

ΔΙΗΜΕΡΙΔΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

16 - 17 Μαρτίου 1993

Ξενοδοχείο "ΧΑΝΔΡΗΣ"

ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

Στέφανος Αν. Κώνστας

Δρ. Χημικός - Τεχνικός Σύμβουλος



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΑΜΙΒΡ. ΦΡΑΝΤΖΗ 9
117 43 ΑΘΗΝΑ

ΤΗΛ.: 9215129 - 9216857
TELEFAX: 9239430

ΟΡΓΑΝΩΣΗ:

ΕΛ.ΚΕ.ΠΑ./ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΔΙΗΜΕΡΙΔΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Αστικά Λύματα - Συστήματα Επεξεργασίας Επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων

Αθήνα, Μάρτιος 1993
Στέφανος Αν. Κώνστας
Δρ. Χημικός - Τεχνικός Σύμβουλος

1. Εισαγωγή

Η δημιουργία μεγάλων αστικών κέντρων και η ανύψωση του βιοτικού επιπέδου είχαν σαν συνέπεια την αύξηση των αναγκών σε νερό, αλλά συγχρόνως και την δημιουργία του προβλήματος εξεύρεσης τρόπου διάθεσης των λυμάτων που προέκυπταν.

Στην αρχαία Αθήνα, που είχε πρόβλημα ύδρευσης, στο οποίο έδωσε λύση το υδραγωγείο που κατασκεύασε ο Αδριανός, τα απόβλητα που έπρεπε να διατεθούν ήταν, ουσιαστικά, τα ανθρώπινα περιττώματα και λίγα οικιακά απορρίμματα. Όπως αναφέρει ο Αριστοτέλης στην "Αθηναίων Πολιτεία", την μεταφορά τους έξω από την πόλη είχαν αναλάβει οι "κοπρολόγοι", που υπήγοντο στους αστυνόμους και που είχαν υποχρέωση να απομακρύνουν τις ακαθαρσίες σε απόσταση τουλάχιστον δέκα σταδίων από τα τείχη της πόλης. Σύμφωνα με όλες τις ενδείξεις, τα περιττώματα που συγκέντρωναν οι κοπρολόγοι χρησιμοποιούντο για την λίπανση αγρών. Γινόταν δηλαδή αξιοποίησή τους ή "ανακύκλωση".

Η εικόνα στο Παρίσι των αρχών του περασμένου αιώνα δεν ήταν και πολύ διαφορετική. Η αποκομιδή των ακαθαρσιών και κάθε είδους απορριμμάτων είχε ανατεθεί σε ιδιωτικές επιχειρήσεις, οι οποίες επλήρωναν τον Δήμο μεγάλα ποσά για το προνόμιο αυτό. Οι επιχειρήσεις πουλούσαν το "προϊόν" τους στους γύρω αγρότες, που το χρησιμοποιούσαν σαν λίπασμα. Παρά τον προφανή κίνδυνο ανάπτυξης επιδημιών, που δεν ήταν σπάνιες, το καθεστώς αυτό διατηρήθηκε ως τα μέσα του 19ου αιώνα, οπότε τα χημικά λιπάσματα άρχισαν να εκτοπίζουν τα "φυσικά" και η ανακύκλωση σταμάτησε.

Νέα αναλαμπή γνώρισε η χρησιμοποίηση ανθρώπινων περιττωμάτων για λίπανση με την ίδρυση στην Γερμανία περί το 1900, ενός συγκροτήματος όπου γινόταν ξήρανση και ενσάκκιση των περιττωμάτων που συγκεντρώνονταν σε ειδικά δοχεία από την πόλη. Η διάθεση του προϊόντος γινόταν με το όνομα Poudrette.

Η δημιουργία δικτύων ύδρευσης των πόλεων και η κατασκευή απαγωγών για τα ακάθαρτα νερά που προέκυπταν, είχε σαν συνέπεια να αρχίσουν να εκδηλώνονται προβλήματα ρύπανσης και μόλυνσης στους αποδέκτες, δηλαδή στα σημεία όπου γινόταν η διάθεση των λυμάτων των αποχετευτικών δικτύων.

Τα έντονα φαινόμενα ρύπανσης που παρουσιάστηκαν στις περιπτώσεις όπου ο αποδέκτης ήταν ποτάμι ή λίμνη, δημιούργησαν την ανάγκη να αναζητηθούν τρόποι καθαρισμού των λυμάτων, ώστε να μην προκαλούν υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος.

