ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΗΛΙΑΣ ΓΛΥΜΙΔΑΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ MICROSOFT ACCESS 2000 ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΡΕΘΥΜΝΟΥ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ευάγγελος Διαμαντόπουλος, Καθηγητής (Επιβλέπων)

Νικόλαος Ματσατσίνης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Ευάγγελος Γρηγορούδης, Λέκτορας

ΧΑΝΙΑ
Μάρτιος 2006

Περίληψη

Βασικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι η κατασκευή ενός πληροφοριακού συστήματος καταγραφής, ανάκτησης αλλά και ανάλυσης των δεδομένων τα οποία συλλέγονται στη Μονάδα Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων του Ρεθύμνου Κρήτης. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία της επιθυμητής βάσης δεδομένων είναι το Microsoft Access 2000, ένα σύστημα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων που προσφέρει εύκολους τρόπους δόμησης.

Στο πρώτο κεφάλαιο, το οποίο είναι και εισαγωγικό, γίνεται μια αναφορά στην ιστορική πορεία των έργων επεξεργασίας λυμάτων και στη μεγάλη σημασία που έχουν αυτά για το περιβάλλον και τον άνθρωπο, καθώς και στην αναγκαιότητα συνεχών ερευνών για την βελτιστοποίηση τους. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στα διαφορετικά είδη ρύπανσης που υπάρχουν στο περιβάλλον μας και στα βασικά κριτήρια μέτρησης της ρύπανσης που χρησιμοποιούνται, ενώ περιγράφεται και ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η μέτρηση. Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η μέθοδος του βιολογικού καθαρισμού και στη συνέχεια η τυπική λειτουργική διαδικασία για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων. Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελεί μια αναφορά στα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, στις κατηγορίες τους και στις επαγγελματικές χρήσεις που μπορεί να έχουν, ενώ στη συνέχεια γίνεται μια συνοπτική περιγραφή των εννοιών που χρησιμοποιούνται στην Access 2000 και στον τρόπο χρήσεις τους. Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μια αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθήθηκε για την κατασκευή του πληροφοριακού συστήματος καταγραφής δεδομένων και μια παρουσίαση των τελικών αποτελεσμάτων. Τέλος στο έκτο κεφάλαιο αναφέρονται αναλυτικά συμπεράσματα όσο αφορά τη χρήση και λειτουργικότητα του συστήματος, καθώς και κάποιες προτάσεις βελτιστοποίησης της μορφής και της χρήσης του.

Ευχαριστίες

Στην προσπάθειά μου για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής, συνέβαλαν με τη βοήθεια και τη στήριξη που μου προσέφεραν ορισμένα πρόσωπα τα οποία και θα ήθελα να ευχαριστήσω.

Τον επιβλέποντα της εργασίας, Καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης κ. Ευάγγελο Διαμαντόπουλο για τις οδηγίες που μου προσέφερε, τις παρατηρήσεις και τις διορθώσεις του καθώς και για το χρόνο που διέθεσε για την αξιολόγησή της.

Τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης κ. Νικόλαο Ματσατσίνη για τη συμμετοχή του στην αξιολόγηση της εργασίας αυτής.

Τον Λέκτορα του Πολυτεχνείου Κρήτης κ. Ευάγγελο Γρηγορούδη για τη συμμετοχή του στην αξιολόγηση της εργασίας αυτής.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την υλική και ηθική στήριξη που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου στο Πολυτεχνείο Κρήτης, τη γιαγιά μου και τον αδερφό μου καθώς και όλα τα αγαπημένα μου πρόσωπα.

Χανιά, Μάρτιος 2006

Ηλίας Γλυμιδάκης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ *I*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ *II*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ *III*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°- ΕΙΣΑΓΩΓΗ **1**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°- ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ **4**

2.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ **4**

2.2 ΣΥΣΤΑΣΗ, ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ, ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ **4**

2.2.1 Αστικά λύματα 6

2.3 ΒΑΣΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ **10**

2.3.1 Γενικά 10

2.3.2 Μέτρηση των οργανικών συστατικών 10

2.3.2.1 Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο: BOD (Biochemical Oxygen Demand) 10

2.3.2.2 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο 10

2.3.2.3 Ολικά απαιτούμενο οξυγόνο 13

2.3.2.4 Θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο, ThOD 14

2.3.2.5 Συνολικός οργανικός άνθρακας TOC 14

2.3.3 Μέτρηση των στερεών συστατικών 14

2.3.4 Μέτρηση ανόργανων ουσιών 16

2.3.4.1 Μέτρηση του Αζώτου, N 16

2.3.4.2 Μέτρηση του Φωσφόρου, P 18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°- ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΥΠΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ **20**

3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ **20**

3.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ **22**

3.3 ΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ **23**

3.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ **24**

3.5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ **25**

3.6 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ **26**

3.6.1 Στάδια Επεξεργασίας Γραμμής Υγρών Λυμάτων 27

3.6.2 Περιγραφή Γραμμής Επεξεργασίας Υγρών Λυμάτων 28

3.6.2.1 Μέτρηση Παροχής 28

3.6.2.2 Προεπεξεργασία των Λυμάτων 28

3.6.2.3 Πρωτοβάθμια Καθίζηση 31

3.6.2.4 Βιολογική Επεξεργασία 32

3.6.2.5 Τριτοβάθμια (Χημική) Επεξεργασία 34

3.6.2.6 Προωθημένη Επεξεργασία 35

3.7 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΛΥΟΣ **35**

3.7.1 Στάδια Επεξεργασίας Γραμμής Ιλύος 36

3.7.2 Περιγραφή Γραμμής Επεξεργασίας Ιλύος 36

3.7.2.1 Πάχυνση της Ιλύος 36

3.7.2.2 Σταθεροποίηση της Ιλύος 38

3.7.2.3 Αφυδάτωση της Ιλύος 44

3.7.2.4 Τελική Διάθεση της Ιλύος 48

3.7.3 Βιολογική Επεξεργασία με Παρατεταμένο Αερισμό 48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°- ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ MICROSOFT ACCESS **49**

4.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΜΙΑ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ **49**

4.2 ΜΟΝΤΕΛΑ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ **49**

4.3 ΜΗΧΑΝΟΓΡΑΦΩΝΤΑΣ ΜΙΑ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ **50**

4.4 ΟΡΟΙ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ **51**

4.4.1 Δεδομένα 51

4.4.2 Πληροφορίες 52

4.4.3 Βάση Δεδομένων 52

4.4.4 Πίνακες 53

4.4.5 Εγγραφές 53

4.4.6 Πεδία 54

4.4.7 Φόρμες 54

4.4.8 Ερωτήματα 55

4.4.9 Εκθέσεις 56

4.4.10 Σελίδες Προσπέλασης δεδομένων 57

4.4.11 Μακροεντολές 58

4.4.12 Λειτουργικές Μονάδες 58

4.5 Η ΔΟΜΗ ΜΙΑΣ ΜΗΧΑΝΟΓΡΑΦΗΜΕΝΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ **59**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°- ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗ MICROSOFT ACCESS ΓΙΑ ΤΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΡΕΘΥΜΝΟΥ **60**

5.1 ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΡΕΘΥΜΝΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΤΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΠΟΥ ΜΕΤΡΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΚΑΘΕ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ **60**

5.2 ΣΧΕΔΙΑΖΟΝΤΑΣ ΜΙΑ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗ MICROSOFT ACCESS 2000 61

5.3 ΒΑΣΙΚΟ ΠΛΑΝΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΟΝΑΔΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΡΕΘΥΜΝΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΤΟΥ 62

5.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΗ MICROSOFT ACCESS 2000 63

5.4.1 Ξεκινώντας τη Microsoft Access 2000 63

5.4.2 Αρχική οθόνη της Access 2000 64

5.4.3 Δημιουργία Πινάκων 65

5.4.3.1 Εισαγωγικά 65

5.4.3.2 Περιγραφή κατασκευής Πίνακα 67

5.4.4 Δημιουργία Φορμών 72

5.4.4.1 Εισαγωγικά 72

5.4.4.2 Περιγραφή κατασκευής Φόρμας Καταχώρησης και Ανάκλησης Μετρήσεων 73

5.4.4.3 Περιγραφή κατασκευής Φόρμας Υπολογισμού Στατιστικών Αποτελεσμάτων 82

5.4.4.4 Περιγραφή κατασκευής Φόρμας Ποσοστών Απομάκρυνσης 87

5.4.4.5 Περιγραφή κατασκευής Φόρμας Μενού 89

5.4.5 Δημιουργία Ερωτημάτων 95

5.4.5.1 Εισαγωγικά 95

5.4.5.2 Περιγραφή κατασκευής Ερωτήματος 95

5.4.5.3 Περιγραφή κατασκευής Ερωτήματος Ποσοστών Απομάκρυνσης 100

5.4.6 Δημιουργία Εκθέσεων 104

5.4.6.1 Εισαγωγικά 104

5.4.6.2 Περιγραφή κατασκευής Έκθεσης 105

5.4.6.2.1 Κατασκευή Έκθεσης με Γράφημα χρησιμοποιώντας τον Οδηγό Γραφημάτων 114

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ **124**

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ **127**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις αναπτυσσόμενες χώρες η ραγδαία αστικοποίηση και βιομηχανοποίηση έχει καταστήσει την ικανοποιητική συλλογή, επεξεργασία και διάθεση των υγρών αποβλήτων ένα σημαντικό πρόβλημα με πολύ σοβαρές επιπτώσεις για τη δημόσια υγεία. Η συνεχής αύξηση στην παραγωγή και κατανάλωση αγαθών που έχει σημειωθεί στον τελευταίο αιώνα έχει σαν αποτέλεσμα την επίσης σημαντική αύξηση της ποσότητας των αποβλήτων που παράγονται.

Στη σημερινή κοινωνία πηγές παραγωγής αποβλήτων αποτελούν οι διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες και τα απόβλητα συνήθως διαχωρίζονται σε υγρό, στερεό και αέριο κλάσμα. Το υγρό κλάσμα των αποβλήτων προέρχεται από την τροφοδοσία νερού της κάθε κοινότητας αφού πρώτα έχει υποστεί διαφόρων ειδών χρήσεις. Το στερεό κλάσμα αποτελείται από την μεγάλη ποικιλία απορριμμάτων που παράγει μια κοινότητα. Τέλος το αέριο κλάσμα προέρχεται από την παραγωγή βλαβερών αερίων στις διάφορες βιομηχανίες αλλά και από την χρήση διαφόρων μηχανών.

Τα υδατικά συστήματα ήταν αυτά που υπέστησαν πρώτα και εντονότερα της συνέπειες της ανθρώπινης εξέλιξης. Σε ότι αφορά τα υγρά απόβλητα από την αρχαία εποχή ήταν διαδεδομένη η συλλογή των ομβρίων και αποχετευτικών υδάτων. Η οργανωμένη όμως συλλογή των υγρών αποβλήτων τοποθετείται στις αρχές του 19^{ου} αιώνα. Όταν ο άνθρωπος άρχισε να κατανοεί τη συσχέτιση μεταξύ ρύπανσης του περιβάλλοντος και των διαφόρων ασθενειών που προέρχονται από αυτή μέσω της ανάπτυξης της επιστήμης της μικροβιολογίας και της εφαρμογής της στον τομέα διαχείρισης υγρών αποβλήτων, τότε τα μέτρα πρόληψης άρχισαν να γίνονται δραστικότερα. Επίσης η συνεχόμενη αύξηση του πληθυσμού και των αναγκών του, οδήγησαν στην υιοθέτηση περισσότερο ευαίσθητων μεθόδων διαχείρισης.

Από τις αρχές του αιώνα μας, μέχρι και τη δεκαετία του ’70, ήταν δυνατή και αυτονόητη η διάθεση των αποβλήτων σε κάποιο γειτονικό ποταμό ή σε ένα άλλο φυσικό αποδέκτη. Αυτή η μέθοδος διάθεσης όταν απλή και

φτηνή αποτελούσε τη μοναδική λύση από τη στιγμή που οι συγκεντρώσεις των ρύπων ήταν μικρές και δεν αποτελούσαν κίνδυνο για το περιβάλλον το οποίο μπορούσε να τους απομακρύνει χάρη στην αυτοκαθαριστική ικανότητα των υδάτινων φυσικών αποδεκτών.

Το φαινόμενο της αστικοποίησης όμως έχει προκαλέσει στις μέρες μας την αυξημένη κατά κεφαλή συμβολή σε υγρά απόβλητα. Εάν οι τεράστιες αυτές ποσότητες παραγόμενων αποβλήτων συσσωρευτούν στο περιβάλλον, πρόκειται να δημιουργήσουν σημαντικά προβλήματα, γιατί περιέχουν πλήθος παθογόνων μικροοργανισμών οι οποίοι αποτελούν απειλή για την υγεία. Η περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά συστατικά επηρεάζει την υδρόβια ζωή ενώ οι τοξικές τους ουσίες καθώς εναποτίθενται σταδιακά στο περιβάλλον επηρεάζουν τη χλωρίδα και την πανίδα το πλανήτη. Ως συνέπεια όλων αυτών δεν μπορούμε πια να βασιστούμε στην αυτοκαθαριστική ικανότητα των υδάτινων πόρων και είναι αναγκαία η συλλογή και η διαχείριση των αποβλήτων πριν τη διάθεσή τους στο φυσικό περιβάλλον, ώστε να προληφθεί η σταδιακή υποβάθμιση των επιφανειακών και υπογείων νερών.

Στον αντίποδα όλων των παραπάνω μεταβολών, η ραγδαία μεταβολή των δεδομένων σε επιστημονικό και τεχνολογικό επίπεδο μας επιτρέπει να αντισταθούμε. Οι γνώσεις που υπάρχουν γύρω από τη σύσταση των αποβλήτων, σε συνδυασμό με την εξέλιξη των μεθόδων επεξεργασίας τους και τον σύγχρονο τεχνικό και τεχνολογικό εξοπλισμό που τις συνοδεύουν είναι πολύτιμα εφόδια στο έργο μας.

Σήμερα μετά από σημαντική επιστημονική έρευνα έχουμε καταλήξει στην εφαρμογή πολλών διαφορετικών μεθόδων για την κατάλληλη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Οι μέθοδοι αυτοί χωρίζονται σε φυσικοχημικές και βιολογικές. Ο συνδυασμός και η ομαδοποίηση αυτών των μεθόδων συμβάλλον στη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης των υγρών αποβλήτων το οποίο συνήθως διαχωρίζεται σε πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία.

Στην πρωτοβάθμια επεξεργασία, φυσικές λειτουργίες όπως η κοσκίνηση και η καθίζηση χρησιμοποιούνται για να απομακρύνουν τα στερεά που βρίσκονται στα λύματα. Στη δευτεροβάθμια επεξεργασία, βιολογικές (αερόβια, αναερόβια επεξεργασία) και χημικές διεργασίες χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους του οργανικού φορτίου. Τέλος

στην τριτοβάθμια επεξεργασία, επιπλέον συνδυασμοί των διαφόρων μεθόδων χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση άλλων συστατικών, όπως αζώτου και φωσφόρου.

Οι ρυπαντές ή τα συστατικά που περιέχονται στα υγρά απόβλητα των οποίων την απομάκρυνση επιδιώκουμε με τα διάφορα συστήματα επεξεργασίας, ρυπαίνουν το περιβάλλον (θάλασσες, ακτές, ποτάμια, λίμνες, έδαφος και υπόγειοι υδροφορείς). Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στις συγκεντρώσεις των τοξικών ουσιών και των παθογόνων μικροοργανισμών, όπως είναι τα βακτήρια και οι ιοί.

Στόχος της παρούσας εργασίας λοιπόν είναι, η κατασκευή μιας βάσης δεδομένων με τη βοήθεια του προγράμματος της Microsoft Access 2000, η οποία έχοντας βασιστεί στη δομή της μονάδας του βιολογικού καθαρισμού της πόλης του Ρεθύμνου, πρόκειται να διευκολύνει την καταγραφή των τιμών των διαφόρων ρυπαντών και ρυπαντικών κριτηρίων των αποβλήτων που προέρχονται από τις μετρήσεις που πραγματοποιούνται σε ημερήσια βάση τόσο στη γραμμή επεξεργασίας λυμάτων όσο και στη γραμμή επεξεργασίας ιλύος. Το πληροφοριακό αυτό σύστημα καταγραφής δεδομένων προσφέρει στο χρήστη ένα απλό και εύχρηστο περιβάλλον, έτσι ώστε με συνοπτικές διαδικασίες να του παρέχεται η δυνατότητα αποθήκευσης και ανάκτησης πληροφοριών καθώς και η εφαρμογή κάποιων στατιστικών αναλύσεων. Ένα τέτοιο σύστημα αποτελεί ένα χρήσιμο αρχείο στο οποίο μπορούν να καταχωρούνται και να ελέγχονται οι μετρήσεις που λαμβάνονται καθημερινά σε μια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων, ούτως ώστε να προλαμβάνονται τυχόν αυξήσεις κάποιων τιμών ρυπαντικών ουσιών άνω κάποιων καθορισμένων ορίων.

Επίσης μέσω της στατιστικής ανάλυσης που προσφέρει, συμβάλλει σε μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων, καθώς παρέχει την δυνατότητα συγκρίσεων των μετρήσεων ανά χρονικά διαστήματα της αρεσκείας μας, ομαδοποίησης των δεδομένων και εκτύπωσης τους σε χαρτί καθώς και γραφικών απεικονίσεων τους, οδηγώντας σε ορθότερα συμπεράσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^{ο}

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

2.1 Βασικές Έννοιες

Με τον όρο «*ρύπανση*» εννοούμε την άμεση ή έμμεση εκπομπή στο περιβάλλον γενικά ουσιών, θόρυβο, ακτινοβολίας, ή άλλων μορφών ενέργειας σε ποσότητες, συγκεντρώσεις ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στην υγεία, υλικές ζημιές και να επιδράσουν αρνητικά σε κάθε είδους ζωντανό οργανισμό καταστρέφοντας το περιβάλλον.

Με τον όρο «*ρύπανση υδάτων*», αναφερόμαστε ειδικότερα στην εκπομπή ουσιών και θερμικής ενέργειας σε κάθε μορφή ύδατος: υπόγεια, επιφανειακά, γλυκά ή αλμυρά ύδατα, θάλασσα κ.λ.π..

Η κατεργασία των αποβλήτων περιλαμβάνει τις διάφορες διεργασίες που έχουν σκοπό την απομάκρυνση της ρύπανσης από τα υγρά απόβλητα, δηλαδή από τα νερά τα οποία προέρχονται από όλων των ειδών τις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως: καθημερινή οικιακή χρήση νερών, βιομηχανική χρήση νερού σε διάφορες φάσεις της παραγωγικής διαδικασίας, αγροτικές δραστηριότητες κ.τ.λ..

2.2 Σύσταση, προέλευση, ταξινόμηση της ρύπανσης των υδάτων

Τα υγρά απόβλητα είναι συνήθως πολυσύνθετα μίγματα και είναι αδύνατο να τα περιγράψουμε με τους τρόπους της κλασσικής χημείας. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται συνολικές εκτιμήσεις ρύπανσης που θα περιγραφούν παρακάτω πιο αναλυτικά, κυρίως όσον αφορά τα αστικά λύματα τα οποία αποτελούν αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Σε γενικές γραμμές οι ρυπαντικές ουσίες που περιέχονται στα υγρά απόβλητα αποτελούνται από τα εξής:

- Εν διάλυση ρύπανση: αποτελείται από οργανικές ή ανόργανες ουσίες εν διαλύσει, οι οποίες μπορεί να είναι βιοαποικοδομήσιμες ή όχι, ιοντικές ή

όχι και μπορούν ακόμη να είναι τοξικές ή παρεμποδιστικές της βιολογικής δραστηριότητας της πανίδας και της χλωρίδας του φυσικού αποδέκτη.

- Ουσίες σε κολλοειδή κατάσταση, οργανικές ή ανόργανες, ουσίες σε κατάσταση γαλακτώματος (λίπη, έλαια) ή υπό μορφή επιφανειακού στρώματος (film) (υδρογονάνθρακες), ή αφρού (απορρυπαντικά κ.λ.π.).
- Εν αιώρηση ουσίες, οργανικές ή ανόργανες, που καθιζάνουν λιγότερο ή περισσότερο εύκολα.
- Μια ορισμένη ευθαλπία, αν πάρουμε σαν αναφορά την ευθαλπία του φυσικού αποδέκτη.

Οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον από τις παραπάνω ομάδες παραθέτονται παρακάτω:

- Η διοχέτευση οργανικών ουσιών χωρίς κατεργασία σε ένα υδάτινο φορέα προκαλεί την κατανάλωσή τους από τους μικροοργανισμούς που περιέχονται στα απόβλητα, οι οποίοι τις χρησιμοποιούν για να τραφούν. Αυτό όμως έχει σαν αποτέλεσμα και την κατανάλωση του διαλυμένου οξυγόνου του φορέα. Όταν ο ρυθμός κατανάλωσης του διαλυμένου οξυγόνου ξεπεράσει τον ρυθμό απανοξυγόνωσής του, αυτό πέφτει κάτω από μια ορισμένη τιμή, με συνέπεια να ανατρέπεται η ισορροπία του οικοσυστήματος του φορέα (θάνατος ψαριών και δημιουργία σηπτικών συνθηκών).

Πέρα όμως από τη μείωση του διαλυμένου οξυγόνου που αποτελεί την βασική επίπτωση της διοχέτευσης οργανικών ουσιών στο περιβάλλον, άλλα ανεπιθύμητα προβλήματα είναι:

- Η δημιουργία επιφανειακού αναισθητικού στρώματος από τα λιπίδια, ενδεικτικού της ρύπανσης.
- Η δημιουργία αφρών με παρόμοιες συνέπειες και ο άμεσος θάνατος οργανισμών από τοξικές ουσίες.
- Κατά τη διοχέτευση των αποβλήτων στον υδάτινο φορέα τα αιωρούμενα στερεά συσσωρεύονται στον πυθμένα και δημιουργούν στρώμα λάσπης, που προκαλεί ανεπιθύμητες συνθήκες για το οικοσύστημα του φορέα.

Η αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να επιφέρει :

- Ανάπτυξη μικροοργανισμών που ευνοούνται από υψηλές θερμοκρασίες.
- Επιτάχυνση βιολογικών διεργασιών.
- Μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου στο νερό και στα απόβλητα.

- Επιτάχυνση χημικών αντιδράσεων.

Όσον αφορά τη ρύπανση του περιβάλλοντος, η διοχέτευση θερμών αποβλήτων σε ένα υδάτινο φορέα οδηγεί σε σοβαρή μείωση του διαλυμένου οξυγόνου του φορέα, αλλά έχει αρνητική επίδραση και στο οικοσύστημα του φορέα, προκαλώντας το θάνατο ωφελίμων οργανισμών και την ανάπτυξη ανεπιθύμητων.

Καταλήγουμε λοιπόν μετά από αυτή τη σύντομη παρουσίαση της σύστασης της ρύπανσης που περιέχεται στα υγρά απόβλητα, στο ότι η σύνθεση της είναι αρκετά πολύπλοκη ούτως ώστε να είναι αναγκαία κάποια ταξινόμησή της. Η ταξινόμηση αυτή θα βοηθήσει στην σωστή επιλογή της κατάλληλης κατεργασίας, ανάλογα πάντα με το είδος των προς επεξεργασία αποβλήτων.

Η ταξινόμηση της ρύπανσης μπορεί να γίνει σύμφωνα με ποικίλα κριτήρια:

- Σύμφωνα με την προέλευσή της
- Σύμφωνα με τη φύση του ρυπαντικού φορτίου
- Σύμφωνα με το είδος της προκαλούμενης ενόχλησης (δημόσια υγεία, οικολογική ισορροπία).

Εστιάζοντας στην ταξινόμηση της ρύπανσης σύμφωνα με την προέλευσή της, μπορούμε να ταξινομήσουμε τα απόβλητα σε 3 κατηγορίες:

- Αστικά λύματα
- Βιομηχανικά απόβλητα
- Απόβλητα αγροτικής προέλευσης.

2.2.1 Αστικά λύματα

Τα αστικά λύματα είναι αυτά που μας ενδιαφέρουν κυρίως στην παρούσα εργασία και σε αυτά θα εστιάσουμε. Σύμφωνα με την προέλευσή τους χωρίζονται σε 3 κατηγορίες:

Τα επιφανειακά νερά απορροής: Αυτά αποτελούνται από τα νερά της βροχής και τα νερά έκπλυσης των δρόμων, που καταλήγουν στο αποχετευτικό σύστημα. Τα νερά της βροχής χαρακτηρίζονται από παροχή που μεταβάλλεται έντονα και παρουσιάζουν τεράστιες παροχές αιχμής.

Οι κύριοι ρυπαντές που μεταφέρονται από αυτό το είδος των αποβλήτων είναι: κυρίως ανόργανα αιωρούμενα στερεά, υδρογονάνθρακες προερχόμενοι από την κυκλοφορία των αυτοκινήτων καθώς επίσης και ρυπαντές από την ατμόσφαιρα: σκόνη SO_2 και SO_3, οργανικές ενώσεις μολύβδου κ.λ.π..

Σε διάφορες πόλεις τα νερά αυτά συλλέγονται από ένα δίκτυο ομβρίων ξεχωριστό από το δίκτυο των ακάθαρτων. Σε αυτή την περίπτωση μιλάμε για «χωριστικό σύστημα». Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η αποδιοργάνωση της λειτουργίας των κέντρων κατεργασίας των αποβλήτων. Στην περίπτωση χωριστικού συστήματος ομβρίων, αυτά τα νερά υφίστανται συνήθως μια εσχάρωση και μια πρωτογενή καθίζηση που απομακρύνει το μεγαλύτερο μέρος των αιωρούμενων σωματιδίων και κατόπιν διατίθενται σε φυσικό αποδέκτη.

Όταν το δίκτυο ομβρίων και ακαθάρτων είναι κοινό μιλάμε για «παντορροϊκό σύστημα». Σε αυτά τα συστήματα σε περίπτωση μεγάλων βροχοπτώσεων:

- Το οργανικό φορτίο ελαττώνεται απότομα στην είσοδο του κέντρου επεξεργασίας.
- Ο χρόνος παραμονής στις δεξαμενές καθίζησης και βιολογικής κατεργασίας ελαττώνεται σημαντικά.

Τα γεγονότα αυτά οδηγούν σε σημαντική ελάττωση της απόδοσης του καθαρισμού και τροποποίησης της κατάστασης της βιομάζας. Η ανάγκη για επεξεργασία των λυμάτων οδήγηση σταδιακά στην εγκατάλειψη των παντορροϊκών συστημάτων υπέρ των χωριστικών, λόγω του μεγάλου αριθμού πλεονεκτημάτων των τελευταίων.

Απόβλητα οικιακής προέλευσης: Αυτά τα απόβλητα αποτελούνται από πολλές συνιστώσες που αντιστοιχούν στις διάφορες καθημερινές ανθρώπινες δραστηριότητες.

- Νερά κουζινών: Συμπαρασύρουν όλα τα απορρίμματα που αντιστοιχούν στην προετοιμασία των τροφίμων, όπως χώματα, ανόργανα συστατικά από πλύσιμο λαχανικών ή διάφορα φυτικά και ζωτικά απορρίμματα.

- Νερά από τα μπάνια και το πλύσιμο των σπιτιών: Αυτά τα νερά εκτός από μερικά ανόργανα εν αιώρηση συστατικά, περιέχουν σαπούνια που δημιουργούν γαλακτώματα μαζί με τα λίπη, τους υδρογονάνθρακες και τα απορρυπαντικά. Εκτός αυτό, περιέχουν διαλυμένα άλατα, η ποσότητα και η φύση των οποίων καθορίζονται από τη σύσταση των απορρυπαντικών σκονών του εμπορίου. Στη σύγχρονη εποχή η χρησιμοποίηση πλυντηρίων ρούχων και πιάτων έχει κάνει τα απορρυπαντικά να αποτελούν μια σημαντική πηγή ενόχλησης για το περιβάλλον.
- Νερά από τουαλέτες: Τα νερά αυτά είναι πολύ πλούσια σε υδατάνθρακες και φέρουν άζωτο, φώσφορο και κάλιο τα οποία μετατρέπουν τα απόβλητα σε ένα πολύ ισορροπημένο υπόστρωμα στην είσοδο της βιολογικής κατεργασίας για την ανάπτυξη της βιομάζας. Είναι πλούσια σε διαφόρων ειδών μικροοργανισμούς και αποτελούν ένα συνεχή εμβολιασμό (εμπλουτισμό σε μικροοργανισμούς) του σταθμού κατεργασίας. Παράλληλα όμως περιέχουν διάφορους παθογόνους μικροοργανισμούς και βακτηρίδια ή παράσιτα τα οποία είναι άχρηστα για τη βιολογική κατεργασία και θέτουν ένα πρόβλημα υγιεινής όσον αφορά την τελική διάθεσή τους στο φυσικό αποδέκτη.

Απόβλητα που περιέχονται από δραστηριότητες βιοτεχνιών ή βιομηχανιών: Αυτά είναι απόβλητα που χαρακτηρίζονται από μεγάλη ποικιλία και προέρχονται από μικρές επιχειρήσεις, βιοτεχνίες κ.λ.π. που δεν διαθέτουν δικό τους σύστημα κατεργασίας απόβλητων ή έχουν μια μόνο πρώτη ειδική κατεργασία και καταλήγουν στους υπονόμους των πόλεων. Αυτό το φαινόμενο που παρουσιάζει μεγάλη έξαρση στις μεγάλες πόλεις, συντελεί στο να μεταβάλλεται βαθμιαία ο καθαρά αστικός χαρακτήρας των αποβλήτων των μεγάλων πόλεων και να κατευθύνεται προς ένα χαρακτήρα μικτό, ο οποίος μπορεί να προσεγγίσει ένα χαρακτήρα καθαρά βιομηχανικών αποβλήτων.

Τα απόβλητα αυτά αποτελούν μια ιδιαίτερα σημαντική ενόχληση για την κατεργασία των αστικών αποβλήτων, όταν αυτή πραγματοποιείται με βιολογική μέθοδο γιατί τις περισσότερες φορές μεταφέρουν μαζί τους τοξικές

ουσίες που παρεμποδίζουν τη βιολογική δραστηριότητα της μικροπανίδας και χλωρίδας της βιολογικής κατεργασίας.

Άλλων ειδών απόβλητα όπως προαναφέρθηκε αποτελούν τα βιομηχανικά απόβλητα καθώς και αυτά που έχουν γεωργική προέλευση, τα οποία όμως δεν αποτελούν κυρίως θέμα της παρούσας εργασίας και δεν είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν.

Πίνακας 2.1:Τυπική σύνθεση των αστικών υγρών αποβλήτων σε mg/ l

Συστατικά	**Συγκέντρωση**		
	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή
Ολικά Στερεά (TS)	350	720	1200
Αιωρούμενα στερεά (SS)	100	220	350
BOD	110	220	400
Ολικά ενεργός άνθρακας (TOC)	80	160	290
COD	250	500	1000
Άζωτο (ολικό ως N)	20	40	85
Οργανικό	8	15	35
Ελεύθερη αμμωνία	12	25	50
Φώσφορος (ολικός ως P)	4	8	15
Οργανικός	1	3	5
Ανόργανος	3	5	10
Χλωρικά	30	50	100
Θειικά	20	30	50
Λίπη-Έλαια	50	100	150

2.3 Βασικά κριτήρια μέτρησης της ρύπανσης

2.3.1 Γενικά

Λόγω της πολυσύνθετης σύστασης των αποβλήτων οδηγούμαστε στον καθορισμό ορισμένων συνολικών εκτιμήσεων και χαρακτηριστικών, έτσι ώστε να μπορέσουμε να μετρήσουμε τη ρύπανση .

Πρέπει ωστόσο να αναφέρουμε ότι αυτές οι συνολικές μετρήσεις έχουν ανακρίβειες λόγω του τρόπου καθορισμού τους, δεδομένου ότι η ίδια η αριθμητική τιμή του κριτηρίου μέτρησης της ρύπανσης μπορεί να ληφθεί από ένα άπειρο συνδυασμό στοιχείων μέσα στα απόβλητα. Παρακάτω θα αναφερθούν τα πιο βασικά συνολικά κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ρύπανσης.

