τείνουν να βιοσυσσωρεύονται στο έδαφος, απ' όπου γίνονται βιοδιαθέσιμα στα φυτά – Έρευνες έχουν δείξει ότι οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στο φυτό είναι πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες του εδάφους.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ (6)

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ – ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ.

Νεοεμφανιζόμενα συστατικά (Toze, 2006a, Toze, 2006b, Falconer et al., 2006, Jones et al., 2004, Munoz et al., 2008):

- Οι ουσίες που διαταράσσουν το ενδοκρινικό σύστημα, τα φαρμακευτικά προϊόντα και καλλυντικά δεν απομακρύνονται εύκολα με τυπικές μεθόδους επεξεργασίας.
- Τυπικές συγκεντρώσεις τέτοιων ουσιών σε ανεπεξέργαστα υγρά απόβλητα είναι πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες στα εμπορικά σκευάσματα – Ωστόσο πρόβλημα αποτελεί ότι δεν υπάρχουν επαρκείς μελέτες που να προσδιορίζουν ασφαλή όρια σε ό,τι αφορά τη μέγιστη επιτρεπτή ημερήσια λήψη τέτοιων ουσιών από τον άνθρωπο για περιπτώσεις μακροχρόνιας λήψης (π.χ. μέσω πόσιμου νερού).

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ (7)

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ – ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

Νεοεμφανιζόμενα συστατικά (Toze, 2006a, Toze, 2006b, Falconer et al., 2006, Jones et al., 2004, Munoz et al., 2008) (συνέχεια) :

- Έχει αποδειχτεί ότι τυπικές συγκεντρώσεις τέτοιων ουσιών σε ανεπεξέργαστα λύματα είναι βιοδιαθέσιμες σε θαλάσσιους οργανισμούς.

- Η διοχέτευση ορισμένων αντιβιοτικών και ναρκωτικών ουσιών σε υδάτινο περιβάλλον μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα σε ορισμένους οργανισμούς-δείκτες, όπως η *Daphnia magna* και η *Artemia franciscana*. Επίσης συμβάλλει στην απόκτηση αντίστασης από τους μικροοργανισμούς του εδάφους και του νερού άρα ανάγκη για νέα σκευάσματα φυτοπροστασίας.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ (8)

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ – ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ.

Αλατότητα – Τοξικότητα ιόντων (Metcalf & Eddy, 2007a, Toze, 2006a):

- Σημαντική η εξέτασή τους ιδίως στις περιπτώσεις άρδευσης
- Η αλατότητα (περιεκτικότητα ολικών διαλυμένων στερεών) μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στο έδαφος και την παραγωγικότητα αυτού, στην ανάπτυξη των φυτών και στον υπόγειο υδροφόρα
- Ιόντα, όπως το νάτριο, το χλώριο και βόριο, κάτω από ορισμένες συνθήκες, προκαλούν φυτοτοξικότητα

-

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ (9)

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ – ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ.

Αλατότητα – Τοξικότητα ιόντων (Metcalf & Eddy, 2007a, Toze, 2006a)
(συνέχεια):

- Παραμένουν σε επεξεργασμένα αστικά υγρά απόβλητα και είναι δύσκολο να απομακρυνθούν – Χρήση ιδιαίτερα δαπανηρών τεχνολογιών.
- Εναλλαγή άρδευσης με νερό χαμηλής αλατότητας και περιεκτικότητας σε φυτοτοξικά ιόντα.
- Τα ιόντα νατρίου επιδρούν δυσμενώς στα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους (π.χ. μείωση διαπερατότητας).

ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ – ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Φυσικές.
- Χημικές.
- Βιολογικές.

Διεργασία	Μέσο διαχωρισμού	Παράδειγμα επεξεργασίας
Θρόμβωση-καθίζηση/επίπλευση.	Βαρύτητα.	Απομάκρυνση μικροοργανισμών (άλγη, βακτήρια), αργίλων, χουμικών οξέων, προϊόντων ιζηματοποίησης.
Ιζηματοποίηση.	Χημικά αντιδραστήρια, οξείδωση και pH.	Απομάκρυνση Ca, Fe, Mn, As, Zn, Cu, Cd, Ni, Pb, Hg, Ag, Cr, Se, Si, Mg, HCO_3^- , PO_4^{-3} , F^- .

Πηγή: Μητρακας, 2001.

ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ – ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ (1)

- Φυσικές.
- Χημικές.
- Βιολογικές.

Διεργασία	Μέσο διαχωρισμού	Παράδειγμα επεξεργασίας
Διήθηση.	Κοκκώδη υλικά σε κλίνη.	Απομάκρυνση αργίλων, μικροοργανισμών, προϊόντων ιζηματοποίησης.
Ιοντοεναλλαγή.	Στερεές ρητίνες.	Αποσκλήρυνση και απιονισμός του νερού, απομάκρυνση νιτρικών.
Αντίστροφη όσμωση.	Ημιπερατές μεμβράνες και πίεση.	Απομάκρυνση διαλυτών αλάτων του νερού και οργανικών μικρορυπαντών.

Πηγή: Μητρακάς, 2001.

ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ – ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ (2)

- Φυσικές.
- Χημικές.
- Βιολογικές.

Διεργασία	Μέσο διαχωρισμού	Παράδειγμα επεξεργασίας
Προσρόφηση.	Στερεά προσροφητικά (π.χ. ενεργός άνθρακας).	Απομάκρυνση οργανικών ενώσεων και ιχνοστοιχείων.
Διαχωρισμός πτητικών.	Αέρας.	Απομάκρυνση αερίων ανόργανων (H_2S , NH_3) και οργανικών (CH_4 , $CHCl_3$ κ.ά.).
Απορρόφηση.	Νερό.	Προσθήκη CO_2 , Cl_2 , O_3 στο νερό.

Πηγή: Μητρακας, 2001.

ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ – ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ (3)

Απολύμανση:

Χρήση χλωρίου.

Χρήση όζοντος. ←

Χρήση UV. ←

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ & ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ.



Μελέτη και ανάλυση των ενδεχόμενων επιδράσεων συγκεκριμένων κινδύνων στην ανθρώπινη υγεία – Χρήση υπολογιστικών μοντέλων που βασίζονται στη θεωρία των πιθανοτήτων (Metcalf & Eddy, 2007a).

- Έχει εφαρμοσθεί ευρέως όσον αφορά παθογόνους μικροοργανισμούς.
- Τελευταία χρησιμοποιείται και για την εκτίμηση των κινδύνων από έκθεση σε χημικούς παράγοντες.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (1)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ & ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ.

- Εκτίμηση επικινδυνότητας κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες για την εκτίμηση μικροβιακού κινδύνου.
- Οι περισσότερες έρευνες έχουν δείξει ότι ο μικροβιακός κίνδυνος είναι παρόμοιος όταν χρησιμοποιούνται για άρδευση ανεπεξέργαστα λύματα και ρυπασμένο φυσικό νερό.
- Ο μικροβιακός κίνδυνος μειώνεται δραστικά σε περίπτωση επεξεργασίας του αποβλήτου - Σε σχετική έρευνα προέκυψε ότι ποσοστό που ανέρχεται σε 5 – 15% περίπου των ατόμων που καταναλώνουν αγροτικά προϊόντα που έχουν αρδευτεί με ανεπεξέργαστο λύμα θα εμφανίσουν κάποια μικροβιακή ασθένεια στη ζωή τους, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για άρδευση με επεξεργασμένο λύμα μειώνεται στο 0.0001%.
- (Metcalf & Eddy, 2007a, Keraita et al., 2008, Fattal et al., 2004, An et al., 2007, Blumenthal et al., 2000).

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (2)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ & ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ.(συνέχεια)

- Η αποθήκευση του ανακτημένου λύματος πριν τη χρήση του μειώνει επίσης τον μικροβιακό κίνδυνο (1-2 ημέρες αποθήκευση – μείωση μικροβιακού κινδύνου κατά 10 φορές περίπου).
- Αύξηση κινδύνου όταν η οδός εισόδου στον ανθρώπινο οργανισμό είναι η αναπνευστική.

(Metcalf & Eddy, 2007a, Keraita et al., 2008, Fattal et al., 2004, An et al., 2007, Blumenthal et al., 2000).

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (3)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ & ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ.

- Μικρότερος αριθμός εργασιών για έκθεση σε χημικούς παράγοντες κινδύνου.
- Ενδιαφέροντα τα αποτελέσματα μιας εργασίας όπου διαπιστώθηκε ότι η «πορεία» ανακτημένο λύμα → έδαφος → φυτό → άνθρωπος εμφανίζει μικρότερη επικινδυνότητα και σε επίπεδα μάλιστα χαμηλότερα από τα αποδεκτά σε σχέση με τις πορείες ανακτημένο λύμα → επιφανειακό νερό → ψάρι → άνθρωπος και ανακτημένο λύμα → επιφανειακό νερό → υπόγειο νερό → άνθρωπος μέσω πόσης - Συστατικά με μεγαλύτερο ενδιαφέρον ως προς την επικινδυνότητά τους το αρσενικό, το βηρύλλιο και ορισμένα φυτοφάρμακα.
- Συνήθως μεγάλα ποσοστά αβεβαιότητας στην εκτίμηση κινδύνου από έκθεση σε χημικούς παράγοντες – Χρόνια παρακολούθηση.

(Chiou, 2008, Weber et al., 2006)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (4)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ & ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ.

- Δευτεροβάθμια και προχωρημένα επεξεργασμένο λύμα δεν εμφανίζει αυξημένο κίνδυνο λόγω έκθεσης σε νιτρικά και βαρέα μέταλλα.
- Όσον αφορά σε παθογόνους παράγοντες, το προχωρημένα επεξεργασμένο λύμα εγγυάται βαθμό κινδύνου κάτω από τα αποδεκτά επίπεδα, ενώ το δευτεροβάθμια επεξεργασμένο λίγο πάνω από τα αποδεκτά επίπεδα – Ωστόσο όταν ακολουθεί απολύμανση στο δευτεροβάθμια επεξεργασμένο λύμα ο κίνδυνος μειώνεται κάτω από το αποδεκτό επίπεδο για την περίπτωση της αγροτικής άρδευσης.

(Zhao et al., 2006, da Silva Oliveira et al., 2007, WHO, 2006).

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (5)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ & ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ.

- Προχωρημένα επεξεργασμένο λύμα που δεν απολυμαίνονταν εγγυόνταν βαθμό κινδύνου κάτω από τα αποδεκτά επίπεδα όσον αφορά τους ιούς, ενώ η απολύμανση (π.χ. όζον) ουσιαστικά εξάλειψε τον κίνδυνο – Περίπτωση αγροτικής άρδευσης.
- Σε περίπτωση αστικών χρήσεων η απολύμανση είναι απαραίτητη προκειμένου να μειώνεται ο κίνδυνος από ιούς σε επίπεδα κάτω από τα αποδεκτά.

(Zhao et al., 2006, da Silva Oliveira et al., 2007, WHO, 2006).

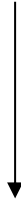
ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (6)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ & ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ.