2. Σύνθεση των λυμάτων

Το νερό του δικτύου της ύδρευσης, κατά την διέλευσή του από τις διάφορες καταναλώσεις, εμπλουτίζεται με ξένα συστατικά που τα χαρακτηρίζουμε ρύπους και που το καθιστούν επιβλαβές για πολλές χρήσεις.

Τα συστατικά αυτά μπορούμε να τα κατατάξουμε σε τρεις κύριες κατηγορίες

- α. *Ανόργανες προσμίξεις*
- β. *Οργανικές ουσίες*
- γ. *Παθογόνους οργανισμούς*

Στα λύματα εμφανίζονται σε τρεις μορφές

- α. Καθιζάνοντα στερεά
- β. Μη καθιζάνοντα αδιάλυτα και κολλοειδή συστατικά
- γ. Διαλυμένες ουσίες

Και τα τρία συστατικά των λυμάτων, ανόργανα, οργανικά και παθογόνοι οργανισμοί, προκαλούν βλάβες στον αποδέκτη και κινδύνους για την δημόσια υγεία.

Οι κίνδυνοι από μόλυνσεις είναι σαφείς και δεν χρειάζεται να αναπτυχθούν εδώ. Για τον λόγο αυτό θα αναφερθούν σύντομα μόνο μερικά για τις συνέπειες της παρουσίας των οργανικών και ανόργανων ενώσεων.

2.1 Ανόργανες ουσίες

Τα άλατα που επιτρέπεται να υπάρχουν σε διάλυση σε ένα νερό, εξαρτώνται από την κατανάλωση για την οποία προορίζεται, και για τον λόγο αυτό ποικίλλουν οι προδιαγραφές ποιότητας του νερού, ανάλογα με το εάν προορίζεται για ύδρευση, άρδευση ή άλλες χρήσεις.

Το πόσιμο νερό, όταν καταλήγει στον υπόνομο, έχει υποστεί αλλαγή στην σύνθεσή του, με συνέπεια να έχουν γενικά αυξηθεί στο σύνολό τους τα διαλυμένα άλατα, αλλά και να έχουν προστεθεί επιβλαβείς ανόργανες ενώσεις, όπως βαρέα μέταλλα και τοξικά άλατα. Τα ποσοστά της αύξησης είναι συνάρτηση των δραστηριοτήτων που εξυπηρετεί το δίκτυο ύδρευσης, αλλά και της τήρησης από τους πολίτες των διατάξεων για την ποότητα των νερών που αποχετεύονται από κατοικίες, επιχειρήσεις και άλλες δραστηριότητες.

Μετρήσεις που έγιναν στην περιοχή του δικτύου που εξυπηρετεί η ΕΥΔΑΠ και ειδικότερα στην εκβολή των λυμάτων της Αθήνας στον Ακροκέραμο, παρουσιάζουν, από άποψη διαλυμένων αλάτων και βαρέων μετάλλων την εικόνα του πίνακα 1.

Εκείνο που προκύπτει από τον πίνακα αυτόν είναι ότι, εκτός από την γενική αύξηση της περιεκτικότητας σε ανόργανες ενώσεις, -που δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί ποσοτικά επειδή δεν δίδονται οι αντίστοιχες τιμές του νερού ύδρευσης τις αντίστοιχες ημερομηνίες-, εμφανίζεται μία σημαντική παρουσία βαρέων μετάλλων, όπως μόλυβδος και κάδμιο, που είναι τοξικά και προέρχονται κυρίως από τις αποχετεύσεις μεταποιητικών δραστηριοτήτων .

Στοιχεία από το δίκτυο της Λάρισας (πίνακας 2) δείχνουν μία αύξηση της ποσότητας των ανόργανων ουσιών στα απόβλητα, σε σχέση με το νερό ύδρευσης, της τάξεως των 300 χιλιοστών του γραμμαρίου ανά λίτρο, που είναι στην ουσία διπλασιασμός της περιεκτικότητας σε άλατα ενός καλού νερού ύδρευσης .

2.2 Οργανικές προσμίξεις

Οι οργανικές ενώσεις αστικής προέλευσης που καταλήγουν στα απόβλητα είναι συνάρτηση του βιοτικού επιπέδου και του τρόπου ζωής κάθε πόλης, έχει όμως βρεθεί ότι για τις αναπτυγμένες χώρες κυμαίνονται σε περιορισμένο περιθώριο.