2.3.2. Μέτρηση των οργανικών συστατικών

Μία αναλυτική μέτρηση των οργανικών συστατικών των αποβλήτων είναι πρακτικά αδύνατη, λόγω της πολυπλοκότητας της σύνθεσή τους. Για το λόγω αυτό σαν μέτρο των οργανικών συστατικών των αποβλήτων χρησιμοποιείται η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για να οξειδώσει πλήρως τα περιεχόμενα οργανικά συστατικά. Η απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου εκφράζεται από τις παρακάτω παραμέτρους:

2.3.2.1 Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο: BOD (Biochemical Oxygen Demand)

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο BOD είναι η ποσότητα οξυγόνου εκφρασμένη σε mg O_2 ανά λίτρο (mg O_2/lt) η οποία καταναλώνεται μέσα στις συνθήκες του πειράματος από αερόβιους μικροοργανισμούς κατά τη διάρκεια της βιοαποικοδόμησης (βιολογικής οξείδωσης) των οργανικών συστατικών που είναι παρόντα στο εξεταζόμενο δείγμα.

Ο καθαρισμός του BOD έχει σαν σκοπό να αναπαράγει στο εργαστήριο τα φαινόμενα της αποικοδόμησης των οργανικών συστατικών από τους μικροοργανισμούς, όπως αυτά λαμβάνουν χώρο στο φυσικό περιβάλλον.

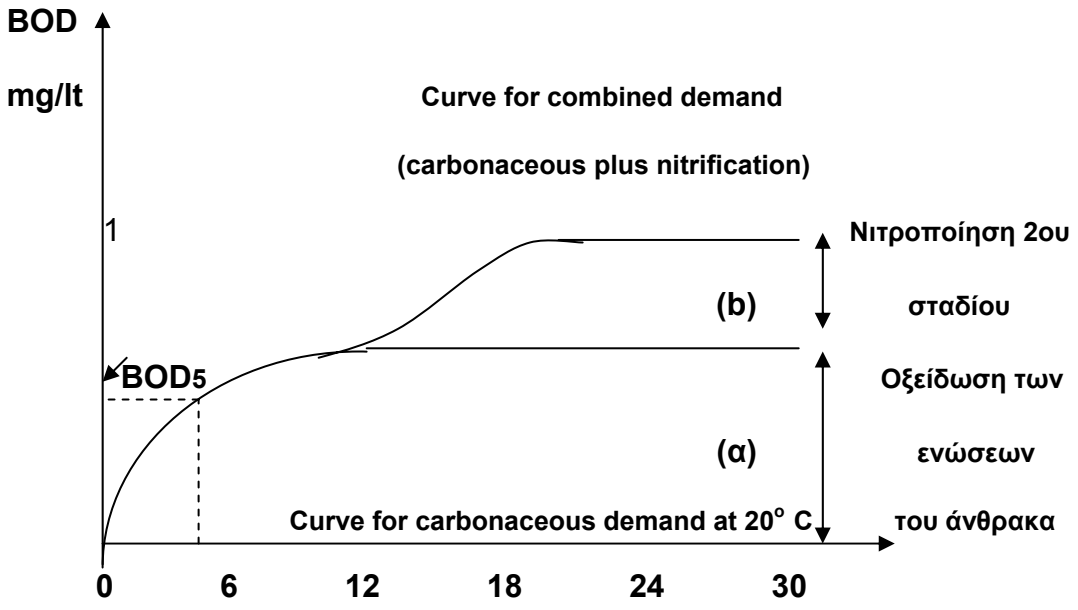
Αυτή η αποικοδόμηση μπορεί να παραχθεί σχηματικά από την αντίδραση:

$$\text{Οργανικές Ενώσεις} + \text{Αερόβιοι Μικροοργανισμοί} + O_2 \xrightarrow[\text{Αύξησης}]{\text{Στοιχεία}} CO_2 + H_2O + \text{Βιομάζα} + \text{Ενέργεια}$$

Όταν μιλάμε για στοιχεία ανάπτυξης N, P, K, ιχνοστοιχεία κ.λ.π. εννοούμε όλα τα συστατικά που είναι απαραίτητα για την αύξηση των μικροοργανισμών, πέρα από το κύριο οργανικό υπόστρωμα.

Η αρχή στην οποία βασίζεται το BOD είναι η παρακάτω: οι αερόβιοι μικροοργανισμοί (βακτηρίδια, μύκητες, κ.λ.π.), οι οποίοι είναι προσαρμοσμένοι στο οργανικό υπόστρωμα, εποικοδομούν τα οργανικά συστατικά ενώ συγχρόνως καταναλώνουν οξυγόνο. Έτσι αυξάνεται η βιομάζα, ενώ τα παραγόμενα προϊόντα από αυτήν την αποικοδόμηση είναι CO_2 και H_2O.

Εάν ακολουθήσουμε την κατανάλωση οξυγόνου σαν συνάρτηση του χρόνου, μπορούμε να πάρουμε τις παρακάτω καμπύλες:



Μπορούμε γενικά να συμπεράνουμε βλέποντας τις καμπύλες αυτές ότι η παραπάνω διαδικασία της βιολογικής οξείδωσης είναι αργή και ολοκληρώνεται πρακτικά, δηλαδή έχουν οξείδωση σε τελικά προϊόντα κατά 95-99% σε 20 μέρες, οπότε το προσδιοριζόμενο BOD ονομάζεται τελικό BOD. Στην συνήθη πρακτική έχει επικρατήσει ο προσδιορισμός του BOD_5, σε 5 μέρες, μέσα στις οποίες οξειδώνονται απλές οργανικές ενώσεις, που αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό 60-70% των συνολικών οργανικών ουσιών.

Ο πειραματικός προσδιορισμός του BOD γίνεται με τοποθέτηση δείγματος των αποβλήτων σε ειδικές φιάλες κάτω από κατάλληλες συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, μία γνωστή ποσότητα των προς ανάλυση αποβλήτων αραιώνεται με ειδικό νερό και τοποθετείται σε ειδικές φιάλες των 300ml στους 20^oC.

Το ειδικό νερό αραίωσης είναι εμπλουτισμένο με όλα τα ανόργανα στοιχεία τα αναγκαία για την αύξηση των μικροοργανισμών, είναι κεκορεσμένο σε διαλυμένο οξυγόνο στη θερμοκρασία του εργαστηρίου, και περιέχει ένα εμβολιασμό από μικροοργανισμούς αν αυτό κριθεί αναγκαίο. Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου μετριέται στην αρχή του πειράματος και μετά από επώαση των φιαλών επί 5 ημέρες στους 20^oC και στο σκοτάδι. Η διαφορά των δύο μετρήσεων μας δίνει την κατανάλωση του οξυγόνου, δηλαδή την τιμή του BOD_5.

Με την μέτρηση του BOD σε διάφορα χρονικά διαστήματα είναι δυνατός ο προσδιορισμός του ρυθμού κατανάλωσης των οργανικών ουσιών και του διαλυμένου οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς κάτι που δεν μπορεί να γίνει με τις άλλες παραμέτρους μέτρησης των οργανικών συστατικών των αποβλήτων.

Στον αντίποδα όμως της απλότητας της μεθόδου προσδιορισμού του BOD βρίσκεται το γεγονός ότι είναι χρονοβόρα και το ότι οι συνθήκες κάτω από τις οποίες γίνεται δεν είναι αντιπροσωπευτικές της πραγματικότητας: διαφορετικό περιβάλλον, διαφορετικά είδη μικροοργανισμών κ.λ.π..

2.3.2.2 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο

Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο, COD, (Chemical Oxygen Demand), είναι η ποσότητα του οξυγόνου εκφρασμένη σε mg O_2/lt που καταναλώνεται

για την πλήρη χημική οξείδωση των οργανικών συστατικών των αποβλήτων κάτω από τις συνθήκες του πειράματος.

Αρχή του καθορισμού του COD είναι η επιλογή των συνθηκών του πειράματος, να είναι τέτοια ώστε στο τέλος της αντίδρασης τα παρόντα συστατικά οξείδωσης να βρίσκονται κοντά στις συνθήκες στις οποίες θα ήταν μετά από βιολογική οξείδωση στο φυσικό περιβάλλον. Αυτός ο στόχος δεν επιτυγχάνεται παρά μόνο εν μέρει.

Το COD πρέπει να θεωρείται σαν μια συμπληρωματική πληροφορία του BOD. Ο καθορισμός του COD γίνεται με οξείδωση των οργανικών συστατικών από ισχυρό οξειδωτικό μέσο (διχρωμικό, κάλιο) και όξινες συνθήκες.

Το βασικό πλεονέκτημα του COD είναι ο σχετικά γρήγορος προσδιορισμός του (περίπου 3 ώρες) που επιτρέπει και την ανάλογα γρήγορη χρήση και των σχετικών πληροφοριών. Έτσι όταν υπάρχει δυνατότητα συσχέτισης του COD και του BOD, το COD μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν παράμετρος ελέγχου λειτουργίας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων. Επίσης με το συνδυασμό του COD και του BOD, διαπιστώνεται η ύπαρξη τοξικών και δύσκολα βιοαποικοδομήσιμων οργανικών ουσιών στα απόβλητα. Στη πράξη είναι προτιμότερο να μετρούνται και τα δύο, καθώς και ο λόγος τους BOD/COD ο οποίος για τα αστικά λύματα είναι περίπου 0,5.

Το COD χρησιμοποιείται ευρύτατα, ιδιαίτερα για βιομηχανικά απόβλητα, τόσο σαν παράμετρος ρύπανσης, όσο και σαν παράμετρος διαστασιολόγησης των μονάδων επεξεργασίας.

2.3.2.3 Ολικά απαιτούμενο οξυγόνο

Το ολικά απαιτούμενο οξυγόνο TOD (Total Oxygen Demand), είναι η ποσότητα του οξυγόνου εκφρασμένη σε mg O_2/lt, η οποία καταναλώνεται για τη χημική οξείδωση των οργανικών και ορισμένων ανόργανων ουσιών, που περιέχονται στα απόβλητα, σε τελικά σταθερά προϊόντα, σε θερμοκρασία 900°C, παρουσία κατάλληλου καταλύτη (Pt) και παρουσία οξυγόνου.

Το TOD ενός δείγματος αποβλήτου καθορίζεται από μια ειδική συσκευή, όπου μετράται το οξυγόνο που καταναλώθηκε για την μετατροπή των διάφορων συστατικών στα οξείδιά τους. Επειδή η μέτρηση του TOD γίνεται σε 5min, και επειδή η τιμή του TOD σαν απαίτηση οξυγόνου είναι

μεγαλύτερη τόσο από το COD όσο και από το BOD, τείνει να χρησιμοποιείται ως παράμετρος απαίτησης του οξυγόνου.

2.3.2.4 Θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο, ThOD

Το θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο, ThOD (Theoretical Oxygen Demand) είναι το οξυγόνο που αποκτείται θεωρητικά για την οξείδωση μιας ουσίας και υπολογίζεται από το μοριακό τύπο της ουσίας αυτής.

Είναι προφανές από τα παραπάνω ότι:

$BOD_5 < BOD_{00} < COD < TOD < ThOD$

2.3.2.5 Συνολικός οργανικός άνθρακας TOC

Εκτός από το οξυγόνο, χρησιμοποιείται και ο άνθρακας σαν μέτρο των οργανικών συστατικών των αποβλήτων, καθώς είναι το κύριο συστατικό τους και η βασικής πηγή απαίτησης οξυγόνου.

Ο άνθρακας εκφράζεται με τους παραμέτρους:

TOC: (Total Organic Carbon): Ολικός οργανικός άνθρακας και ThOC: (Theoretical Organic Carbon): Θεωρητικός οργανικός άνθρακας που είναι αντίστοιχο του ThOD, αλλά με βάση τον άνθρακα.

Αρχικά πρέπει να κάνουμε τη διάκριση ανάμεσα στον TOC και τον TC (Total Carbon:Ολικώς άνθρακας), ο οποίος περιλαμβάνει επιπλέον τον ανόργανο άνθρακα, δηλαδή κυρίως το διαλυμένο CO_2 και τον άνθρακα που είναι συνδεδεμένος με τα HCO_3^- και CO_3^-, ιόντα του νερού. Εκτός από ειδικές περιπτώσεις ρύπανσης ανόργανης προέλευσης, που χαρακτηρίζεται από πολύ μεγάλες απορρίψεις HOC_3^- και CO_3^-, η ρύπανση τις περισσότερες φορές οφείλεται αποκλειστικά στον οργανικό άνθρακα.

Το τεχνολογικό πρόβλημα της μέτρησης του TOC συνίσταται στο να επιτεύξουμε τη διαφοροποίηση του οργανικού ολικού άνθρακα από τον ανόργανο ολικό άνθρακα, που το σύνολό τους δίνει το TOC.

2.3.3 Μέτρηση των στερεών συστατικών

Τα ολικά στερεά, TS (Total Solids): ορίζονται ως το υπόλειμμα δείγματος απόβλητων μετά από την εξάτμισή τους στους 105 ^oC και μετριούνται σε mg στέρεου υπολείμματος ανά λίτρο αποβλήτων. Τα ολικά στερεά διακρίνονται σε διαλυμένα και αιωρούμενα.

❖ **Τα διαλυμένα στερεά DS (Dissolved Solids)** αφορούν τη συγκέντρωση των στερεών συστατικών που βρίσκονται σε διαλυμένη ή κολλοειδή μορφή στη μάζα των αποβλήτων και ορίζονται ως τα στερεά δείγματος που διέρχονται μέσα από ειδικό χάρτινο φίλτρο. Προσδιορίζονται με την ξήρανση του διηθήματος και μετριούνται σε mg υπολείμματος μετά από την ξήρανση ανά λίτρο δείγματος.

❖ Τα στερεά του δείγματος που κατακρατούνται από το ειδικό χάρτινο φίλτρο χαρακτηρίζονται και ως **αιωρούμενα στερεά SS (Suspended Solids),** και μετριούνται σε mg κατακρατούμενων στερεών ανά λίτρο δείγματος.

Τα αιωρούμενα στερεά διακρίνονται σε καθιζάνοντας και μη καθιζάνοντας. Ως καθιζάνοντας στερεά ορίζουμε αυτά που καθιζάνουν σε συνθήκες ηρεμίας σε ειδικό βαθμολογημένο κώνο, μέσα σε μία ώρα.

Όλα τα παραπάνω είδη αποτελούνται από οργανικά και ανόργανα συστατικά. Κατά τη θέρμανση του δείγματος στους 600 ^{o}C τα οργανικά συστατικά εξαερώνονται (VSS=Volative Suspended Solids) ενώ τα ανόργανα αδρανή μένουν σαν στάχτη (NVSS: Non Volative Suspended Solids).

Εκτίμηση της συγκέντρωσης των κολλοειδών και των διαλυμένων στερεών μπορεί να γίνει επίσης μετρώντας την θολότητα και την ηλεκτρική αγωγιμότητα αντίστοιχα, δεδομένου ότι η αγωγιμότητα εξαρτάται από την παρουσία ιονισμένων διαλυμένων στερεών σε ένα απόβλητο, ενώ η θολότητα οφείλεται στην απορρόφηση ακτινοβολίας φωτός από τα κολλοειδή σωματίδια.

Όσο αφορά τη ρύπανση του υδάτινου περιβάλλοντος, ιδιαίτερη σημασία έχουν τα αιωρούμενα στερεά (SS), γιατί αν διοχετευθούν σε ένα φυσικό αποδέκτη, συσσωρεύονται στον πυθμένα και δημιουργούν στρώματα λάσπης και ανεπιθύμητες συνθήκες, για το οικοσύστημα του φορέα.

Στις διαδικασίες επεξεργασίας αποβλήτων σημαντικό ρόλο παίζουν και τα οργανικά στερεά, VSS, γιατί χρησιμοποιούνται ευρύτατα σαν μέτρο του οργανικού μέρους των στερεών στα διάφορα βιολογικά στάδια επεξεργασίας. Στα συστήματα ενεργού ιλύος τα οργανικά αιωρούμενα στερεά, VSS παριστάνουν κατά προσέγγιση τη μάζα των μικροοργανισμών που συμμετέχουν στην κατεργασία.

2.3.4 Μέτρηση ανόργανων ουσιών

Οι ανόργανες ουσίες είναι χημικές ενώσεις που δεν περιέχουν άνθρακα. Σε αυτές ανήκουν το μαγειρικό αλάτι (NaCl), η μαγνησία (MgO), ο χαλαζίας (SiO_2) κ.α. Οι οργανικές ουσίες δεν διασπώνται και έχουν μικρή σημασία στην τεχνική των καθαρισμών, εκτός αν πρόκειται για δηλητήρια ή για στοιχεία απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών, όπως ο φώσφορο (P) και το άζωτο (N).

2.3.4.1 Μέτρηση του Αζώτου, N

Το άζωτο είναι ένα από τα βασικά συστατικά των ζώντων μικροοργανισμών και το συναντούμε στα υδατικά απόβλητα με τις παρακάτω μορφές:

- σαν οργανικό N: πρωτεΐνες, ουρία και αμινοξέα
- σαν αμμωνιακό N: άλατα αμμωνίου ($NH+_4$) ή αμμωνία (NH_3).

Ως προϊόν οξείδωσης των προηγουμένων μορφών, το άζωτο μπορεί να υπάρχει σαν $NO-_2$ και $NO-_3$.

Οι κύριες μετατροπές που υφίστανται οι παραπάνω μορφές αζώτου μετά τη διοχέτευσή τους σε κάποιο υδάτινο φορέα ή στις διαδικασίες επεξεργασία είναι οι εξής:

- Μετατροπή του οργανικού αζώτου σε αμμωνιακό άζωτο από αερόβια ή αναερόβια βακτήρια.
- Οξείδωση του αμμωνιακού N σε ιόντα NO_2 από ειδικά αερόβια νιτροποιητικά βακτηρίδια που ονομάζονται Nitrosomonas.
- Παραπέρα οξείδωση των $NO-_2$ και $NO-_3$ από ειδικά αερόβια νιτροποιητικά βακτηρίδια που ονομάζονται Nitrobacter.
- Αναγωγή των $NO-_3$ σε $NO-_2$ και τελικά σε αμμωνία (NH_3) και σε N_2 από αερόβια – αναερόβια βακτηρίδια. Η αναγωγή γίνεται κυρίως σε αέριο N_2 σε αναερόβιες συνθήκες και σε μικρό ποσοστό σε NH_3.

Η δεύτερη και τρίτη μετατροπή αποτελούν τη νιτροποίηση ενώ η τελευταία ονομάζεται απονιτροποίηση.

Από άποψη επίδρασης στο περιβάλλον η διοχέτευση αποβλήτων που περιέχουν αμμωνιακό άζωτο σε ένα υδάτινο φορέα δημιουργεί απαίτηση οξυγόνου για την οξείδωση του προς NO_2 και NO_3 , κάτω από ορισμένες συνθήκες.

Επίσης η αμμωνία είναι τοξική για τα ψάρια, ενώ τα NO_{-3} χρησιμοποιούνται από άλλη και διάφορα υδρόβια φυτά του φορέα για την ανάπτυξη τους. Έτσι μεγάλες συγκεντρώσεις N σε υδάτινους φορείς σε συνδυασμό με την παρουσία P μπορεί να οδηγήσει σε κατάσταση που ευνοεί την υπερβολική ανάπτυξη των αλγών και των άλλων υδρόβιων φυτών (ευτροφισμός) με αποτέλεσμα το φράξιμο του φορέα. Σε ποταμό παραδείγματος χάριν συντελεί στην εμφάνιση επιπλέοντων, στην αύξηση της θολότητα, στην αδυναμία χρήσης του νερού για ύδρευση, στην συσσώρευση αλγών στις ακτές, στη δημιουργία αισθητικών προβλημάτων και στην παρουσία οσμών και εντόμων.

Στις διεργασίες επεξεργασίες το άζωτο έχει μεγάλη σημασία γιατί αποτελεί μια από τις κυριότερες θρεπτικές ουσίες για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται σε βιολογικές διεργασίες. Γενικά στα αστικά απόβλητα το άζωτο βρίσκεται σε επαρκείς ποσότητες ενώ για πολλά βιομηχανικά απόβλητα πρέπει να προστίθεται. Σε ορισμένες μονάδες βιολογικής επεξεργασίας, όπου οι συνθήκες ευνοούν την μετατροπή της αμμωνίας σε NO_3 με την ταυτόχρονη κατανάλωση οξυγόνου (νιτροποίηση) πρέπει να εξασφαλίζεται και η παροχή αυτής της ποσότητας οξυγόνου, επιπλέον αυτής που είναι απαραίτητη για την οξείδωση των οργανικών ουσιών (BOD). Σε αντίθετη περίπτωση καταναλώνεται το οξυγόνο για τη νιτροποίηση με αποτέλεσμα να μην επαρκεί για την απαιτούμενη απομάκρυνση των οργανικών ουσιών.

Στις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης, όπου οι συνθήκες μπορούν να ευνοούν τη διαδικασία της απονιτροποίησης, δημιουργείται πρόβλημα επίπλευσης των στερεών που προσκολλώνται στο αέριο N_2 που απελευθερώνεται.

Στη διαδικασία χλωρίωσης, η παρουσία αμμωνίας οδηγεί στο σχηματισμό χλωραμινών, που ελαττώνουν την απόδοση της χλωρίωσης αλλά και την συγκέντρωση της NH_3 στην εκροή.

Η απομάκρυνση του αζώτου στις εγκαταστάσεις κατεργασίας αποβλήτων γίνεται συνήθως σε ειδικό στάδιο, με βάση τις διαδικασίας της νιτροποίησης και απονιτροποίησης.

Η περιεκτικότητα σε άζωτο μετράται με τη μέθοδο Kjeldahl, σαν ολικό άζωτο (TKN) δηλαδή οργανικό N και NH_3, σαν NH_4-N και σαν NO_3 (κυρίως για πόσιμο νερό).

Χρησιμοποιείται σαν παράμετρος ρύπανσης αλλά και σχεδιασμού ορισμένων μονάδων επεξεργασίας.

2.3.4.2 Μέτρηση του Φωσφόρου, P

Ο φώσφορος είναι επίσης ένα από τα βασικά συστατικά των ζώντων οργανισμών και περιέχεται στα απόβλητα με τις παρακάτω μορφές:

- Ανόργανος P: σαν ορθοφωσφορικά και λιγότερο σαν πολυφωσφορικά.
- Οργανικός P σε μικρότερες ποσότητες από ότι ο ανόργανος P.

Τα πολυφωσφορικά σε υδατικό διάλυμα υδρολύονται προς ορθοφωσφορικά, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν από διάφορους μικροοργανισμούς. Η διοχέτευση των αποβλήτων που περιέχουν φώσφορο σε ένα υδάτινο φορέα, ευνοεί σε συνδυασμό με την παρουσία αζώτου το φαινόμενο του ευτροφισμού και έτσι η απομάκρυνση του από τα απόβλητα έχει αποκτήσει μεγάλη σημασία, ιδίως λόγω της αυξανόμενης χρήσης του στην παραγωγή απορρυπαντικών.

Στις διαδικασίες επεξεργασίας ο φώσφορος είναι απαραίτητος για τους μικροοργανισμούς που χρησιμοποιούνται στις βιολογικές διεργασίες και στα αστικά απόβλητα περιέχεται σε επαρκείς ποσότητες. Στις βιολογικές διαδικασίες τα πολυφωσφορικά μετατρέπονται σε ορθοφωσφορικά και έτσι η εκροή των εγκαταστάσεων επεξεργασίας περιέχει κυρίως ορθοφωσφορικά σε ποσοστό 80%.

Η περιεκτικότητα σε φώσφορο εκφράζεται σαν:

- ολικός φώσφορος: οργανικός και ανόργανος P

- Ανόργανος φώσφορος: πολυφωσφορικά και ορθοφωσφορικά

Πρέπει να προσθέσουμε ότι υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που χαρακτηρίζουν τη ρύπανση των αποβλήτων, όπως:

- το PH
- Η παρουσία ιόντων HCO_3^-, CO_3^{2-} ή OH^- που βρίσκονται ενωμένα με τα Ca, Mg, Na, K ή NH_4^+ και σε αυτά οφείλεται η αλκαλικότητα των αποβλήτων και ρυθμίζει το PH
- Η περιεκτικότητα σε ιόντα Cl^-
- Η περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα
- Η παρουσία H_2S που προκαλεί έκλυση δυσάρεστων οσμών
- Το χρώμα των αποβλήτων

Αυτά είναι γενικά χημικά χαρακτηριστικά στα οποία δεν χρειάζεται να επιμείνουμε περισσότερο.

Πρόσφατα έχει αναπτυχθεί η έρευνα ορισμένων ιχνορυπαντών, κυρίως των νερών των ποταμών, που σκοπό έχει την ανίχνευση και τη μελέτη της συσσώρευσης καρκινογόνων ουσιών που δεν μπορούν να απομακρυνθούν από το νερό με τις κλασσικές επεξεργασίες πόσιμου νερού. Για την ανίχνευση τέτοιων ιχνορυπαντών χρησιμοποιούνται πολύ εξελιγμένες αναλυτικές μέθοδοι όπως φασματογραφία μάζας, χρωματογραφία τριχοειδούς κολώνας κ.α. Τέτοιοι ρυπαντές μπορεί να είναι οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες και οι χλωροφαινόλες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΥΠΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ.

3.1. Γενικά για το βιολογικό καθαρισμό

Το βασικότερο ρόλο στην κατεργασία αποβλήτων τον διαδραματίζουν οι μικροοργανισμοί. Ο βιολογικός καθαρισμός των αποβλήτων βασίζεται ουσιαστικά στη χρησιμοποίησή τους ως τροφή από τους μικροοργανισμούς. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται «ΒΙΟΑΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗ» των οργανικών ουσιών. Έτσι στόχο του βιολογικού καθαρισμού αποτελεί η επαφή των αποβλήτων με τη βιομάζα, η μεταφορά της οργανικής ύλης από τα απόβλητα στη βιομάζα με προσρόφηση, η σταθεροποίησή της και η μετατροπή της σε νέο κυτταρικό υλικό από τους μικροοργανισμούς της βιομάζας.

Βιομάζα είναι η βιολογική μάζα που αποτελείται κυρίως από μίγμα πολλών τύπων μικροοργανισμών και περιέχει επίσης οργανική και ανόργανη ύλη που έχει προσροφήξει ή έχει υποστεί θρόμβωση.

Η βιομάζα μπορεί να είναι προσκολλημένη σε κάποια επιφάνεια ή να είναι ελεύθερη και να διατηρείται εν αιώρηση με ανάμιξη.

Στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών έχει σημαντική επίδραση το περιβάλλον και ιδιαίτερα:

- η θερμοκρασία: ανάλογα με τη θερμοκρασία που ενδείκνυται για την καλύτερη ανάπτυξή τους, οι μικροοργανισμοί διακρίνονται σε:

  α) ψυχρόφιλους: 5-20 ^{o}C

  β) μεσόφιλους: 20-45 ^{o}C

  γ) θερμόφιλους: 45-65 ^{o}C ή και περισσότερο

Μέσα στα όρια αυτά, η ταχύτητα των βιοχημικών αντιδράσεων διπλασιάζεται για μια αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10 ^{o}C.

Οι μικροοργανισμοί που είναι υπεύθυνοι για την αερόβια κατεργασία δρουν συνήθως σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ενώ οι αναερόβιοι σε 35 ^{o}C και άνω.

- το οξυγόνο: ανάλογα με την ανάγκη για ελεύθερο διαλυμένο οξυγόνο, οι μικροοργανισμοί που συμμετέχουν στη βιολογική κατεργασία κατατάσσονται σε:
    - αερόβιους: Οι οποίοι είναι αυτοί που χρησιμοποιούν το διαλυμένο οξυγόνο.
    - Αναερόβιους: Αυτοί δεν χρησιμοποιούν διαλυμένο οξυγόνο αλλά οξυγόνο σε χημικές ενώσεις όπως $SO4^{2-}$, $NO3^{-}$ κλπ.
    - Επαμφοτερίζοντες: αναπτύσσονται με την παρουσία ή την απουσία διαλυμένου Οξυγόνου (μπορούν να αλλάζουν από τη μια κατάσταση στην άλλη)
- Ενέργεια: Αναλόγως με το τρόπου που αποκτούν την ενέργεια οι μικροοργανισμοί της βιολογικής κατεργασίας κατατάσσονται σε:
    - Χημιοσυνθετικούς: χρησιμοποιούν ενέργεια από χημικές αντιδράσεις.
    - Φωτοσυνθετικούς: αντλούν ενέργεια από τον ήλιο
    - PH: Τα βέλτιστα όρια του PH για την ανάπτυξη αερόβιων μικροοργανισμών της βιολογικής κατεργασίας είναι 6.5 έως 7.5 που μπορεί να φτάσει ως 8.5
- Άνθρακας: Ανάλογα με τον τρόπο που ικανοποιούν την ανάγκη για άνθρακα, οι μικροοργανισμοί που παίρνουν μέρος στη βιολογική κατεργασία των αποβλήτων, χωρίζονται σε:
    - Ετερότροφους: χρησιμοποιούν άνθρακα από οργανικές ουσίες
    - Αυτότροφους: χρησιμοποιούν ανόργανο άνθρακα, κυρίως από το διοξείδιο του άνθρακα CO_2
- Διατροφή: ανάλογα με τον τρόπο που προσλαμβάνουν τη τροφή τους οι μικροοργανισμοί, η διατροφή τους χαρακτηρίζεται ως:
    - Ολυφυτική: όταν η σύνθεση του κυτταρικού υλικού γίνεται από διοξείδιο του άνθρακα και νερό (αυτότροφοι οργανισμοί).
    - Σαπροζωική: όταν για την σύνθεση του κυτταρικού υλικού χρησιμοποιούνται διαλυμένες οργανικές ουσίες (βακτήρια, μύκητες κ.λ.π.)
    - Ολοζωική: όταν για τη σύνθεση του κυτταρικού υλικού χρησιμοποιείται στερεά οργανική ύλη, όπως στα ανώτερα ζώα.

Κάθε ένα από τα παραπάνω είδη διατροφής συναντώνται στα διάφορα είδη βιολογικών διεργασιών των αποβλήτων και κάθε ένα από αυτά παίζει το δικό του ιδιαίτερο ρόλο στο βιολογικό καθαρισμό.

- Άλλα στοιχεία: Στοιχεία που απαιτούνται για τη σύνθεση του κυτταρικού ιστού είναι κυρίως τα:
    - C, O (άνθρακας, οξυγόνο): που προέρχονται από τα απόβλητα
    - N, P (άζωτο, φώσφορος): που προέρχονται από τα απόβλητα ή με προσθήκη όταν δεν υπάρχουν σε επάρκεια.
    - S (θείο): από το φέρον ύδωρ
    - Ιχνοστοιχεία: Mg, Fe, Ca, K, Na, Mo, Co, Zn (μαγνήσιο, σίδηρο, ασβέστιο, κάλιο, νάτριο, μόλυβδος, ψευδάργυρος)

Η ανάγκη για N (άζωτο) και P (φώσφορος) εκφράζεται από τις παρακάτω σχέσεις:

Κανονικά επίπεδα: BOD 5/N = 15-17 BOD5/P=90-100

Ελάχιστα επίπεδα: BOD 5/N = 30-32 BOD5/N=200-250

Η απαιτήσει των μικροοργανισμών για N και P μπορεί να μην ικανοποιείται από τις ποσότητες που υπάρχουν στα απόβλητα, ιδίως όταν πρόκειται για βιομηχανικά απόβλητα που κατεργάζονται ξεχωριστά από τα οικιακά λύματα. Σε αυτή την περίπτωση είναι αναγκαίο να γίνει πρόσδοση ώστε η απόδοση του συστήματος να μην ελαττωθεί.

3.2. Μέθοδοι επεξεργασίας αστικών αποβλήτων

Τα τελευταία χρόνια η ανάγκη για την επεξεργασία και την ελεγχόμενη διάθεση των υγρών αποβλήτων στο περιβάλλον, ώθησε τους επιστήμονες στη διερεύνηση όλων των δυνατών τρόπων επεξεργασίας τους, χρησιμοποιώντας συνδυασμούς τεχνολογιών και μεθόδων και στοχεύοντας στην εύρεση αποτελεσματικών και οικονομικών λύσεων για την αντιμετώπιση του μεγάλου αυτού προβλήματος.