- Τυπική δευτεροβάθμια επεξεργασία (π.χ. ενεργός ιλύς) απομακρύνει ως ένα ποσοστό τα νεοεμφανιζόμενα συστατικά.
- Η προχωρημένη επεξεργασία συνήθως μειώνει τα επίπεδα συγκέντρωσης τέτοιων ουσιών σε επίπεδα κάτω από τα επίπεδα τοξικότητάς τους. – Πρόβλημα η μακροχρόνια λήψη.
- Οι τεχνολογίες διήθησης σε μεμβράνη (π.χ. μικροδιήθηση, αντίστροφη όσμωση, κλπ.) εμφανίζονται ως οι πλέον αποδοτικές στη μείωση της συγκέντρωσης τέτοιου είδους συστατικών.
- Σημαντικό πλεονέκτημα εμφανίζει και ο οζονισμός.

(Munoz et al., 2008, Pedersen et al., 2005, Falconer et al., 2006, Suarez et al., 2008, Watkinson et al., 2007, Bolong et al., 2009, Ikehata et al., 2006).

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ & ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ



Πειράματα προσδιορισμού τοξικότητας σε οργανισμούς – δείκτες (π.χ. *Daphnia magna*).

Απευθείας εκτίμησης της τοξικότητας που μπορεί να χαρακτηρίζει ένα δείγμα νερού ή αποβλήτου έτσι ώστε να υπάρχει μια πρώτη εκτίμηση της ποιότητας αυτού αλλά και του κινδύνου που αυτό μπορεί να περικλείει (Κούγκολος, 2005).

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ & ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ (1)

- Διαπιστωμένη τοξικότητα όταν επαναχρησιμοποιείται ανακτημένο λύμα από εγκαταστάσεις όπου έχουμε συνεπεξεργασία αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων. – Σημαντική μείωση αυτής όταν έχουμε να κάνουμε μόνο με αστικά υγρά απόβλητα.
- Όσον αφορά το βαθμό επεξεργασίας, εργασίες έχουν δείξει ότι η δευτεροβάθμια επεξεργασία συνήθως απομακρύνει ένα μέρος της τοξικότητας του ανεπεξέργαστου υγρού αποβλήτου (συνήθως σημαντικό).
- Η χρήση μιας προχωρημένης επεξεργασίας σε συνδυασμό με οζονισμό μετά τη δευτεροβάθμια μειώνει σημαντικά την τοξικότητα.

(Huang et al., 2005, Ellouze et al., 2009, Kontana et al., 2008, Cao et al., 2009, Zha and Wang, 2005).

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ & ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ (2)

- Η χλωρίωση αυξάνει την τοξικότητα (ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που είχαμε αυξημένη συγκέντρωση διαλυμένου οργανικού άνθρακα στο απόβλητο).
- Η ακτινοβολία UV μειώνει την τοξικότητα, ωστόσο το όζον είναι πιο αποτελεσματικό στη μείωση της γονιδιοτοξικότητας.
- Σε σχετική έρευνα προέκυψε ότι οι τεχνολογίες προσρόφησης σε ενεργό άνθρακα και αντίστροφης όσμωσης εμφανίζουν μεγάλο ενδιαφέρον στην απομάκρυνση της τοξικότητας σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνολογίες προχωρημένης επεξεργασίας.

(Huang et al., 2005, Ellouze et al., 2009, Kontana et al., 2008, Cao et al., 2009, Zha and Wang, 2005).

ΚΟΣΤΟΣ & ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ

- Περιλαμβάνει: κόστος κατασκευής και λειτουργίας των μονάδων προχωρημένης επεξεργασίας και απολύμανσης, κόστος αποθήκευσης του ανακτημένου λύματος, κόστος διανομής αυτού.
- Σε γενικές γραμμές από την πρακτική εφαρμογή διαφόρων έργων ανάκτησης λυμάτων για άρδευση παγκοσμίως, προκύπτει ότι το μέσο κόστος τέτοιων έργων κυμαίνεται από 0.15 έως 0.70 €/m³ (Morris et al., 2004, Sipala et al., 2003, Fine et al., 2006).
- Στην περίπτωση της Ελλάδας περίπου 0.10-0.20 €/m³ [για μονάδα απλής προχωρημένης επεξεργασίας (διήθηση) και απολύμανσης] (Tzimas et al., 2006, Borboudaki et al., 2005, Μπακοπούλου, 2009).

ΚΟΣΤΟΣ & ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ (1)

Σύγκριση κόστους επεξεργασίας διαφόρων μονάδων προχωρημένης επεξεργασίας (για εξυπηρετούμενο πληθυσμό ίσο με 100000 κατοίκους) ως προς ένα κόστος-βάση (κόστος μονάδας δευτεροβάθμιας επεξεργασίας).

Διεργασία.	Τιμή συγκριτικής αξιολόγησης ως προς το κόστος – βάση.
Διήθηση χώρου.	1.15
Κροκίδωση - Θρόμβωση / Διήθηση χώρου.	1.61
Προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα.	2.61
Αντίστροφη όσμωση.	3.31

Πηγή: Sipala et al., 2003, Hernandez et al., 2006, Ιδία επεξεργασία.

Στους υπολογισμούς ελήφθη υπόψη τόσο το κόστος κατασκευής, όσο και το κόστος λειτουργίας.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ



Διαφορετικά κριτήρια ανά είδος χρήσης ανακτημένου λύματος.

Παράγοντες που καθορίζουν την ανάπτυξη και θέσπιση κριτηρίων:

- Προστασία δημόσιας υγείας.
- Απαιτήσεις ποιότητας ανάλογα με τη χρήση.
- Περιβαλλοντικές θεωρήσεις.
- Αισθητικοί λόγοι.
- Πολιτικοί λόγοι, λόγοι κοινωνικής αποδοχής.

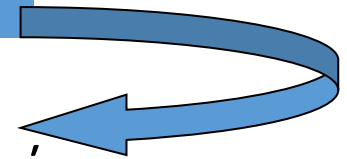
ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (1)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ.

- Οδηγία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (1989, 2006)
- Προτάσεις του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (1986, 1992)
- Οδηγία της Αμερικάνικης Υπηρεσίας Περιβάλλοντος (1992, 2004)
- Οδηγία της πολιτείας της Καλιφόρνια



Λιγότερο
αυστηρά.



Περισσότερο αυστηρά.

▼ Υιοθετήθηκαν σε γενικές γραμμές από τις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (2)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ.

- Στην Ε.Ε. δεν υπάρχει ενιαίο θεσμικό πλαίσιο που να κατοχυρώνει την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων – Διαφορετικές χρήσεις ανά χώρα – Διαφορετικές ανάγκες ανά χώρα.
- Αρχική αναφορά στην Οδηγία 91/271/ΕΚ “...περί της επεξεργασίας υγρών αποβλήτων”, όπου στο άρθρο 12, §1 αναφέρεται ότι: *«Τα επεξεργασμένα αστικά υγρά απόβλητα πρέπει να επαναχρησιμοποιούνται, όποτε είναι σκόπιμο».*
- Μεγαλύτερη ανάγκη στις χώρες της Νότιας Ευρώπης λόγω προβλημάτων ξηρασίας.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (3)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑ ΧΩΡΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ (στοιχεία 2005).

Χώρες.	Θεσμοθέτηση κριτηρίων.	Σχεδιάζεται θεσμοθέτηση κριτηρίων.	Δεν υφίστανται κριτήρια.
Αλβανία			√
Αλγερία		√	
Βοσνία-Ερζεγοβίνη			√
Κροατία			√
Κύπρος	√		
Αίγυπτος		√	
Γαλλία	√		

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (4)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑ ΧΩΡΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ (στοιχεία 2005).

Χώρες.	Θεσμοθέτηση κριτηρίων.	Σχεδιάζεται θεσμοθέτηση κριτηρίων.	Δεν υφίστανται κριτήρια.
Ελλάδα		√	
Ισραήλ	√		
Ιταλία	√		
Λίβανος		√	
Λιβύη		√	
Μάλτα		√	
Μονακό			√

Πηγή: Αγγελάκης και Παρανυχιανάκης, 2005.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (5)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑ ΧΩΡΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ (στοιχεία 2005)

Χώρες	Θεσμοθέτηση κριτηρίων	Σχεδιάζεται θεσμοθέτηση κριτηρίων	Δεν υφίστανται κριτήρια
Μαρόκο		√	
Σλοβενία			√
Ισπανία	√		
Συρία		√	
Τυνησία	√		
Τουρκία	√		

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (6)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΙΤΑΛΙΑΣ.

Περιγραφή	Κριτήρια ποιότητας.	
	Μικροβιακή ποιότητα	Άλλες παράμετροι
Εθνικά κριτήρια: <ul style="list-style-type: none">• Καλλιέργειες που καταναλώνονται ωμές (απεριόριστη άρδευση).• Βοσκότοποι (περιορισμένη άρδευση).	2 TC / 100 mL ^α . 20 TC / 100 mL.	

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (7)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΙΤΑΛΙΑΣ.

Περιγραφή.	Κριτήρια ποιότητας.	
	Μικροβιακή ποιότητα.	Άλλες παράμετροι.
Απουλία: •Απεριόριστη άρδευση. •Περιορισμένη άρδευση.	2 TC / 100 mL. 20 TC / 100 mL.	BOD ₅ = 15 mg/L, COD = 40 mg/L, TSS = 10 mg/L, υπολειμματικό Cl ₂ = 0.2 mg/L, pH = 6.5-8.5.

α Στα νέα εθνικά κριτήρια, έτσι όπως αυτά αναθεωρήθηκαν πρόσφατα, ορίζεται για την απεριόριστη άρδευση μέγιστο επιτρεπόμενο όριο παρουσίας της *E. coli* τα 10 MPN / 100 mL.

Πηγή: Bonomo et al., 1999.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (8)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΙΤΑΛΙΑΣ.

Περιγραφή.	Κριτήρια ποιότητας.	
	Μικροβιακή ποιότητα.	Άλλες παράμετροι.
Εμιλία Ρομάννα: •Απεριόριστη άρδευση. •Περιορισμένη άρδευση.	2 TC / 100 mL. 20 TC / 100 mL.	

α Στα νέα εθνικά κριτήρια, έτσι όπως αυτά αναθεωρήθηκαν πρόσφατα, ορίζεται για την απεριόριστη άρδευση μέγιστο επιτρεπόμενο όριο παρουσίας της *E. coli* τα 10 MPN / 100 mL.

Πηγή: Bonomo et al., 1999.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (9)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΙΤΑΛΙΑΣ.

Περιγραφή.	Κριτήρια ποιότητας.	
	Μικροβιακή ποιότητα.	Άλλες παράμετροι.
Σικελία: •Περιορισμένη άρδευση.	3000 TC / 100 mL. 1000 FC / 100 mL. 1 αυγό ελμίνθων / L.	BOD ₅ = 40 mg/L. COD = 160 mg/L. TSS = 30 mg/L. pH = 6.5-8.5.

α Στα νέα εθνικά κριτήρια, έτσι όπως αυτά αναθεωρήθηκαν πρόσφατα, ορίζεται για την απεριόριστη άρδευση μέγιστο επιτρεπόμενο όριο παρουσίας της *E. coli* τα 10 MPN / 100 mL.

Πηγή: Bonomo et al., 1999.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (10)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΥΠΡΟΥ.

Είδος άρδευσης	BOD ₅ (mg/ L)	SS (mg/L)	Περιττωματικά κολοβακτηρίδια / 100 mL	Απαιτούμενη επεξεργασία
Χώροι αναψυχής με ελεύθερη πρόσβαση στο κοινό.	10* 15**	10* 15**	50* 100**	Δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια/προχωρημέ νη επεξεργασία με απολύμανση.