Το σύνολο των οργανικών ενώσεων που βρίσκονται στα λύματα μετριέται με την ποσότητα του οξυγόνου που απορροφούν οξειδούμενες με βιολογικές και με χημικές διεργασίες.

Υπάρχουν, συνεπώς δύο παράμετροι που εκφράζουν το οργανικό φορτίο.

Το **BOD₅** που δείχνει την ποσότητα οξυγόνου, εκπεφρασμένη σε χιλιοστόγραμμα οξυγόνου ανά λίτρο νερού, που απαιτείται για την οξείδωση των οργανικών ενώσεων με την επίδραση μικροοργανισμών και ονομάζεται βιοχημική απαίτηση σε οξυγόνο. Ο αριθμός 5 χαρακτηρίζει την διάρκεια της επίδρασης των μικροοργανισμών, που συμβατικά έχει ορισθεί σε 5 ημέρες.

Το **COD** που δίνει την ποσότητα του οξυγόνου (πάλι σε χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο νερού) που απορροφούν οι οργανικές ουσίες οξειδούμενες με χημικό τρόπο, που συμβατικά γίνεται με διχρωμικό κάλιο σε καθορισμένες συνθήκες.

Οι αρνητικές επιπτώσεις από την διοχέτευση λυμάτων με οργανικό φορτίο σε ένα υδάτινο αποδέκτη οφείλονται ακριβώς σε αυτή την τάση της δέσμμευσης του οξυγόνου που είναι διαλυμένο στο νερό, με συνέπεια να περιορίζεται η ανάπτυξη των ανώτερων φυτικών και ζωικών οργανισμών, με κίνδυνο, σε ακραίες περιπτώσεις, να σταματήσει η ανάπτυξη κάθε είδους ζωής.

Σκοπός των εγκαταστάσεων επεξεργασίας των λυμάτων είναι η απομάκρυνση των συστατικών εκείνων που δημιουργούν κινδύνους για τους αποδέκτες και τα οικοσυστήματά τους.

3. Συστήματα καθαρισμού.

Τα συστήματα καθαρισμού που χρησιμοποιούνται, είναι διαφόρων τύπων και η σύνθεσή τους είναι συνάρτηση του βαθμού καθαρισμού που επιδιώκεται να επιτευχθεί.

Οι βασικές βαθμίδες καθαρισμού είναι οι ακόλουθες.

3.1 Αφαίρεση στερεών.

Οι πρώτες εγκαταστάσεις καθαρισμού, αποσκοπούσαν στην συγκράτηση των στερεών συστατικών των λυμάτων. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται και σήμερα δύο κυρίως μέθοδοι

-Το πέρασμα από σχάρα ή κόσκινο

-Η παραμονή σε ηρεμία σε μία δεξαμενή, οπότε καθιζάνει ένα μεγάλο μέρος των ανεπιθύμητων στερεών συστατικών.

Με τις διαδικασίες αυτές αφαιρείται και το οργανικό φορτίο, το οποίο περιέχεται στα καθιζάνοντα σωματίδια και το οποίο αντιστοιχεί στο ένα τρίτο περίπου του συνολικού.

3.2 Αφαίρεση του οργανικού φορτίου.

Ο αποδοτικότερος και οικονομικότερος τρόπος για την μείωση των οργανικών ουσιών που περιέχουν τα λύματα είναι η βιολογική τους αποικοδόμηση, που μπορεί να γίνει είτε σε αερόβιο είτε σε αναερόβιο περιβάλλον.

3.2.1 Αερόβια αποικοδόμηση

Τα λύματα εμπλουτίζονται σε οξυγόνο, με μηχανικά μέσα ή φυσικές μεθόδους. Στο περιβάλλον αυτό αναπτύσσονται καλλιέργειες μικροοργανισμών που προσβάλλουν τις οργανικές ενώσεις και τις αποικοδομούν με οξειδωτικές διαδικασίες. Ο έλεγχος της αερόβιας αποικοδόμησης γίνεται με ρύθμιση της ποσότητας του οξυγόνου, του χρόνου αερισμού και της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών στον βιολογικό αντιδραστήρα.

Κύρια προϊόντα της διεργασίας αυτής είναι το διοξείδιο του άνθρακα και οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται και πολλαπλασιάζονται καταναλώνοντας τις οργανικές ουσίες των λυμάτων.