Οι κυριότεροι μέθοδοι επεξεργασίας διαχωρίζονται σε τρεις γενικές κατηγορίες:

- Φυσικοχημικές (γενικώς υψηλό επίπεδο επεξεργασίας υγρών και χαμηλό επίπεδο επεξεργασίας ιλύος)
- Μηχανικές (γενικώς χαμηλό επίπεδο επεξεργασίας υγρών και ιλύος)

- Βιολογικές (γενικώς υψηλό επίπεδο επεξεργασίας λυμάτων και ιλύος)

Κάθε μία από τις παραπάνω μεθόδους μπορεί ξεχωριστά ή και σε συνδυασμό με άλλες να επιτύχει μια ικανοποιητική μείωση των βλαβερών συστατικών των λυμάτων.

Τα σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα ωστόσο που χαρακτηρίζουν τα συστήματα επεξεργασίας με βιολογικές μεθόδους είχαν σαν αποτέλεσμα την επιλογής τους, κυρίως μετά την Πέμπτη δεκαετία του 20^{ου} αιώνα και μετά την επικράτηση της τεχνολογικής και επιστημονικής επανάστασης και της υψηλής τεχνολογίας στη διαχείριση των συνθηκών της παραγωγικής διαδικασίας.

3.3. Δράση των μικροοργανισμών

Ο βιολογικός καθαρισμός λυμάτων και αποβλήτων βασίζεται στην αφαίρεση και διάσπαση της οργανικής ύλης (αιωρούμενης, κολλοειδούς, διαλυμένης) από μικροοργανισμούς που υπάρχουν στη βιομάζα με την οποία τα απόβλητα έρχονται σε επαφή

- Η αιωρούμενη και κολλοειδής οργανική ύλη αφαιρείται με προσρόφηση από τη βιομάζα ή με θρόμβωση με τη βιομάζα. Σε αυτό συμβάλλει η καλή ανάμειξη.

- Ένα τμήμα της διαλυτής οργανικής ύλης αφαιρείται με προσρόφηση και αποθηκεύεται στη βιομάζα. Το υπόλοιπο μέρος της διαλυτικής οργανικής ύλης οξειδώνεται ή μετατρέπεται σε νέα κυτταρική μάζα, με αποτέλεσμα την αύξηση της βιομάζας και του αριθμού των μικροοργανισμών.

Μετά την αφαίρεση της οργανικής ύλης με προσρόφηση ή με θρόμβωση, στο αερόβιο καθαρισμό, τρία φαινόμενα λαμβάνουν μέρος:

Α) Το διαλυμένο οξυγόνο χρησιμοποιείται από τους μικροοργανισμούς για να διασπάσουν την οργανική ύλη και να παραχθεί ενέργεια

Β) Γίνεται σύνθεση νέας κυτταρικής μάζας

Γ) Οι μικροοργανισμοί υφίστανται αυτοοξείδωση

3.4. Βιολογικές κατεργασίες επεξεργασίας αποβλήτων

Οι βιολογικές κατεργασίες διακρίνονται σε:

- αερόβιες
- αναερόβιες

Υποδιαίρεση βιολογικών κατεργασιών:

Οι αερόβιες κατεργασίες υποδιαιρούνται σε:

- Κατεργασίες ενεργοποιημένης ιλύος (βιομάζα σε μορφή συσσωματωμάτων, εν αιώρηση).
- Κατεργασίες ακινητοποιημένης βιομάζας:
  - Βιολογικά φίλτρα
  - Βιολογικοί δίσκοι
  - Εμβαπησμένες κλίνες
- Λίμνες οξείδωσης ήρεμες ή αεριζόμενες

Αυτές οι τρεις κατηγορίες αερόβιων κατεργασιών αφορούν τα ίδια τα απόβλητα και αποτελούν τμήμα της δευτεροβάθμιας κατεργασίας.

Στην ίδια ομάδα υπάγονται και οι διεργασίες αερόβιας σταθεροποίησης της ιλύος.

Οι αναερόβιες διεργασίες περιλαμβάνουν:

- Την αναερόβια κατεργασία αποβλήτων
- Την κατεργασία οικιακών αποβλήτων
- Την απονιτροποίηση, που χρησιμοποιείται συνήθως σαν τριτοβάθμια διαδικασία μετά από μία βιολογική κατεργασία και
- Την αναερόβια χώνευση της ιλύος

Από τις παραπάνω βιολογικές μεθόδους κατεργασίας λυμάτων, ιδιαίτερα για την επεξεργασία αστικών λυμάτων, πλεονεκτεί η μέθοδος της ενεργούς ιλύος όσον αφορά την εφαρμογή της σε αστικούς χώρους όπως πόλεις και πυκνοδομημένους οικισμούς. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα τα οποία την κατέστησαν την τελευταία 25ετία τη βέλτιστη επιλογή.

Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι:

- Η ελάχιστη απαίτηση σε εκτάσεις για την εφαρμογή της μεθόδου
- Η εφαρμογή υψηλής τεχνολογίας

- Η ικανότητα ανταπόκρισης και ευελιξίας προσαρμογής σε νέα τεχνολογικά δεδομένα
- Η ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών ενοχλήσεων

Σύμφωνα με τα Ελληνικά δεδομένα οι Μονάδες Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων οι οποίες μπορούν να αντεπεξέλθουν βέλτιστα στα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι αυτές που στηρίζονται στη μέθοδο ενεργού ιλύος.

3.5 Σχεδιασμός των Μονάδων Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων

Ο σχεδιασμός των Μονάδων Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε τα χαρακτηριστικά εκροής των λυμάτων να ικανοποιούν την πρόταση – οδηγία της ΕΟΚ 91/271 παράρτημα ΙΙ, πίνακες Ι και ΙΙ. Οι παράμετροι οι οποίοι εξετάζονται και οφείλουν να ικανοποιούν τις προδιαγραφές που θέτει η παραπάνω οδηγία είναι οι εξής:

- Βιοχημικώς Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD)
- Χημικώς Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)
- Οξυγόνο
- Αιωρούμενα Στερεά (SS)
- Συνολικό Άζωτο
- Αμμωνιακό Άζωτο
- Φώσφορος
- Λίπη, επιπλέοντα και καθιζάνοντας στερεά

Στο σχεδιασμό και τη λειτουργία των Μονάδων Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων έχουν επίσης μεγάλη σημασία ο καθορισμός του οργανικού φορτίου και της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών. Σαν οργανικές ουσίες στο σύστημα ενεργού ιλύος θεωρούνται μόνο οι διαλυμένες και σαν μέτρο τους χρησιμοποιούνται οι παράμετροι BOD, COD, TOC κ.λ.π. ενώ ειδικά για τα αστικά απόβλητα χρησιμοποιείται συνηθέστερα το BOD με μονάδα μέτρησής του τα mg/l.

Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών εμφανίζει δυσκολίες γιατί κατά τη βιολογική επεξεργασία αναπτύσσονται πολλά διαφορετικά είδη, γεγονός που καθιστά τη μέτρησή τους με μικροσκόπιο

χρονοβόρα και χωρίς πρακτική εφαρμογή. Έτσι η πιο συνηθισμένη παράμετρος για τη μέτρηση της συγκέντρωσης είναι το οργανικό μέρος των αιωρούμενων στερεών. Τα αιωρούμενα στερεά καλούνται MLSS (Mixed Liquor Suspended Solids – αιωρούμενα στερεά του ανάμικτου υγρού) και το οργανικό μέρους τους που καλείται MLVSS (πτυτικά στερεά του ανάμικτου υγρού) αποτελεί κατά προσέγγιση μέτρο των μικροοργανισμών. Η συγκέντρωση αυτή υπολογίζεται από τη διήθηση συγκεκριμένης ποσότητας λυμάτων και τη ζύγιση των στερεών που επικάθονται στο φίλτρο.

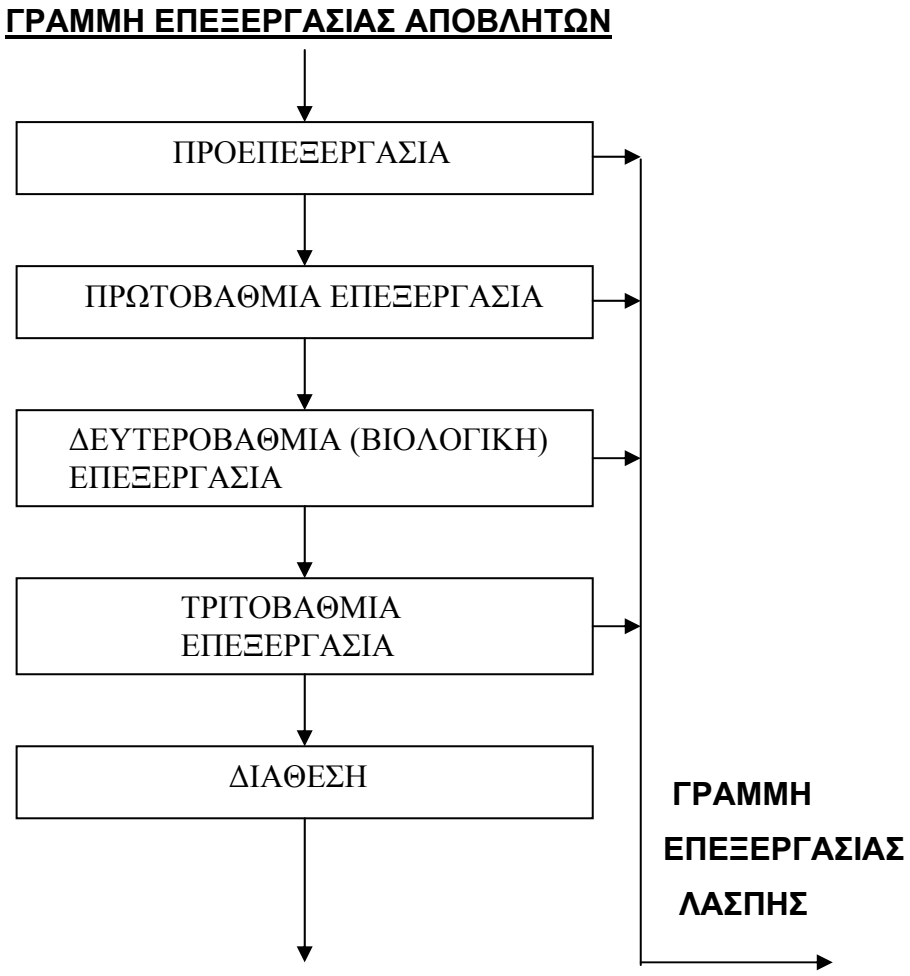
Αξίζει να αναφέρουμε ότι το οργανικό μέρος εκφράζει καλύτερα τη μάζα των μικροοργανισμών γιατί τα αιωρούμενα περιλαμβάνον ανόργανα και οργανικά στερεά.

3.6 Επεξεργασία Αποβλήτων

Οι γραμμές επεξεργασίας στα κέντρα επεξεργασίας αποβλήτων είναι δύο. Η πρώτη αφορά την επεξεργασία των αποβλήτων, δηλαδή την απομάκρυνση ουσιών, επιβλαβών για τον τελικό αποδέκτη, από την υγρή μάζα των αποβλήτων και η δεύτερη αφορά την επεξεργασία που υφίσταται η λάσπη δηλαδή την επεξεργασία των βλαβερών ουσιών που απομακρύνθηκαν στην πρώτη γραμμή και την τελική διάθεσή τους στο περιβάλλον.

Για την επεξεργασία των αποβλήτων λαμβάνει μέρος μια διαδικασία η οποία αποτελείται από διάφορα στάδια τα οποία φαίνονται στο σχήμα. Το κάθε στάδιο είναι δυνατόν να περιλαμβάνει φυσικές, χημικές ή βιολογικές διεργασίες απομάκρυνσης των διαφόρων ουσιών από τα απόβλητα. Στις φυσικές η απομάκρυνση επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση των φυσικών χαρακτηριστικών των αποβλήτων, στις χημικές γίνεται με πρόσθεση χημικών ουσιών και την πραγματοποίηση χημικών αντιδράσεων και στις βιολογικές χρησιμοποιούνται βιολογικές διεργασίες.

Παρακάτω θα περιγραφούν οι σημαντικότερες διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στη γραμμή υγρών, στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων, εστιάζοντας στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται στη Μονάδα Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων του Ρεθύμνου Κρήτης.



]3.6.1 Στάδια Επεξεργασίας Γραμμής Υγρών Λυμάτων

Η γραμμή επεξεργασίας υγρών λυμάτων αποτελείται από τα παρακάτω στάδια, στα οποία διαχωρίζεται συμβατικά, καθόσον πολλές διεργασίες είναι δυνατόν στην πράξη να ανήκουν σε πολλά στάδια.

Γραμμή Επεξεργασίας Υγρών Λυμάτων

- Προεπεξεργασία ή μηχανική επεξεργασία (υποχρεωτική)
- Πρωτοβάθμια επεξεργασία ή πρωτοβάθμια καθίζηση (μπορεί να παραλειφθεί)
- Δευτεροβάθμια επεξεργασία ή βιολογική επεξεργασία (υποχρεωτική)
- Τριτοβάθμια ή χημική επεξεργασία (υποχρεωτική)
- Προωθημένη επεξεργασία για ειδική χρήση του νερού (μπορεί να παραλειφθεί)

3.6.2 Περιγραφή Γραμμής Επεξεργασίας Υγρών Λυμάτων

3.6.2.1 Μέτρηση Παροχής

Μια σημαντική παράμετρος λειτουργίας η οποία προφανώς δεν υπάγεται στα στάδια επεξεργασίας την υγρών λυμάτων είναι η παρακολούθηση της ημερήσιας και εποχιακής μεταβολής της ροής. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να γίνουν είτε μηχανικά είτε με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή η όποιες απαραίτητες τροποποιήσεις στους χρόνους αερισμού, ανακυκλοφορίας και άλλων λειτουργικών παραμέτρων, για να επιτευχθεί η βέλτιστη απόδοση. Η συγκεκριμένη μέτρηση είναι επίσης πολύ σημαντική για μελλοντικές επεκτάσεις ή τροποποιήσεις της εγκατάστασης. Η κύρια λειτουργία για να την επιτύχουμε είναι η μέτρηση του βάθους ροής στο κανάλι γνωστής διατομής με υπερχειληστή και η μετατροπή του σε παροχή.

3.6.2.2 Προεπεξεργασία των Λυμάτων

Σκοπός της προεπεξεργασίας είναι να προστατευθούν οι επόμενες κύριες διαδικασίες επεξεργασίας από φθορές και καταστροφές. Είναι μηχανική επεξεργασία και περιλαμβάνει την απομάκρυνση των μεγάλου σχετικά μεγέθους στερεών των αποβλήτων και την εξισορρόπηση της παροχής των αποβλήτων.

Η απομάκρυνση των στερεών γίνεται με εσχάρωση, άλεση και εξάμμωση σε συνδυασμό με λιποσυλλογή.

(i) <u>Εσχάρωση</u>

Σκοπός της είναι η απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων όπως κουρέλια, κομμάτια ξύλων, πλαστικά ή κουτιά, τα οποία είναι δυνατόν να φράξουν και να καταστρέψουν τις αντλίες και τον υπόλοιπο μηχανολογικό εξοπλισμό της μονάδας. Η απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων γίνεται με τη συγκράτησή τους σε εσχάρες οι οποίες αποτελούνται από μεταλλικές ισαπέχουσες ράβδους μέσα από τις οποίες διέρχονται τα απόβλητα.

Ανάλογα με το πώς απομακρύνονται τα εσχαρίσματα, οι εσχάρες χαρακτηρίζονται ως χειρονακτικά ή μηχανικά καθοριζόμενες, ανάλογα με την ύπαρξη ή μη, μηχανισμού αυτόματου καθαρισμού. Οι χειρονακτικά καθοριζόμενες ή αλλιώς απλές εσχάρες αποτελούνται από ένα κεκλιμένο σετ

μεταλλικών ράβδων κλίσης 30-45° και διακένου 20-50mm. Αυτές εφαρμόζονται αποκλειστικά στο στάδιο εσχάρωσης κυρίως σε μικρές εγκαταστάσεις ενώ πλέον χρησιμοποιούνται ως εφεδρικές ή για προεσχαρισμό, πριν δηλαδή τη μηχανική εσχάρωση ως χονδροεσχάρες με διάκενο ράβδων μέχρι και 50-80mm για εσχάρωση ευμεγεθών στερεών. Αυτό οφείλεται στα μειονεκτήματα που τις χαρακτηρίζουν, όπως το ότι απαιτούν συχνό καθαρισμό, εργασία κουραστική, χρονοβόρα και δυσάρεστη, καθώς και το ότι φράζουν εύκολα σε περιόδους μεγάλων παροχών με αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης ροής ανάντη της εσχάρας, την αναστροφή της ροής και τη λειτουργία του αγωγού εισόδου υπό πίεση.

Στις μηχανικές εσχάρες αντιθέτως η απομάκρυνση των συγκρατούμενων στερεών γίνεται με ειδική μηχανική διάταξη, που τίθεται σε κίνηση αυτόματα όταν η διαφορά στάθμης ανάντη – κατάντη της εσχάρας φτάσει σε ένα ορισμένο όριο. Η μηχανική διάταξη απομάκρυνσης των στερεών που έχουν συγκρατηθεί βρίσκεται ανάντη ή κατάντη της εσχάρας.

Σήμερα οι μηχανικά καθοριζόμενες εσχάρες αποτελούν επιλογή όλων των νέων μονάδων και συνιστούνται ακόμα και σε μονάδες μικρού μεγέθους, λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν συγκρινόμενες με τις χειρονακτικά καθοριζόμενες. Πλεονεκτήματα τέτοιου είδους είναι το μειωμένο εργατικό κόστος, η βελτίωση των συνθηκών ροής και συλλεκτικότητας των εσχάρων και συνεπώς η μείωση των περιβαλλοντικών οχλήσεων. Απλές μορφές μηχανικής εσχάρας αποτελούν οι επίπεδες ή οι τοξωτές παραλλήλων ράβδων με περιοδικά κινούμενα, αλυσιδωτό για τις πρώτες και αξονικό για τις δεύτερες, παλινδρομικό ξέστρο καθαρισμού και επιτυγχάνουν απομάκρυνση στερεών μέγιστης διάστασης έως 10mm. Τα τελευταία έτη χρησιμοποιούνται προωθημένα συστήματα εσχάρωσης που αποτελούνται από τα κόσκινα και τις αυτοκαθαριζόμενες αλυσωτές εσχάρες. Τα κόσκινα είναι μηχανισμοί με τη μορφή τύμπανου που περιστρέφονται σε ένα κανάλι ροής και απομακρύνουν σωματίδια διαμέτρου περίπου 2mm, ενώ οι αυτοκαθαριζόμενες συνεχής εσχάρες αποτελούνται από «χτένια» προσαρμοσμένα σε κινούμενο ιμάντα.

(ii) <u>Εξάμμωση – Λιποσυλλογή</u>

Η διαδικασία της εξάμμωσης έχει σαν σκοπό την απομάκρυνση κόκκων άμμου, σωματιδίων αργίλου ή άλλων σωματιδίων γεωλογικής ή όχι

υφής διαμέτρου μεγαλύτερης των 0,15mm τα οποία δεν είναι οργανικά και καθιζάνουν με ταχύτητες σημαντικά μεγαλύτερες από αυτές των οργανικών στερεών.

Τα σωματίδια αυτά είναι απαραίτητο να απομακρύνονται γιατί η παρουσία τους είναι δυνατόν να προκαλέσει πολλών ειδών προβλήματα όπως εναπόθεση φερτών υλών στον πυθμένα αγωγών, φράξιμο σωληνώσεων, φθορά του μηχανολογικού εξοπλισμού και γενικότερα μείωση της απόδοσης σημαντικών μονάδων επεξεργασίας. Παράλληλα με τη διαδικασία της εξάμμωσης στα σύγχρονα συστήματα λαμβάνει μέρος και η διαδικασία της απολίπανσης κατά την οποία απομακρύνονται λίπη και έλαια που είναι μη βιοδιασπάσιμα.

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι εξαμμωτών, τα κανάλια οριζόντιας ροής (στατικοί) και οι αεριζόμενοι (μηχανικοί). Τα κανάλια οριζόντιας ροής είναι απλά σε λειτουργία και χρησιμοποιούνται κυρίως σε εγκαταστάσεις μικρής δυναμικότητας. Είναι μικρά κανάλια στα οποία ρέουν τα υγρά με σταθερή ταχύτητα από 0,24 έως 0,40 m/s ενώ ο χρόνος παραμονής είναι από 45 έως 90 sec, έτσι ώστε να παρέχεται επαρκής χρόνος για τα βαριά σωματίδια άμμου να καθίσουν, επιτρέποντας συγχρόνως στα ελαφρότερα οργανικά σωματίδια να παραμείνουν σε αιώρηση. Το ανοικτό κανάλι μπορεί να είναι ορθογωνικής διατομής με παραβολικό υπερχειλιστή ή παραβολικής διατομής με ορθογωνικό υπερχειλιστή, ενώ στο τέλος η άμμος απομακρύνεται χειρωνακτικά.

Οι αεριζόμενοι μηχανικοί αμμοσυλλέκτες είναι δεξαμενές με κατάλληλα διαμορφωμένο πυθμένα για την απομάκρυνση της καθιζάνουσας άμμου. Υπάρχουν διαχυτές στην μια πλευρά του πυθμένα της δεξαμενής που διαχέουν αέρα με σκοπό τη δημιουργία σπειροειδούς ροής των υγρών με στόχο τη διευκόλυνση της εναπόθεσης της άμμου. Τα βαρύτερα σωματίδια με την μεγαλύτερη ταχύτητα καθίζησης καθιζάνουν ενώ τα οργανικά ελαφρύτερα διατηρούνται σε αιώρηση και τελικά απομακρύνονται από τη δεξαμενή. Συνήθως, μια κινητή γέφυρα κινείται κατά μήκος της δεξαμενής, ενώ ένας σωλήνας, που κινείται μαζί με τη γέφυρα που το ένα άκρο του φτάνει μέχρι τον πυθμένα, χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση της άμμου. Ο χρόνος παραμονής σε αιχμή είναι 2-5min ενώ το βάθος της δεξαμενής κυμαίνεται από 2,1 έως 4,9 m. Στους αεριζόμενους αμμοσυλλέκτες γίνεται συνήθως και η

απομάκρυνση των λιπών. Για το λόγο αυτό, υπάρχει μηχανισμός αφαίρεσης επιπλέοντων προσκολλημένος στη γέφυρα που αντλεί ή απομακρύνει επιφανειακά όλα τα επιπλέοντα σε ειδικό δοχείο αποβλήτων.

3.6.2.3 Πρωτοβάθμια Καθίζηση

Τα υγρά απόβλητα που έχουν υποστεί εσχάρωση και εξάμμωση είναι απαλλαγμένα από τα περισσότερα μεγάλα σωματίδια και επιπλέοντα. Υπάρχουν όμως ακόμα σε αιώρηση οργανικά και ανόργανα καθιζάνοντα σωματίδια τα οποία απομακρύνονται με τη λειτουργική διαδικασία της πρωτοβάθμιας καθίζησης. Τα σωματίδια αυτά είναι μεγέθους 0,001-0,1mm και κύριος στόχος της απομάκρυνσής τους είναι η μείωση του βασικού ρυπαντικού φορτίου (ως προς BOD_5 και SS) και η διευκόλυνση κατά συνέπεια της βιολογικής επεξεργασίας που ακολουθεί.

Τα πλεονεκτήματα της απομάκρυνσης αυτής πριν τη βιολογική επεξεργασία είναι γενικότερα η μείωση των βιολογικών φορτίων στο επόμενο στάδιο επεξεργασίας, η μείωση του όγκου αντιδραστήρων και συνεπώς και η μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στο έργο. Επιπλέον τα μειωμένα οργανικά φορτία συνεπάγονται λιγότερη παραγωγή ιλύος το οποίο με τη σειρά του απαιτεί μικρότερες δεξαμενές αερισμού.

Αποτέλεσμα των παραπάνω πλεονεκτημάτων, είναι ότι η πρωτοβάθμια απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών εφαρμόζεται στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων με την προϋπόθεση ότι το επιπλέον κόστος της κατασκευής της αντισταθμίζεται από τα οφέλη που προαναφέρθηκαν. Αυτό όμως δεν παύει να εξαρτάται και από το σύστημα επεξεργασίας, το μέγεθος της μονάδας και τα στοιχεία σχεδιασμού.

Οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι ορθογώνιες ή κυκλικές:

- <u>Ορθογώνιες δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης</u>.

Οι δεξαμενές αυτές, διαθέτουν γέφυρα που κινείται από το ένα άκρο της δεξαμενής στο άλλο. Διαθέτουν ειδικό μηχανισμό για την παράσυρση και απομάκρυνση της ιλύος από τον πυθμένα της δεξαμενής. Ο μηχανισμός αυτός τελευταία αποτελείται από πτυσσόμενα ελάσματα στερεωμένα σε συρόμενη αλυσίδα συλλογής. Τα υγρά απόβλητα εισέρχονται από το ένα

άκρο της δεξαμενής και εξέρχονται από το άλλο, ενώ με βάση τη μέση παροχή σχεδιασμού ο χρόνος παραμονής λαμβάνεται από 1,5 – 2,5 h (με τυπική τιμή 2h). Το μήκος της δεξαμενής κυμαίνεται από 15,2 έως 91,4 m (με τοπικό εύρος 24,4 – 36,9m), πλάτος από 3 έως 24,4m (με τυπικό εύρος 4,9 – 9,5m) και βάθος από 3,0 – 4,6m (με τυπική τιμή 3,7m). Η ροή των υγρών είναι οριζόντια και σχεδόν ήρεμη έτσι ώστε τα αιωρούμενα σωματίδια καθώς καθιζάνουν να συσσωματώνονται με αποτέλεσμα τη διαρκή αύξηση της ταχύτητας καθίζησής τους. Το άκρο εισροής είναι βαθύτερο σε σχέση με αυτό της εκροής λόγω του ότι η περισσότερη ιλύς καθιζάνει σε αυτό το σημείο: Συνήθως υπάρχει και ένας μηχανισμός απομάκρυνσης επιπλέοντων ο οποίος είναι προσκολλημένος στη γέφυρα.

- Κυκλικές δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης

Στις δεξαμενές αυτές τα υγρά απόβλητα εισέρχονται από το κέντρο της δεξαμενής. Η γέφυρα κινείται κυκλικά έχοντας το ένα άκρο αρθρωμένο στο κέντρο της δεξαμενής και το άλλο να κινείται περιφερειακά σε τροχό. Στη γέφυρα υπάρχει μηχανισμός ο οποίος είναι ενσωματωμένος, κωνικής μορφής, με εσωτερική ελαφριά κλίση ο οποίος σαρώνει την επιφάνεια του πυθμένα και διευκολύνει την συγκέντρωση ιλύος, στο κέντρο του πυθμένα. Με βάση τη μέση παροχή σχεδιασμού, ο χρόνος παραμονής των υγρών λαμβάνει τιμές από 1,5 έως 2,5 h (με τυπική τιμή 2h), η διάμετρος λαμβάνει τιμές από 3 έως 61m (με τυπικό εύρος 12,2 – 45,7m) και βάθος από 3-4,6m (με τυπική τιμή 3,7m). Η ροή στη κυκλική δεξαμενή είναι αξονική ενώ συνήθως υπάρχει μηχανισμός για την απομάκρυνση επιπλέοντων σωματιδίων.

3.6.2.4 Βιολογική Επεξεργασία

Η διαδικασία που λαμβάνει χώρα κατά τη βιολογική επεξεργασία είναι κατά βάση η αποδόμηση της αιωρούμενης βιομάζας, η μετατροπή δηλαδή των οργανικών ουσιών εν αιώρηση ή και άλλων συστατικών των λυμάτων σε αέρια και κυτταρικό ιστό.

Αερόβια βιολογική επεξεργασία πραγματοποιείται στις δεξαμενές αερισμού. Εκεί οι μικροοργανισμοί τροφοδοτούνται με οργανική ουσία και οξυγόνο, το οποίο παρέχεται εξαναγκασμένα μέσω συστημάτων διάχυσης αέρα, και στη συνέχεια αναπτύσσονται σε συσσωματίδια και απομακρύνονται συνεχώς από τον αντιδραστήρα της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης,

εξαιτίας της συνεχούς τροφοδοσίας με υγρά απόβλητα. Στις δεξαμενές τελικής καθίζησης ενσωματώνονται και καθιζάνουν υπό συνθήκες ηρεμίας.

(α) Αερισμός: Στις δεξαμενές αερισμού διενεργείται τροφοδοσία οξυγόνου. Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας του αέρα στο υγρό διακρίνονται σε συστήματα διάχυσης αέρα και σε συστήματα επιφανειακού αερισμού. Η διάχυση του αέρα διενεργείται διαμέσου των διαχυτών οι οποίοι χαρακτηρίζονται σε πορώδης και μη πορώδης.

(i) Αερισμός με διάχυση: Ο αερισμός με διάχυση χρησιμοποιεί αέρα ή οξυγόνο και το αέριο δημιουργείται και προωθείται με αεριστήρες. Η τροφοδοσία γίνεται διαμέσου αγωγών στον πυθμένα, ή πολύ κοντά στον πυθμένα της δεξαμενής, όπου οι διαχυτές μπορεί να παρέχουν φυσαλίδες μικρού, μέσου ή μεγάλου μεγέθους. Όσο πιο μικρή είναι η φυσαλίδα, τόσο μεγαλύτερη είναι η ενεργή επιφάνεια και επομένως και η απόδοση του συστήματος με τίμημα το μεγαλύτερο κόστος εγκατάσταση λειτουργίας και συντήρησης.

(ii) Επιφανειακός αερισμός: Στον επιφανειακό αερισμό οι αεριστήρες κατακόρυφου άξονα, αποτελούνται από μερικώς εμβυθισμένες προπέλες που κινούνται με μοτέρ ενώ οι αεριστήρες οριζόντιου άξονα είναι μερικώς εμβυθισμένοι στο υγρό και αποτελούνται από οριζόντιο άξονα με πέταλα προσαρμοσμένα σε αυτό.

Εντός των δεξαμενών αερισμού συντελείται η διαδικασία της νιτροποίησης – απονιτροποίησης. Οι δεξαμενές αυτές αποτελούνται είτε από διακεκριμένους δομικά αεριζόμενους και ανοξικούς θαλάμους συνήθως ορθογωνικής κάτοψης, είτε είναι ενιαίες με μορφή οξειδωτικής τάφρου με λειτουργικά διακρινόμενες αεριζόμενες και ανοξικές ζώνες. Στις ανοξικές περιοχές και υπό συνθήκες πολύ μικρής συγκέντρωσης οξυγόνου τα ανεπιθύμητα νιτρικά μετατρέπονται σε άζωτο το οποίο ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Στις αεριζόμενες περιοχές οι συνθήκες μεταβάλλονται σε έντονα αερόβιες και προκαλείται η διαδικασία της νιτροποίησης που μετατραπεί την αμμωνία που υπάρχει στα λύματα σε νιτρικά ιόντα. Ταυτόχρονα, καταναλώνεται το μεγαλύτερο μέρος του οργανικού φορτίου και απελευθερώνεται στον αέρα ως διοξείδιο του άνθρακα.

Της διαδικασίας αυτής μπορεί να προηγείται μια δεξαμενή βιολογικής αποφωσφόρωσης όπου υπό αναερόβιες συνθήκες απομακρύνεται ο φώσφορος.

Το ανάμεικτο υγρό της διαδικασίας νιτροποίησης απονιτροποίησης παρέχεται με υπερχείλιση στη διαδικασία της τελικής (δευτεροβάθμιας) καθίζησης.

(β) Τελική Καθίζηση

Σκοπός της τελικής καθίζησης, είναι πρώτον, η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών του ανάμικτου υγρού, ώστε η εκροή του συστήματος να είναι απαλλαγμένη από στερεά που συμβάλλουν στο συνολικό BOD και δεύτερον, η πύκνωση των στερεών, ώστε να διατηρείται εύκολα η συγκέντρωση των MLSS στην δεξαμενή αερισμού με την επανακυκλοφορία και να είναι οικονομική η επεξεργασία της λάσπης που απομακρύνεται, λόγω του μειωμένου όγκου της.