A. Εφαρμογή μηχανικών μεθόδων επεξεργασίας (π.χ. ενεργός ιλύς).

B. Εφαρμογή λιμνών σταθεροποίησης.

* Οι συγκεκριμένες τιμές δεν πρέπει να ξεπερνώνται για το 80% των δειγμάτων μηνιαίως.

** Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή.

Παρατήρηση 1. Η άρδευση λαχανικών απαγορεύεται.

Παρατήρηση 2. Η άρδευση καλλωπιστικών φυτών για λόγους εμπορίου απαγορεύεται.

Παρατήρηση 3. Απαγορεύεται η ύπαρξη στις εκροές ουσιών για τις οποίες έχει αποδειχθεί ότι βιοσυσσωρεύονται στα βρώσιμα μέρη των καλλιεργειών και είναι τοξικά για τον άνθρωπο ή τα ζώα.

Πηγή: Papadopoulos, 1997.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (11)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΥΠΡΟΥ.

Είδος άρδευσης	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg /L)	Περιττωματικά κολοβακτηρίδια / 100 mL	Απαιτούμενη επεξεργασία
Καλλιέργειες που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση Χώροι αναψυχής με περιορισμένη πρόσβαση στο κοινό.	A)20* 30** B) -	30* 45* * -	200* 1000** 200* 1000**	Δευτεροβάθμια επεξεργασία, αποθήκευση > 7 ημέρες και απολύμανση ή προχωρημένη επεξεργασία και απολύμανση. Λίμνες σταθεροποίησης-ωρίμανσης με χρόνο παραμονής > 30 ημέρες ή δευτεροβάθμια επεξεργασία και αποθήκευση > 30 ημέρες.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (12)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΥΠΡΟΥ.

Είδος άρδευσης	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg /L)	Περιττωματικά κολοβακτηρίδια / 100 mL	Απαιτούμενη επεξεργασία
Καλλιέργειες για ζωοτροφές.	A) 20* 30** B) -	30* 45** -	1000* 5000** 1000*	Δευτεροβάθμια επεξεργασία και αποθήκευση > 7 ημέρες ή προχωρημένη επεξεργασία και απολύμανση. Λίμνες σταθεροποίησης-ωρίμανσης με χρόνο παραμονής > 30 ημέρες ή δευτεροβάθμια επεξεργασία και αποθήκευση > 30 ημέρες.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (13)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΥΠΡΟΥ.

Είδος άρδευσης	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg /L)	Περιττωματικά κολοβακτηρίδια / 100 mL	Απαιτούμενη επεξεργασία
Βιομηχανικές καλλιέργειες.	A)50* 70** B) -	- - -	3000* 10000** 3000* 10000**	Δευτεροβάθμια επεξεργασία και απολύμανση. Λίμνες σταθεροποίησης-ωρίμανσης με χρόνο παραμονής > 30 ημέρες ή δευτεροβάθμια επεξεργασία και αποθήκευση > 30 ημέρες.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (14)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ – ΧΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ Ε.Ε. ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ.

- Κανονισμοί και οδηγίες σχετικά με τον καθορισμό προδιαγραφών επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων έχουν εκδοθεί και σε άλλες χώρες παγκοσμίως, μεταξύ αυτών η Αυστραλία, η Ιαπωνία, η Νότιος Αφρική, ο Καναδάς, η Σαουδική Αραβία κ.ά.
- Πολύ σημαντικές εφαρμογές αναπτύχθηκαν κυρίως στην Ιαπωνία με έμφαση πλέον σε αστικές εφαρμογές και για το λόγο αυτό οι κύριες κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης αστικών υγρών αποβλήτων που καλύπτονται από αντίστοιχους κανονισμούς περιλαμβάνουν την αναβάθμιση υποβαθμισμένων περιβαλλοντικών αποδεκτών, τον καθαρισμό τουαλετών, τη βιομηχανική χρήση και την παραγωγή χιονιού.

(Αγγελάκης και Παρανυχιανάκης, 2005, Exall, 2004, Abu-Rizaiza, 1999).

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (15)

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ – ΚΡΙΤΙΚΗ.

- Οδηγίες και κριτήρια που βασίζονται περισσότερο στη χρήση συγκεκριμένων κατηγοριών παθογόνων μικροοργανισμών (π.χ. βακτήρια, έλμινθες) και λίγων φυσικοχημικών παραμέτρων.

Θα πρέπει να εμπλουτιστούν με:

- Ενσωμάτωση κι άλλων ειδών παθογόνων μικροοργανισμών (π.χ. ιοί, πρωτόζωα).
- Διεύρυνση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών που ελέγχονται.
- Ενσωμάτωση αναλύσεων τοξικότητας και εκτίμησης επικινδυνότητας.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

Σε αρκετές χώρες παγκοσμίως:

ΗΠΑ, Καναδάς, Αυστραλία, Ιαπωνία, Ευρωπαϊκές χώρες,
Χώρες της Μέσης Ανατολής, Αφρικανικά κράτη.

Άρδευση (αγροτική & αστική):

Ξηρικές περιοχές των ΗΠΑ, Βόρεια Αφρική, Νότια Ευρώπη,
Μέση Ανατολή.

Αστικές χρήσεις:

ΗΠΑ, Ιαπωνία, Καναδάς, Βόρεια Ευρώπη.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (1)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

ΗΠΑ (Metcalf & Eddy, 2007b, U.S. EPA, 2004):

- Monterey Καλιφόρνια: Λειτουργεί με παραλλαγές μέχρι σήμερα από το 1976, Άρδευση λαχανικών, Χρήση προχωρημένης επεξεργασίας (κροκίδωση, επίπλευση, διήθηση). Στα 20 έτη λειτουργίας αποδείχθηκε ότι δεν υφίσταται ουσιαστικός κίνδυνος, τόσο περιβαλλοντικός όσο και δημόσιας υγείας.
- Παρόμοια αποτελέσματα και στο Orlando της Αριζόνα, Άρδευση οπωροφόρων δένδρων.
- Άλλες πιλοτικές εφαρμογές για αγροτική άρδευση: Tallahassee της Φλόριδα και Durbin Creek της νότιας Καρολίνα.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (2)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

ΗΠΑ (Metcalf & Eddy, 2007b, U.S. EPA, 2004):

- Από τη δεκαετία του '90 και μετά η σημαντικότερη εφαρμογή στις ΗΠΑ είναι η αστική.
- Στο Λος Άντζελες επαναχρησιμοποιείται ένα μέρος των επεξεργασμένων λυμάτων για αστικές χρήσεις και μάλιστα έχει τεθεί ως στόχος να επαναχρησιμοποιείται σε διάφορες χρήσεις το 40% των επεξεργασμένων λυμάτων της πόλης μέσα στα επόμενα 20 χρόνια.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (3)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

ΗΠΑ (Metcalf & Eddy, 2007b, U.S. EPA, 2004): (συνέχεια)

- Στην πόλη St. Petersburg της Φλόριδα επαναχρησιμοποιείται η συνολική ποσότητα των επεξεργασμένων λυμάτων για διάφορες αστικές χρήσεις, πλην της πόσης, Κατασκευή διπλού δικτύου διανομής για την αστική άρδευση.
- Ανάλογες εφαρμογές, μικρότερης όμως έκτασης, έχουν αναπτυχθεί στην περιοχή El Dorado Hills της Καλιφόρνια, στην περιοχή του θεματικού πάρκου της Walt Disney στη Φλόριδα, στην περιοχή Yelm της Ουάσιγκτον και στην περιοχή El Paso του Τέξας.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (4)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

ΗΠΑ (Metcalf & Eddy, 2007b, U.S. EPA, 2004):

- Πιλοτικές εφαρμογές που αφορούν έμμεση επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων για πόση.
- Περίπτωση Denver του Κολοράντο, περίπτωση Tampra της Φλόριδα και περίπτωση San Diego της Καλιφόρνια.
- Στην περίπτωση του San Diego χρησιμοποιήθηκε ανακτημένο λύμα που είχε υποστεί δευτεροβάθμια επεξεργασία και εν συνεχεία κροκίδωση, διήθηση, απολύμανση με UV, ρύθμιση του pH, επιπλέον διήθηση και αντίστροφη όσμωση. Εν συνεχεία διοχετεύτηκε στον υπόγειο υδροφόρο από τον οποίο αντλούνταν το νερό για την ύδρευση της πόλης.
- Το παραγόμενο νερό ήταν καλής ποιότητας.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (5)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

ΗΠΑ (Metcalf & Eddy, 2007b):

- Περίπτωση Palo Verde στην Αριζόνα (βιομηχανική χρήση): οι δευτεροβάθμια επεξεργασμένες εκροές δύο πόλεων μεταφέρονται σε σταθμό πυρηνικής ενέργειας, υποβάλλονται σε προχωρημένη επεξεργασία και χρησιμοποιούνται ως νερό ψύξης.
- Στην περιοχή της Καλιφόρνια γίνεται εκτεταμένη χρήση προχωρημένα επεξεργασμένου λύματος για την κάλυψη αναγκών βιομηχανιών πετρελαιοειδών, αυτοκινήτων, κλπ.

Στην πολιτεία της Καλιφόρνια έχουν αναπτυχθεί ιδιαίτερα σύγχρονες και εξελιγμένες τεχνολογίες ανάκτησης υγρών αποβλήτων.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (6)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

Ε.Ε. (Angelakis et al., 2003, Bixio et al., 2006):

- Σημαντικές εφαρμογές αγροτικής άρδευσης κυρίως στις χώρες της Ν. Ευρώπης λόγω προβλημάτων ξηρασίας.
- Στη Γαλλία το ενδιαφέρον αναπτύχθηκε πολύ νωρίς (1940) και επανήλθε τη δεκαετία του '90. Περίπου 3000 ha αγροτικής γης σε όλη τη Γαλλία αρδεύονται με επεξεργασμένο λύμα καλύπτοντας πολλά είδη καλλιεργειών, όπως οπωροφόρα, δημητριακά, αλλά και αστικές εκτάσεις.
- Στην Ιταλία επίσης το ενδιαφέρον αναπτύχθηκε πολύ νωρίς. Περίπου 4000 ha αγροτικής γης αρδεύονται με επεξεργασμένο λύμα.
- Στην Ισπανία αναπτύχθηκαν παρόμοιες εφαρμογές και κυρίως στην Ανδαλουσία, την Καταλονία και τις Βαlearίδες νήσους (εδώ υπήρχε έντονο ενδιαφέρον και για αστική άρδευση γηπέδων γκολφ).