Οι μικροοργανισμοί αυτοί απομονώνονται με καθίζηση από τα καθαρισμένα απόβλητα με την μορφή μιάς περισσότερο ή λιγότερο υδαρούς λάσπης, που είναι γνωστή σαν βιολογική ιλύς και, εάν βρεθεί ότι δεν περιέχει επιβλαβείς ουσίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν βελτιωτικό του εδάφους, με λιπασματικές ιδιότητες.

Το ποσοστό αποικοδόμησης των οργανικών ενώσεων με την μέθοδο αυτή κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 90 και 97% και επιτυγχάνεται σε λίγες ώρες.

Μειονέκτημα της μεθόδου της αερόβιας αποικοδόμησης, όταν η πρόσδωση του απαιτούμενου οξυγόνου γίνεται με μηχανικό τρόπο, είναι η κατανάλωση ενέργειας των συστημάτων αερισμού.

Η προσθήκη οξυγόνου μπορεί να γίνει και με φυσικές μεθόδους, όπως π.χ. σε μεγάλες ρηχες λίμνες, αλλά τέτοιες μέθοδοι μπορούν να εφαρμοσθούν μόνο σε μικρές μονάδες, επειδή απαιτούν μεγάλες εκτάσεις γης.

3.2.2 Αναερόβια αποικοδόμηση.

Η αποικοδόμηση οργανικών ουσιών απουσία οξυγόνου είναι μία διαδικασία γνωστή σε όλους από την κακοσμία που αναδίδει όταν γίνεται σε ανοικτούς χώρους. Ειδικό μικροοργανισμοί έχουν την ικανότητα να διασπούν οργανικές ουσίες, αποσπώντας από αυτές το οξυγόνο που έχουν ανάγκη για την ανάπτυξή τους, παράγοντας έτσι προϊόντα αναγωγής, μεταξύ των οποίων και θειούχες ενώσεις (υδρόθειο, μερκαπτάνες) που είναι ιδιαίτερα δύσοσμες.

Η αναερόβια επεξεργασία αποβλήτων διεξάγεται σε κλειστούς αντιδραστήρες και είναι πολύ βραδύτερη από την αερόβια και με μεγαλύτερη εξάρτηση από την θερμοκρασία. Ανάλογα από το εάν αναπτύσσεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, 35 ή 50 βαθμούς Κελσίου, διακρίνεται σε ψυχρόφιλη, μεσόφιλη και θερμόφιλη.

Ο βαθμός αποικοδόμησης που επιτυγχάνεται είναι πολύ χαμηλότερος από το 95% που δίνει η αερόβια διεργασία και φθάνει το πολύ το 60 ως 65%, ενώ ο απαιτούμενος γιαυτό χρόνος κυμαίνεται από μερικούς μήνες ως λίγες ημέρες, ανάλογα με την θερμοκρασία.

C:\Documents and Settings\user\Επιφάνεια εργασίας\ΣΚ δημοσιεύσεις 01052009\1993 44 Αστ λύματα δημ ΕΛΚΕΠΑ\ELKEPA DIHM-Periball ekpaid 1993.doc

Το μεγάλο προσόν της αναερόβιας επεξεργασίας είναι ότι όχι μόνο δεν υπάρχει εδώ η κατανάλωση ενέργειας για την πρόσδωση οξυγόνου, αλλά αντίθετα προκύπτει από τις οξειδοαναγωγικές διαδικασίες ένα αέριο πλούσιο σε μεθάνιο, που μπορεί να χρησιμοποιήσει για παραγωγή ενέργειας.

Η αναερόβια χώνευση έχει εφαρμογή κυρίως σε λύματα και απόβλητα με μεγάλη συγκέντρωση οργανικού φορτίου, αλλά είναι ασύμφορη σε αστικά λύματα περιοχών όπου υπάρχει δίκτυο ύδρευσης και, κατά συνέπεια, μεγάλη αραίωση.

Σε μεγάλες ιδίως εγκαταστάσεις, που εξυπηρετούν πάνω από 100.000 κατοίκους, η αναερόβια επεξεργασία εφαρμόζεται για την μείωση του όγκου της βιολογικής ιλύος και την αποικοδόμηση της λάσπης από την πρωτοβάθμια καθίζηση, με ταυτόχρονη παραγωγή αξιοποιήσιμου βιοαερίου και κομποστ.

3.3 Εξουδετέρωση παθογόνων.