Συντελείται σε δεξαμενές τετράγωνης ορθογωνικής ή κυλινδρικής διατομής όπου η ιλύς καθιζάνει ενώ διαχωρίζεται από το υπερκείμενο υγρό. Οι μικροοργανισμοί ενσωματώνονται και καθιζάνουν, παρασύροντας αιωρούμενα στερεά μαζί τους στον πυθμένα όπως και στη διαδικασία της πρωτοβάθμιας καθίζησης.

Σε ορισμένα συστήματα μέρος της καθιζάνουσας στον πυθμένα ιλύς επιστρέφεται στην δεξαμενή αερισμού για τη δημιουργία συνθηκών αποδόμησης και οξείδωσης των εισερχόμενων λυμάτων παρουσία οξυγόνου, ενώ η περίσσεια προωθείται για περαιτέρω επεξεργασία μετά τη συγκέντρωσή της στον πυθμένα της δεξαμενής. Το υπερκείμενο νερό διαφεύγει επιφανειακά διαμέσου του υπερχειλιστή για περαιτέρω καθαρισμό, απολύμανση ή διάθεση.

3.6.2.5 Τριτοβάθμια (Χημική) Επεξεργασία

Αναφερόμενος στην τριτοβάθμια επεξεργασία εννοούμε την απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων. Σκοπός της απολύμανσης είναι η καταστροφή τω παθογόνων μικροοργανισμών των αποβλήτων ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση ασθενειών μέσω του νερού του αποδέκτη. Είναι το μοναδικό στάδιο επεξεργασίας με αποκλειστικό σκοπό την καταστροφή των

παθογόνων μικροοργανισμών, αν και μερική απομάκρυνση ή καταστροφή τους γίνεται και στα άλλα στάδια επεξεργασίας.

Η διαδικασία της απολύμανσης είναι συνήθως χημική και πραγματοποιείται με τη χρήση κυρίως χλωρίου αλλά και άλλων χημικών ουσιών όπως το όζον, το βρώμιο και διάφορες ενώσεις του χλωρίου όπως το διοξείδιο του χλωρίου. Τέλος η απολύμανση μπορεί να επιτευχθεί και με φυσικά μέσα όπως η θερμότητα καθώς και με τη χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας UV (Ultra Violet). Λόγω του ότι τα χλωριωμένα απόβλητα έχουν αρνητικές επιπτώσεις στους αποδέκτες έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι αποχλωρίωσης, ενώ η μέθοδος απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία κερδίζει έδαφος τα τελευταία χρόνια.

3.6.2.6 Προωθημένη Επεξεργασία

Κατά την προωθημένη επεξεργασία πραγματοποιείται η τελική διύλιση του νερού μετά τη βιολογική του επεξεργασία κάτι το οποίο επιλέγεται μόνον στην περίπτωση που η τελική διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων θα γίνεται για ειδικές χρήσεις όπως για άρδευση ειδικών καλλιεργειών ή σε αποδέκτες που χρησιμοποιούν άμεσα το νερό.

Στην προωθημένη επεξεργασία χρησιμοποιούνται συνήθως κλίνες διύλισης μέσω φίλτρου ή άμμου ή συνδυασμένου φίλτρου άμμου – ανθρακίτης καθώς και μηχανικά φίλτρα μεμβρανών.

3.7 Επεξεργασία Ιλύος

Στις Μονάδες Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων όπως προαναφέρθηκε, παράγονται βιοστερεά (ιλύς) σε διάφορα σημεία της διαδικασίας. Τα βιοστερεά πρέπει να υφίστανται επεξεργασία πριν τη διάθεσή τους στο περιβάλλον, διότι περιέχουν ένα σημαντικό μέρος του αρχικού φορτίου ρύπανσης που περιέχουν τα υγρά απόβλητα. Ένα τμήμα του φορτίου των βιοστερεών βρίσκεται στην αρχική μορφή, ενώ ένα άλλο παράγεται από τις φυσικοχημικές και βιολογικές διεργασίες μέσω των οποίων παράγονται τα βιοστερεά. Για να διατεθούν τα βιοστερεά στο περιβάλλον πρέπει να περάσουν από ειδική επεξεργασία, διαφορετικά η περιεχόμενη οργανική ύλη

θα αποσυντεθεί, έχοντας αποτελέσματα ανάλογα με αυτά των ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων.

Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας των βιοστερεών αποτελούν ένα σημαντικό τμήμα των βιοστερεών αποτελούν ένα σημαντικό τμήμα των ΜΕΑΛ, ενώ στην πραγματικότητα, η επεξεργασία και η τελική διάθεσή τους αφού έχουν σταθεροποιηθεί αποτελούν τη βασικότερη διαδικασία επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Η επεξεργασία αυτή αποσκοπεί: (α) στη μείωση του όγκου τους και (β) στη σταθεροποίηση, που πραγματοποιείται με τη μείωση των βιοαποδομίσιμων οργανικών ουσιών και των παθογόνων μικρό-οργανισμών.

3.7.1 Στάδια Επεξεργασίας Γραμμής Ιλύος

Οι διεργασίες που εφαρμόζονται για την επεξεργασία της ιλύος ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες:

<u>Γραμμή Επεξεργασίας Ιλύος</u>

- Πάχυνση της ιλύος
- Σταθεροποίηση της ιλύος
- Αφυδάτωση της ιλύος
- Τελική διάθεση

Η διαδικασία επεξεργασίας της ιλύος είναι δυνατόν να περιλαμβάνει μία ή να συνδυάζει περισσότερες της μίας διεργασίες.

3.7.2 Περιγραφή Γραμμής Επεξεργασίας Ιλύος

3.7.2.1 Πάχυνση της Ιλύος

Η πάχυνση της Ιλύος αποσκοπεί στη μείωση του όγκου της που επιτυγχάνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης των στερεών της και με την απομάκρυνση μέρους του νερού που περιέχει. Η μείωση αυτή έχει σαν αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του κόστους των μονάδων επεξεργασίας (αύξηση της συγκέντρωσης της ιλύος από 1% σε 3% επιφέρει μείωση του όγκου της κατά 1/3) ενώ παράλληλα αυξάνει την απόδοσή τους.

Η μείωση του όγκου της ιλύος μπορεί να επιτευχθεί με ένα από τους παρακάτω τρόπους:

(α) με βαρύτητα

(β) με επίπλευση με αέρα

(γ) με μηχανικά μέσα

(i) Πάχυνση με βαρύτητα

Οι παχυντές βαρύτητας έχουν αρκετά κοινά με τις δεξαμενές καθίζησης. Η ιλύς τροφοδοτείται συνεχώς σε αυτούς και καθώς αναμιγνύεται ελαφρά, γίνεται διάσπαση της μάζας από το δικτυωτό του ξέστρου ή από ειδικές κατακόρυφες ράβδους και διανοίγονται έτσι κενά, που διευκολύνουν την άνοδο των υγρών, ενώ η συμπυκνωμένη ιλύς καθιζάνει με τη βαρύτητα. Παράλληλα σχηματίζεται ένα στρώμα ιλύος κοντά στον πυθμένα, όπου γίνεται συμπίεση και συμπύκνωση της ιλύος, ενώ στο πάνω μέρος συγκεντρώνεται σχετικά καθαρό υγρό και ενδιάμεσα επικρατούν συνθήκες εμποδιζόμενης καθίζησης.

Τα υπερχειλίζοντα υγρά επιστρέφουν στην πρωτοβάθμια καθίζηση, ενώ η συμπυκνωμένη ιλύς οδηγείται από τον πυθμένα στη δεξαμενή χώνευσης ή σε άλλη μονάδα επεξεργασίας.

Οι παχυντές με κανονικές συνθήκες λειτουργίας, μπορεί να απομακρύνουν μέχρι τα 95% περίπου των στερεών με εξαίρεση ίσως το μείγμα πρωτοβάθμιας και ενεργού ιλύος, για το οποίο είναι δύσκολο να εξασφαλιστεί η απόδοση αυτή. Το βάθος των παχυντών πρέπει να είναι αρκετό, ώστε να εξασφαλίζεται το απαραίτητο ύψος συμπίεσης, ο χώρος εμποδιζόμενης καθίζησης, και το περιθώριο ασφαλείας για αποθήκευση της πυκνής ιλύος. Για αστικά υγρά απόβλητα συνήθως το βάθος που επιλέγεται είναι βάθος από 3,0 έως 3,5m.

(ii) Πάχυνση με επίπλευση

Η πάχυνση με επίπλευση πλεονεκτεί αυτής με βαρύτητα στο ότι απαιτεί μικρότερη επιφάνεια και όγκο και στο ότι είναι αποδοτικότερη για ιλύς με κολλοειδή χαρακτηριστικά (ενεργός ιλύς). Επίσης παρουσιάζει λιγότερα προβλήματα οσμών λόγω αερισμού ενώ παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου –

εξισορρόπησης της παροχής της λάσπης. Μειονεκτεί όμως από οικονομική πλευρά και έχει μικρή ικανότητα αποθήκευσης λάσπης.

Ο διαχωρισμός των αιωρούμενων στερεών με επίπλευση ακολουθεί τους ίδιους νόμους με την καθίζηση, αλλά σε αντίστροφο δυναμικό πεδίο. Η απόδοση του συστήματος επίπλευσης είναι πιο ομοιόμορφη και μεγαλύτερη, όσο οι φυσαλίδες είναι μικρότερες, λόγω του ότι εξαιτίας της μικρής ανοδικής ροής διασκορπίζονται με την οριζόντια κίνηση σε ολόκληρη την έκταση της δεξαμενής. Η επίπλευση γίνεται με: (α) διασκορπισμό αέρος με διαχυτές, β) διάλυση αέρα υπό πίεση και έκλυση στη συνέχεια του αέρα, (γ) έκλυση αέρα υπό κενό και δ) παραγωγή αερίου με βιολογικό τρόπο.

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος είναι αυτή του διαλυμένου αέρα. Σε αυτό το είδος πάχυνσης ο αέρας εισάγεται με πίεση μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική στη λάσπη εισροής, μέσα σε κατάλληλο θάλαμο. Στη συνέχεια η λάσπη εισάγεται στη δεξαμενή πύκνωσης και ο αέρας που απελευθερώνεται σε μικρές φυσαλίδες παρασύρει τα στερεά στην επιφάνεια, όπου πυκνώνονται και στη συνέχεια απομακρύνονται

(iii) Πάχυνση με μηχανικά μέσα

Η πάχυνση της ιλύος με μηχανικά μέσα είναι σήμερα η πιο διαδεδομένη διεργασία. Βασίζεται κυρίως στον φυσικό μηχανισμό της φυγόκεντρου δύναμης, κάτω από την επίδραση της οποίας τα στερεά της ιλύος διαχωρίζονται από το υγρό και συμπυκνώνονται. Σε αυτή τη διαδικασία η ιλύς τοποθετείται σε περιστρεφόμενο θάλαμο. Με την περιστροφή του αιωρήματος της ιλύος, που προκαλείται εξαιτίας της περιστροφής του καλύμματος, εφαρμόζονται υψηλές δυνάμεις και έτσι, επιταχύνεται η πάχυνση της ιλύος.

3.7.2.2 Σταθεροποίηση της Ιλύος

Σκοπός της σταθεροποίησης της λάσπης είναι η μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών, των οσμών και της δυνατότητας της λάσπης να γίνει σηπτική. Η σταθεροποίηση της λάσπης μπορεί να επιτευχθεί με τη χημική ή βιολογική οξείδωση του οργανικού της μέρους και τη δημιουργία συνθηκών κατάλληλων για την επιβίωση των μικροοργανισμών. Οι κυριότερες διεργασίες σταθεροποίησης είναι:

α) η αναερόβια χώνευση,

β) η αερόβια χώνευση,

γ) η κομποστοποίηση

δ) η σταθεροποίηση με χρήση ασβέστη

ε) οι λίμνες σταθεροποίησης

(I) Αναερόβια Χώνευση

Η αναερόβια χώνευση είναι μια σειρά από πολύπλοκες βιολογικές διεργασίες που γίνονται από διάφορους μικροοργανισμούς.

Η αναερόβια χώνευση της ιλύος επιτρέπει την παραγωγή μεθανίου, έτσι, ώστε να ελαττωθεί η οργανική ύλη από την υγρή φάση και να σταθεροποιηθούν όλα τα στερεά, που υπάρχουν στη εισροή ή παράγονται στη διάρκεια της χώνευσης, ενώ παράλληλα επιδρά στην απενεργοποίηση των παθογόνων. Διακρίνεται σε τρία στάδια τα οποία είναι:

α) Υδρόλυση της διακεκριμένες οργανικής ύλης προς διαλυτά υποστρώματα

β) Ζύμωση των υποστρωμάτων αυτών και παραγωγή οξικού οξέος (με τη βοήθεια οξυβακτήριων), διοξειδίου του άνθρακα και αέριου υδρογόνου.

γ) Μετατροπή του οξικού οξέος, του αερίου υδρογόνου και μέρους του διοξειδίου του άνθρακα, με μεθάνιο (με τη βοήθεια μεθανοβακτήριων).

Οι δύο βασικοί τόποι της αναερόβιας χώνευσης είναι αυτοί της χαμηλής και της υψηλής φόρτισης. Ο παλαιότερος τύπος αναερόβιας χώνευσης είναι αυτός της χαμηλής φόρτισης. Σε αυτόν δεν υπάρχει ανάμειξη, εκτός από αυτή που δημιουργεί η κίνηση των φυσαλίδων του αερίου που παράγεται. Επίσης είναι συνηθισμένο να μην χρειάζεται θέρμανση για την επιτάχυνση της διαδικασίας, έτσι ο χωνευτής είναι ουσιαστικά ένας χώρος αποθήκευσης της ιλύος. Η απουσία ανάμειξης έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία στρωμάτων και έτσι, ο ωφέλιμος όγκος περιορίζεται περίπου στο 50% του συνολικού.

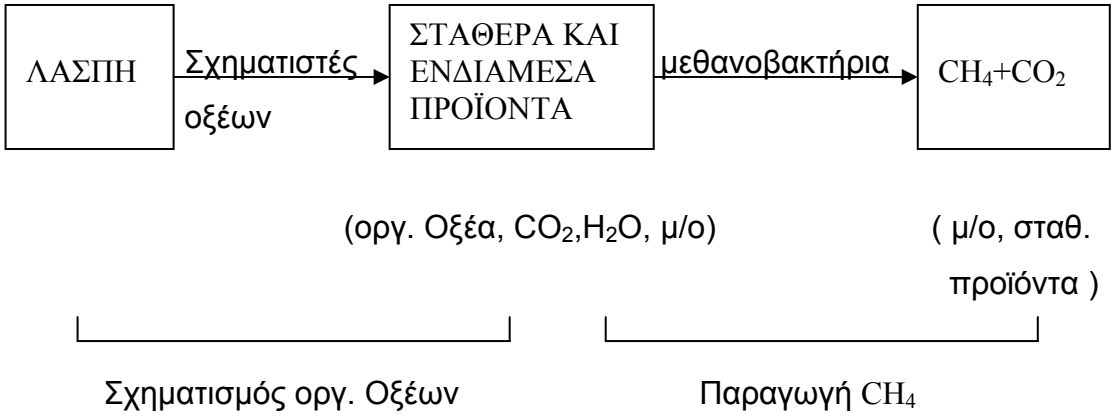
Η λειτουργία αυτού του τύπου χωνευτή μπορεί να είναι συνεχής ή όχι και οι συνηθισμένοι χρόνοι παραμονής κυμαίνονται από 30 έως 60 ημέρες. Ο τύπος αυτός εφαρμόζεται πλέον πολύ σπάνια, και κυρίως σε μικρές εγκαταστάσεις, εξαιτίας των διαφόρων μειονεκτημάτων του και κυρίως εξαιτίας, της μη πλήρους αξιοποίησης του όγκου του χωνευτή.

Οι χωνευτές υψηλής φόρτισης αναπτύχθηκαν για να εξαλειφθούν τα διάφορα μειονεκτήματα που παρουσιάζει ο τύπος της χαμηλής φόρτισης. Τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι η πλήρης ανάμειξη, η θέρμανση, η ομοιόμορφη τροφοδοσία ιλύος στην εισροή και η συνεχής λειτουργία. Αυτά τα χαρακτηριστικά έχουν ως αποτέλεσμα την αποδοτικότερη λειτουργία της χώνευσης. Σε αυτό το τύπο χώνευσης υπάρχει πλήρης ανάμειξη και για το λόγο αυτό απαιτείται κάποια μονάδα διαχωρισμού των στερεών. Η πιο συνηθισμένη τέτοια μονάδα είναι ο δευτεροβάθμιος χωνευτής, οπότε η χώνευση γίνεται σε δύο στάδια.

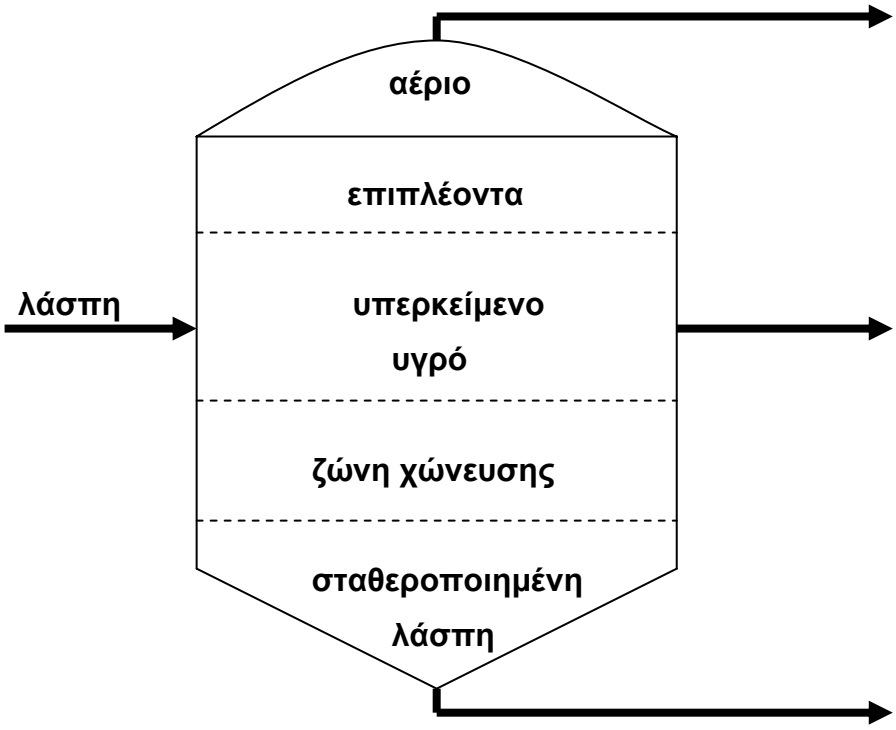
Οι συνηθισμένοι χρόνοι παραμονής για το τύπο αυτό των χωνευτών κυμαίνονται από 10 έως 15 ημέρες αλλά μπορεί να φτάσουν και τις 25 ημέρες.

Τα βασικά πλεονεκτήματα της αναερόβιας χώνευσης είναι η παραγωγή βιοαερίου, η μείωση των στερεών κατά 25-40%, η δυνατότητα υψηλών φορτίσεων στερεών στους χωνευτές και η παραγωγή σταθεροποιημένων βιοστερεών κατάλληλων για εμπλουτισμό του εδάφους.

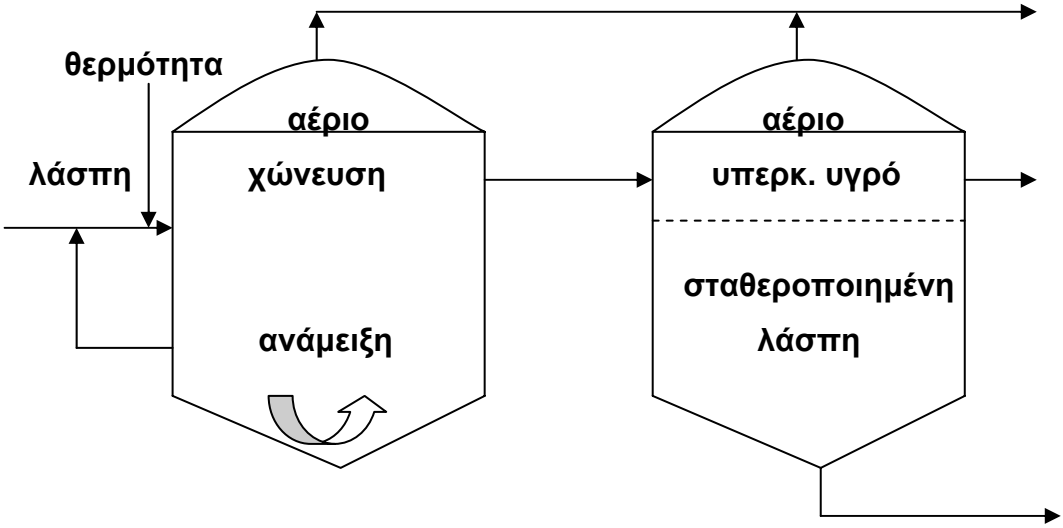
Τα μειονεκτήματα της αναερόβιας χώνευσης είναι το μεγάλο αρχικό κόστος, η ευαισθησία της διεργασίας σε αλλαγές συνθηκών λειτουργίας και η πολυπλοκότητα της λειτουργίας και του ελέγχου της.



Σχήμα 3.1: Βιολογική διαδικασία αναερόβιας χώνευσης



Σχήμα 3.2: Χωνευτής χαμηλής φόρτισης



Σχήμα 3.3: Αναερόβια χώνευση υψηλής φόρτισης δύο σταδίων

(ii) Αερόβια Χώνευση

Η αερόβια χώνευση είναι μια διαδικασία σταθεροποίησης της ιλύος στην οποία αερόβιες βιολογικές αντιδράσεις καταστρέφουν τα αποικοδομήσιμα βιολογικά οργανικά συστατικά της ιλύος. Στα συστήματα ενεργού ιλύος η αερόβια σταθεροποίηση της ιλύος είναι παραπλήσια βιολογική διαδικασία με αυτή του παρατεταμένου αερισμού. Σε αυτήν επιδιώκεται με μακροχρόνιο αερισμό της ιλύος να αρχίσει ή να συνεχιστεί η βιολογική δράση των αερόβιων μικροοργανισμών και μετά από τη φάση της σύνθεσης νέου κυτταρικού υλικού, μέχρι να επιτευχθεί αυτό-οξείδωση. Καθώς δηλαδή, ελαττώνεται το διαθέσιμο θρεπτικό υπόστρωμα, οι μικροοργανισμοί αρχίζουν να καταναλίσκουν δική τους οργανική ουσία για την απαραίτητη ενέργεια διατήρησής τους και έτσι φτάνουν στην καθαρά ενδογενή φάση.

Η πιο συνηθισμένη εφαρμογή της αερόβιας χώνευσης είναι για την ενδογενή οξείδωση ενεργού ιλύος σε μονάδες χωρίς πρωτοβάθμια καθίζηση. Σε όποια συστήματα πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας ιλύος όμως εφαρμόζεται, γίνονται παράλληλα δύο βιολογικές δράσεις, άμεση οξείδωση των οργανικών ουσιών της πρωτοβάθμιας ιλύος, και ενδογενής οξείδωση του κυτταρικού υλικού της δευτεροβάθμιας ιλύος. Κατά την οξείδωση ελευθερώνεται πολύ περισσότερη θερμική ενέργεια από ότι κατά τις αναγωγικές αντιδράσεις, με αποτέλεσμα τα αερόβια βακτήρια να δρουν ταχύτερα από τα μεθανοβακτήρια. Το ποσοστό του μη διασπάσιμου κυτταρικού υλικού είναι μεγαλύτερο κατά την αερόβια χώνευση.

Τα βασικά είδη αερόβιας χώνευσης είναι τα παρακάτω:

α) Συμβατική σε κλειστό αντιδραστήρα

β) Συμβατική συνεχής

γ) Θερμοφιλική αυτοθερμαινόμενη

δ) Με χωνευτή χωρισμένο σε τμήματα

Το τελευταίο εφαρμόζεται και στη μονάδα επεξεργασίας αστικών λυμάτων του Ρεθύμνου Κρήτης. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι κατάλληλη για χώνευση περίσσειας ενεργού ιλύος από μικρές εγκαταστάσεις. Ο χωνευτής είναι χωρισμένος είτε σε 3 τμήματα, για λάσπη από συστήματα παρατεταμένου αερισμού, είτε σε 5 τμήματα, για λάσπη από συμβατικά συστήματα και ο αριθμός των τμημάτων που βρίσκονται σε λειτουργία εξαρτάται από τις συνθήκες που επιβάλλουν οι μονάδες επεξεργασίας πριν

και μετά τη χώνευση. Βασικά πλεονεκτήματα είναι η δυνατότητά του για αποθήκευση της λάσπης στο χωνευτή το ότι δεν επηρεάζεται από τη λειτουργία των μονάδων αφυδάτωσης που ακολουθούν, το ότι η χρήση της ενέργειας είναι προσαρμοσμένη στις απαιτήσεις σταθεροποίησης και το ότι έχει μεγάλη ευελιξία.

(iii) Κομποστοποίηση

Σκοπός της κομποστοποίησης είναι η μετατροπή της ιλύος σε ένα σταθερό και σχετικά ασφαλές τελικό προϊόν. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αερόβια θερμοφιλική σταθεροποίηση του οργανικού μέρους της, την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών της και μειώνοντας τον όγκο και το βάρος της με την εξάτμιση του νερού της. Το προϊόν που παράγεται τελικά μοιάζει στην υφή με χώμα και διατίθεται ως βελτιωτικό εδάφους. Είναι ένα υλικό οργανικά σταθερό, χωρίς οσμές και παθογόνα υλικά, περιβαλλοντικά ασφαλές και εύκολα να μεταφερθεί, αποθηκευτεί και πωληθεί χωρίς κάποια ιδιαίτερα προβλήματα. Άλλα πλεονεκτήματα της διαδικασίας αυτής είναι το γεγονός ότι πρόκειται για διαδικασία απλή, χωρίς απαιτήσεις προηγούμενης επεξεργασίας της ιλύος, αν εξαιρέσουμε την αφυδάτωσή της, με κόστος παραπλήσιο με άλλες μεθόδους, ενώ μπορεί να δημιουργήσει εισόδημα από την πώλησή του τελικού προϊόντος. Επίσης απαιτεί μικρή κατανάλωση ενέργειας και προσαρμόζεται εύκολα σε ποικιλία συνθηκών. Τα μειονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι η δημιουργία σκόνης και οσμών, η απαίτηση σχετικά μεγάλων εκτάσεων γης και στο ότι μπορεί να επηρεάζεται από τις κακές καιρικές συνθήκες.

(iv) Σταθεροποίηση ιλύος με ασβέστη

Η σταθεροποίηση με ασβέστη γίνεται με προσθήκη ασβέστη στη λάσπη, ώστε το PH της λάσπης να ανέβει τουλάχιστον στο 12, για περίπου 2 ώρες, κάτι που έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών και των οσμών καθώς και της δυνατότητας της ιλύος να γίνει σηπτική.

Βασικά πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι το χαμηλό αρχικό κόστος, η απλότητα λειτουργίας της και το ότι είναι η πιο κατάλληλη μέθοδος σταθεροποίησης στην περίπτωση τελικής διάθεσης της ιλύος στο έδαφος.

Βασικά μειονεκτήματά της είναι ότι η σταθεροποίηση δεν είναι μόνιμη, δεν μειώνει τα στερεά της ιλύος, όπως η αερόβια ή αναερόβια χώνευση, αλλά αντιθέτως τα αυξάνει και κατά συνέπεια αυξάνει και την ποσότητά της και το κόστος μεταφοράς της. Τέλος μειονέκτημα αποτελεί και η πιθανότητα δημιουργίας προβλημάτων στην αφυδάτωση της σταθεροποιημένης ιλύος και η πιθανή δημιουργία προβλημάτων σε μια εγκατάσταση από την επανακυκλοφορία υπερκείμενων υγρών.

Η σταθεροποίηση με ασβέστη εφαρμόζεται κυρίως σε μικρές εγκαταστάσεις και μάλιστα στις περιπτώσεις τελικής διάθεσης της ιλύος στο έδαφος. Εξαιτίας της φύσης της, συνηθίζεται να χρησιμοποιείται ως εφεδρική κάποιας άλλης μορφής σταθεροποίησης ή ως προσωρινή ενόψει κάποιας μονιμότερης.

(v) Λίμνες σταθεροποίησης ιλύος

Οι λίμνες σταθεροποίησης αποτελούν μια διαφορετική μέθοδο κατά την οποία η ιλύς σταθεροποιείται με ένα συνδυασμό αερόβιων και αναερόβιων διεργασιών. Έτσι τα στερεά που καθιζάνουν στον πυθμένα της λίμνης αποσυντίθενται αναερόβια και μετατρέπονται κυρίως σε μεθάνιο που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα, αλλά και σε τελικά προϊόντα όπως οργανικά οξέα και αμμωνία. Όταν στο αναερόβιο στρώμα του πυθμένα οι συνθήκες επιτρέπουν τη διατήρηση συγκεντρώσεων διαλυμένου οξυγόνου άνω του 2mg/L, τότε δημιουργείται ένα αερόβιο στρώμα, όπου τα διάφορα τελικά προϊόντα σταθεροποιούνται σε αερόβιες διαδικασίες, παράλληλα με τις διαλυμένες οργανικές ουσίες που προστίθενται με τη νεοεισερχόμενη ιλύ.

Τα βασικά πλεονεκτήματα των λιμνών σταθεροποίησης ιλύος είναι η απλή κατασκευή και λειτουργία τους και μη μικρή κατανάλωση ενέργειας συγκριτικά με την αερόβια χώνευση. Το μεγαλύτερο μειονέκτημά τους είναι η μεγάλη επιφάνεια που απαιτούν. Οι λίμνες σταθεροποίησης ιλύος, χρησιμοποιούνται κυρίως σε μικρές εγκαταστάσεις σε αντικατάσταση των αερόβιων χωνευτών για την σταθεροποίηση περίσσιας ενεργού ιλύος.

3.7.2.3 Αφυδάτωση της ιλύος

Η αφυδάτωση της ιλύος σκοπεύει στην αύξηση της συγκέντρωσης των στερεών της ιλύος σε υψηλά επίπεδα με την απομάκρυνση της υγρασίας.

Μετά τη διαδικασία της αφυδάτωσης, η ιλύς βρίσκεται σε κατάσταση στεγνή και με όγκο μικρότερο, γεγονός που κάνει τη μεταφορά της ευκολότερη και φθηνότερη. Επίσης, η αφυδάτωση της ιλύος μειώνει το κόστος της επιπλέον επεξεργασίας της και δεν προκαλεί ρύπανση.

Η αφυδάτωση γίνεται είτε με φυσική εξάτμιση και αποστράγγιση του νερού της λάσπης (κλίνες και λίμνες ξήρανσης) ή με διάφορα μηχανικά μέσα (φυγοκέντρηση, φίλτρα)

i) Κλίνες ξήρανσης

Οι κλίνες ξήρανσης της ιλύος έχουν χρησιμοποιηθεί ευρύτατα για την αφυδάτωση της ιλύος σε μονάδες στην Ελλάδα. Τα τελευταία χρόνια όμως η μέθοδος αυτή τείνει να εγκαταλειφθεί. Οι κλίνες ξήρανσης είναι διατάξεις, όπου γίνεται ταυτόχρονα διήθηση και εξάτμιση του νερού που περιέχουν.
Χρησιμοποιούν τους εξής μηχανισμούς αφυδάτωσης:

α) Διήθηση του νερού της ιλύος μέσα στις κλίνες, διαδικασία που διαρκεί 1-3 μέρες και καταλήγει σε συγκεντρώσεις στερεών 15-25%.

β) Εξάτμιση του νερού, που εξαρτάται από διάφορους κλιματικούς παράγοντες ανάλογα με την περιοχή, και αποτελεί μια διαδικασία με ρυθμό μικρότερο από αυτόν της διήθησης.