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (7)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

Ε.Ε. (Papaïaconou, 2001, Bixio et al., 2006):

- Στην Κύπρο αναπτύχθηκαν επίσης πολύ σημαντικές εφαρμογές, ιδίως στην περιοχή της Λεμεσού, όπου το κράτος έχει κατασκευάσει έναν αγωγό μήκους 20 km για μεταφορά των προχωρημένα επεξεργασμένων λυμάτων της πόλης και άρδευση αγροτικών και αστικών εκτάσεων.
- Στο Βέλγιο αναπτύχθηκαν επίσης αρκετές εφαρμογές που σχετίζονται με την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων στη βιομηχανία.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (8)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

Ε.Ε. (Angelakis et al., 2003, Bixio et al., 2006):

- Χώρες με έντονο ενδιαφέρον για αγροτική και αστική άρδευση είναι η Ελλάδα, η Πορτογαλία (γήπεδα γκολφ) και η Μάλτα. Στις χώρες αυτές αναπτύχθηκαν από τη δεκαετία του '90 και μετά εφαρμογές αλλά σε πειραματικό περισσότερο επίπεδο.
- Χώρες όπου το ενδιαφέρον εστιάζεται περισσότερο σε αστικές χρήσεις και στη βιομηχανική χρήση είναι η Ολλανδία, η Σουηδία και το Η. Βασίλειο. Η Σουηδία εφαρμόζει και πρόγραμμα για αγροτική άρδευση (κέρδη για αγρότες και επιχειρήσεις). Στο Η. Βασίλειο έχει αναπτυχθεί μια εφαρμογή (περιοχή Essex) όπου 40000 m³ προχωρημένα επεξεργασμένων λυμάτων / ημέρα διοχετεύονται για ενίσχυση του ποταμού Chelmer και του υδροφορέα Hanningfield.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (9)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

Ε.Ε. (Angelakis et al., 2003, Bixio et al., 2006): (συνέχεια)

- Χώρες με ελάχιστο έως μηδαμινό ενδιαφέρον είναι η Αυστρία, η Δανία, η Φινλανδία, η Γερμανία, η Ιρλανδία και το Λουξεμβούργο. Ελάχιστο ενδιαφέρον για βιομηχανική χρήση. Μια περίπτωση επαναφόρτισης υδροφόρου ορίζοντα στην πεδιάδα του Ρήνου στη Γερμανία.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (10)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

Μέση Ανατολή – Βόρεια Αφρική.

- Πρωτοπόρες χώρες σε εκπόνηση συνεχόμενων ερευνών για τις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης αστικών υγρών αποβλήτων για διάφορες χρήσεις.

Χώρες	Αστική χρήση.	Απεριόριστη αγροτική και βιομηχανική χρήση.	Περιορισμένη αγροτική χρήση.
Αλγερία.	✓		
Αίγυπτος.	✓		✓
Ισραήλ.	✓	✓	✓
Λίβανος.			✓
Λιβύη.			✓

Πηγή: Αγγελάκης και Παρανυχιανάκης, 2005.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (11)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

Μέση Ανατολή – Βόρεια Αφρική (συνέχεια).

- Πρωτοπόρες χώρες σε εκπόνηση συνεχόμενων ερευνών για τις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης αστικών υγρών αποβλήτων για διάφορες χρήσεις.

Χώρες.	Αστική χρήση.	Απεριόριστη αγροτική και βιομηχανική χρήση.	Περιορισμένη αγροτική χρήση.
Μαρόκο.			✓
Συρία.			✓
Τυνησία.	✓	✓	✓
Τουρκία.			✓

Πηγή: Αγγελάκης και Παρανυχιανάκης, 2005.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (12)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

Μέση Ανατολή – Βόρεια Αφρική (Haruny et al., 1999, Angelakis et al., 1999, Arslan-Alaton et al., 2007):

- Το Ισραήλ θεωρείται πρωτοπόρος χώρα σε έρευνα και εφαρμογή προγραμμάτων επαναχρησιμοποίησης. Στόχος είναι οι επεξεργασμένες εκροές λυμάτων να αποτελούν μέχρι το έτος 2040 την κύρια πηγή αρδευτικού νερού, καλύπτοντας το 70% της συνολικής ποσότητας αρδευτικού νερού που απαιτείται στη χώρα.
- Στην Τυνησία η ανάκτηση αστικών υγρών αποβλήτων εφαρμόζεται από το 1965 σε χρήσεις όπως η αγροτική άρδευση και η ανάσχεση υφαλμύρωσης των υπόγειων υδροφορέων στις παραθαλάσσιες περιοχές.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (13)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

Μέση Ανατολή – Βόρεια Αφρική (Haruny et al., 1999, Angelakis et al., 1999, Arslan-Alaton et al., 2007) (συνέχεια):

- Αρκετές επίσης εφαρμογές στο Μαρόκο και στην Ιορδανία.
- Λιγότερες στην Αίγυπτο, την Αλγερία, το Λίβανο και τη Λιβύη
- Στην Τουρκία συνεχόμενες έρευνες και εκσυγχρονισμός των τεχνολογιών απολύμανσης στις ΕΕΛ προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν τα λύματα κυρίως για αγροτική άρδευση.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ (14)

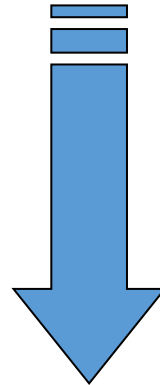
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

- Έρευνες και ενδιαφέρον σε Μεξικό, Σαουδική Αραβία, Κίνα.
- Εφαρμογές σε αναπτυσσόμενες χώρες της Ν. Αμερικής, Αφρικής και Ασίας.
- Οι παραπάνω ωστόσο χρήσεις εμπεριείχαν υψηλό βαθμό κινδύνου μια και συνήθως χρησιμοποιούνταν ως εύκολη λύση ανεπεξέργαστα λύματα ή λύματα μετά από στοιχειώδη επεξεργασία.
- Πολλά περιστατικά τυφοειδούς πυρετού σε περιοχές της Ν. Αμερικής.
- Περίπτωση Windhoek στη Ναμίμπια της Αφρικής: Άμεση επαναχρησιμοποίηση για πόση, Καλά μελετημένο σύστημα επεξεργασίας, Χρήση μόνο σε περιόδους ξηρασίας, Ανάμιξη και με άλλες πηγές πόσιμου νερού.

(Metcalf & Eddy, 2007a, 2007b).

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.



Συνδέεται άμεσα με το υδατικό πρόβλημα της χώρας και τις συνέπειες που αυτό παρουσιάζει.

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

- Η χώρα μας διαθέτει, συνολικά, επαρκείς επιφανειακούς και υπόγειους υδατικούς πόρους.
- Διάφοροι λόγοι μειώνουν την πραγματικά διαθέσιμη ποσότητα ή δυσκολεύουν την αξιοποίησή τους (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008):
 - *Η ανομοιόμορφη κατανομή των υδατικών πόρων στο χώρο και στο χρόνο.*
 - *Η άνιση κατανομή της ζήτησης στο χώρο και το χρόνο, αναντίστοιχη με την κατανομή της προσφοράς.*
 - *Η γεωμορφολογία της χώρας.*

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (1)

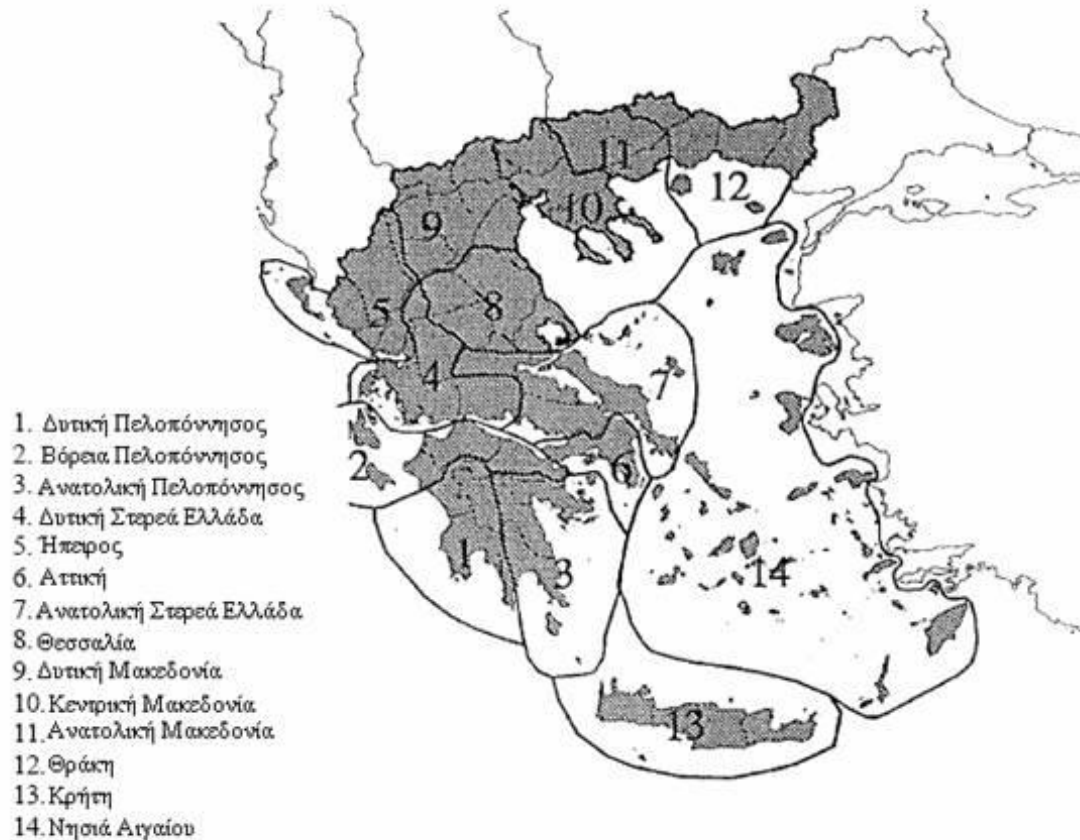
Διάφοροι λόγοι μειώνουν την πραγματικά διαθέσιμη ποσότητα ή δυσκολεύουν την αξιοποίησή τους (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008) (συνέχεια):

- *Τα πολλά άνυδρα ή με ελάχιστους υδατικούς πόρους νησιά της χώρας, το μεγάλο ανάπτυγμα ακτών, η εξάρτηση της βόρειας Ελλάδας από τις επιφανειακές απορροές ποταμών που έρχονται από γειτονικά κράτη.*
- *Η εκτεταμένη ρύπανση πολλών υδροφορέων.*

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από ένα ανισοσκελές υδατικό ισοζύγιο το οποίο εμφανίζει πολύ συχνά ελλείμματα, ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες και σε συγκεκριμένες περιοχές κυρίως στην ανατολική και νησιωτική πλευρά της χώρας.

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (2)

- Οδηγία 60/2000/ΕΚ: Υδρολογική λεκάνη = Περιφερειακό επίπεδο διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας.



ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (3)

- Σύνολο των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων σε ετήσια βάση εκτιμάται σε 116330 Mm³.
- Συνολικό υδατικό δυναμικό εκτιμάται κατά προσέγγιση σε 57100 Mm³/έτος, στα οποία περιλαμβάνονται και τα νερά που εισρέουν από γειτονικές χώρες.
- Η κατανάλωση του νερού υπολογίζεται σε 8243 Mm³/έτος, από τα οποία το 84% διατίθεται στην άρδευση, το 1% στην κτηνοτροφία, το 12% στην ύδρευση και το 3% στη βιομηχανία και την ενέργεια.

(ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008).

Υπερκαλύπτονται σε επίπεδο χώρας οι ανάγκες. Ωστόσο οι προηγούμενοι λόγοι δημιουργούν τις συνθήκες ώστε ένα μικρό μέρος από αυτό το δυναμικό είναι οικονομικά και τεχνικά αξιοποιήσιμο.



ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (4)

Υδατικό Διαμέρισμα.	Έκταση. (km ²)	Βροχόπτωση. (Mm ³ /έτος)	Εξάτμιση. (Mm ³ /έτος)	Θεωρητικό επιφανειακό και υπόγειο υδατικό δυναμικό. (Mm ³ /έτος)	Χρήσεις νερού (Mm ³ /έτος).				
					Αγροτική άρδευση.	Κτηνοτροφία.	Αστική ή (ύδρευση).	Βιομηχανική.	Σύνολο.
Δυτική Πελοπόννησος.	7301	8031	3614	4417	201	5	23	23	252

Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008.

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (5)

Υδατικό Διαμέρισμα.	Έκταση. (km ²)	Βροχόπτωση. (Mm ³ /έτος)	Εξάτμιση. (Mm ³ /έτος)	Θεωρητικό επιφανειακό και υπόγειο υδατικό δυναμικό. (Mm ³ /έτος)	Χρήσεις νερού (Mm ³ /έτος)				
					Αγροτική άρδευση.	Κτηνοτροφία.	Αστική (ύδρευση).	Βιομηχανική.	Σύνολο.
Βόρεια Πελοπόννησος	7310	6404	2824	3580	401.5	6.6	41.7	3	452.8

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (6)

Υδατικό Διαμέρισμα	Έκταση (km ²)	Βροχόπτωση (Mm ³ /έτος)	Εξάτμιση (Mm ³ /έτος)	Θεωρητικό επιφανειακό και υπόγειο υδατικό δυναμικό (Mm ³ /έτος)	Χρήσεις νερού (Mm ³ /έτος)				Σύνολο
					Αγροτική άρδευση	Κτηνοτροφία	Αστική (ύδρευση)	Βιομηχανική	
Ανατολική Πελοπόννησος	8477	6563	3290	3273	324.9	4.7	22.1		351.7

Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008.

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (7)

Υδατικό Διαμέρισμα.	Έκταση (km ²)	Βροχόπτωση (Mm ³ /έτος)	Εξάτμιση (Mm ³ /έτος)	Θεωρητικό και υπόγειο υδατικό δυναμικό. (Mm ³ /έτος)	Χρήσεις νερού (Mm ³ /έτος)				
					Αγροτική άρδευση.	Κτηνοτροφία.	Αστική (ύδρευση).	Βιομηχανική .	Σύνολο .
Δυτική ή Στερεά Ελλάδα	10199	13973	5310	8663	366.5	9	22.4		397.9

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (8)

Υδατικό Διαμέρισμα.	Έκταση. (km ²)	Βροχόπτωση. (Mm ³ /έτος)	Εξάτμιση. (Mm ³ /έτος)	Θεωρητικό επιφανειακό και υπόγειο υδατικό δυναμικό. (Mm ³ /έτος)	Χρήσεις νερού (Mm ³ /έτος).				
					Αγροτική άρδευση.	Κτηνοτροφία.	Αστική (ύδρευση).	Βιομηχανική.	Σύνολο.
Ήπειρος	10026	17046	6818	10228	153.5	10.3	33.9	4.3	202
Αττική	3207	1642	1150	492	99	2.5	420	17.5	539

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (9)

Υδατικό Διαμέρισμα.	Έκταση. (km ²)	Βροχόπτωση. (Mm ³ /έτος)	Εξάτμιση. (Mm ³ /έτος)	Θεωρητικό επιφανειακό και υπόγειο υδατικό δυναμικό. (Mm ³ /έτος)	Χρήσεις νερού (Mm ³ /έτος).				
					Αγροτική άρδευση.	Κτηνοτροφία.	Αστική (ύδρευση).	Βιομηχανική.	Σύνολο.
Ανατολική Στερεά Ελλάδα	12341	9516	5257	4259	773.7	9.9	41.6	12.6	837.8

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (10)

Χρήσεις νερού (Μm ³ /έτος).									
Υδατικό Διαμέρισμα.	Έκταση (km ²)	Βροχόπτωση (Μm ³ /έτος)	Εξάτμιση (Μm ³ /έτος)	Θεωρητικό επιφανειακό και υπόγειο υδατικό δυναμικό. (Μm ³ /έτος)	Αγροτική άρδευση.	Κτηνοτροφία.	Αστική (ύδρευση).	Βιομηχανική.	Σύνολο.
Θεσσαλία.	13377	10434	6260	4174	1550	13	69		1632

Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008.

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (11)

Χρήσεις νερού (Μm ³ /έτος).									
Υδατικό Διαμέρισμα.	Έκταση (km ²)	Βροχόπτωση (Μm ³ /έτος)	Εξάτμιση (Μm ³ /έτος)	Θεωρητικό επιφανειακό και υπόγειο υδατικό δυναμικό. (Μm ³ /έτος)	Αγροτική άρδευση.	Κτηνοτροφία.	Αστική (ύδρευση).	Βιομηχανική.	Σύνολο.
Δυτική Μακεδονία.	13440	10470	5654	4816	609.4	7.9	43.7	30	771

Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008.

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (12)

Χρήσεις νερού (Μm³/έτος).

Υδατικό Διαμέρισμα.	Έκταση (km ²)	Βροχόπτωση (Μm ³ /έτος)	Εξάτμιση (Μm ³ /έτος)	Θεωρητικό επιφανειακό και υπόγειο υδατικό δυναμικό. (Μm ³ /έτος)	Αγροτική άρδευση.	Κτηνοτροφία.	Αστική (ύδρευση).	Βιομηχανική.	Σύνολο.
Κεντρική Μακεδονία.	10839	6068	3034	3034	527.6	8	99.8	110	715.4
Ανατολική Μακεδονία.	7280	4917	2722	2195	627	5.8	32		664.8

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (13)

Υδατικό Διαμέρισμα.	Έκταση (km ²)	Βροχόπτωση (Mm ³ /έτος)	Εξάτμιση (Mm ³ /έτος)	Θεωρητικό και υπόγειο υδατικό δυναμικό. (Mm ³ /έτος)	Χρήσεις νερού (Mm ³ /έτος).				
					Αγροτική άρδευση.	Κτηνοτροφία.	Αστική (ύδρευση).	Βιομηχανική.	Σύνολο.
Θράκη.	11177	8574	5325	3249	825.2	7.1	27.9	11	871.2
Κρήτη.	8335	7500	4874	2626	320	10.2	42.3		372.5

Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008.

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (14)

Υδατικό Διαμέρισμα.	Έκταση (km ²)	Βροχόπτωση (Mm ³ /έτος)	Εξάτμιση (Mm ³ /έτος)	Θεωρητικό επιφανειακό και υπόγειο υδατικό δυναμικό. (Mm ³ /έτος)	Χρήσεις νερού (Mm ³ /έτος).				
					Αγροτική άρδευση.	Κτηνοτροφία.	Αστική (ύδρευση).	Βιομηχανική.	Σύνολο.
Νησιά Αιγαίου.	9103	5192	3104	2088	80.2	6.8	37.2		124.2

Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008.

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (15)

Υδατικό Διαμέρισμα.	Έκταση (km ²)	Βροχόπτωση (Mm ³ /έτος)	Εξάτμιση (Mm ³ /έτος)	Θεωρητικό επιφανειακό και υπόγειο υδατικό δυναμικό. (Mm ³ /έτος)	Χρήσεις νερού (Mm ³ /έτος).				
					Αγροτική άρδευση.	Κτηνοτροφία.	Αστική (ύδρευση).	Βιομηχανική.	Σύνολο.
Σύνολο.	131962	116330	59236	57094	6859.5	106.8	956.6	261.4	8184.3

Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008.

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (16)

- Αγροτική άρδευση: Πολλές απώλειες κατά την εφαρμογή (45% του εφαρμοζόμενου νερού).
- Μη επαρκή έργα ταμίευσης: Αναφορά για 46 φράγματα στην Ελλάδα, τη στιγμή που στην Ισπανία αναφέρονται 1196, στην Ιταλία 524, στην Αλβανία 306, στη Βουλγαρία 180, στην Πορτογαλία 103.
- Την εποχή των βροχοπτώσεων υπάρχει δυνατότητα αποθήκευσης μόνο του 1/4 του νερού, ενώ το υπόλοιπο αναγκαστικά καταλήγει στη θάλασσα.

(ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008).

Στην περιοχή της Θεσσαλίας το πρακτικά εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό ανέρχεται περίπου σε 623 Mm³ επιφανειακού νερού και 394 Mm³ υπόγειου (≠4174 Mm³).

(ΥΠΕΧΩΔΕ, 2006, 2008).

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (17)

Στην περιοχή της Θεσσαλίας το πρακτικά εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό ανέρχεται περίπου σε 623 Mm^3 επιφανειακού νερού και 394 Mm^3 υπόγειου ($\neq 4174 \text{ Mm}^3$).



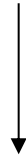
Ρύπανση επιφανειακών υδροφορέων λόγω αγροτικής και αστικής δραστηριότητας, νιτρορύπανση και υφαλμύρωση υπόγειων υδροφορέων.



Έλλειμμα της τάξης των 114 Mm^3 νερού το μήνα αιχμής που είναι ο Ιούλιος (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008).

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (18)

Έλλειμμα $\sim 800 \text{ Mm}^3 / \text{έτος}$ (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2006).



$\sim 600 \text{ Mm}^3 / \text{έτος}$ από εκτροπή Αχελώου.



$200 \text{ Mm}^3 / \text{έτος}$ (αναδιάρθρωση καλλιεργειών, έργα ταμίευσης, μείωση καλλιεργούμενων εκτάσεων, κλπ.).

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (19)

Στην περιοχή της Θεσσαλίας λειτουργούν ΕΕΛ που εξυπηρετούν συνολικό πληθυσμό ίσο με 315661 κατοίκους, τιμή που μπορεί να προσ αυξάνεται λίγο εξαιτίας της αύξησης του θερινού πληθυσμού σε ορισμένες περιοχές (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2005).

↓ Αφαίρεση νησιωτικών και δυσπρόσιτων περιοχών.

Εξυπηρέτηση περίπου 557000 κατοίκων σε ορίζοντα 30 ετών (έτος βάση 2005).

↓ 250 L/κάτοικο/ημέρα.

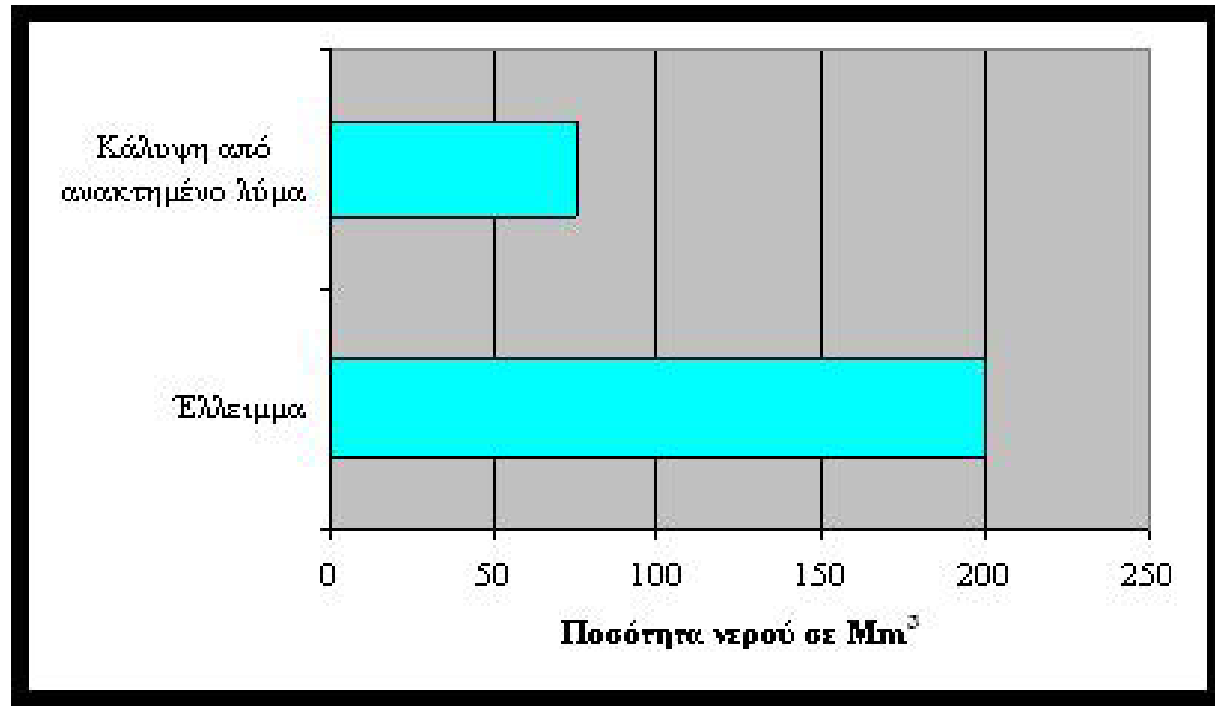
↓ 51 Mm³ επεξεργασμένων λυμάτων.