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και ιοί που βρίσκονται στα λύματα, μειώνονται μεν κατά την διάρκεια του βιολογικού καθαρισμού, αλλά όχι αρκετά, ώστε τα λύματα να μπορούν να διατεθούν χωρίς κίνδυνο. Για τον λόγο αυτό, πριν την έξοδό τους από την μονάδα, υποβάλλονται σε απολύμανση με χλώριο, όζον ή άλλα οξειδωτικά μέσα, ή με υπεριώδεις ακτίνες.

3.4 Άλλες βαθμίδες "συμβατικών" καθαρισμών.

Οι επεξεργασίες που αναφέρθηκαν αφαιρούν το κύριο μέρος των ανεπιθύμητων συστατικών, αλλά αφήνουν άλλα που, σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά ευαίσθητους αποδέκτες, όπως λίμνες, ποτάμια ή υπόγεια νερά.

Για τον λόγο αυτό, ανάλογα με τον τελικό προορισμό των επεξεργασμένων λυμάτων, επιβάλλεται συχνά να εκτελεστούν πρόσθετοι καθαρισμοί, όπως η αφαίρεση της αμμωνίας, των νιτρικών και των φωσφορικών ιόντων. Οι καθαρισμοί αυτοί μπορούν να γίνουν με συνδυασμό βιολογικών και χημικών διεργασιών, ή και μόνο με βιολογικές μεθόδους.

4. Ποιότητα των επεξεργασμένων λυμάτων.

Κατά τι διαφέρει λοιπόν ένα νερό που εκρέει από ένα προωθημένο βιολογικό καθαρισμό, από το νερό ύδρευσης, από το οποίο προέρχεται.

Από άποψη οργανικού φορτίου, το νερό αυτό περιέχει ακόμη ένα υπόλοιπο, που εκφραζόμενο σε BOD είναι της τάξης των 20 PPM (μερών στο εκατομμύριο), ενώ μετρούμενο σαν χημική απαίτηση σε οξυγόνο (COD), φθάνει τα 50-60 PPM. Αυτό σημαίνει ότι το νερό περιέχει ακόμη λίγα γραμμάρια ανά κυβικό μέτρο οργανικών ενώσεων, που δεν υπήρχαν στο καθαρό.

Η πλήρης εξουδετέρωση των μικροοργανισμών δεν αποτελεί πρόβλημα και είναι συνάρτηση της ποσότητας απολυμαντικού που προστίθεται και του χρόνου επίδρασής του.

Παραμένει όμως το γεγονός ότι το νερό, κατα την διέλευσή του από τις διάφορες χρήσεις, εμπλουτίστηκε με διάφορες ανόργανες ουσίες, κυρίως ιόντα μετάλλων, που η αφαίρεσή τους δεν επιτυγχάνεται με τον βιολογικό καθαρισμό.

Τα ιόντα των βαρέων μετάλλων που υπάρχουν στα ακατέργαστα λύματα μειώνονται κατά πολύ σημαντικό ποσοστό, περί το 70%, επειδή προσροφώνται στην βιολογική ιλύ, με αποτέλεσμα η τελική τους περιεκτικότητα να βρίσκεται μέσα στα ανεκτά όρια, ακόμη και για πόσιμο νερό. Τα άλλα όμως μεταλλικά ιόντα παραμένουν σε διάλυση, έτσι που, όπως ήδη αναφέρθηκε, η ολική περιεκτικότητα σε άλατα των επεξεργασμένων λυμάτων να είναι μεγαλύτερη από όσο ήταν στο νερό ύδρευσης κατά 300 χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο περίπου.

Η τεχνολογία δίνει σήμερα την δυνατότητα της αφαίρεσης των ανεπιθύμητων συστατικών που παραμένουν στα επεξεργασμένα απόβλητα, χωρίς υπέρμετρη αύξηση του κόστους επεξεργασίας,

Τα κατάλοιπα των οργανικών ουσιών μπορούν να απομακρυνθούν με οξείδωση με όζον και προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα, ενώ οι διαλυμένες ουσίες και τα άλατα διαχωρίζονται με αντίστροφη όσμωση. Έτσι με δυο στάδια φυσικοχημικού καθαρισμού, μετά τον βιολογικό, μπορεί να επιτευχθεί ένα νερό απόλυτα συγκρίσιμο με το αρχικό νερό ύδρευσης. Το σχήμα 1 δείχνει την εξέλιξη των παραμέτρων BOD και TDS, δηλαδή της βιοχημικής απαίτησης σε οξυγόνο και των ολικών διαλυτών στερεών, κατά την διέλευση του νερού από τα διάφορα στάδια επεξεργασίας.