Οι κλίνες ξήρανσης αποτελούν μια απλή μέθοδο αφυδάτωσης με χαμηλό αρχικό κόστος, χωρίς την ανάγκη μεγάλης κατανάλωσης ενέργειας. Επίσης η λειτουργία τους δεν επηρεάζεται από μεταβολές των χαρακτηριστικών της ιλύος, δεν αποκτούν συνήθως πρόσθεση χημικών, ενώ μπορούν να επιτύχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αφυδατωμένης ιλύος από τη χρήση μηχανικών μεθόδων.

Στον αντίποδα των παραπάνω όμως, παρατηρούμε ότι υπάρχει έλλειψη επαρκών στοιχείων για τον ορθολογικό σχεδιασμό τους, έχουν περιορισμένη εφαρμογή μόνο για σταθεροποιημένες ιλύες, δημιουργούν αισθητικά προβλήματα σε κατοικημένες περιοχές, απαιτούν μεγάλη επιφάνεια, ενώ τέλος απαιτείται επίμονη εργασία για την απομάκρυνση της αφυδατωμένης ιλύος.

ii) Λίμνες ξήρανσης

Οι λίμνες ξήρανσης είναι μέθοδος αφυδάτωσης παρόμοια με τις κλίνες ξήρανσης, όπου η αφυδάτωση πραγματοποιείται με εξάτμιση, με αποτέλεσμα

η μέθοδος αυτή να είναι κατάλληλη για περιοχές με αυξημένους ρυθμούς εξάτμισης.

Οι λίμνες είναι χωμάτινες, βάθους από 0,6 έως 1,2m και πρέπει να είναι εφοδιασμένες με τον κατάλληλο εξοπλισμό για συλλογή και επαναφορά του υπερκείμενου υγρού στην αρχή της εγκατάστασης.

Η ιλύς πρέπει να είναι σταθεροποιημένη για να μη δημιουργούνται προβλήματα οσμών, εντόμων κ.τ.λ. και η απομάκρυνσή της γίνεται κάθε 1-3 έτη.

Οι λίμνες ξήρανσης έχουν χαμηλό κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για απόρριψη της ιλύς σε περίπτωση ανάγκης. Παρουσιάζουν όμως ενοχλήσεις οσμών και εντόμων, αποτελούν πιθανή αιτία ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα ενώ έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε επιφάνεια γης.

iii) Αφυδάτωση με μηχανικά μέσα

Αποτελεί την πιο διαδεδομένη μέθοδο αφυδάτωσης και βασίζεται στους δύο παρακάτω φυσικούς μηχανισμούς:

<u>α) Φυγόκεντρο δύναμη</u>

Κατά τη μέθοδο της φυγοκέντρησης η οποία χρησιμοποιείται και στην πάχυνση της ιλύος, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η ιλύς τοποθετείται σε περιστρεφόμενο θάλαμο, όπου τα στερεά της ιλύος διαχωρίζονται από το υγρό και συμπυκνώνονται.

Βασικά πλεονεκτήματα της φυγοκέντρησης είναι ότι δεν απαιτεί πάντα χρήση χημικών, προσαρμόζεται σε διάφορες απαιτήσεις απόδοσης, δεν επηρεάζεται από την παρουσία άμμου, έχει χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης, δεν χρειάζεται συνεχή παρακολούθηση, είναι λειτουργία σχετικά απλή, και είναι ιδιαίτερα αποδοτική για δύσκολα αφυδατώσιμες ιλύες. Μειονεκτεί όμως στο ότι απαιτεί ειδική συσκευή υποστήριξης, καταναλώνει πολύ ενέργεια ανά μονάδα όγκου ιλύος, έχει περιορισμένη δυνατότητα όσο αφορά την ποσότητα ιλύος που μπορεί να αφυδατώσει, και για εύκολα αφυδατωμένες ιλύες έχει το μεγαλύτερο αρχικό κόστος ανά μονάδα όγκου.

<u>β) Διήθηση</u>

Στην αφυδάτωση με διήθηση η ιλύς τοποθετείται επάνω σε ένα διηθητικό μέσο και δημιουργεί μια διαφορά πίεσης μεταξύ των δύο πλευρών

του μέσου, η οποία οδηγεί το νερό μέσα από αυτό και τα στερεά παραμένουν επάνω στο διηθητικό μέσο.

Στην αφυδάτωση με διήθηση περιλαμβάνονται τα φίλτρα κενού, οι ταινιοφιλτρόπρεσσες και τα φίλτρα πίεσης.

Τα φίλτρα κενού αποτελούνται από περιστρεφόμενο τύμπανο που είναι μερικά βυθισμένο στην ιλύ που πρόκειται να αφυδατωθεί. Με τη δημιουργία κενού τα στερεά της ιλύος προσκολλούνται στο τύμπανο, το νερό διηθείται, με την περιστροφή επέρχεται παραπέρα αφυδάτωση και τέλος τα στερεά απομακρύνονται με ξέστρο.

Τα φίλτρα κενού δεν απαιτούν ειδικευμένο προσωπικό ούτε συνεχή συντήρηση, αλλά καταναλώνουν την υψηλότερη ενέργεια ανά μονάδα όγκου ιλύος και απαιτούν συνεχή παρακολούθηση.

Στις ταινιοφιλτρόπρεσσες, η ιλύς που πρόκειται να αφυδατωθεί τροφοδοτείται στην ταινία διήθησης και στην αρχή της διάταξης γίνεται στράγγισμα της ιλύος. Στη συνέχεια η ιλύς συμπιέζεται ρυθμιζόμενα από την ταινία συμπίεσης που κινείται με την ίδια ταχύτητα και προς την ίδια κατεύθυνση με την ταινία διήθησης.

Οι ταινιοφιλτρόπρεσσες έχουν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και πολύ υψηλές αποδόσεις σε υψηλές πιέσεις. Η απόδοσή τους όμως, επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά της ιλύος, ενώ επίσης έχουν μειωμένη υδραυλική ικανότητα και παραβιάζουν φθορά του διηθητικού μέσου μεγαλύτερη από τα άλλα μηχανικά μέσα.

Τα φίλτρα πίεσης αποτελούνται από σειρά κατακόρυφων κοίλων πλακών που φέρουν διηθητικό μέσο. Η ιλύς διοχετεύεται με αντλίες στις πλάκες, μέχρι να δημιουργηθεί η απαιτούμενη για την αφυδάτωση πίεση, που προκαλεί τη διήθηση του νερού και τη συγκράτηση των στερεών στις πλάκες. Για την απομάκρυνση της ιλύς οι πλάκες ανοίγονται.

Το βασικό πλεονέκτημά τους είναι η υψηλή συγκέντρωση αφυδατωμένης ιλύος που δίνουν σε σχέση με τις άλλες μεθόδους, ενώ τα μειονεκτήματά τους είναι ότι λειτουργούν σε κύκλους, έχουν υψηλό αρχικό κόστος και κόστος λειτουργίας και απαιτούν ειδική κατασκευή υποστήριξης και μεγάλη επιφάνεια.

3.7.2.4 Τελική διάθεση τη ιλύος

Κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων παράγονται μεγάλες ποσότητες βιοστερεών με μεγάλο ρυπαντικό φορτίο οι οποίες αποκτούν ασφαλείς για το περιβάλλον μεθόδους διάθεσης ή χρησιμοποίησής τους.

Τα σταθεροποιημένα και αφυδατωμένα – βιοστερεά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε γεωργικές ή δασικές εκτάσεις και σε διαμόρφωση τοπίων αλλά με περιορισμούς σε συνδυασμό με κατάλληλες λειτουργικές επεξεργασίες. Η αποτέφρωση, συχνά με ανάκτηση ενέργειας, αποτελεί μια εναλλακτική επιλογή η οποία όμως είναι δαπανηρή και όχι ιδιαίτερα δημοφιλής, λόγω των προβληματισμών που σχετίζονται με την πιθανότητα ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Επεξεργασίες όπως η κομποστοποίηση, η σταθεροποίηση με ασβέστη κ.τ.λ., μπορούν να εξαλείψουν τα παθογόνα και να εξυγιάνουν την ιλύ επιτρέποντας την ευρεία χρήση της χωρίς περιορισμούς. Η ξήρανση της ιλύος προσφέρει επίσης μια εναλλακτική χρήση της ιλύος ως καυσίμου σε τσιμεντοβιομηχανίες ή σε εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας. Τέλος μια ακόμη δυνατότητα διάθεσης της ιλύος είναι αυτή της υγειονομικής ταφής της, δηλαδή της εναπόθεσης της στο έδαφος και της επικάλυψης της με χώμα.

Στην περίπτωση της παραγόμενης ιλύος σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων η κύρια μέθοδος ανακύκλωσης είναι η γεωργική χρήση της ιλύος ως εδαφοβελτιωτικό.

3.7.3 Βιολογική επεξεργασία με Παρατεταμένο Αερισμό

Είναι μια παραλλαγή της μεθόδου ενεργού ιλύος, όπου η αερόβια σταθεροποίηση της λάσπης γίνεται στις ίδιες τις δεξαμενές αερισμού και παραλείπεται η δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στις περισσότερες πόλεις μικρού ή και μεσαίου μεγέθους (εφαρμόζεται ευρύτατα και στην Ελλάδα). Ένα σύστημα βιολογικού καθαρισμού με παρατεταμένο αερισμό περιλαμβάνει τον βιολογικό αντιδραστήρα που είναι κυρίως οι δεξαμενές αερισμού, τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης, τα συστήματα επεξεργασίας της λάσπης και τις δεξαμενές απολύμανσης. Μπορεί επίσης να περιλαμβάνει και ανοξικές δεξαμενές για απονιτροποίηση, για βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου, δεξαμενές επιλογής βακτηρίων, συστήματα βιοδίσκων κ.ά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ MICROSOFT ACCESS

4.1 Τι είναι μία βάση δεδομένων

Μία βάση δεδομένων, χρησιμοποιώντας απλά λόγια, είναι ένα σύνολο από πληροφορίες που έχουν οργανωθεί ώστε η χρήση αυτών των πληροφοριών να είναι γρήγορη και αποτελεσματική.

Ο όρος **σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων (database management system - DBMS)** χρησιμοποιείται από την αρχή της εξέλιξης των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Τα συστήματα DBMS εδώ και πολλά χρόνια βρίσκει βασική χρήση στην οργάνωση και διαχείριση μεγάλων όγκων πληροφοριών. Αρχικά τα συστήματα αυτά σχεδιάζονταν για μεγάλους κεντρικούς υπολογιστές (mainframes) με αποτέλεσμα οι μικρότερες εταιρίες ή οργανισμοί να μην έχουν την οικονομική δυνατότητα να χρησιμοποιούν ένα τέτοιο σύστημα. Με την εξέλιξη όμως των δυνατοτήτων των προσωπικών υπολογιστών και την ανάπτυξη λογισμικού διαχείρισης βάσεων δεδομένων όπως η Dbase και η Microsoft Access αργότερα, η χρήση τέτοιου είδους συστημάτων έγινε δυνατή και για τις μικρότερες επιχειρήσεις.

4.2 Μοντέλα βάσεων δεδομένων

Η Microsoft Access 2000 είναι ένα πρόγραμμα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, το οποίο είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί σε περιβάλλον Windows. Μια βάση δεδομένων τη χρησιμοποιούμε για τη συλλογή, την αποθήκευση, την οργάνωση, την επεξεργασία και την εξαγωγή δεδομένων και πληροφοριών. Θα ήταν δυνατό να θεωρήσουμε ότι υπάρχουν δύο είδη βάσεων δεδομένων: οι χειρωνακτικές και οι μηχανογραφημένες. Μιλώντας για χειρωνακτικές βάσεις δεδομένων εννοούμε αυτές που είναι συνήθως τυπωμένες σε χαρτί (έντυπες) και τις χρησιμοποιούμε όλοι μας, σχεδόν καθημερινά. Κάποια παραδείγματα «χειρωνακτικών» βάσεων δεδομένων είναι: η ατζέντα με τα ονόματα και τα τηλέφωνα φίλων και συγγενών μας, η λίστα διευθύνσεων των πελατών μας, ένας τηλεφωνικός κατάλογος, ένας κατάλογος προμηθευτών ή προϊόντων, κ.λ.π.

Η χρήση των «χειρωνακτικών» βάσεων δεδομένων είναι κουραστική, βαρετή και χρονοβόρα. Οι μηχανογραφημένες βάσεις δεδομένων, από την άλλη, είναι πολύ πιο ισχυρές και ευέλικτες, επιτρέποντας μας να παρουσιάζουμε τα δεδομένα τους με διάφορους τρόπους, να τα ταξινομούμε να τα φιλτράρουμε, και να χρησιμοποιούμε τα κατάλληλα κριτήρια ώστε να παίρνουμε ακριβώς τις πληροφορίες που επιθυμούμε. Παραδείγματος χάριν σερ μια μηχανογραφημένη βάση δεδομένων, ο εντοπισμός των πελατών με έδρα την Θεσσαλονίκη , ή των πελατών που έχουν πραγματοποιήσει αγορές πάνω από κάποιο συγκεκριμένο χρηματικό ποσό, είναι θέμα δευτερολέπτων.

Η Microsoft Access 2000 είναι ένα από τα πιο δημοφιλή και ισχυρά προγράμματα διαχειρίσεις μηχανογραφημένων βάσεων δεδομένων. Άλλες παρόμοιες εφαρμογές είναι η Dbase, η Fox Pro, και το Paradox.

4.3 Μηχανογραφώντας μια βάση δεδομένων

Το κυριότερο πλεονέκτημα μιας βάσης δεδομένων είναι ότι οι πληροφορίες της βρίσκονται εύκολα, όπως για παράδειγμα είναι εύκολο για τον καθένα μας να βρει τον αριθμό τηλεφώνου ενός προσώπου στον τηλεφωνικό κατάλογο. Στην περίπτωση μηχανογραφημένης βάσης δεδομένων οι πληροφορίες ανακλούνται πολύ πιο γρήγορα, με περισσότερη ακρίβεια ενώ το πιο σημαντικό είναι ότι ο χειρισμός των πληροφοριών είναι πιο προχωρημένος. Μια τέτοια βάση δεδομένων προσφέρει επίσης τη δυνατότητα εξέτασης πληροφοριών με τη χρήση συγκεκριμένων κριτηρίων, όπως για παράδειγμα την εύρεση όλων των αριθμών τηλεφώνου ενός συγκεκριμένου δρόμου μιας πόλης. Το κυριότερο μειονέκτημα μιας μηχανογραφημένης βάσης δεδομένων είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να δημιουργηθεί και να αναπτυχθεί γιατί είναι απαραίτητο για να έχουμε τα βέλτιστα αποτελέσματα να υπάρχει σωστή σχεδίαση και προγραμματισμός. Η Access κατασκευάστηκε για να εξυπηρετήσει ακριβώς αυτό, και το κλειδί για την αποτελεσματική χρήση της είναι ο προσεκτικός σχεδιασμός του τρόπου που θα αποθηκευτούν οι πληροφορίες στη βάση δεδομένων.

4.4 Όροι βάσεων δεδομένων

Οι όροι και οι έννοιες που χρησιμοποιούνται στην διαχείριση βάσεων δεδομένων με τη Microsoft Access 2000 είναι:

- Δεδομένα
- Πληροφορίες
- Βάσεις δεδομένων
- Πίνακες
- Εγγραφές
- Πεδία
- Φόρμες
- Ερωτήματα
- Εκθέσεις
- Σελίδες προσπέλασης (ή πρόσβασης) δεδομένων
- Μακροεντολές
- Λειτουργικές μονάδες

4.4.1 Δεδομένα

Δεδομένα ονομάζονται οι στατικές τιμές που καταχωρίζουμε σε μια βάση δεδομένων. Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα δεδομένων που μπορούμε να καταχωρίσουμε σε μια βάση δεδομένων της Microsoft Access είναι τα εξής:

- Κείμενο
- Εικόνες
- Γραφικά
- Γραφήματα
- Αριθμοί
- Ημερομηνίες
- Ώρες

Τα δεδομένα αποθηκεύονται στους πίνακες της βάσης δεδομένων που θέλουμε να κατασκευάσουμε.

4.4.2 Πληροφορίες

Πληροφορίες είναι τα δεδομένα που ανακτούμε από μια βάση δεδομένων, τα οποία είναι οργανωμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν νόημα για το άτομο που τα εξετάζει.

4.4.3 Βάση δεδομένων

Το λεξικό της πληροφορικής της IBM ορίζει μια βάση δεδομένων ως ″ το σύνολο των δεδομένων που υπάρχει μέσα σε μια συγκεκριμένη δομή, όπου καταχωρούνται, αποθηκεύονται, παρέχονται και ανακτούνται πληροφορίες, κατά απαίτηση, από πολλούς χρήστες ″.

Για τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων είναι απαραίτητο ένα λογισμικό εφαρμογής βάσης δεδομένων. Η κάθε βάση δεδομένων δομείται με βάση τις απαιτήσεις του κατασκευαστή της. Πολλές εταιρίες σχεδιάζουν βάσεις δεδομένων για να αποθηκεύσουν τα οικονομικά τους δεδομένα ενώ άλλες υπηρεσίες, μπορεί να δημιουργήσουν μια βάση δεδομένων για να διατηρούν προσωπικά δεδομένα (όπως το Υπουργείο Οικονομικών). Υπάρχουν πολλά είδη βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιούνται και πολλές εφαρμογές που στηρίζονται σε μια βάση δεδομένων. Κάποια ενδεικτικά παραδείγματα βάσεων δεδομένων είναι το πελατολόγιο μιας επιχείρησης, το προσωπικό, η αποθήκη εμπορευμάτων, ο κατάλογος των επαφών, οι εγκυκλοπαίδειες κλπ.

Ένα πρόγραμμα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, όπως η Microsoft Access 2000, καθίστα δυνατή την καταχώρηση, την οργάνωση και την επεξεργασία των δεδομένων που μας ενδιαφέρουν. Τα δεδομένα και οι πληροφορίες που απορρέουν από αυτά έχουν κοινά χαρακτηριστικά, καθώς και συγκεκριμένο σκοπό ή θέμα. Οι βάσεις δεδομένων που δημιουργούνται μέσω της Microsoft Access αποτελούνται από τα παρακάτω βασικά στοιχεία:

- Πίνακες
- Φόρμες
- Ερωτήματα
- Εκθέσεις
- Σελίδες προσπέλασης(ή πρόσβασης) δεδομένων
- Μακροεντολές

- Λειτουργικές μονάδες

4.4.4 Πίνακες

Όλα τα δεδομένα που καταχωρούνται στη Microsoft Access 2000 αποθηκεύονται σε ένα ή περισσότερους πίνακες. Ένας πίνακας είναι μια συλλογή δεδομένων που περιγράφουν ομοειδή αντικείμενα. Παραδείγματος χάριν ένας πίνακας μπορεί να περιέχει όλα τα στοιχεία των πελατών μας ή κάποιος άλλος όλα τα στοιχεία των προμηθευτών μας. Κάθε πίνακας αποτελείται από **πεδία**, που ορίζουν ποιες πληροφορίες θα διατηρούνται σε κάθε **εγγραφή**. Μια εγγραφή αντιπροσωπεύει ένα στοιχείο της βάσης δεδομένων.

Αν για παράδειγμα ένας πίνακας περιέχει μια απλή λίστα μιας επιχείρησης, μπορεί να έχει τρία πεδία για το *Όνομα*, το *Επώνυμο* και το *Φύλλο*, ενώ κάθε εργαζόμενος στην εταιρία θα πρέπει να έχει μια εγγραφή στον πίνακα.

Στην απλούστερη μορφή τους, τα δεδομένα ενός πίνακα εμφανίζονται σαν φύλλο δεδομένων. Ένα φύλλο δεδομένων είναι σαν ένα λογιστικό φύλλο, κάθε **στήλη** στο φύλλο δεδομένων αντιπροσωπεύει ένα **πεδίο**, ενώ κάθε **γραμμή** είναι μια **εγγραφή** .

	Όνομα	Επώνυμο	Ημερομηνία Γέννησης	Μισθός
▶	Γεώργιος	Παππάς	12-Ιαν-71	50.000,00 Δρχ
	Γεράσιμος	Παπαδόπουλος	31-Οκτ-67	700.000,00 Δρχ
	Δημοσθένης	Ανδρεάτος	16-Αυγ-77	650.000,00 Δρχ
	Αγγελική	Λέκα	18-Απρ-70	600.000,00 Δρχ
	Άννα	Μπαλτά	11-Ιουλ-72	850.000,00 Δρχ
	Ευτύχιος	Λάππας	13-Ιαν-55	450.000,00 Δρχ

Εικόνα 4.1 Παράδειγμα πίνακα

4.4.5 Εγγραφές

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως κάθε γραμμή σε ένα πίνακα μιας βάσης δεδομένων ονομάζεται εγγραφή, και περιέχει όλα τα δεδομένα που περιγράφουν μια συγκεκριμένη καταχώρηση του πίνακα.

	Αγγελική	Λέκα	18-Απρ-70	600.000,00 Δρχ

Εικόνα 4.2 Παράδειγμα εγγραφής

4.4.6 Πεδία

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, κάθε στήλη του πίνακα αντιστοιχεί και σε ένα πεδίο. Πεδία λοιπόν είναι οι στήλες ενός πίνακα μιας βάσης δεδομένων, στις οποίες καταχωρίζονται οι τιμές για ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό των εγγραφών του πίνακα. Σε ένα πίνακα πελατών λοιπόν, θα υπάρχουν ξεχωριστά πεδία για το όνομα, το επώνυμο, τη διεύθυνση και το τηλέφωνο κάθε πελάτη.

Επώνυμο
Μπαλτά
Λάππας
Λάβδας
Λάππας
Δήμου
Γέρακας
Σπύρου
Παρίσης
Αντωνάκη
Κίτσου
Παπαδόπουλος

Εικόνα 4.3 Παράδειγμα πεδίου

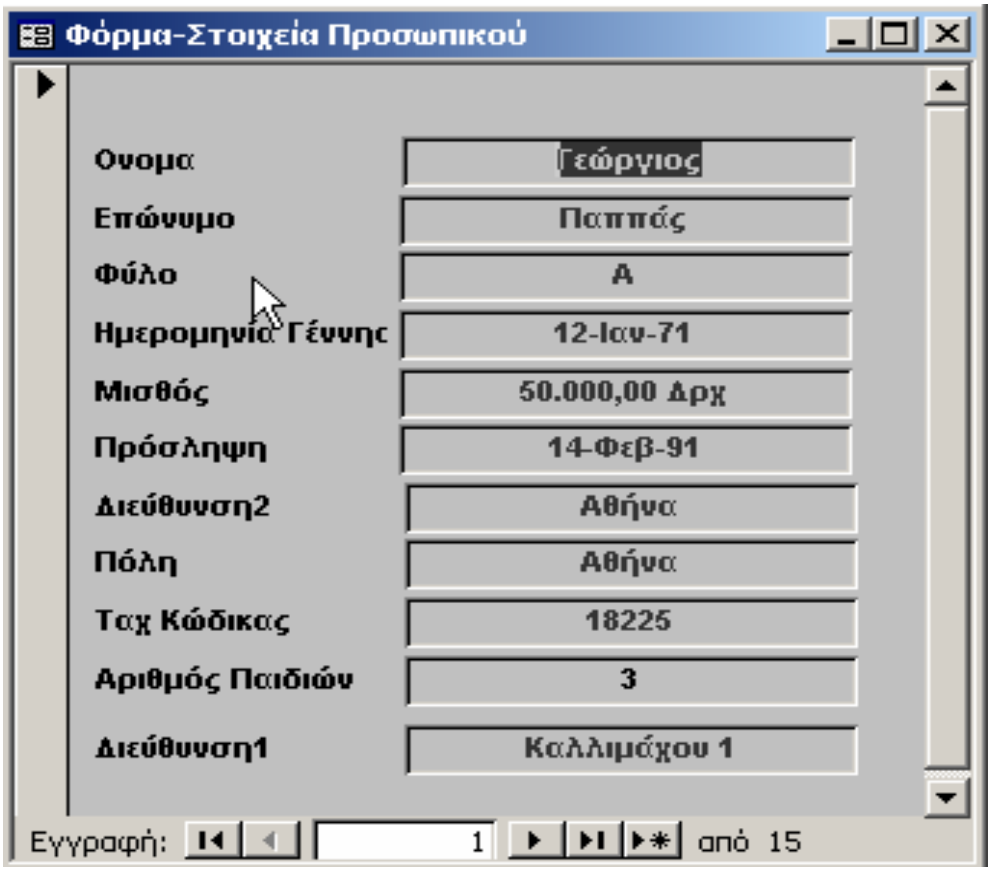
4.4.7 Φόρμες

Οι φόρμες είναι ένας πιο φιλικός τρόπος παρουσίασης των δεδομένων που περιέχει ένας πίνακας. Με τη χρήση των φορμών η καταχώρηση και η επεξεργασία των δεδομένων και γίνεται φανερά ευκολότερη και λιγότερο κουραστική σε σύγκριση με τη χρήση των πινάκων για τον ίδιο σκοπό. Η Microsoft Access 2000 παρέχει λοιπόν έναν ευκολότερο τρόπο καταχώρησης και επεξεργασίας δεδομένων, τις φόρμες. Μια φόρμα είναι άμεσα

συνδεδεμένη με ένα ή περισσότερους πίνακες και εμφανίζει συγκεντρωμένα τα στοιχεία που αφορούν κάθε εγγραφή.

Υπάρχει επίσης η δυνατότητα σχεδιασμού διαφορετικών φορμών για διαφορετικούς σκοπούς, όπως για παράδειγμα μπορεί να έχουμε μια φόρμα για εισαγωγή δεδομένων και μία άλλη για αναζήτηση μέσα στη βάση δεδομένων. Η φόρμα αναζήτησης θα ήταν δυνατό να προστατευθεί, ώστε οι χρήστες να μην μπορούν να αλλάξουν τα δεδομένα κατά λάθος.

Συνοψίζοντας θα μπορούσαμε να πούμε ότι μια φόρμα είναι ένα πρότυπο, ή διαφορετικά ένα «καλούπι» στο οποίο καθορίζουμε τα δεδομένα που θέλουμε να καταχωρίσουμε, να αναζητήσουμε ή να επεξεργαστούμε.



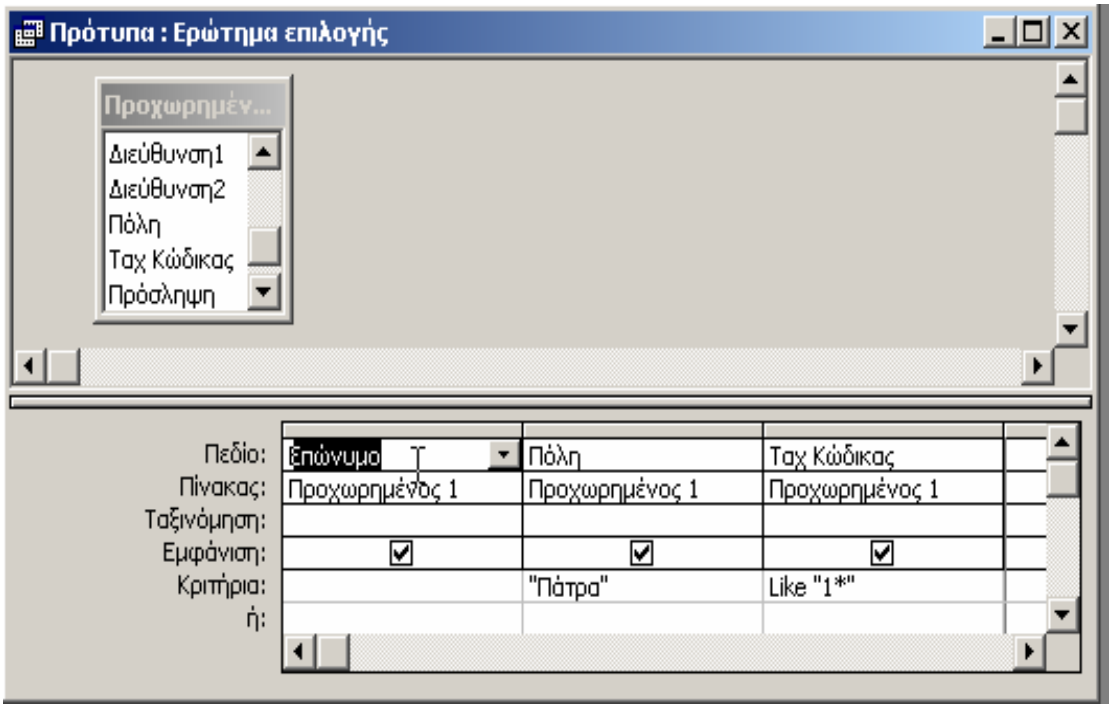
Εικόνα 4.4. Παράδειγμα φόρμας

4.4.8 Ερωτήματα

Τα ερωτήματα είναι ένα εργαλείο το οποίο βοηθάει στην επιλογή και την ταξινόμηση των δεδομένων επιτρέποντας μας να δουλεύουμε ευκολότερα μαζί τους. Εξυπηρετούν κυρίως σε λειτουργίες της βάσης όπου μπορεί να μην είναι επιθυμητή η εμφάνιση όλων των εγγραφών, ή η ανάλυση όλων των

δεδομένων ταυτόχρονα και επίσης σε περιπτώσεις που αναζητούμε συγκεκριμένες εγγραφές που ανταποκρίνονται σε ορισμένα κριτήρια.

Τα ερωτήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενημέρωση και την τροποποίηση δεδομένων, όπως επίσης και για την εμφάνιση δεδομένων. Είναι επίσης δυνατή η χρήση εκφράσεων (παραστάσεων) στα ερωτήματα, οι οποίες βοηθούν στην πραγματοποίηση υπολογισμών με τα δεδομένα.



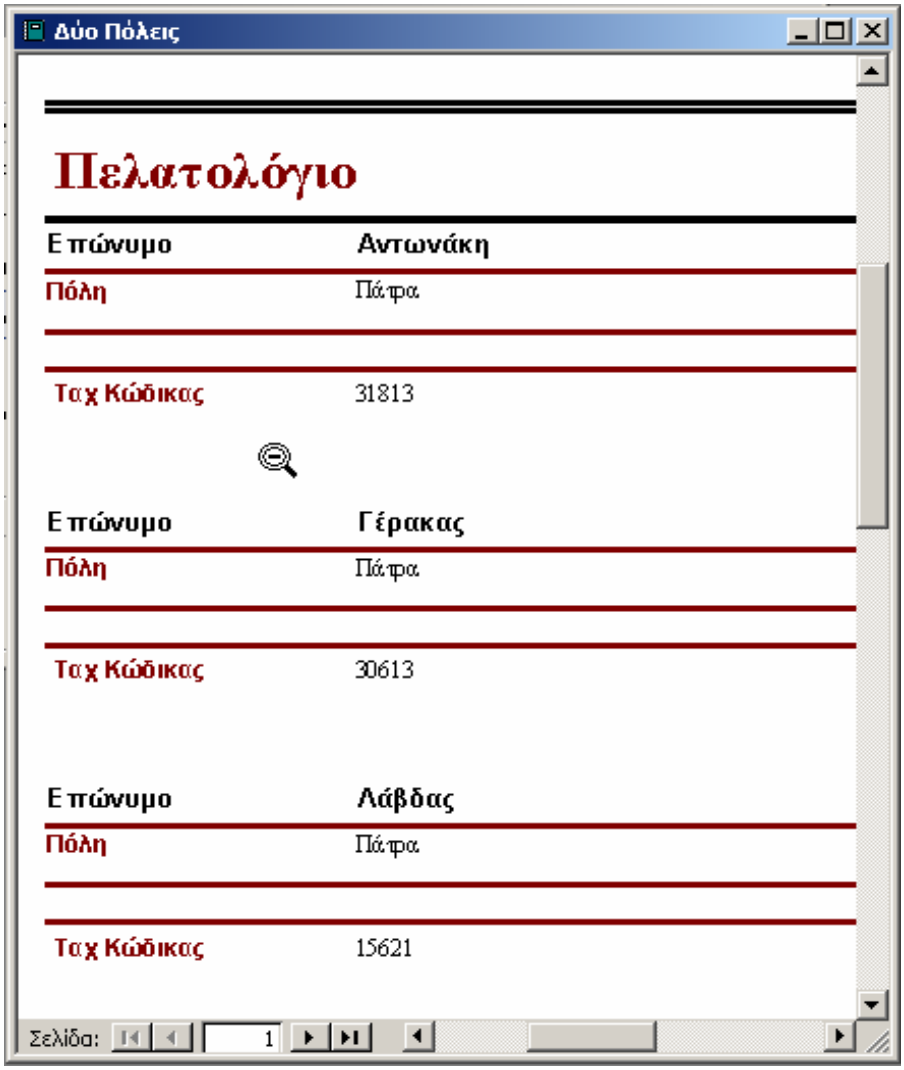
Εικόνα 4.5 Ερώτημα σε προβολή σχεδίασης

4.4.9 Εκθέσεις

Οι εκθέσεις αποτελούν ένα αποτελεσματικό τρόπο για την παρουσίαση και την εκτύπωση επιλεγμένων πληροφοριών της βάσης δεδομένων. Επιτρέπουν την ομαδοποίηση των δεδομένων σε διάφορα επίπεδα, τον καθορισμό της διάταξής τους και την κατάλληλη μορφοποίησή τους, ώστε όταν τυπωθούν σε χαρτί, να λαμβάνουμε ακριβώς το αποτέλεσμα που θέλουμε.