↓ ΕΕΛ που οφείλουν βάσει νομοθεσίας να κατασκευαστούν (Οδηγία 91/271/ΕΟΚ και ΚΥΑ 5673/400/97).

↓ 75 Mm³ επεξεργασμένων λυμάτων.

ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (20)

Δυνατότητα κάλυψης υδατικού ελλείμματος στη Θεσσαλία από ανακτημένο λύμα σε ορίζοντα 30 ετών.



Πηγή: Μπακοπούλου, 2009

200.000 στρ. αναστροφή μείωσης καλλιεργούμενων εκτάσεων.

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ (1)

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

Η οργανωμένη επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων είναι ευκαιριακή και οι συνήθεις μέθοδοι τελικής διάθεσης των επεξεργασμένων εκροών αστικών υγρών αποβλήτων από μεγάλες ΕΕΛ στη χώρα είναι η επιφανειακή ή η υποθαλάσσια διάθεση σε θεσμοθετημένους αποδέκτες.

Υ.Α. οικ. 145116/2011 - Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις (αυστηρές προδιαγραφές).



Τροποποιήθηκε πολλές φορές μέχρι σήμερα.

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ (2)

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

Υ.Α. οικ. 145116/2011 - Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις (ΦΕΚ 354/Β'/08-03-2011).

- Ορίζει χρήσεις όπως η άρδευση (αγροτική & αστική), η βιομηχανική χρήση, ο εμπλουτισμός υπόγειου υδροφόρα και άλλες αστικές χρήσεις.
- Όσον αφορά την άρδευση, ορίζει ότι απαιτείται διαχωρισμός μεταξύ περιορισμένης και απεριόριστης άρδευσης βάσει των αρδευόμενων καλλιεργειών και του τρόπου εφαρμογής του νερού (περιορισμένη: ειδικά μέτρα προστασίας).

Όρια για μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους

Όρια για μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Είδος χρήσης	Escherichia coli (EC / 100 mL) ή TC/100 mL	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	Θολότητα (NTU)
<p>Περιορισμένη άρδευση: Περιοχές όπου δεν αναμένεται πρόσβαση του κοινού, καλλιέργειες ζωοτροφών, βιομηχανικές καλλιέργειες, λιβάδια, δένδρα (μη συμπεριλαμβανομένων των οπωροφόρων), με την προϋπόθεση ότι κατά τη συλλογή οι καρποί δεν βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος, καλλιέργειες σπόρων και καλλιέργειες που παράγουν προϊόντα τα οποία υποβάλλονται σε περαιτέρω επεξεργασία πριν την κατανάλωσή τους. Άρδευση με καταιονισμό δεν θα εφαρμόζεται.</p>	EC=≤ 200 διάμεση τιμή.	Σύμφωνα με τις επιταγές της ΚΥΑ 5673/400/1997 (συνήθως 25 mg/L).	Σύμφωνα με τις επιταγές της ΚΥΑ 5673/400/1997 (συνήθως 35 mg/L).	-

Όρια για μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους

Όρια για μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Είδος χρήσης	Escherichia coli (EC / 100 mL) ή TC/100 mL	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	Θολότητα (NTU)
<p>Βιομηχανική χρήση: Νερό ψύξης μιας χρήσης.</p> <p>Τροφοδότηση υπόγειων υδροφορέων που δεν εμπíπτουν στις διατάξεις του άρθρου 7 του ΠΔ 51/2-3-2007 (με την επιφύλαξη των παραγράφων 4 και 5 του άρθρου 5 της παρούσας), με διήθηση διαμέσου εδαφικού στρώματος με επαρκές πάχος και κατάλληλα χαρακτηριστικά.</p>	<p>EC=≤ 200 διάμεση τιμή.</p>	<p>Σύμφωνα με τις επιταγές της ΚΥΑ 5673/400/1997 (συνήθως 25 mg/L).</p>	<p>Σύμφωνα με τις επιταγές της ΚΥΑ 5673/400/1997 (συνήθως 35 mg/L).</p>	<p>-</p>

Όρια για μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους

Όρια για μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Είδος χρήσης	Escherichia coli (EC / 100 mL) ή TC/100 mL	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)
Απεριόριστη άρδευση: Όλες οι καλλιέργειες όπως οπωροφόρα δένδρα, λαχανικά, αμπέλια ή καλλιέργειες των οποίων τα προϊόντα καταναλώνονται ωμά, θερμοκήπια. Η απεριόριστη άρδευση επιτρέπει την εφαρμογή διαφόρων μεθόδων εφαρμογής της άρδευσης συμπεριλαμβανομένου του καταιονισμού.	EC ≤ 5 για το 80% των δειγμάτων και EC ≤ 50 για το 95% των δειγμάτων.	≤ 10 για το 80% των δειγμάτων.	≤ 10 για το 80% των δειγμάτων.

Όρια για μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους

Όρια για μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Είδος χρήσης	Escherichia coli (EC / 100 mL) ή TC/100 mL	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)
Βιομηχανική χρήση πλην νερού ψύξης μιας χρήσης: Επανακυκλοφορούμενο νερό ψύξης, νερό για λέβητες, νερό διεργασιών, κλπ.	EC ≤ 5 για το 80% των δειγμάτων και EC ≤ 50 για το 95% των δειγμάτων.	≤ 10 για το 80% των δειγμάτων.	≤ 10 για το 80% των δειγμάτων.

Όρια για μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους

Όρια για μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Είδος χρήσης	Escherichia coli (EC / 100 mL) ή TC/100 mL	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)
Αστική χρήση: Μεγάλες εκτάσεις (νεκροταφεία, πρανή αυτοκινητόδρομων, γήπεδα γκολφ, δημόσια πάρκα), εγκαταστάσεις αναψυχής, κατάσβεση πυρκαγιών, συμπύκνωση εδαφών, καθαρισμός οδών και πεζοδρόμων, διακοσμητικά σιντριβάνια. Πότισμα με καταιονισμό απαγορεύεται.	TC=≤ 2 για το 80% των δειγμάτων και TC=≤ 20 για το 95% των δειγμάτων.	≤ 10 για το 80% των δειγμάτων	≤ 2 για το 80% των δειγμάτων.

Όρια για μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους

Όρια για μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους
(Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Είδος χρήσης	Escherichia coli (EC / 100 mL) ή TC/100 mL	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)
<p>Εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων που δεν εμπίπτουν στις διατάξεις του άρθρου 7 του ΠΔ 51/2-3-2007 (ΦΕΚ 54/Α/8-3-2007), με γεωτρήσεις.</p> <p>Περιαστικό πράσινο συμπεριλαμβανομένων των αλσών και δασών.</p>	<p>TC ≤ 2 για το 80% των δειγμάτων και TC ≤ 20 για το 95% των δειγμάτων.</p>	<p>≤ 10 για το 80% των δειγμάτων.</p>	<p>≤ 2 για το 80% των δειγμάτων.</p>

Όρια για επιλεγμένα χημικά στοιχεία (Υ.Α. οικ. 145116/2011)

Στοιχεία	Μέγιστη συγκέντρωση (mg/L)
Al (αργίλιο)	5
As (αρσενικό)	0.1
Be (βηρύλλιο)	0.1
Cd (κάδμιο)	0.01
Co (κοβάλτιο)	0.05
Cr (χρώμιο)	0.1
Cu (χαλκός)	0.2
F (φθόριο)	1
Fe (σίδηρος)	3
Li (λίθιο)	2.5

Όρια για επιλεγμένα χημικά στοιχεία (Υ.Α. οικ. 145116/2011)

Στοιχεία	Μέγιστη συγκέντρωση (mg/L)
Mn (μαγγάνιο)	0.2
Mo (μολυβδαίνιο)	0.01
Ni (νικέλιο)	0.2
Pb (μόλυβδος)	0.1
Se (σελήνιο)	0.02
V (βανάδιο)	0.1
Zn (ψευδάργυρος)	2
Hg (υδράργυρος)	0.002
B (βόριο)	2

Επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά

Επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά των ανακτημένων υγρών αποβλήτων (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Αλατότητα (Επηρεάζει την διαθεσιμότητα του νερού στο έδαφος).

Βαθμός περιορισμών κατά την εφαρμογή.

Πιθανό πρόβλημα κατά την άρδευση	Μονάδες	Μηδαμινός	Μικρός-Μέτριος	Σημαντικός
EC _w ⁽¹⁾ ή	dS/m	< 0.7	0.7 - 3	> 3
TDS (ολικά διαλυμένα στερεά).	mg/L	< 450	450 - 2000	> 2000

Επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά (1)

Επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά των ανακτημένων υγρών αποβλήτων (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Διαπερατότητα.

Βαθμός περιορισμών κατά την εφαρμογή.

Πιθανό πρόβλημα κατά την άρδευση	Μονάδες	Βαθμός περιορισμών κατά την εφαρμογή.		
		Μηδαμινός	Μικρός-Μέτριος	Σημαντικός
SAR ⁽²⁾ = 0 - 3 και EC _w =		> 0.7	0.7 – 0.2	< 0.2
3 - 6		> 1.2	1.2 – 0.3	< 0.3
6 - 12		> 1.9	1.9 – 0.5	< 0.5
12 - 20		> 2.9	2.9 – 1.3	< 1.3
20 - 40		> 5	5 – 2.9	< 2.9

Επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά (2)

Επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά των ανακτημένων υγρών αποβλήτων (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Ειδική τοξικότητα ιόντων.

Νάτριο (Na⁺).

		Βαθμός περιορισμών κατά την εφαρμογή.		
Πιθανό πρόβλημα κατά την άρδευση	Μονάδες	Μηδαμινός	Μικρός-Μέτριος	Σημαντικός
Επιφανειακή άρδευση (προσρόφηση δια των ριζών).	SAR	< 3	3 - 9	> 9
Καταιονισμός (προσρόφηση δια των φύλλων).	mg/L	≤ 70	> 70	

Επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά (3)

Επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά των ανακτημένων υγρών αποβλήτων (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Χλωριόντα (Cl⁻).