6. Η διάθεση ή αξιοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων.

Η συνηθέστερη τακτική που έχει ακολουθηθεί στις περισσότερες χώρες και στην δική μας μέχρι πρόσφατα, είναι η αναζήτηση τρόπου διάθεσης - εννοώντας απόρριψης - των επεξεργασμένων λυμάτων που να έχει τις μικρότερες δυνατές αρνητικές επιπτώσεις στους αποδέκτες. Με άλλα λόγια τα επεξεργασμένα απόβλητα ταυτίζονται με τα απορρίμματα!

Εάν ένα τέτοιο σκεπτικό θα μπορούσε να γίνει αποδεκτό σε περιοχές και περιόδους που δεν παρουσιάζουν προβλήματα λειψυδρίας, είναι προφανές ότι δεν γίνεται αποδεκτό σε μία χώρα όπως η Ελλάδα με μόνιμα προβλήματα υδροδότησης που έχουν ενταθεί πάρα πολύ με την ανομβρία των τελευταίων χρόνων, για την οποία μάλιστα υπάρχει η υπόνοια ότι είναι μία μόνιμη πια κατάσταση οφειλόμενη στο σε εξέλιξη φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Αλλά και από καθαρά τεχνοκρατική σκοπιά δεν μπορεί να γίνει αποδεκτό ότι θεωρείται απόρριμμα ένα "υλικό" για το οποίο

- απαιτήθηκαν μεγάλα τεχνικά έργα για την συλλογή και μεταφορά του από θέσεις που απέχουν δεκάδες ως εκατοντάδες χιλιόμετρα
- η εκτροπή αυτή έχει σαν συνέπεια την καταστροφή οικοσυστημάτων που η αξία τους είναι δύσκολο να αποτιμηθεί σε δραχμές
- το νερό πριν την διάθεσή του προς την κατανάλωση υποβλήθηκε σε απλές ή και σύμπλοκες επεξεργασίες, ώστε να καταστεί κατάλληλο για ύδρευση
- τα λύματα πέρασαν επίσης από σύνθετες και ενεργοβόρες διαδικασίες καθαρισμού
- το τελικό απόρριμμα διαφέρει από την αρχική πρώτη ύλη μόνο κατά το ότι περιέχει γύρω στα 350 χιλιοστά του γραμμαρίου ουσίες που δεν υπήρχαν στο αρχικό νερό, από τις οποίες ένα μικρό ποσοστό μόνο μπορεί να θεωρηθεί επιβλαβές.

Προκειμένου συνεπώς να κατασκευάζονται έργα πολλών εκατομμυρίων ή και δισεκατομμυρίων για την ασφαλή απόρριψη των καθαρισμένων νερών, αξίζει τον κόπο να αναζητηθεί ο συμφερότερος και αποδοτικότερος τρόπος για την αξιοποίησή τους.

6.1 Δυνατότητες ανακύκλωσης

Ο τρόπος αξιοποίησης, δηλαδή ανακύκλωσης, που τελικά θα επιλεγεί, εξαρτάται άμεσα από τις συνθήκες και ανάγκες της περιοχής και επηρεάζει καθοριστικά το σύστημα και τον βαθμό καθαρισμού, ενδεχομένως μάλιστα και την θέση των εγκαταστάσεων. Πρέπει λοιπόν πρώτα να γίνεται η μελέτη των προσφερόμενων τρόπων ανακύκλωσης και μετά να γίνεται η μελέτη της εγκατάστασης καθαρισμού.

Σε γενικές γραμμές η αξιοποίηση των αποβλήτων, ανάλογα με τον βαθμό καθαρισμού τους, μπορεί να γίνει

- με άρδευση δενδρωδών καλλιεργειών και δασών, σε ορισμένες περιπτώσεις, με τελείως ακατέργαστα λύματα, ή μετά απλή πρωτοβάθμια καθίζηση.

- με άρδευση καλλιεργειών (εκτός λαχανικών) με λύματα που έχουν υποβληθεί σε απλό βιολογικό καθαρισμό.

- με άρδευση χωρίς κανένα περιορισμό, εφ' όσον έχει γίνει πλήρης απολύμανση

- με εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφορέα, μετά βιολογικό καθαρισμό και αφαίρεση των νιτρικών ιόντων (απονιτροποίηση).