Βασική χρήση των εκθέσεων συμπερασματικά, αποτελεί η παρουσίαση των δεδομένων που περιέχονται σε πίνακες, ερωτήματα και φόρμες με μία πιο δομημένη μορφή. Οι εκθέσεις που βασίζονται σε ερωτήματα, τυπώνουν μόνο τα επιλεγμένα πεδία και τις εγγραφές που παράγονται από ερωτήματα.

Οι εκθέσεις μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν υπολογισμούς και συνοπτικές πληροφορίες των εκτυπωμένων δεδομένων.



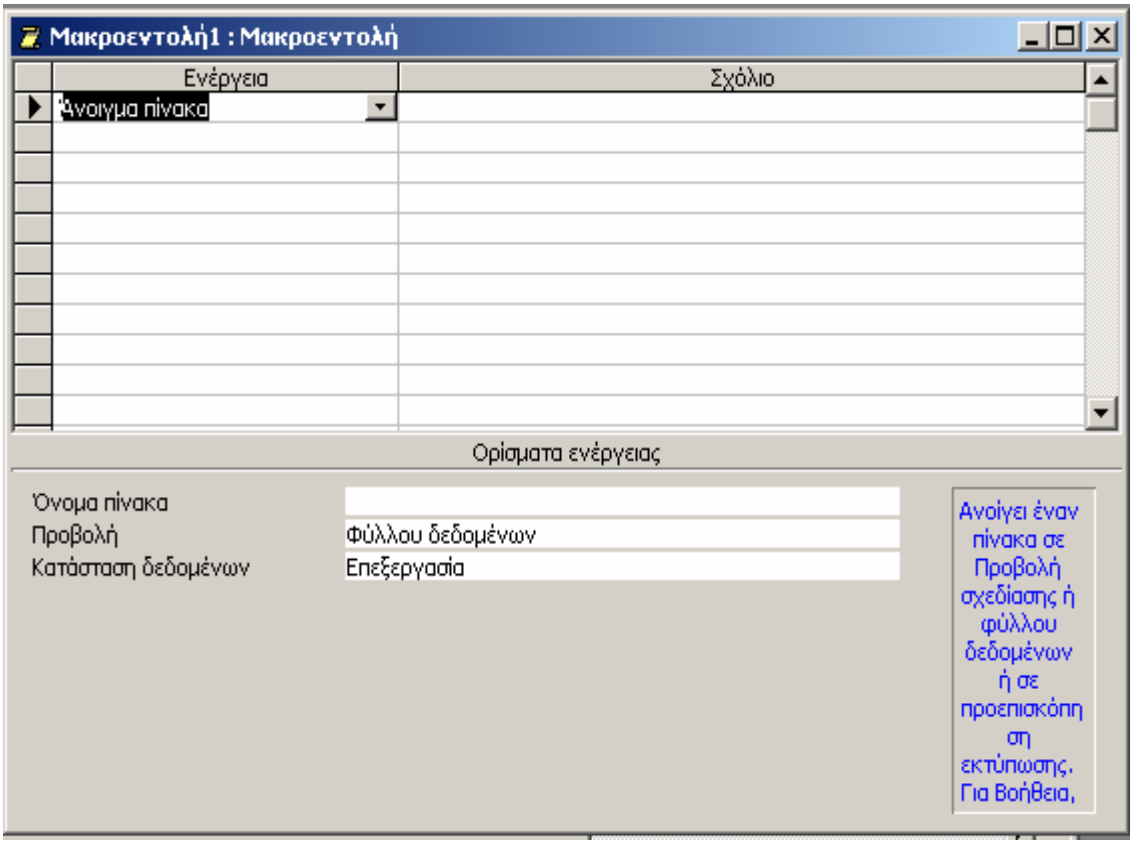
Εικόνα 4.6 Παράδειγμα έκθεσης

4.4.10 Σελίδες προσπέλασης δεδομένων

Οι σελίδες προσπέλασης δεδομένων είναι ξεχωριστά αρχεία, αποθηκευμένα έξω από την Access σε HTML μορφή, σχεδιασμένες για το Internet ή για ένα intranet. Αποτελούν ιστοσελίδες ειδικού τύπου, οι οποίες επιτρέπουν την εξέταση και την επεξεργασία δεδομένων μέσω Internet ή intranet.

4.4.11 Μακροεντολές

Μακροεντολή είναι ένα σύνολο ενεργειών που εκτελούνται αυτόματα. Κατά την εκτέλεση μιας μακροεντολής, εκτελούνται οι εντολές και οι ενέργειες που περιέχει με τη σειρά που αυτές έχουν καταχωρηθεί. Οι μακροεντολές επιτρέπουν την αυτοματοποίηση κάποιων διαδικασιών ώστε να εκτελούνται με ένα απλό πάτημα του ποντικιού.

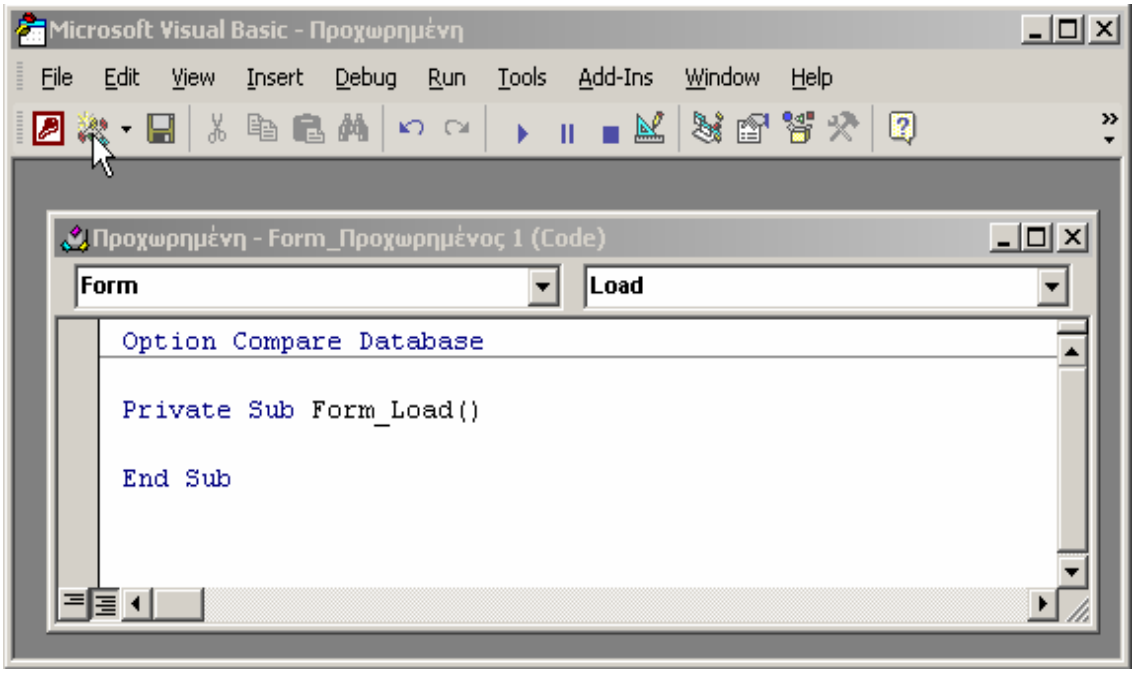


Εικόνα 4.7 Δόμηση μακροεντολών

4.4.12 Λειτουργικές μονάδες

Οι λειτουργικές μονάδες είναι λίστες από εντολές προγραμματισμού που δημιουργούνται στην γλώσσα προγραμματισμού VBA (Visual Basic for Applications). Είναι σαν τις μακροεντολές, αλλά επεκτείνουν την λειτουργία των μακροεντολών και επίσης τρέχουν γρηγορότερα, αλλά απαιτούν γνώσεις προγραμματισμού για να δημιουργηθούν. Με τη χρήση της VBA είναι δυνατόν να δημιουργηθούν «προγράμματα» τα οποία θα εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες χρησιμοποιώντας τα περιεχόμενα της βάσης δεδομένων. Ο κώδικας

αυτών των προγραμμάτων αποθηκεύεται σε στοιχεία τα βάσης δεδομένων που ονομάζονται λειτουργικές μονάδες.



Εικόνα 4.8 Χρήση λειτουργικών μονάδων στην Access

4.5 Η δομή μιας μηχανογραφημένης βάσης δεδομένων

Συνοψίζοντας, τα τέσσερα βασικά στοιχεία μιας μηχανογραφημένης βάσης δεδομένων είναι: οι πίνακες, οι φόρμες, οι εκθέσεις και τα ερωτήματα. Οι μακροεντολές και οι λειτουργικές μονάδες αποτελούν σύνθετα «εργαλεία» που απαιτούν ειδικές γνώσεις, πολλές φορές σε επίπεδο προγραμματισμού.

Οι πίνακες αποτελούν το βασικότερο συστατικό μιας βάσης δεδομένων, ενώ όλα τα υπόλοιπα στοιχεία χρησιμοποιούνται για να μας διευκολύνουν στην καταχώρηση δεδομένων στους πίνακες, στην επεξεργασία τους, και στην παρουσίαση τους. Οι φόρμες προσφέρουν την εύκολη και αποτελεσματική καταχώρηση, επεξεργασία και εξέταση των δεδομένων των πινάκων, ενώ με τις εκθέσεις γίνεται εφικτή η εξαγωγή των δεδομένων από έναν ή περισσότερους πίνακες, η οργάνωσή και μορφοποίηση τους και τέλος η εκτύπωση τους. Με τα ερωτήματα τέλος γίνεται εύκολα ο εντοπισμός των δεδομένων της βάσης που πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗ MICROSOFT ACCESS ΓΙΑ ΤΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΡΕΘΥΜΝΟΥ

5.1 Σύντομη αναφορά στη σύσταση και τη δομή της Μονάδας Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων Ρεθύμνου και παράθεση των κριτηρίων ρύπανσης που μετρούνται σε κάθε τμήμα της μονάδας

Η Μονάδα Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων Ρεθύμνου αποτελείται χαρακτηριστικά από δύο γραμμές επεξεργασίας, αυτή της επεξεργασίας λυμάτων και αυτή της επεξεργασίας ιλύος.

Η γραμμή επεξεργασίας λυμάτων είναι χωρισμένη σε πέντε τμήματα τα οποία είναι: Η Είσοδος της μονάδας, το τμήμα όπου λαμβάνει χώρα η προ επεξεργασία των λυμάτων, το τμήμα βιολογικής επεξεργασίας ή αλλιώς Αερισμού, οι Δεξαμενές Καθίζησης και η Εκροή. Από τα στάδια αυτά επεξεργασίας των λυμάτων μετρήσεις λαμβάνονται στην είσοδο, όπου μετρούνται τα ρυπαντικά στοιχεία COD, BOD5, TN, NH4N, TP και SS, στο τμήμα όπου εξελίσσεται η διαδικασία του Αερισμού, όπου μετρούνται τα οργανικά αιωρούμενα στερεά (VSS) και τα αιωρούμενα στερεά του ανάμικτου υγρού (MLSS) και στην εκροή της γραμμής λυμάτων όπου λαμβάνονται μετρήσεις που αφορούν τις τιμές των στοιχείων COD, TP, NO3-N, COND, NH4-N, ΧΛΩ, TN, SS. Στα στάδια προ επεξεργασίας και καθίζησης δεν λαμβάνεται καμία μέτρηση ενώ μετρήσεις λαμβάνονται σχετικά με την παροχή της μονάδας η οποία μετριέται σε m3/ημ.

Η γραμμή επεξεργασίας ιλύος αποτελείται αντίστοιχα από οχτώ τμήματα στα οποία εκτελούνται μετρήσεις: Αρχικά μετριέται η περίσσια ιλύος στην αρχή της γραμμής επεξεργασίας της, όπου υπολογίζεται η περιεκτικότητά της σε VSS και MLSS και στη συνέχεια αφού πραγματοποιηθεί η διαδικασία της Πάχυνσης με Επίπλευση μετριέται η περιεκτικότητα της ιλύος σε στερεά (%). Στο τμήμα Αερόβιας Χώνευσης που ακολουθεί και το οποίο

είναι χωρισμένο σε τρεις διαφορετικούς χωνευτές μετριέται σε κάθε χωνευτή χωριστά η περιεκτικότητα σε VSS και MLSS μετά τη λήψη τριών δειγμάτων, ένα για κάθε χωνευτή, τα οποία όμως δεν λαμβάνονται την ίδια μέρα απαραιτήτως. Ακολουθούν οι διαδικασία της Πάχυνσης με Βαρύτητα, της αφυδάτωσης με τη χρήση Ταινιοφιλτροπρεσσών, της Χημικής Σταθεροποίησης με Ασβέστη και της Ηλιακής Ξήρανσης όπου σε κάθε μια ξεχωριστά μετριέται η περιεκτικότητα της ιλύος σε στερεά (%). Η τελευταία μέτρηση λαμβάνεται όταν η ιλυς είναι έτοιμη για διάθεση και μετριέται επίσης η περιεκτικότητα της ιλυς σε στερεά (%).

5.2 Σχεδιάζοντας μια βάση δεδομένων στην Microsoft Access 2000

Το βασικότερο στάδιο για την κατασκευή μιας βάσης δεδομένων είναι η σχεδίαση της. Ο χρήστης πρέπει κυρίως να βασίζεται στο είδος και το πλήθος των πληροφοριών που θέλει να διαχειριστεί καθώς και στην γενικότερη χρήση που θα έχει η βάση δεδομένων. Αν και ο σχεδιασμός είναι πιθανό να αλλάξει σε επόμενα στάδια της υλοποίησης, όσο καλύτερη σχεδίαση και πρόβλεψη των αναγκών έχει γίνει πριν την υλοποίηση τόσο πιο εύχρηστη και αποδοτικότερη θα είναι η βάση δεδομένων.

Ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων, περιλαμβάνει αρχικά την δομή των πινάκων, δηλαδή το πλήθος και ο τύπος των πεδίων που θα τους αποτελούν. Σε επόμενο στάδιο πρέπει να αναγκαίο να παρθούν αποφάσεις και για τις επιμέρους ιδιότητες των πεδίων όπως μέγεθος, μορφή, περιορισμούς στην εισαγωγή τιμών, αν θα έχουν ευρετήριο ή όχι κλπ. Άμεση σχέση με τη δομή και το πλήθος των πινάκων έχει και ο καθορισμός μεταξύ των σχέσεων, εκτός αν πρόκειται για απλή βάση δεδομένων η οποία αποτελείται από έναν ή λίγους μόνο πίνακες μη σχετιζόμενους μεταξύ τους. Αφού καθοριστεί η δομή των πινάκων είναι στη συνέχεια δυνατό να δημιουργηθούν άλλα αντικείμενα της βάσης δεδομένων όπως ερωτήματα, φόρμες και εκθέσεις, από έναν ή και πολλούς πίνακες ταυτόχρονα.

Σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων, οι σχέσεις επιτρέπουν την αποφυγή περιττών δεδομένων πολλές φορές σε σημείο που θα ήταν πρακτικά αδύνατον να δημιουργηθεί μια βάση αν δεν χρησιμοποιηθούν σχέσεις. Η

βάση δεδομένων που κατασκευάστηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία δεν είναι, πλην κάποιον εξαιρέσεων, σχεσιακή, λόγω του ότι οι λειτουργίες που όφειλε να εκτελεί η βάση δεν απαιτούσαν καθορισμό σχέσεων μεταξύ των πινάκων.

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι πριν δημιουργήσουμε μια βάση δεδομένων είναι σημαντικός ο προσεκτικός σχεδιασμός της, η πλήρης γνώση του είδους των πληροφοριών που πρόκειται να αποθηκεύσουμε σε αυτήν και η σωστή ανάλυση του τρόπου που θα χρησιμοποιηθούν οι αποθηκευμένες πληροφορίες.

5.3 Βασικό πλάνο σχεδιασμού του πληροφοριακού συστήματος καταγραφής δεδομένων για τη Μονάδα Βιολογικού Καθαρισμού Ρεθύμνου και περιγραφή των βασικών λειτουργιών του

Στόχο της παρούσας εργασίας αποτέλεσε η κατασκευή μιας βάσης δεδομένων η οποία προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα αποθήκευσης και ανάκλησης των αποθηκευμένων δεδομένων μέσα από ένα εύχρηστο περιβάλλον, ακολουθώντας μια σειρά από απλές ενέργειες. Στην περίπτωση της Μονάδας Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων του Ρεθύμνου Κρήτης τα δεδομένα που αποθηκεύονται στη βάση αποτελούνται από τις μετρήσεις στοιχείων που περιέχονται στα απόβλητα (NH_4-N, T.N., T.P., κλπ.) και γενικότερα από τις τιμές κριτηρίων μέτρησης της ρύπανσης όπως το BOD, COD κλπ. Λόγω της φύσεως των μετρήσεων αυτών, η συγκεκριμένη βάση κρίθηκε χρήσιμο να περιλαμβάνει μια λειτουργία υπολογισμού κάποιων βασικών στατιστικών μεγεθών όπως το μέσο όρο, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή και την τυπική απόκλιση των μετρήσεων για χρονικό διάστημα της επιλογής μας. Τα στατιστικά αυτά αποτελέσματα είναι δυνατόν να εκτυπωθούν σε μορφή έκθεσης στην οποία περιέχεται και γραφική απεικόνιση των τιμών για το χρονικό διάστημα της επιλογής μας, κάτι το οποίο προσφέρει μια εικόνα πιο ολοκληρωμένη για την εκάστοτε κατάσταση της μονάδας και ευκολία συγκρίσεων μεταξύ των μετρήσεων. Τέλος στην φόρμα εκροής προστέθηκε μια άλλη χρήσιμη λειτουργία, αυτή του υπολογισμού του ποσοστού μείωσης των τιμών κάποιων στοιχείων των λυμάτων που

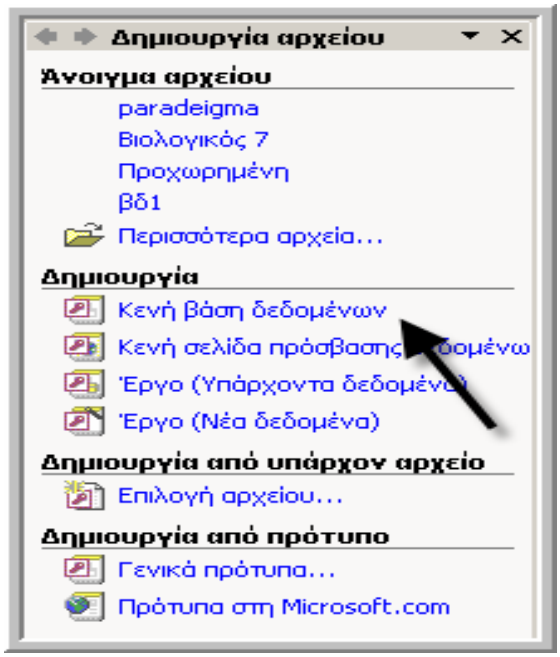
μετρήθηκαν στην εκροή της μονάδας, σε σχέση με την τιμή που είχαν τα ίδια στοιχεία όταν μετρήθηκαν στην είσοδο. Ο υπολογισμός αυτός βοηθάει στον έλεγχο της σωστής λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας, και στην αποφυγή αυξήσεων των τιμών πάνω από κάποια όρια τα οποία θεωρούνται επιτρεπτά.

Θέλοντας να εξασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή ευκολία του χρήστη, όλες οι παραπάνω διαδικασίες μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω μιας αρχικής φόρμας μενού η οποία κατασκευάστηκε για να αναπαριστά γραφικά τη δομή και τα τμήματα της Μονάδας Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων Ρεθύμνου.

5.4 Περιγραφή της διαδικασίας κατασκευής του πληροφοριακού συστήματος καταγραφής δεδομένων χρησιμοποιώντας την Microsoft Access 2000

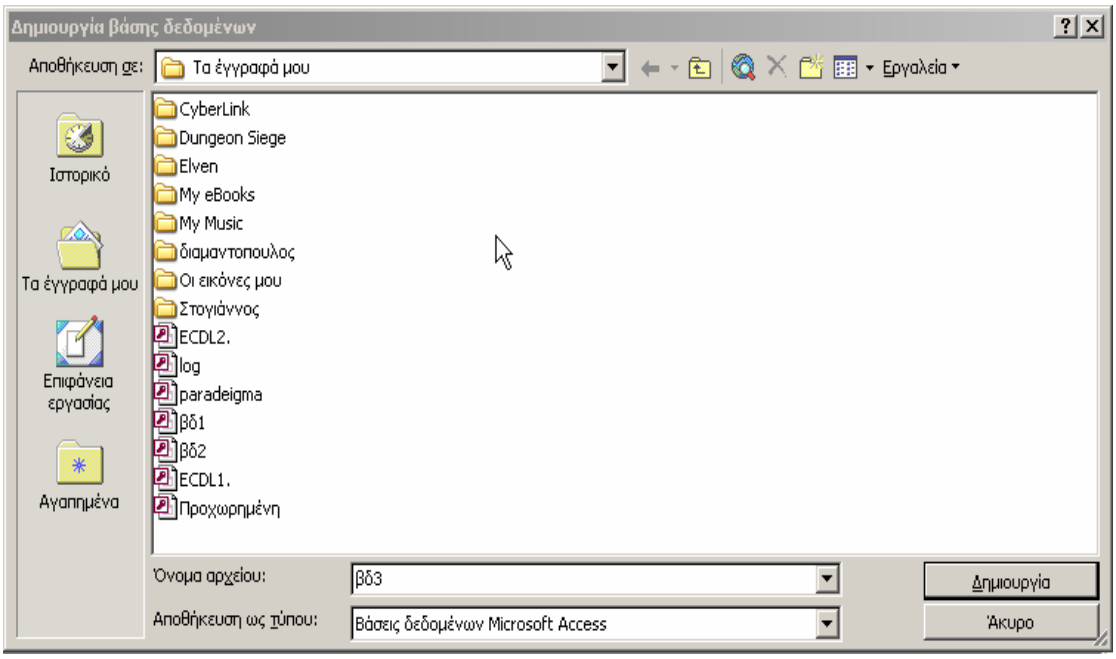
5.4.1 Ξεκινώντας την Microsoft Access 2000

Αφού ανοίξουμε την Access από τη λίστα προγραμμάτων του μενού έναρξης, το πρώτο πράγμα που εμφανίζεται στην οθόνη είναι το παράθυρο διαλόγου **Εκκίνησης** της Access, το οποίο μας δίνει διάφορες επιλογές για τη δημιουργία μιας νέας βάσης δεδομένων ή για το άνοιγμα μιας ήδη υπάρχουσας βάσης δεδομένων.



Εικόνα 5.1 Παράθυρο διαλόγου εκκίνησης

Για να δημιουργήσουμε μια καινούρια βάση δεδομένων επιλέξαμε τη δημιουργία μιας κενής βάσης δεδομένων της Access, όπως δείχνει και το βέλος στην προηγούμενη εικόνα. Αμέσως μετά από αυτή την ενέργεια εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου **Δημιουργία βάσης δεδομένων**, μέσω του οποίου επιλέξαμε ένα φάκελο στον οποίο αποθηκεύσαμε τη βάση δεδομένων αφού της δώσαμε πρώτα ένα όνομα.

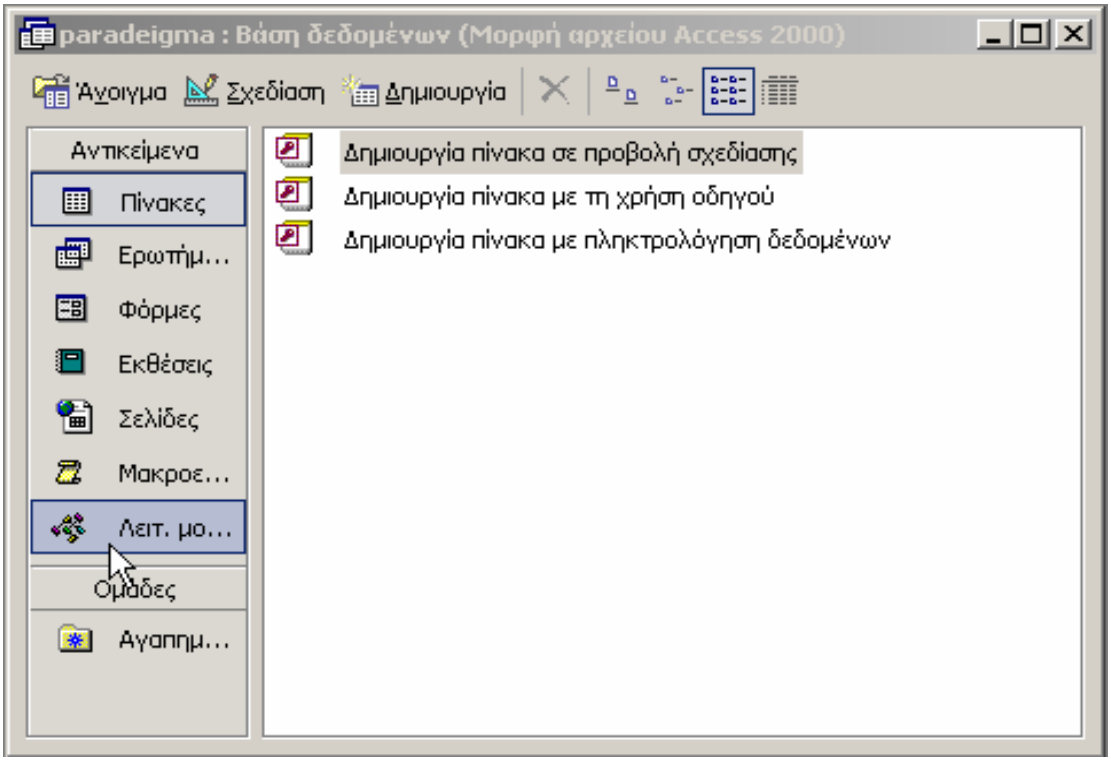


Εικόνα 5.2 Παράθυρο διαλόγου δημιουργίας βάσης δεδομένων

5.4.2 Αρχική οθόνη της Access 2000

Η αρχική οθόνη της Access 2000 ονομάζεται παράθυρο εφαρμογής και αποτελείται από τη γραμμή **Αντικείμενα,** η οποία βρίσκεται στην αριστερή πλευρά του παραθύρου και από το δεξιό μέρος του τμήματος της λίστας αντικειμένων που δείχνει όλα τα διαθέσιμα αντικείμενα του επιλεγμένου τίτλου, μαζί με κάποιους επιπλέον οδηγούς, αν υπάρχουν. Η γραμμή των αντικειμένων προσφέρει τη δυνατότητα πρόσβασης σε διαφορετικούς τύπους αντικειμένων, που είναι οι πίνακες, τα ερωτήματα, οι φόρμες, οι εκθέσεις, οι σελίδες προσπέλασης δεδομένων, οι μακροεντολές και οι λειτουργικές μονάδες.

Υπάρχουν δύο τρόποι (προβολές) για να δει κάποιος ένα πίνακα, ένα ερώτημα, μια φόρμα, ή μια έκθεση, η προβολή **σχεδίασης** και η προβολή **φύλλου δεδομένων ή φόρμας**. Η προβολή σχεδίασης είναι ο όρος που χρησιμοποιείται κατά τη δημιουργία ενός πίνακα, μιας φόρμας, ενός ερωτήματος ή μιας έκθεσης και σε αυτήν την προβολή δεν είναι δυνατή η εισαγωγή ή η επεξεργασία δεδομένων. Η προβολή φύλλου δεδομένων και η προβολή φόρμας χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή ή επεξεργασία δεδομένων.



Εικόνα 5.3 Παράθυρο βάσης δεδομένων

5.4.3 Δημιουργία Πινάκων

5.4.3.1 Εισαγωγικά

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι στη διάθεσή μας υπήρχε το σύνολο των μετρήσεων οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στη Μονάδα Επεξεργασίας Αποβλήτων του Ρεθύμνου Κρήτης κατά τη διάρκεια του έτους 2003. Τα στοιχεία αυτά αποτέλεσαν τα πρώτα δεδομένα τα οποία αποθηκεύτηκαν στη βάση, μέσω των οποίων καθορίστηκε μετά από κάποιο

αριθμό δοκιμών και η σωστή λειτουργία των υπηρεσιών που αυτή προσφέρει. Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικά σημεία της γραμμής επεξεργασίας λυμάτων και ιλύος και πιο συγκεκριμένα στην είσοδο, στην εκροή, στον αερισμό και στον χωνευτή, ενώ υπήρχαν και μετρήσεις για την παροχή της μονάδας. Οι μετρήσεις δεν έγιναν σε καθημερινή βάση αλλά αντιθέτως πραγματοποιήθηκαν μέσα σε κάποιες συγκεκριμένες μέρες του χρόνου. Το σύνολο αυτών των δεδομένων μας δόθηκε από τη Μονάδα Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων του Ρεθύμνου σε αρχείο του προγράμματος Microsoft Excel από το οποίο τα μεταφέραμε σε πίνακα του Microsoft access.

9	ΜΗΝΑΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ						ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ					
10	ΗΜ/ΝΙΑ	COD	BOD	NH_4-N	T.N.	T.P.	SS	COD	BOD	NH_4-N	T.N.	T.P.	SS
11	1												
12	2												
13	3												
14	4												
15	5												
16	6												
17	7												
18	8	250	150	33	65	9,3	210						
19	9												
20	10												
21	11												
22	12							460	290	44,8	55	7,5	180
23	13												
24	14	450	280	62	77	8,7	190						
25	15												
26	16												
27	17												
28	18												
29	19												
30	20							390	190	51,2	59	8	170
31	21												
32	22												
33	23												
34	24												
35	25												
36	26												
37	27												
38	28												
39	29												
40	30												
41	31												
42	TOTAL	700	430	95	142	18	400	850	480	96	115	16	350
43	MAX	450	280	62	77	9,3	210	460	290	51,2	59	8	180
44	MIN	250	150	33	65	8,7	190	390	190	44,8	55	7,5	170
45	AVERAGE	350	215	48	71	9	200	425	240	48	57	8	175

Εικόνα 5.4 Μετρήσεις δύο μηνών καταχωρημένες στο πρόγραμμα Microsoft Excel

Όπως διακρίνουμε στην προηγούμενη εικόνα μετρήσεις έχουν πραγματοποιηθεί στις 8 και στις 14 του μήνα Ιανουαρίου και στις 12 και στις 20 του μήνα Φεβρουαρίου και πρόκειται για τις μετρήσεις που έγιναν στην είσοδο της μονάδας.

Για να μεταφερθούν τα δεδομένα αυτά στη βάση δεδομένων μας αρχικά χρειάστηκε η κατασκευή δεκατεσσάρων πινάκων, η οποίοι αντιστοιχούν στα δεκατέσσερα τμήματα τις μονάδας στα οποία λαμβάνονται μετρήσεις.