Πιθανό πρόβλημα κατά την άρδευση	Μονάδες	Βαθμός περιορισμών κατά την εφαρμογή.		
		Μηδαμινός	Μικρός-Μέτριος	Σημαντικός
Επιφανειακή άρδευση (προσρόφηση δια των ριζών)	mg/L	< 140	140 - 350	> 350
Καταιονισμός (προσρόφηση δια των φύλλων)	mg/L	≤ 100	> 100	

Επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά (4)

Επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά των ανακτημένων υγρών αποβλήτων (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Άλλες επιπτώσεις.

		Βαθμός περιορισμών κατά την εφαρμογή.		
Πιθανό πρόβλημα κατά την άρδευση	Μονάδες	Μηδαμινός	Μικρός-Μέτριος	Σημαντικός
Άζωτο ($\text{NO}_3\text{-N}$) ⁽³⁾	mg/L	< 5	5 - 30	> 30
$\text{HCO}_3^- \text{ K}$ (μόνο για άρδευση για καταιονισμό).	mg/L	< 90	90 – 500	> 500
pH	Τυπικό διάστημα 6.5 – 8.5			

Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ουσιών

Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ουσιών προτεραιότητας και τοξικότητας σε ανακτημένα υγρά απόβλητα στην Ελλάδα (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Παράμετρος	Μέγιστη συγκέντρωση (µg/L)
Alachlor	0.7
Ανθρακένιο	1
Ατραζίνη	2
Βενζόλιο	5
Βρωμιούχος διφαινυλαιθέρας	0.025
Ανθρακο-τετραχλωρίδιο	MA
C10-13 Χλωροαλκάνια	1.4
Chlorfenvinphos	0.3

Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ουσιών (1)

Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ουσιών προτεραιότητας και τοξικότητας σε ανακτημένα υγρά απόβλητα στην Ελλάδα (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Παράμετρος	Μέγιστη συγκέντρωση (µg/L)
Chlorpyrifos (Chlorpyrifos-ethyl)	0.1
Aldrin	MA
Dieldrin	MA
Endrin	MA
Isodrin	0.01
DDT ολικό	MA
para-para-DDT	MA
1,2 Διχλωροαιθάνιο	20

Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ουσιών (2)

Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ουσιών προτεραιότητας και τοξικότητας σε ανακτημένα υγρά απόβλητα στην Ελλάδα (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Παράμετρος	Μέγιστη συγκέντρωση (µg/L)
Διχλωρομεθάνιο	50
Φθαλικό δι(2-αιθυλεξίλιο) – (ΦΔΕΕ-DEHP)	10
Diuron	1
Ενδοσουλφάνιο	0.01
Φλουορανθένιο	1
Εξαχλωροβενζόλιο	MA
Εξαχλωροβουταδιένιο	0.6
Εξαχλωροκυκλοεξάνιο	MA

Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ουσιών (2)

Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ουσιών προτεραιότητας και τοξικότητας σε ανακτημένα υγρά απόβλητα στην Ελλάδα (Υ.Α. οικ. 145116/2011).

Παράμετρος	Μέγιστη συγκέντρωση (µg/L)
Isoproturon	1
Ναφθαλένιο	2.4
Εννεϋλοφαινόλη [4-εννεϋλοφαινόλη]	2
Οκτυλοφαινόλη [(4-(1,1', 3,3'-τετραμεθυλβουτυλική)-φαινόλη)]	1
Πενταχλωροβενζόλιο	0.1
Πενταχλωροφαινόλη	1
Βενζο(α)πυρένιο	0.1
Βενζο(β)φλουορανθένιο Βενζο(κ)φλουορανθένιο	Αθροιστικά=0.03

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ (3)

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

Υ.Α. οικ. 145116/2011 - Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις (ΦΕΚ 354/Β'/08-03-2011).

- Διαφοροποίηση της χρήσης των ανωτέρω πινάκων ανά είδος επαναχρησιμοποίησης (χρήσης), ΕΕΛ.
- Εκτός των κριτηρίων, προδιαγράφονται ανά είδος χρήσης η απαιτούμενη επεξεργασία, η συχνότητα και η διαδικασία των δειγματοληψιών και άλλες τεχνικές λεπτομέρειες.

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ (4)

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

Υ.Α. οικ. 145116/2011 - Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις (ΦΕΚ 354/Β'/08-03-2011).

- Άδεια επαναχρησιμοποίησης για πολλές κατηγορίες δραστηριοτήτων, Καταργήθηκε πρόσφατα και ενσωματώνεται στην απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.
- Αφορά πολλές δραστηριότητες (π.χ. μια κτηνοτροφική μονάδα που διαθέτει τα απόβλητά της σε βόθρο θα έπρεπε να εφοδιάζεται με άδεια επαναχρησιμοποίησης διότι η διοχέτευση σε βόθρο θεωρείται οίωνοί επαναχρησιμοποίηση για φόρτιση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα).

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ (5)

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΘΕΣΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

- Το 2004 δόθηκε για πρώτη φορά από το ΥΠΕΧΩΔΕ, σε συνεργασία με το Υπ. Υγείας και το Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης έγκριση περιβαλλοντικών όρων για τη διάθεση επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση στη Χαλάστρα Θεσσαλονίκης (βαμβάκι, καλαμπόκι, ρύζι, μηδική, ζαχαρότευτλα, κ.ά.) - Τα επεξεργασμένα λύματα αραιώνονται με νερά του ποταμού Αξιού σε αναλογία 1:5.
- ΚΥΑ Δ.ΥΓ2/Γ.Π.οικ.133551/9-10-2008 (Τροποποίηση της υγειονομικής διάταξης Ε1β/221/65).

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ (6)

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΘΕΣΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ (συνέχεια).

- Πριν το 2004 πολλές ερευνητικές προσπάθειες για ανάπτυξη θεσμικού πλαισίου, π.χ. προσπάθεια στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Περιβάλλον» από την ΕΔΕΥΑ και τη ΔΕΥΑ Λάρισας (2000), προσπάθεια στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής πρωτοβουλίας LIFE στην περιοχή της Θέρμης Θεσσαλονίκης (2003).



Ανάπτυξη προδιαγραφών επαναχρησιμοποίησης προσαρμοσμένες σε πειραματικές αποκρίσεις δοκιμασμένων τεχνολογιών προχωρημένης επεξεργασίας και δοκιμασμένες ως προς την τεχνολογική τους εφικτότητα σε 14 μεγάλες ΕΕΛ στην Ελλάδα (Καρδίτσας, Άργους, Καβάλας, Λάρισας, Λαμίας, Καστοριάς, Βόλου, Θεσσαλονίκης, Ιωαννίνων, Κω, Ηρακλείου, Χαλκίδας, Καλαμάτας, Λειβαδιάς και Ξάνθης).

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ (7)

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.

- Από τη δεκαετία του '90 αναπτύσσονται εφαρμογές σε πειραματικό επίπεδο, πρωτοβουλία κυρίως του ΕΘΙΑΓΕ (διερεύνηση αποδοτικότητας καλλιεργειών) (Βακάλης και Τσαντήλας, 2002, Papadopoulos et al., 2009).
- Αναφέρονται έρευνες για αστική άρδευση και άλλες αστικές χρήσεις (Sakellariou-Makrantonaki et al., 2004).
- Χρήση επεξεργασμένων λυμάτων στην περιοχή της Χαλάστρας Θεσσαλονίκης και σε κάποιες άλλες περιοχές (π.χ. Χαλκίδα, Άργος). Στη Χαλκίδα η επεξεργασμένη εκροή χρησιμοποιείται για άρδευση δασικής έκτασης σε μια νησίδα, όπου δεν υπάρχει πρόσβαση του κοινού.
- Επαναχρησιμοποίηση για κάλυψη των αναγκών της ίδιας της μονάδας (πολλές ΕΕΛ στην Ελλάδα).
- Έμμεση επαναχρησιμοποίηση για άρδευση.

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ (8)

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΑΠΟΔΟΧΗ

- Αρκετές έρευνες στην Ελλάδα (ενδεικτικά Θεσσαλία, Κρήτη) με χρήση ερωτηματολογίων και ομάδα αναφοράς τόσο τους αγρότες όσο και τους πολίτες – καταναλωτές αγροτικών προϊόντων (Bakoroulou and Kungolos, 2009, Tsagarakis and Georgantzis, 2003).
- Οι αγρότες είναι πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν τέτοιου είδους υδατικό πόρο ιδιαίτερα σε περιόδους ξηρασίας – Πληρώσουν κατά τι παραπάνω για την απόκτησή του.
- Πολίτες – καταναλωτές προβληματισμένοι με τη χρήση βρώσιμων αγροτικών προϊόντων – Όχι ο ίδιος προβληματισμός για μη βρώσιμα προϊόντα – Κρίσιμος παράγοντας η ενημέρωση.

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ (9)

Η ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΑΠΟΔΟΧΗ.

Συγκριτική ανάλυση των τιμών (€/στρ.) που οι αγρότες της Θεσσαλίας πληρώνουν για αρδευτικό νερό και θα ήταν διατεθειμένοι να πληρώσουν για ανακτημένο λύμα.

Υπόθεση	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή
Υπάρχον αρδευτικό νερό.	22.63	60	5
Ανακτημένο λύμα (σε περίπτωση ύπαρξης νερού από συμβατικές πηγές).	13.52	40	0
Ανακτημένο λύμα (σε περίπτωση ύπαρξης ξηρασίας).	23.73	70	5

Πηγή: Μπακοπούλου, 2009.

Σας ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας.



Βιβλιογραφία

Αγγελάκης, Α.Ν. και Παρανυχιανάκης, Ν. (2005) “Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων αστικών υγρών αποβλήτων: Ανάγκη θέσπισης κριτηρίων”, στα ΤΕΕ (εκδ.) πρακτικά της διημερίδας *Διαχείριση υγρών αποβλήτων με αποκεντρωμένα συστήματα επεξεργασίας*, Νεοχώρι Καρδίτσας.

Βακάλης Π.Σ. και Τσαντήλας Χ.Δ. (2002) “Επίδραση άρδευσης βαμβακιού και καλαμποκιού με αστικά απόβλητα στο γεωργικό εισόδημα” *Αγροτική Έρευνα*, **25**: 13-20.

Κούγκολος, Α. (2005) *Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική*, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

Μήτρακας, Μ. (2001) *Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού*, 2η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

Μπακοπούλου, Σ. (2009) *Επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για άρδευση: Διερεύνηση και αξιολόγηση οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων για τη διαπίστωση της βιωσιμότητας των συστημάτων προχωρημένης επεξεργασίας δευτεροβάθμιων εκροών*, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Βιβλιογραφία (1)

Περιφέρεια Θεσσαλίας (2005) *Μελέτη σκοπιμότητας και χωροθέτησης βιολογικών καθαρισμών τουριστικών και παραλιακών περιοχών Θεσσαλίας*, Λάρισα.

ΥΠΕΧΩΔΕ (2006) *Προκαταρκτικό Σχέδιο διαχείρισης των λεκανών απορροής των ποταμών Αχελώου και Πηνειού Θεσσαλίας*, Αθήνα.

ΥΠΕΧΩΔΕ (2008) *Εθνικό πρόγραμμα διαχείρισης και προστασίας υδατικών πόρων*, Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων, Αθήνα.