- με διοχέτευση του νερού, μετά βιολογικό καθαρισμό και, ενδεχομένως, διήθηση από φίλτρα άμμου, για βιομηχανική χρήση

- με πλήρη ανακύκλωση του νερού στο δίκτυο ύδρευσης, εφ' όσον γίνει πιο προωθημένος καθαρισμός, που να εξασφαλίζει την αφαίρεση των ανεπιθύμητων εκείνων συστατικών που δεν αφαιρέθηκαν με τις διαδικασίες του βιολογικού καθαρισμού

Το σχήμα 2 δίνει μία εικόνα των εναλλακτικών δυνατοτήτων για την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων, ανάλογα με τον βαθμό καθαρισμού τους.

6.2 Τεχνικοοικονομική διερεύνηση

Για την επιλογή του τρόπου τελικής διάθεσης, σε συνδυασμό με τα απαιτούμενα έργα, πρέπει ο μελετητής να λάβει υπ' όψη του τους ακόλουθους παράγοντες

α. την διαθεσιμότητα νερού για ύδρευση και άρδευση, καθώς και το κόστος των έργων που απαιτούνται για την σύλληψη και διοχέτευσή του στην κατανάλωση.

β. τις οικολογικές και οικονομικές επιπτώσεις που προκαλεί η τυχόν συγκέντρωση και μεταφορά του νερού από άλλες περιοχές προς την υδρευόμενη περιοχή, όπως είναι η καταστροφή βιοτόπων, η μείωση των αρδευομένων εκτάσεων, οι κίνδυνοι από αστοχία ή μεγάλης έκτασης ζημιές κλπ.

γ. την ύπαρξη δυνατοτήτων απορρόφησης των κατεργασμένων λυμάτων για γεωργικές και βιομηχανικές εφαρμογές.

δ. το πρόσθετο κόστος κατασκευής και λειτουργίας εγκαταστάσεων προωθημένου καθαρισμού που απαιτείται για ανακύκλωση των λυμάτων.

C:\Documents and Settings\user\Επιφάνεια εργασίας\ΣΚ δημοσιεύσεις 01052009\1993 44 Αστ λύματα δημ ΕΛΚΕΠΑ\ELKEPA DIHM-Periball ekpaid 1993.doc

ε. το κόστος των νέων δικτύων που θα απαιτηθούν για να οδηγηθούν τα επεξεργασμένα λύματα στους χώρους επαναχρησιμοποίησης.

ζ. το κόστος διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων (π.χ. με υποθαλάσσιο αγωγό), εφ' όσον τελικά δεν γίνει ανακύκλωση.

η. τον κίνδυνο υποβάθμισης του αποδέκτη από την απόρριψη σε αυτόν των επεξεργασμένων λυμάτων.

θ. διάφορους παράγοντες ειδικούς και χαρακτηριστικούς για κάθε περίπτωση.

7. Η περίπτωση του λεκανοπεδίου της Πρωτεύουσας.

Αν επιχειρήσουμε να εφαρμόσουμε τα προηγούμενα στην πολυσυζητημένη περίπτωση της Αθήνας και των περιχώρων, θα πρέπει να ξεκινήσουμε με τις ακόλουθες διαπιστώσεις

α. για να υδρευθεί η περιοχή αυτή έχει μεταφερθεί νερό από απόσταση 150 χιλιομέτρων, με συνέπεια, μέχρι σήμερα, να έχει ουσιαστικά αποξηρανθεί μία λίμνη, η Υλίκη, και ένας ποταμός, ο Μόρνος.

β. τα έργα που απαιτήθηκαν εκόστησαν ποσά που δεν είναι δυνατόν στον συντάκτη να τα εκτιμήσει σε σημερινές δραχμές, ενώ για την συντήρηση και λειτουργία τους απαιτείται επίσης η δαπάνη δισεκατομμυρίων δραχμών ετησίως.

γ. τυχόν ζημιά στο φράγμα ή τον αγωγό του Μόρνου, καταδικάζει 4 εκατομμύρια κατοίκους σε λειψυδρία για απροσδιόριστο χρονικό διάστημα.

δ. τα έργα αυτά αποδεικνύονται ανεπαρκή και έχει ξεκινήσει η δισεκατομμυριοβόρος διαδικασία μεταφοράς και των νερών του Ευήνου προς την Αττική, που θα προκαλέσει αντίστοιχες περιβαλλοντικές και οικολογικές καταστροφές, ενώ θα υπόκειται στους ίδιους κινδύνους ζημιών και φθορών.