Τα τμήματα αυτά είναι:

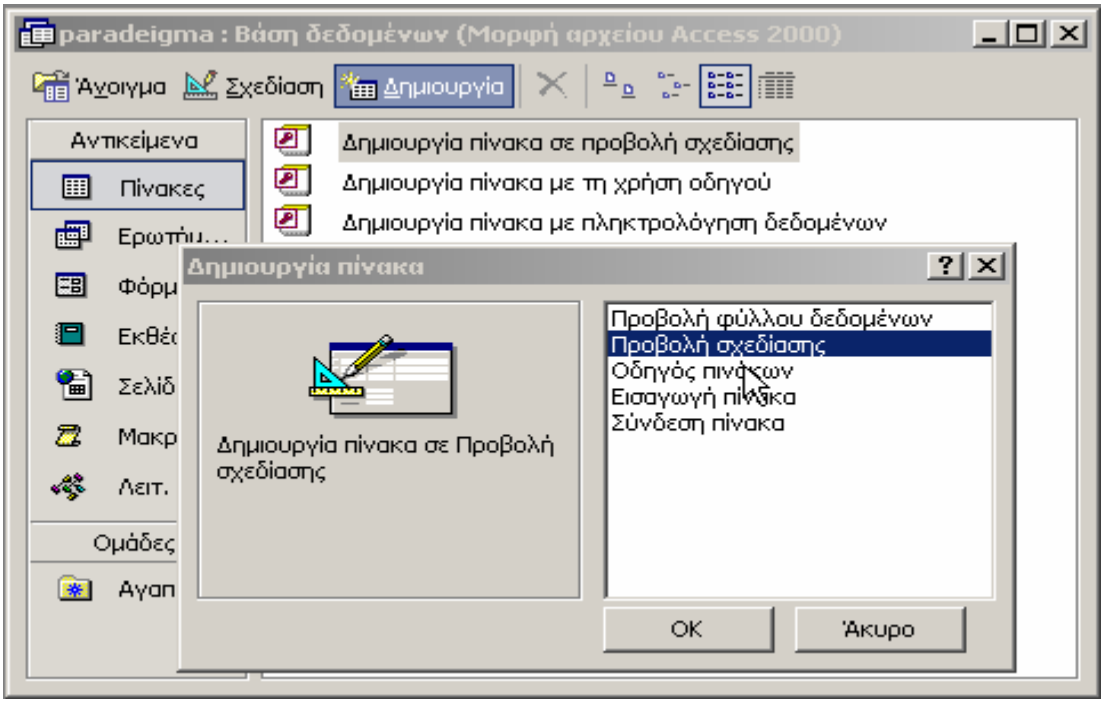
- Είσοδος
- Αερισμός
- Εκροή
- Περίσσεια Ιλύος
- Πάχυνση με Επίπλευση
- Χωνευτές 1, 2, 3
- Πάχυνση με Βαρύτητα
- Ταινιοφιλτρόπρεσσες
- Χημική Σταθεροποίηση με Ασβέστη
- Ηλιακή Ξήρανση
- Διάθεση

Φυσικά κατασκευάστηκε και ένας πίνακας για τις μετρήσεις παροχής, ενώ οι μετρήσεις που λήφθηκαν στο χωνευτή θεωρήθηκε ότι αντιστοιχούν στον χωνευτή 1

5.4.3.2 Περιγραφή κατασκευής Πίνακα

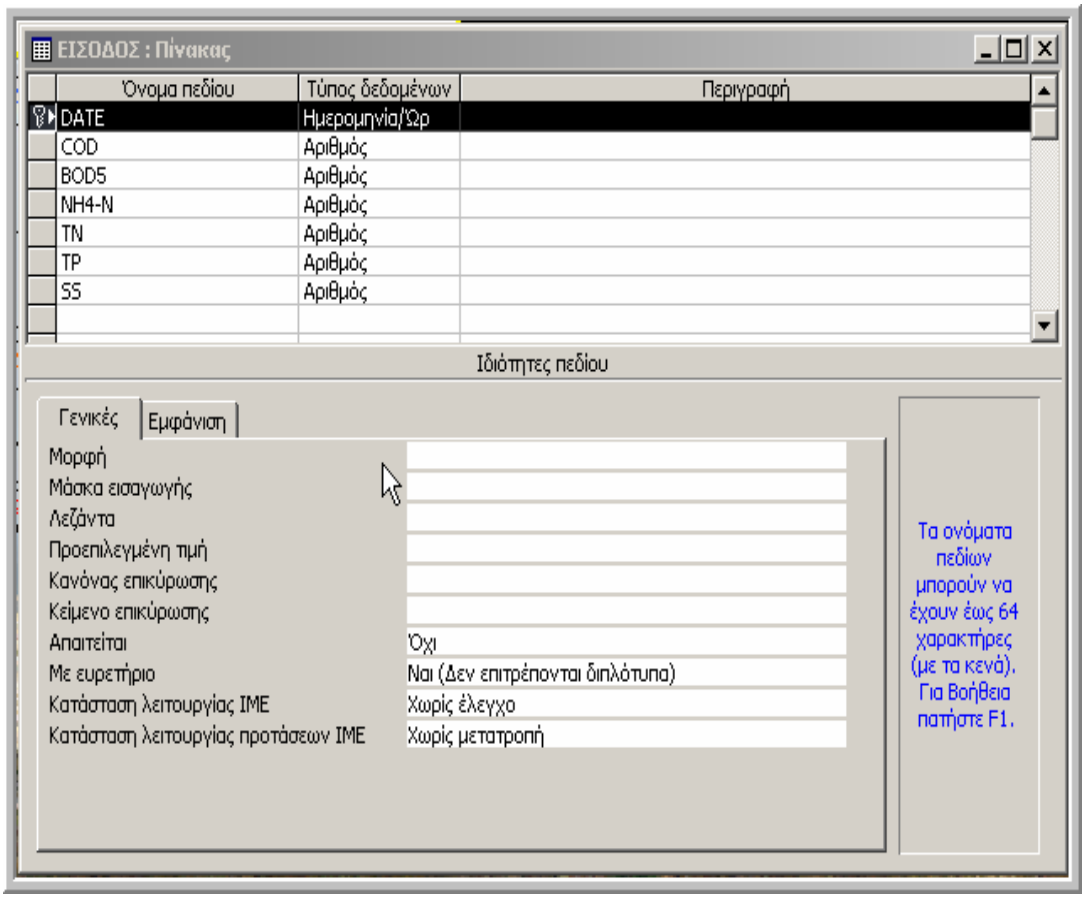
Για να περιγράψουμε τη διαδικασία κατασκευής ενός πίνακα επιλέξαμε αυτόν που κατασκευάσαμε για την αποθήκευση και επεξεργασία των μετρήσεων εισόδου της μονάδας.

Στο πλαίσιο διαλόγου **Δημιουργία πίνακα**, και στη δεξιά πλευρά του παραθύρου επιλέξαμε **Προβολή σχεδίασης,** ενέργεια την οποία διακρίνουμε στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 5.5 Δημιουργία πίνακα σε προβολή σχεδίασης

Στη συνέχεια στο παράθυρο προβολής σχεδίασης του πίνακα δημιουργήσαμε τα πεδία για τη βάση δεδομένων. Στην περίπτωση της βάσης που κατασκευάσαμε στη συγκεκριμένη εργασία, τα πεδία που δημιουργήθηκαν για τον πίνακα της εισόδου ήταν αρχικά ένα για την ημερομηνία, και στη συνέχεια ένα για κάθε κριτήριο ρύπανσης που μετριέται στην είσοδο της.



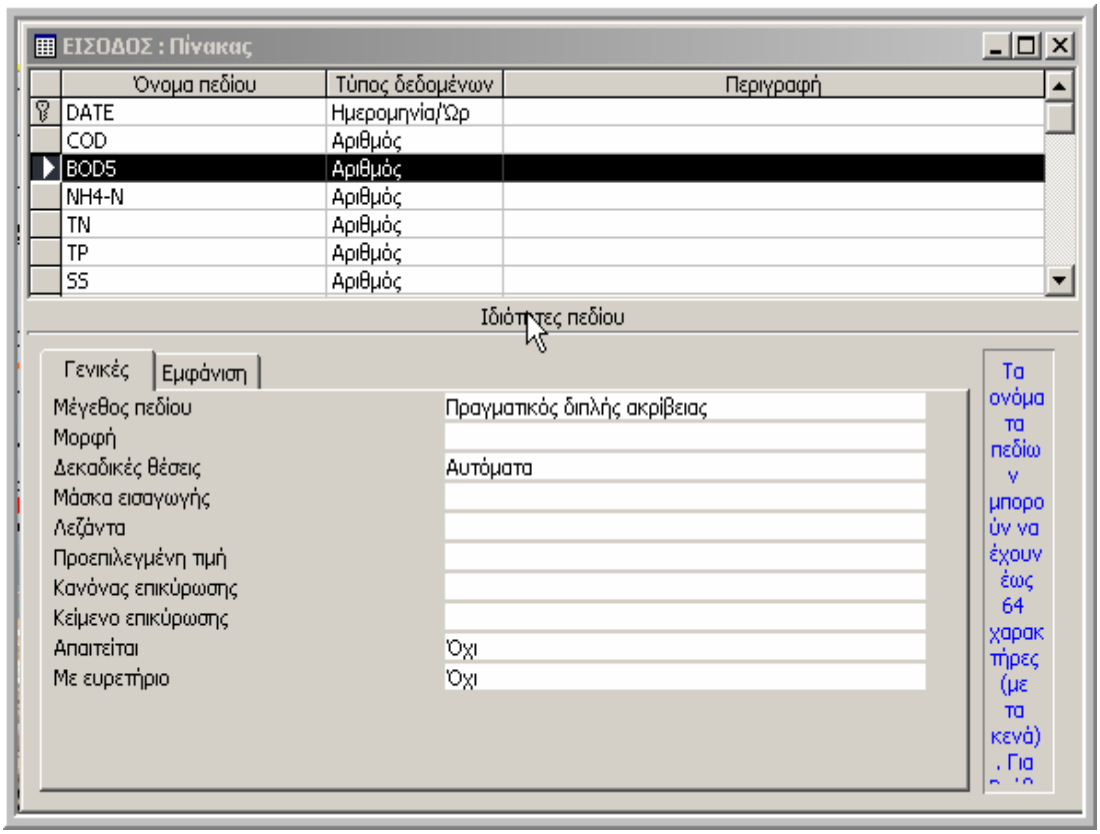
Εικόνα 5.6 Ο πίνακας εισόδου σε προβολή σχεδίασης

Όπως φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα κάθε γραμμή στο πάνω μισό μέρος του παραθύρου του πίνακα αντιπροσωπεύει ένα πεδίο. Το κάτω μισό μέρος του παραθύρου διαλόγου χωρίζεται σε δύο τμήματα: το δεξιό τμήμα εμφανίζει μια σύντομη περιγραφή του επιλεγμένου αντικειμένου, ενώ στο αριστερό τμήμα δίνεται η δυνατότητα ορισμού επιπλέον ιδιοτήτων για το πεδίο που είναι επιλεγμένο κάθε φορά.

Για να οριστούν τα πεδία σε ένα πίνακα είναι αναγκαίο να τους δοθεί ένα **Όνομα** και ένας **Τύπος Δεδομένων**. Στον συγκεκριμένο πίνακα στην πρώτη γραμμή πληκτρολογήσαμε το όνομα DATE (ημερομηνία) στη στήλη **Όνομα Πεδίου,** ενώ στις επόμενες γραμμές πληκτρολογήσαμε τα ονόματα όλων των κριτηρίων ρύπανσης που μετρούνται στην είσοδο της μονάδας όπως φαίνεται και στην προηγούμενη εικόνα.

Στην περίπτωση του πεδίου της ημερομηνίας, ανάμεσα στις επιλογές του τύπου δεδομένων επιλέξαμε αυτήν της **ημερομηνίας / ώρας** ενώ για τα

υπόλοιπα πεδία επιλέχθηκε αυτή του **αριθμού**. Στη συνέχεια όσο αφορά τις ιδιότητες του κάθε πεδίου, σε αυτό της ημερομηνίας, στην ιδιότητα Με **ευρετήριο** επιλέχθηκε **Ναι** γιατί το συγκεκριμένο πεδίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί συχνά για αναζήτηση στον πίνακα. Επίσης το ίδιο πεδίο ορίστηκε **Πρωτεύον κλειδί**, ιδιότητα η οποία διακρίνεται από το εικονίδιο του κλειδιού που υπάρχει στα αριστερά του ονόματος του πεδίου, γιατί όπως θα δούμε αργότερα το πεδίο αυτό χρησιμοποιήθηκε για τη διασύνδεση δύο πινάκων. Στα υπόλοιπα πεδία τα οποία επιλέχθηκαν να είναι χωρίς ευρετήριο, στην ιδιότητα **Μέγεθος πεδίου** έγινε η επιλογή **Πραγματικός διπλής ακρίβειας** ενώ για τις **Δεκαδικές θέσεις** έγινε η επιλογή **Αυτόματα.** Η χρήση του πεδίου της περιγραφής δεν κρίθηκε αναγκαία**.**



Εικόνα 5.7 Ιδιότητες υπολοίπων πεδίων

Επόμενη ενέργεια, έχοντας τελειώσει με το φύλλο προβολής σχεδίασης του πίνακα, αποτέλεσε η καταχώρηση των τιμών των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν κατά το έτος 2003 και οι οποίες μας είχαν δοθεί σε αρχείο του προγράμματος Microsoft Excel όπως προαναφέρθηκε. Για να γίνει

εφικτό αυτό είναι απαραίτητη η μεταφορά μας σε προβολή φύλλου δεδομένων. Αυτό πραγματοποιείται επιλέγοντας από την γραμμή εργαλείων της Access εικονίδιο που είναι κυκλωμένο στην παρακάτω φωτογραφία.

Εικόνα 5.8 Επιλογή προβολής φύλλου δεδομένων

Η προβολή φύλλου δεδομένων μοιάζει πολύ με ένα λογιστικό φύλλο, με τη διαφορά όμως ότι εδώ υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων μόνο σε πεδία που έχουν οριστεί, ενώ τα δεδομένα που εισάγονται, πρέπει να είναι μέρος μιας εγγραφής.

Για την εισαγωγή των μετρήσεων από το Excel στον πίνακα που δημιουργήσαμε αντιγράφτηκαν όλες οι ημερομηνίες στις οποίες είχε καταγραφεί κάποια μέτρηση, μαζί με τις τιμές των μετρήσεων στα αντίστοιχα πεδία που δημιουργήσαμε νωρίτερα στην προβολή σχεδίασης.

ΕΙΣΟΔΟΣ : Πίνακας

DATE	COD	BOD5	NH4-N	TN	TP	SS
8/1/2003	250	150	33	65	9,3	210
14/1/2003	450	280	62	77,1	8,7	190
12/2/2003	460	290	44,8	55,3	7,5	180
20/2/2003	390	190	51,2	59,2	8	170
14/3/2003	280	180	38,5	46,2	6,8	130
27/3/2003	320	210	42	50,8	6,5	140
3/4/2003	240	120				
11/4/2003	680	500	63,2	76,5	9,5	350
18/4/2003	390	320	28,3	39,2	7,5	170
7/5/2003		480				
9/5/2003	390	280	45,1	53,5	6,9	150
12/5/2003		340				
20/5/2003		440				
23/5/2003	610	400	50,8	61,2	8,6	180
30/5/2003		560				
6/6/2003	750	520	62,3	85,1	11,3	270
9/6/2003	850	600				
12/6/2003	580	380				
17/6/2003	650	440	44,5	65,3	7,9	190

Εγγραφή: 1 από 83

Εικόνα 5.9 Πίνακας Εισόδου σε προβολή φύλλου δεδομένων

Στο κάτω μέρος του φύλλου δεδομένων, υπάρχουν κουμπιά ελέγχου που χρησιμοποιούνται για μετακίνηση μεταξύ των εγγραφών. Πατώντας το βελάκι με το σύμβολο μετακινούμαστε στην επόμενη εγγραφή, αντίστοιχα το βελάκι με το σύμβολο μας μεταφέρει αυτόματα στην τελευταία εγγραφή, και το βελάκι με το σύμβολο στην αμέσως επόμενη θέση από αυτή της τελευταίας εγγραφής για να προσθέσουμε μια νέα εγγραφή. Στις ίδιες ενέργειες χρησιμεύουν και τα βελάκια στην αριστερή πλευρά αλλά με μόνη διαφορά ότι κινούμαστε προς την αρχή των εγγραφών.

Τα ίδια ακριβώς βήματα ακολουθήθηκαν και κατά την κατασκευή των υπόλοιπων πινάκων. Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι για κάποια τμήματα της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων δεν υπήρχαν καταγραμμένες μετρήσεις, όπως για παράδειγμα στους χωνευτές 1 και 2, οπότε σε αυτές τις περιπτώσεις οι πίνακες που δημιουργήθηκαν δεν περιείχαν καμία εγγραφή.

5.4.4 Δημιουργία Φορμών

5.4.4.1 Εισαγωγικά

Όπως είδαμε η εισαγωγή δεδομένων με τη χρήση ενός φύλλου δεδομένων σε ένα πίνακα είναι άμεση. Υπάρχουν όμως κάποια μειονεκτήματα κατά τη χρήση της προβολής φύλλου δεδομένων για την εισαγωγή εγγραφών.

Τα μειονεκτήματα αυτά είναι:

- Η δυσκολία μετακίνησης μέσα σε μια εγγραφή σε προβολή φύλλου δεδομένων, ειδικά στην περίπτωση που τα πεδία είναι πλατύτερα από το πλάτος της οθόνης.
- Αν και είναι δυνατόν να φαίνονται πληροφορίες από διάφορες εγγραφές ταυτόχρονα, είναι συνήθως αδύνατον να φαίνονται όλες οι πληροφορίες από μια εγγραφή.
- Η εμφάνιση των πληροφοριών σε προβολή φύλλου δεδομένων μπορεί να γίνει κουραστική , αν δουλεύει κάποιος σε αυτή για μεγάλο διάστημα, ενώ είναι δύσκολο να εστιάζει για πολύ ώρα στην οθόνη.

- Τα φύλλα δεδομένων δεν δίνουν τη δυνατότητα δημιουργίας μιας τακτοποιημένης, επαγγελματικής εμφάνισης των δεδομένων.
- Είναι πιο δύσκολη η χρήση στοιχείων ελέγχου (πλαίσια ελέγχου, πτυσσόμενες λίστες) σε ένα φύλλο δεδομένων.
- Οι μεγάλες στήλες, όπως αυτές που σχετίζονται με υπομνήματα και μεγάλα πεδία κειμένου, είναι δύσκολο να εμφανιστούν και να τροποποιηθούν.

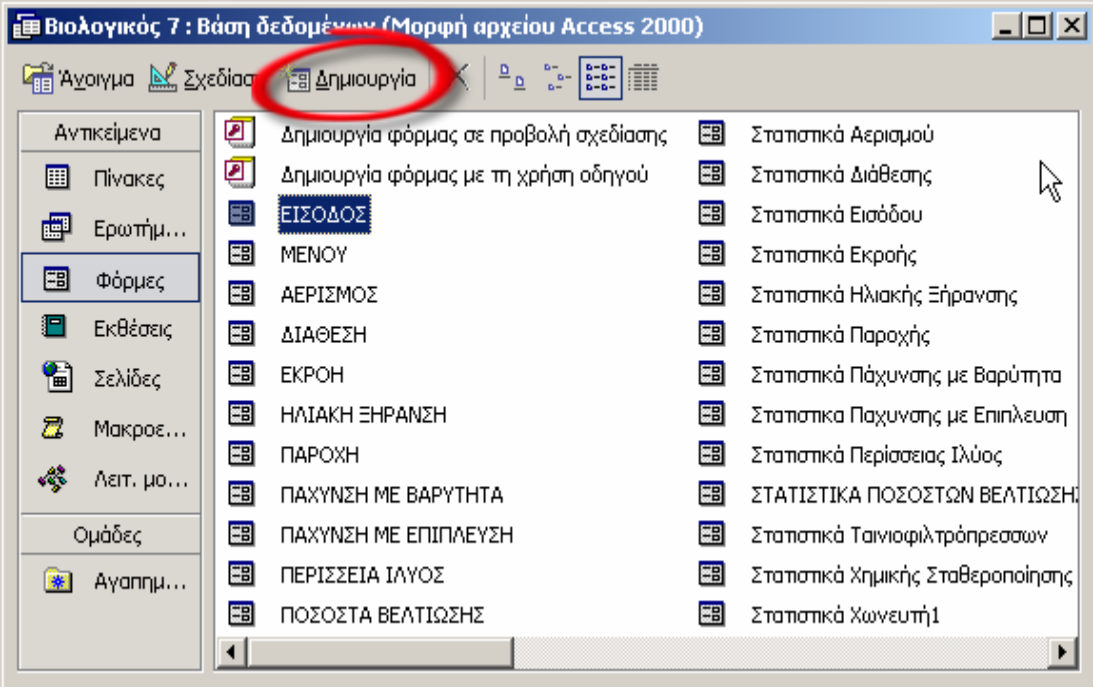
Πολλά από αυτά τα μειονεκτήματα αντιμετωπίζονται με τη χρήση μιας φόρμας για εισαγωγή και εμφάνιση δεδομένων. Μια φόρμα εμφανίζει τις εγγραφές της βάσης δεδομένων μία κάθε φορά, ενώ κάθε πεδίο εμφανίζεται συνήθως σαν πλαίσιο κειμένου με μια ετικέτα δίπλα του. Οι φόρμες μπορούν να δημιουργηθούν με διαφορετικές διατάξεις και μπορούν να χρησιμοποιήσουν γραφικά και εφε σαν βελτιώσεις.

5.4.4.2 Περιγραφή κατασκευής Φόρμας Καταχώρησης και Ανάκλησης Μετρήσεων

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να δημιουργηθεί μια φόρμα. Εμείς επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε τον **Οδηγό φορμών** ο οποίος προσφέρει μεγαλύτερη ισχύ και λειτουργικότητα. Με τον οδηγό φορμών μας παρέχεται περισσότερος έλεγχος πάνω στα πεδία που εμφανίζονται στην φόρμα και επίσης μας δίνονται μερικές επιπλέον δυνατότητες μορφοποίησης.

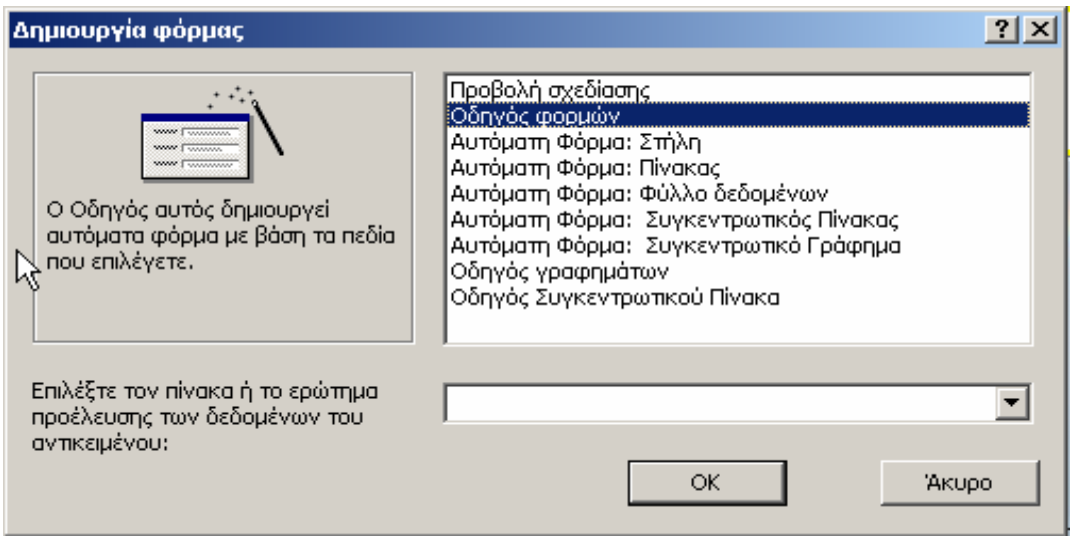
Για να περιγράψουμε τα βήματα τα οποία ακολουθούμε για την κατασκευή μιας φόρμας, επιλέξαμε να ασχοληθούμε με την φόρμα **Εκροής** η οποία είναι μια χαρακτηριστική φόρμα που περιέχει και κάποιες επιπλέον λειτουργίες σε σχέση με τις υπόλοιπες.

Για την κατασκευή της φόρμας εκροής με τη χρήση οδηγού, επιλέξαμε αρχικά στο παράθυρο **Βάση δεδομένων** το αντικείμενο **Φόρμες**. Εξ ορισμού, μόνο δύο επιλογές είναι διαθέσιμες σε αυτό το παράθυρο, αν και μπορεί να γεμίσει όσο εμείς δημιουργούμε καινούριες φόρμες.



Εικόνα 5.10 Η λίστα με τις φόρμες στο παράθυρο βάση δεδομένων

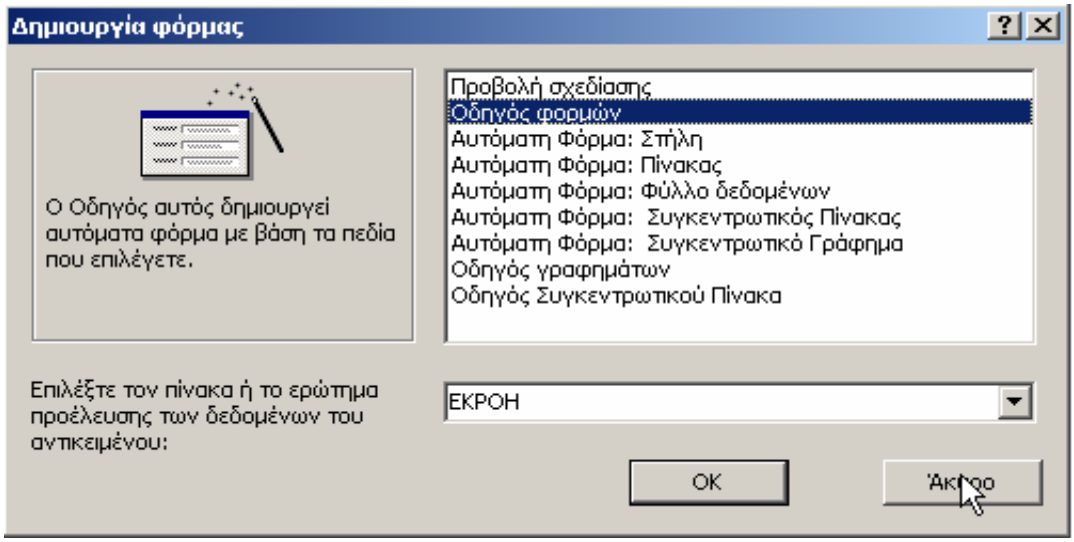
Στο παράθυρο της βάσης δεδομένων που φαίνεται στην προηγούμενη εικόνα, επιλέξαμε από τη γραμμή εργαλείων το κουμπί **Δημιουργία** που είναι κυκλωμένο για να εμφανιστεί το παράθυρο διαλόγου **Δημιουργία φόρμας**.



Εικόνα 5.11 Το παράθυρο διαλόγου Δημιουργία φόρμας

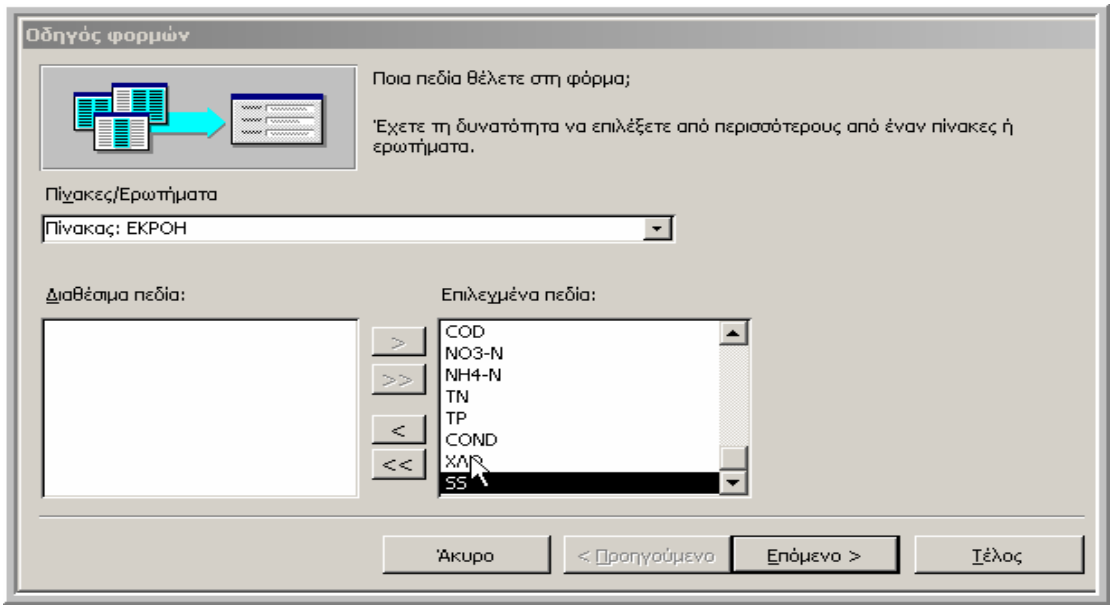
Ανάμεσα στις επιλογές που εμφανίζονται, εμείς επιλέξαμε τον Οδηγό φορμών για να δημιουργήσουμε μια απλή φόρμα. Στη συνέχεια για να καθορίσουμε τον πίνακα στον οποίο βασίζεται η φόρμα, επιλέξαμε από τη πτυσσόμενη λίστα στο κάτω μέρος του παραθύρου διαλόγου την προέλευση

των δεδομένων, δηλαδή τον πίνακα της εκροής όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα.