Metcalf & Eddy (2007a) *Μηχανική Υγρών Αποβλήτων – Επεξεργασία και Επαναχρησιμοποίηση*, 4η έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

Abu-Rizaiza, O. (1999) “Modification of the standards of wastewater reuse in Saudi Arabia”, *Wat. Res.*, **33**(11): 2601-2608.

An, Y-J., Yoon, C.G., Jung, K-W., Ham, J-H. (2007) “Estimating the microbial risk of *E. coli* in reclaimed wastewater irrigation on paddy field”, *Environ. Monit. Assess.*, **129**: 53–60.

Angelakis, A.N., Bontoux, L., Lazarova, V. (2003) “Challenges and prospectives for water recycling and reuse in EU countries”, *Water Science and Technology: Water Supply*, **3**(4): 59–68.

Angelakis, A.N., Marecos do Monte, M., Bontoux, L. and Asano, T. (1999) “The status of wastewater reuse practice in the Mediterranean basin: need for guidelines”, Review paper, *Wat. Res.*, **33**(10): 2201-2217.

Βιβλιογραφία (2)

- Arslan-Alaton, I., Tanik, A., Ovez, S., Iskender, G., Gurel, M., Orhon, D. (2007) “Reuse potential of urban wastewater treatment plant effluents in Turkey: a case study on selected plants”, *Desalination*, **215**: 159–165.
- Bakopoulou, S. and A. Kungolos (2009) “Investigation of wastewater reuse potential in Thessaly region, Greece”, *Desalination*, **248**: 1029-1038.
- Bixio, D., Thoeye, C., De Koning, J., Joksimovic, D., Savic, D., Wintgens, T., Melin T. (2006) “Wastewater reuse in Europe”, *Desalination*, **187**: 89-101.
- Blumenthal, U.J., Peasey, A., Ruiz-Palacios, G., Mara, D.D. (2000) *Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence*, WELL study, Task No 68, Part 1, London School of Hygiene & Tropical Medicine and Loughborough University, UK.
- Bolong, N., Ismail, A.F., Salim, M.R., Matsuura, T. (2009) “A review of the effects of emerging contaminants in wastewater and options for their removal”, *Desalination*, **239**: 229–246.
- Bonomo, L., Nurizzo, C., Rolle, E. (1999) “Advanced wastewater treatment and reuse: related problems and perspectives in Italy”, *Water Science and Technology*, **40**: 21-28.

Βιβλιογραφία (3)

Borboudaki, K.E., Paranychianakis, N.V., Tsagarakis, K.P. (2005) “Integrated wastewater management reporting at tourist areas for recycling purposes, including the case study of Hersonissos, Greece”, *Environmental Management*, **36**(4): 610–623.

Bouwer, H. (2000) “Integrated water management: emerging issues and challenges”, *Agricultural Water Management*, **45**: 217-228.

Cao, N., Yang, M., Zhang, Y., Hu, J., Ike, M., Hirotsuji, J., Matsui, H., Inoue, D., Sei, K. (2009) “Evaluation of wastewater reclamation technologies based on in vitro and in vivo bioassays”, *Science of the Total Environment*, **407**: 1588–1597.

Chiou, R-J. (2008) “Risk assessment and loading capacity of reclaimed wastewater to be reused for agricultural irrigation”, *Environ. Monit. Assess.*, **142**: 255–262.

da Silva Oliveira, A., Bocio, A., Trevilato, T.M.B., Takayanagui, A.M.M., Domingo, J.L., Segura-Mupoz, S.I. (2007) “Heavy metals in untreated/treated urban effluent and sludge from a biological wastewater treatment plant”, *Env. Sci. Pollut. Res.*, **14**(7): 483–489.

Βιβλιογραφία (4)

Ellouze, M., Saddoud, A., Dhouib, A., Sayadi, S. (2009) “Assessment of the impact of excessive chemical additions to municipal wastewaters and comparison of three technologies in the removal performance of pathogens and toxicity”, *Microbiological Research*, **164**: 138-148.

Exall, K. (2004) “A review of water reuse and recycling, with reference to Canadian practice and potential: Applications”, *Water Qual. Res. J.*, **39**(1): 13-28.

Falconer, I.R., Chapman, H.F., Moore, M.R., Ranmuthugala, G. (2006) “Endocrine-disrupting compounds: A review of their challenge to sustainable and safe water supply and water reuse”, *Environ. Toxicol.*, **21**: 181–191.

Fattal, B., Lampert, Y., and Shuval, H. (2004) “A fresh look at microbial guidelines for wastewater irrigation in agriculture: A risk-assessment and cost-effectiveness approach”, in Scott, C.A., Faruqui, N.I., and Raschid-Sally, L. (eds) *Wastewater use in irrigated agriculture*, CAB International publications, pp 59-68.

Fine, P., Halperin, R., Hadas, E. (2006) “Economic considerations for wastewater upgrading alternatives: An Israeli test case”, *Journal of Environmental Management*, **78**: 163–169.

Βιβλιογραφία (5)

- Haruvy, N., Offer, R., Hadas, A., Ravina, I. (1999) “Wastewater irrigation - economic concerns regarding beneficiary and hazardous effects of nutrients”, *Water Resources Management*, **13**: 303–314.
- Hernández, F., Urkiaga, A., De las Fuentes, L., Bis, B., Chiru, E., Balazs, B., Wintgens, T. (2006) “Feasibility studies for water reuse projects: An economical approach”, *Desalination*, **187**: 253–261.
- Huang, M-H., Li, Y-M., Gu, G-W. (2005) Application of several bioassays on evaluating toxicity of municipal wastewater”, *Tongji Daxue Xuebao/Journal of Tongji University*, 33(11): 1489-1493.
- Ikehata, K., Naghashkar, N-J., El-Din, M-G. (2006) “Degradation of aqueous pharmaceuticals by ozonation and advanced oxidation processes: A review”, *Ozone: Science & Engineering*, **28**: 353-414.
- Jones, O. A. H., Voulvoulis, N. and Lester, J. N. (2004) “Potential ecological and human health risks associated with the presence of pharmaceutically active compounds in the aquatic environment”, *Critical Reviews in Toxicology*, **34**(4): 335 – 350.
 - Keraita, B., Drechsel, P. and Konradsen, F. (2008) “Perceptions of farmers on health risks and risk reduction measures in wastewater-irrigated urban vegetable farming in Ghana”, *Journal of Risk Research*, **11**(8): 1047-1061.

Βιβλιογραφία (6)

Kontana, A., Papadimitriou, C.A., Samaras, P., Zdragas, A., Yiangou, M. (2008) “Bioassays and biomarkers for ecotoxicological assessment of reclaimed municipal wastewater”, *Water Science and Technology*, 57(6): 947-953.

Lazarova, V. and Asano, T. (2004) “Challenges of sustainable irrigation with recycled water” in Lazarova, V. and Bahri, A. (eds) *Water reuse for irrigation – Agriculture, Landscapes, and Turf Grass*, CRC press, pp 1-30.

Metcalf & Eddy (2007b) *Water Reuse – Issues, Technologies, and Applications*, McGraw-Hill publications, New York.

Morris, J., Lazarova, V., Tyrrel, S. (2004) “Economics of water recycling for irrigation”, in Lazarova, V. and Bahri, A. (eds) *Water reuse for irrigation – Agriculture, Landscapes, and Turf Grass*, CRC press, pp 266-284.

Munoz, I., Gomez, M.J., Molina-Diaz, A., Huijbregts, M.A.J., Fernandez-Alba A.R., Garcia-Calvo E. (2008) “Ranking potential impacts of priority and emerging pollutants in urban wastewater through life cycle impact assessment”, *Chemosphere*, **74**: 37 – 44.

Papadopoulos, F., Parissopoulos, G., Papadopoulos, A., Fdragas, A., Ntanos, D., Prochaska, Ch., Metaxa, I. (2009) “Assessment of reclaimed municipal wastewater application on rice cultivation”, *Environmental Management*, **43**: 135–143.

Βιβλιογραφία (7)

- Papadopoulos, I. (1997) *Non conventional water resources: Present situation and perspective use for irrigation*, Options Méditerranéennes, Sér. A /no31, Séminaires Méditerranéens.
- Papaiacovou, I. (2001) “Case study - wastewater reuse in Limassol as an alternative water source”, *Desalination*, **138**: 55-59.
- Pedersen, J.A., Soliman, M., (Mel) Suffet, I.H. (2005) “Human pharmaceuticals, hormones, and personal care product ingredients in runoff from agricultural fields irrigated with treated wastewater”, *J. Agric. Food Chem.*, **53**(5): 1625-1632.
- Sakellariou – Makrantonaki, M., Vyrlas, P., Knenas, E., Koliou, A., Vardouli, V. (2004) “Landscape irrigation with treated municipal wastewater”, in e-proceedings of the International Conference *Protection and Restoration of the Environment VII*, Mykonos, Greece.
- Sipala, S., Mancini G., Vagliasindi, F.G.A. (2003) “Development of a web-based tool for the calculation of costs of different wastewater treatment and reuse scenarios”, *Water Science and Technology: Water Supply*, **3**(4): 89–96.

Βιβλιογραφία (8)

- Suarez, S., Carballa, M., Omil, F., Lema, J.M. (2008) “How are pharmaceutical and personal care products (PPCPs) removed from urban wastewaters?”, Review paper, *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.*, **7**:125–138.
- Toze, S. (2006a) “Reuse of effluent water—benefits and risks”, *Agricultural Water Management*, **80**: 147–159.
- Toze, S. (2006b) “Water reuse and health risks — real vs. perceived”, *Desalination*, **187**: 41-51.
- Tsagarakis, K.P. and Georgantzis, N. (2003) “The role of information on farmers willingness to use recycled water for irrigation”, *Water Science and Technology: Water Supply*, **3**(4):105–113.
- Tzimas, A., Andreadakis, A., Peskosta, M., Aghelopoulos, M., Kalogerakis, N., Karatzas, G. (2006) “Economic evaluation of alternative tertiary treatment schemes producing effluents suitable for reuse”, in e-proceedings of the International Conference on the *Protection and Restoration of the Environment VIII*, Chania, Greece.
- U.S. EPA (2004) *Guidelines for water reuse*, EPA/625/R-04/108, Washington.

Βιβλιογραφία (9)

Watkinson, A.J., Murby, E.J., Costanzo, S.D. (2007) “Removal of antibiotics in conventional and advanced wastewater treatment: Implications for environmental discharge and wastewater recycling”, *Water Research*, **41**: 4164 – 4176.

Weber, S., Khan, S., Hollender, J. (2006) “Human risk assessment of organic contaminants in reclaimed wastewater used for irrigation”, *Desalination*, **187**: 53–64.

WHO (2006) *WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater*, Volume II: Wastewater Use in Agriculture, WHO publications, Geneva.

Zha, J. and Wang, Z. (2005) “Assessing technological feasibility for wastewater reclamation based on early life stage toxicity of Japanese medaka (*Oryzias latipes*)”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **107**: 187-198.

Zhao, Q.L., Zhang, J.N., You, S.J., Wang, S.H., Wang, L.N. (2006) “Effect of irrigation with reclaimed water on crops and health risk assessment”, *Water Science and Technology: Water Supply*, 6(6): 99-109.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



Τέλος Ενότητας 4

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.