ε. ούτε το νερό του Ευήνου αναμένεται να κορέσει οριστικά την δίψα των Αθηναίων επί πολύ και άρχισε ήδη να συζητείται και η μεταφορά νερού από την λίμνη Τριχωνίδα.

ζ. όλα αυτά τα σενάρια βρίσκονται σε άμεση εξάρτηση από την ένταση των βροχοπτώσεων και, συνεπώς από την πορεία του φαινομένου του θερμοκηπίου που βρίσκεται σε εξέλιξη.

η. η μόνη σταθερή πηγή από την οποία είναι δυνατή η εξασφάλιση παροχής νερού, ανεξάρτητα από τις βροχοπτώσεις, είναι αυτό που εύστοχα είχε ονομασθεί ο τρίτος σε παροχή Ελληνικός ποταμός, ο κεντρικός καταθλιπτικός αγωγός (ΚΑΑ) της ΕΥΔΑΠ που εκβάλλει σήμερα στον Ακροκέραμο και συντομα θα καταλήγει στην Ψυττάλεια.

7.1 Δυνατότητες ανακύκλωσης των αθηναϊκών λυμάτων.

Όπως έχει προκύψει από όλες τις σχετικές έρευνες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, η περιοχή της Αττικής δεν προσφέρεται για αξιοποίηση των καθαρισμένων λυμάτων, ούτε για άρδευση, ούτε και για βιομηχανική χρήση. Δεν υπάρχει δυνατότητα να απορροφήσει ούτε η γεωργία ούτε η βιομηχανία της περιοχής 750.000 κυβικά μέτρα νερό την ημέρα.

Για τις περιορισμένες δυνατότητες απορρόφησης που υπάρχουν στους τομείς αυτούς, η δαπάνη κατασκευής των αναγκαίων δικτύων διανομής γίνεται τουλάχιστον απαγορευτική από την τεράστια διασπορά των δυνατών καταναλωτών.

Δια της "εις άτοπον απαγωγής" λοιπόν, μόνη δυνατότητα να αξιοποιηθεί ο αττικός ποταμός του Ακροκέραμου είναι να καθαρισθούν τα νερά του σε τέτοιο βαθμό που να μπορούν να διοχετευθούν και πάλι στο δίκτυο ύδρευσης.

Όσο και αν αυτό ξενίζει, τεχνικά είναι απόλυτα εφικτό και το μόνο εμπόδιο στην υλοποίηση του στόχου θα ήταν ένα απαγορευτικό κόστος.

Σε προκαταρκτική διερεύνηση του προβλήματος που παρουσιάστηκε σε διημερίδα με θέμα την ΥΔΡΕΥΣΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ τον Νοέμβριο του 1992, εκτιμήθηκε ότι μία εγκατάσταση πλήρους καθαρισμού νερού από τον βιολογικό καθαρισμό της Μεταμόρφωσης της Αττικής, θα εκόστιζε γύρω στις 80.000 δρχ ανά κυβ. μέτρο, ενώ το κόστος καθαρισμού, θα ήταν πολύ κάτω των 100 δρχ./κ.μ.

Φυσικά ένα τόσο μεγάλο θέμα έχει ανάγκη από πολύ σοβαρότερη μελέτη, καθώς και από εκτεταμένες δοκιμές σε εργαστηριακή και πιλοτική κλίμακα, πριν εξαχθεί οποιοδήποτε οριστικό συμπέρασμα. Τα στοιχεία όμως αυτά, σε συνδυασμό με τα τεράστια έργα που απαιτούνται για τις άλλες λύσεις, δείχνουν ότι αξίζει να γίνει μία συστηματικότερη διερεύνηση, παρά τα πρόσθετα προβλήματα που δημιουργούνται στην ανακύκλωση από την ατυχή επιλογή της Ψυττάλειας σαν θέσης για τον βιολογικό καθαρισμό της Μείζονος Αθήνας.

Μία θετική ένδειξη προς την κατεύθυνση αυτή έχει δώσει η πρόσφατη προκήρυξη σχετικής μελέτης από τους Δήμους της περιοχής του Πειραιά. Υπάρχει λοιπόν βάσιμη ελπίδα ότι η δυνατότητες ανακύκλωσης των εκατοντάδων χιλιάδων κυβικών μέτρων νερού που καταναλώνει σήμερα η Αθήνα, στερώντας τα από άλλες περιοχές της Χώρας, θα αρχίσει σύντομα να εξετάζεται σοβαρά.

Αθήνα Μάρτιος 1993