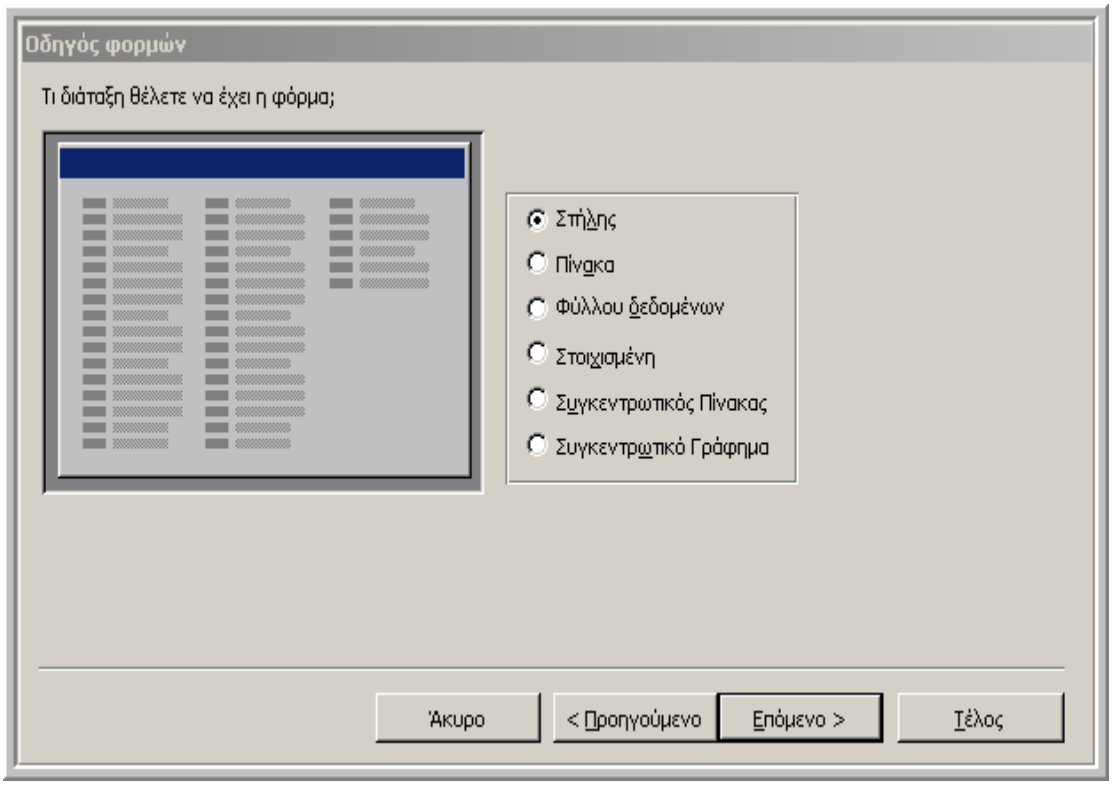
Εικόνα 5.12 Επιλογή πίνακα προέλευσης δεδομένων για τη δημιουργία της Φόρμας Εκροής

Αφού πατήσαμε το κουμπί **OK** εμφανίστηκε το πρώτο παράθυρο διαλόγου του οδηγού φορμών. Για να επιλέξουμε όλα τα πεδία από τον πίνακα εκροής πατήσαμε το κουμπί με το σύμβολο >> και έτσι όλα τα **Διαθέσιμα πε**δία μεταφέρθηκαν στο πλαίσιο λίστας **Επιλεγμένα πεδία.**

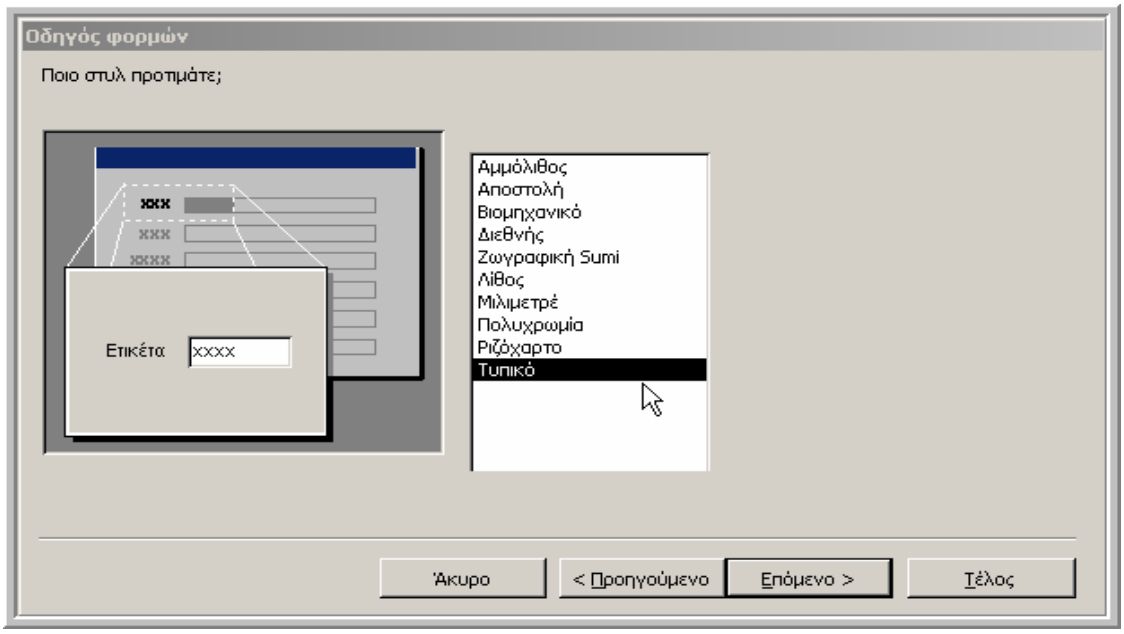


Εικόνα 5.13 Το παράθυρο διαλόγου επιλογής πεδίων του οδηγού φορμών

Μετά την επιλογή των πεδίων που θέλουμε να εμφανίσουμε στην φόρμα κάναμε κλικ στο κουμπί Επόμενο>. Από της τέσσερις επιλογές διάταξης που υπάρχουν στην επόμενη οθόνη, εμείς επιλέξαμε τη διάταξη **Στήλης,** γιατί κρίναμε ότι εξυπηρετεί περισσότερο της σκοπούς της.

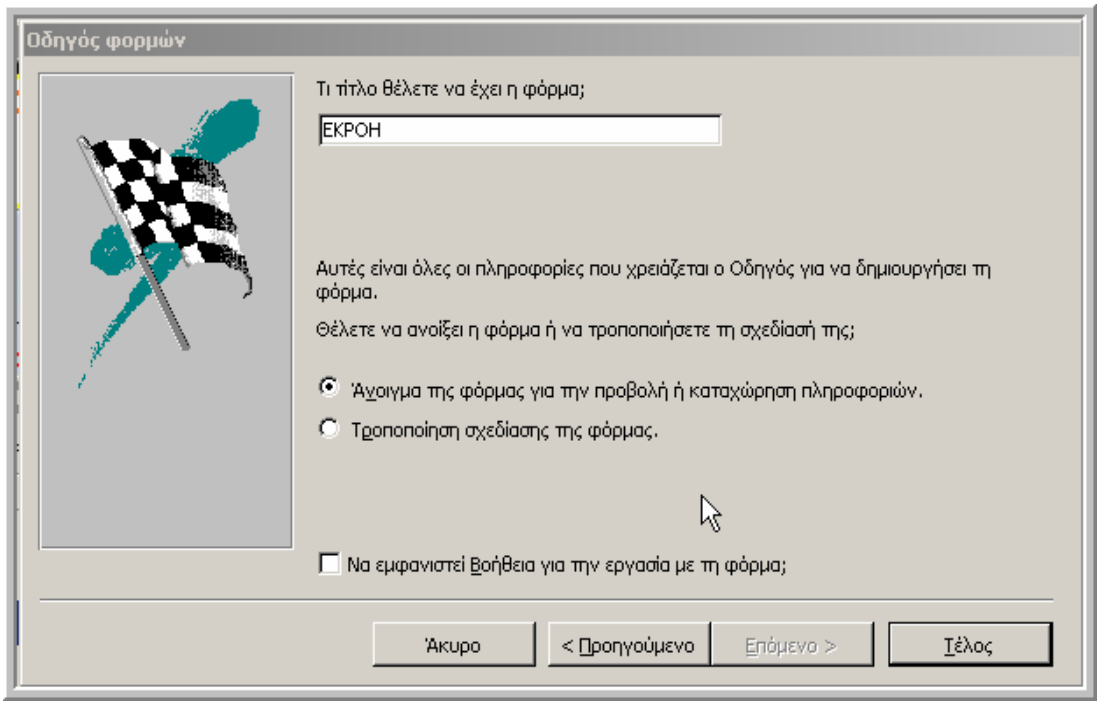


Στην επόμενη οθόνη του οδηγού παρουσιάζεται μια λίστα από τα στυλ που είναι δυνατόν να δοθούν στη φόρμα, ώστε να έχει μια πιο επαγγελματική

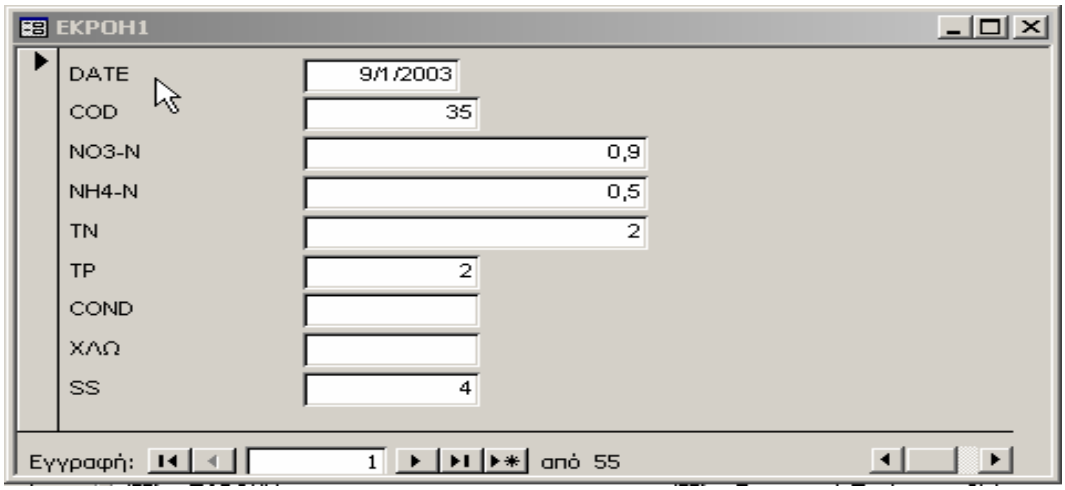


εμφάνιση. Εδώ επιλέχτηκε το τυπικό στυλ ώστε να μπορέσουμε χωρίς περιορισμούς να διαμορφώσουμε την εικόνα της φόρμας της εμείς θέλουμε.

Στην επόμενη και τελευταία οθόνη του οδηγού φορμών μπορέσαμε να δώσουμε ένα κατάλληλο όνομα στη φόρμα. Το όνομα αυτό εμφανίζεται στη λίστα με της διαθέσιμες φόρμες αλλά και στη γραμμή τίτλου της φόρμας, για το λόγο αυτό δώσαμε ένα όνομα που φανερώνει τη χρήση της φόρμας και την ονομάσαμε **Εκροή**.

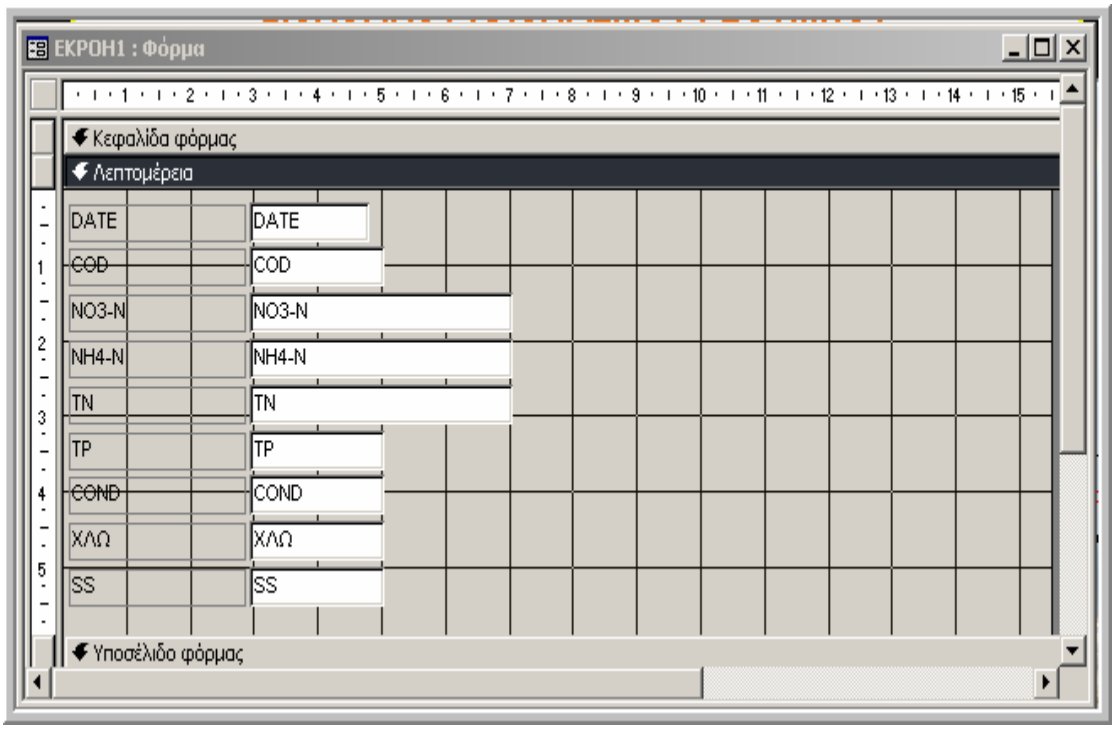


Πατώντας το κουμπί Τέλος δημιουργήσαμε τη φόρμα στην αρχική της μορφή.

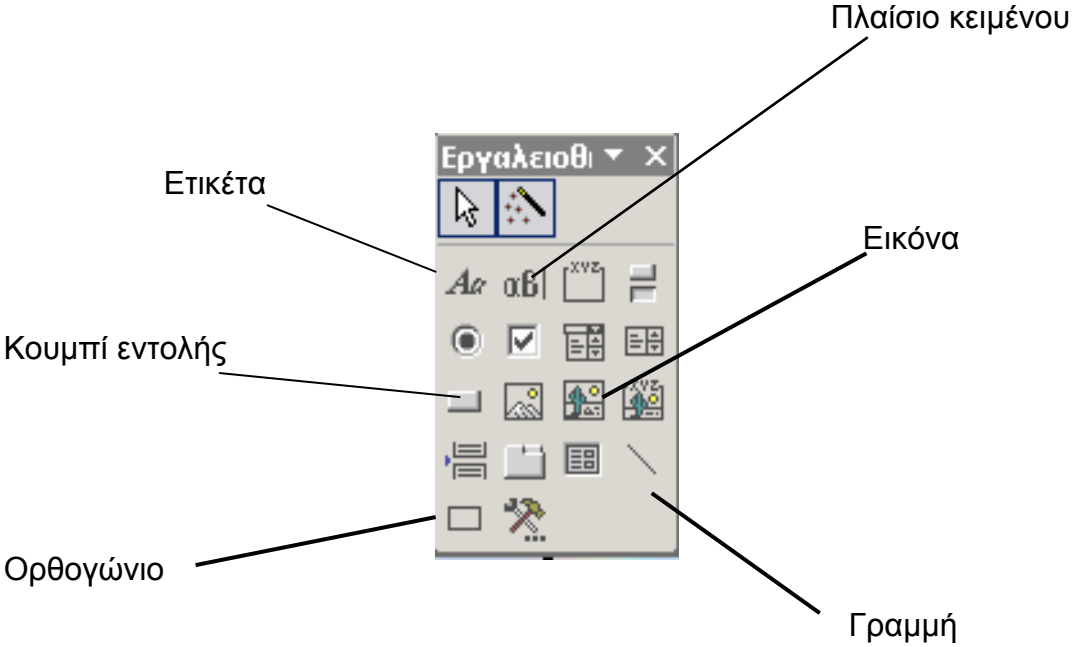


Εικόνα 5.14 Η Φόρμα Εκροής της δημιουργήθηκε με τον οδηγό φορμών

Για να μετατρέψουμε τη φόρμα αυτή σε μια πιο επαγγελματική και επίσημη μορφή κάναμε αρχικά κλικ στο εικονίδιο που της μεταφέρει σε προβολή σχεδίασης της φόρμας.



Εικόνα 5.15 Η Φόρμα Εκροής σε προβολή σχεδίασης



Εικόνα 5.16 Η εργαλειοθήκη της προβολής σχεδίασης

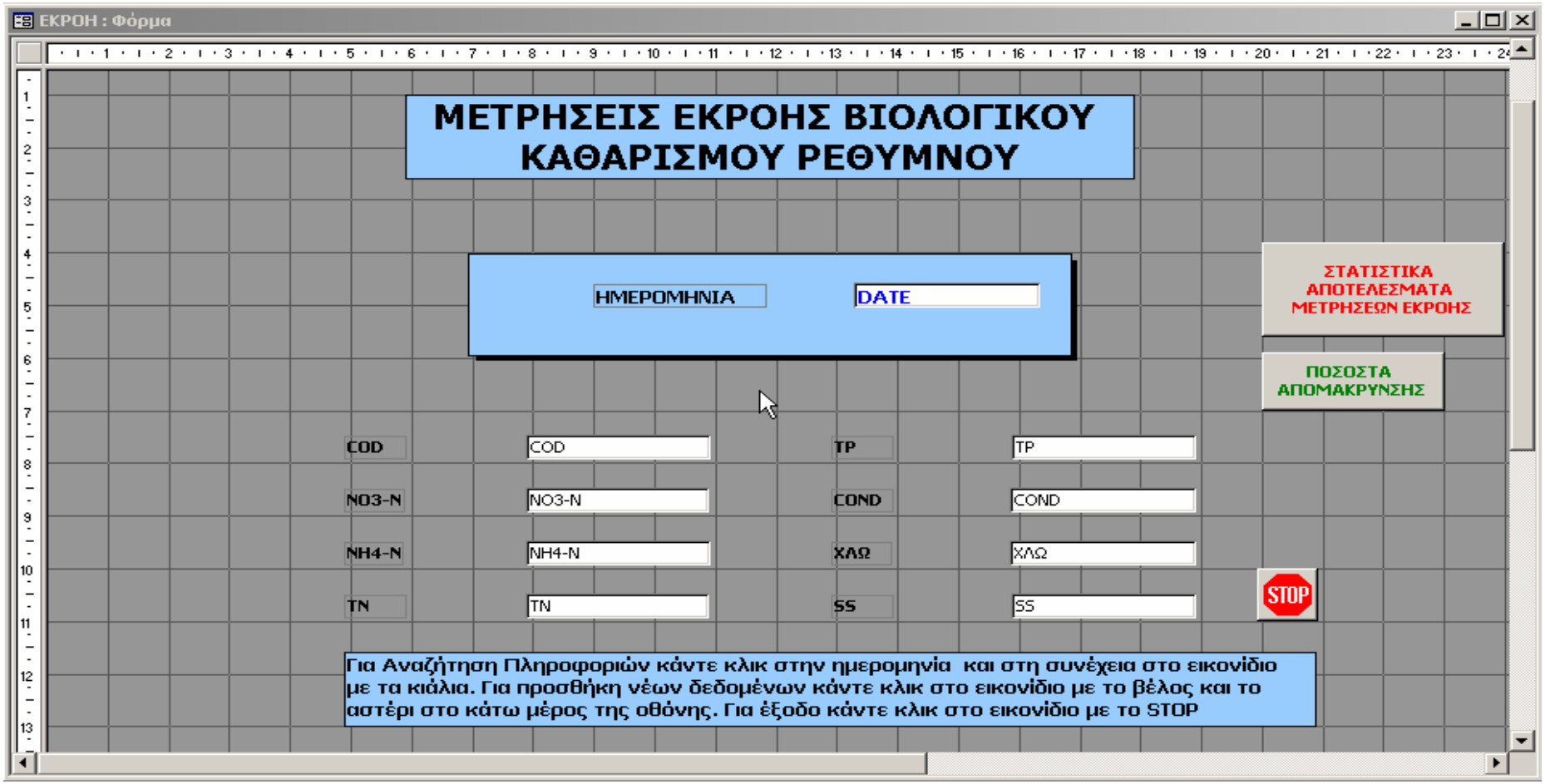
Χρησιμοποιώντας την εργαλειοθήκη της προηγούμενης εικόνας και τη γραμμή εργαλείων του παραθύρου της βάσης δεδομένων, καταφέραμε να μετατρέψουμε την φόρμα που κατασκευάσαμε με τη βοήθεια του οδηγού φορμών και να της προσθέσουμε κάποιες επιπλέον λειτουργίες.

Η φόρμα στην οποία καταλήξαμε μετά από αρκετές διαφοροποιήσεις και αλλαγές έχει πλέον τίτλο, ο οποίος δημιουργήθηκε με τη χρήση της ετικέτας, ενώ η διάταξη των πεδίων έχει αλλάξει χειροκίνητα με τέτοιο τρόπο, ώστε το πεδίο της ημερομηνίας, το οποίο πρόκειται να χρησιμοποιείται για αναζήτηση των εγγραφών, έχει τοποθετηθεί σε κεντρική θέση στη φόρμα και έχει μορφοποιηθεί με διάφορα εφέ με τέτοιο τρόπο ώστε να ξεχωρίζει από τα υπόλοιπα. Στο κάτω μέρος της φόρμας τοποθετήσαμε μία ετικέτα στην οποία αναγράφονται οι βασικές ενέργειες της οποίες πρέπει να καταφύγει ο χρήστης για να λειτουργήσει με σωστό τρόπο τη φόρμα.

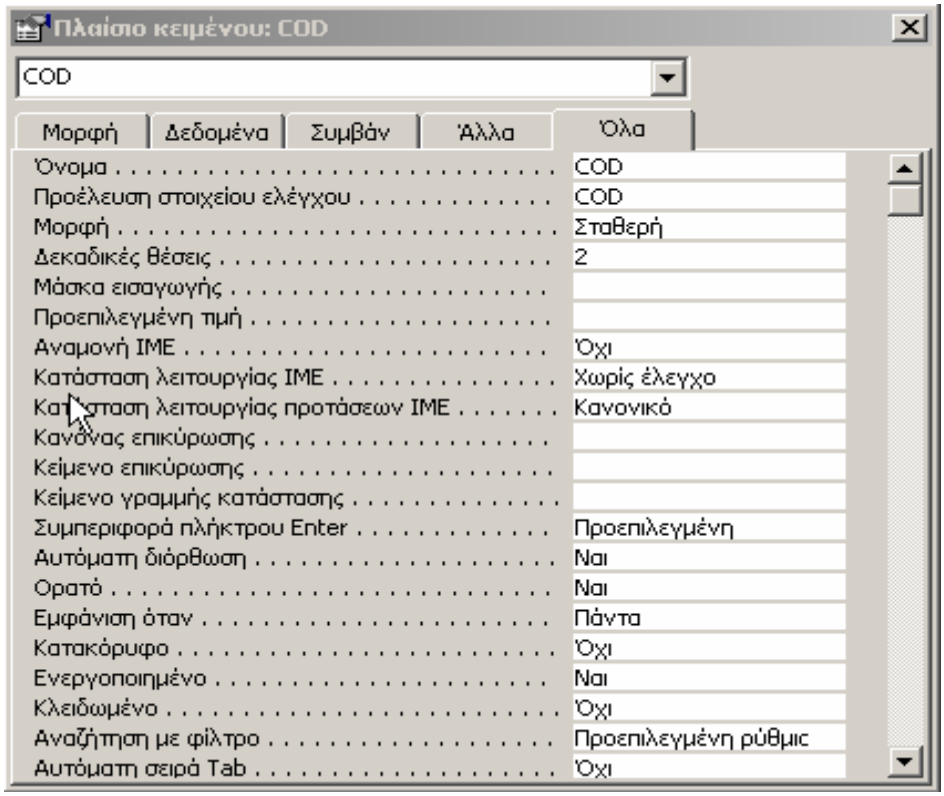
Μια άλλη βασική λειτουργία η οποία προστέθηκε στη φόρμα είναι αυτή των κουμπιών. Σε αντίθεση με τις υπόλοιπες σχεδόν φόρμες, στη φόρμα Εκροής προστέθηκαν τρία αντί για δύο κουμπιά. Από αυτά, το πρώτο έχει σαν λειτουργία τη μεταφορά στη φόρμα η οποία έχει κατασκευαστεί για να υπολογίζει τα στατιστικά αποτελέσματα των μετρήσεων που είναι καταχωρημένες, για κάποιο χρονικό διάστημα της αρεσκείας του χρήστη , και έχει τοποθετηθεί σε όλες τις φόρμες της βάσης που χρησιμοποιούνται για καταχώρηση και ανάκληση των μετρήσεων. Το δεύτερο κουμπί έχει τοποθετηθεί αποκλειστικά στη φόρμα Εκροής και έχει σαν σκοπό τη μεταφορά της στη φόρμα υπολογισμού των **Ποσοστών απομάκρυνσης**. Η φόρμα υπολογισμού των Ποσοστών απομάκρυνσης είναι μια ιδιαίτερη φόρμα, η οποία θα περιγραφεί σε επόμενη παράγραφο, και έχει άμεση σχέση με τη φόρμα Εκροής. Η φόρμα αυτή κατασκευάστηκε για να υπολογίζει το ποσοστό των ρυπαντικών ουσιών που απομακρύνονται στη γραμμή επεξεργασίας λυμάτων, αφαιρώντας από της τιμές των ουσιών στην είσοδο, αυτές στην εκροή και υπολογίζοντας το ποσοστό της εκατό του υπολοίπου. Το τρίτο και τελευταίο κουμπί έχει τοποθετηθεί στο σύνολο των φορμών και έχει σαν λειτουργία την έξοδό μας από την εκάστοτε φόρμα. Δίνοντας του την εικόνα του γνώριμου σήματος “STOP” θελήσαμε να τονίσουμε τη χρήση του συγκεκριμένου κουμπιού το οποίο απλά “σταματάει” την εκάστοτε φόρμα που χρησιμοποιούμε.

Μια επιπλέον αλλαγή που έλαβε μέρος, ήταν αυτή της μετατροπής κάποιον ιδιοτήτων των πεδίων τα οποία στην φόρμα Εκροής υπάρχουν με την μορφή πλαισίων κειμένου με ετικέτες δίπλα τους. Για τη μετατροπή των ιδιοτήτων αρκεί να κάνει κάποιος δεξί κλικ πάνω στο πλαίσιο κειμένου και να επιλέξει της **ιδιότητες**. Στο φύλλο ιδιοτήτων που παρουσιάζεται και στην Πέμπτη καρτέλα, η οποία εμφανίζει όλες τις ιδιότητες, μας δίνεται η δυνατότητα αλλαγής μιας πληθώρας παραμέτρων. Στο πεδίο της ημερομηνίας η μόνη αλλαγή που έγινε ήταν στην ιδιότητα **Κατάσταση λειτουργίας προτάσεων** ΙΜΕ, στην οποία επιλέξαμε **κανονικό**. Στα υπόλοιπα πεδία έγιναν και κάποιες επιπλέον αλλαγές εκτός από αυτήν που αναφέρθηκε προηγουμένως. Έτσι στην ιδιότητα **Μορφή** επιλέχτηκε **σταθερή** και οι **Δεκαδικές θέσεις** επιλέχτηκαν να είναι **δύο**, ενώ σε κάποιες από τις υπόλοιπες ιδιότητες έγιναν μικρές αλλαγές οι οποίες δεν κρίθηκε αναγκαίο να αναφερθούν στο σύνολο τους.

Την τελική αλλαγή της φόρμας αποτέλεσε αυτή της επιλογής των χρωμάτων και των εφε τα οποία επιλέχτηκε να είναι απλά και ξεκούραστα για τα μάτια. Η φόρμα των **Μετρήσεων Εκροής** στην τελική της μορφή φαίνεται στη επόμενη εικόνα.



Εικόνα 5.17 Φόρμα μετρήσεων εκροής σε προβολή σχεδίασης



Εικόνα 5.18 Παράθυρο διαλόγου ιδιότητες για το πεδίο COD

5.4.4.3 Περιγραφή κατασκευής Φόρμας Υπολογισμού Στατιστικών Αποτελεσμάτων

Για την περιγραφή της κατασκευής της φόρμας υπολογισμού στατιστικών αποτελεσμάτων, επιλέξαμε να περιγράψουμε τη φόρμα υπολογισμού στατιστικών αποτελεσμάτων **Εκροής**. Οι υπόλοιπες φόρμες που υπάρχουν στη βάση δεδομένων της και εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό κατασκευάζονται με τον ίδιο τρόπο.

Η φόρμα υπολογισμού των στατιστικών αποτελεσμάτων εκροής κατασκευάστηκε και αυτή με τη χρήση του Οδηγού φορμών, με βασική διαφορά της το ότι η φόρμα αυτή βασίζεται σε ένα **Ερώτημα**. Δηλαδή στην πτυσσόμενη λίστα που υπάρχει στο κάτω μέρος του παραθύρου διαλόγου επιλέξαμε σαν προέλευση των δεδομένων ένα ερώτημα που έχει κατασκευαστεί για αυτή τη φόρμα ειδικά. Η χρήση αυτού του ερωτήματος είναι σημαντική και ουσιαστικά μας βοηθάει στο να καθορίσουμε το διάστημα ημερών για το οποίο θα θέλαμε να μας παρουσιάσει η βάση κάποια στατιστικά αποτελέσματα, η κατασκευή του όμως θα περιγραφεί αργότερα.

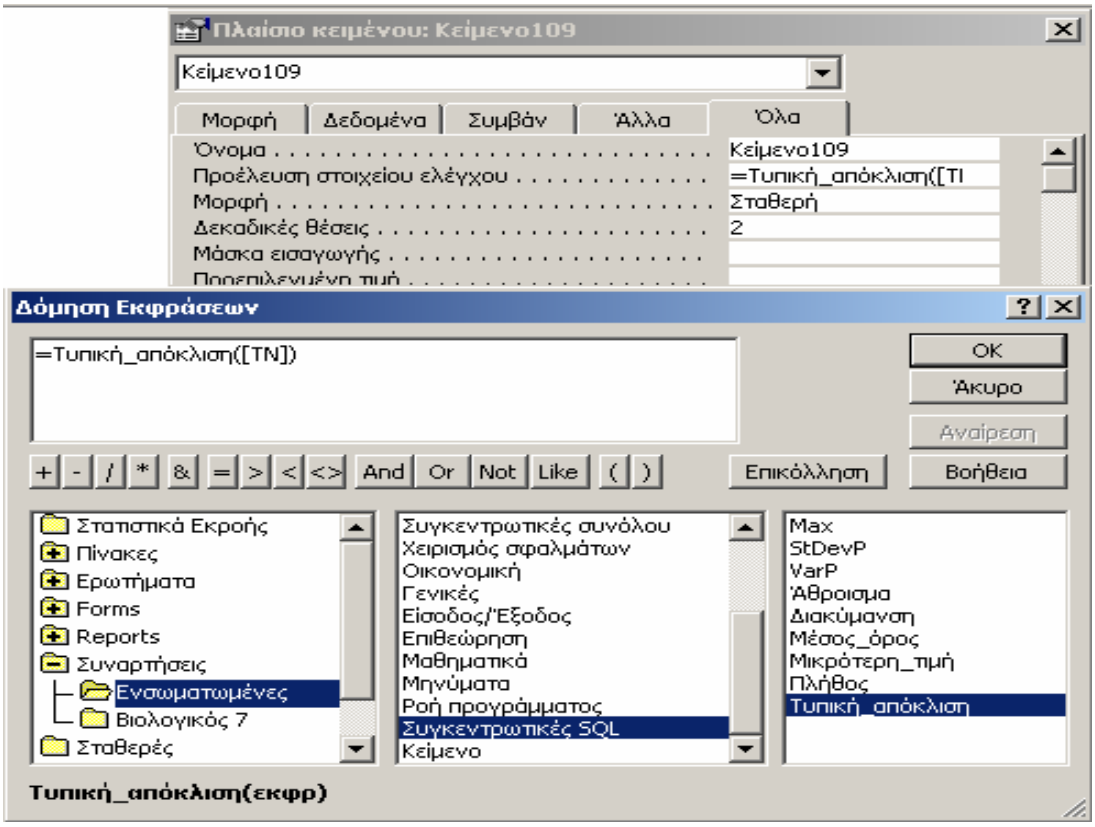
Η φόρμα υπολογισμού των στατιστικών αποτελεσμάτων δεν διαφέρει σε πολλά από τη φόρμα αποτελεσμάτων των μετρήσεων εκροής που περιγράψαμε νωρίτερα, λόγω όμως των αποτελεσμάτων που θέλουμε να μας δίνονται από τα πεδία της προβήκαμε σε κάποιες αλλαγές στη **Μορφή** και τις **Δεκαδικές** θέσεις μέσω του φύλλου ιδιοτήτων

Αποφασίσαμε λοιπόν ότι θα είχαμε μια επαρκή εικόνα στατιστικών αποτελεσμάτων αν υπολογίζαμε το μέσο όρο, τη μέγιστη και ελάχιστη τιμή και την τυπική απόκλιση των μετρήσεων για κάποιο χρονικό διάστημα της επιλογής της. Χωρίς να έχουμε προσθέσει το πεδίο της ημερομηνίας στη φόρμα για ευνόητους λόγους δημιουργήσαμε για κάθε ένα από τα υπόλοιπα πεδία τέσσερα πλαίσια κειμένου, ένα για κάθε στατιστικό αποτέλεσμα.

Εικόνα 5.19 Φόρμα υπολογισμού στατιστικών αποτελεσμάτων εκροής σε προβολή σχεδίασης

Για να επιτύχουμε την πραγματοποίηση του κατάλληλου υπολογισμού σε κάθε πλαίσιο κειμένου επιλέξαμε από το **Φύλλο ιδιοτήτων** την ιδιότητα **Προέλευση στοιχείου ελέγχου** και πατήσαμε το στοιχείο ελέγχου δόμησης **συμβάντος** με της τρεις κουκίδες που εμφανίζεται στο τέλος του πλαισίου κειμένου της ιδιότητας. Μετά από αυτή την ενέργεια εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου από το οποίο είναι δυνατό να επιλεχτούν κατάλληλες

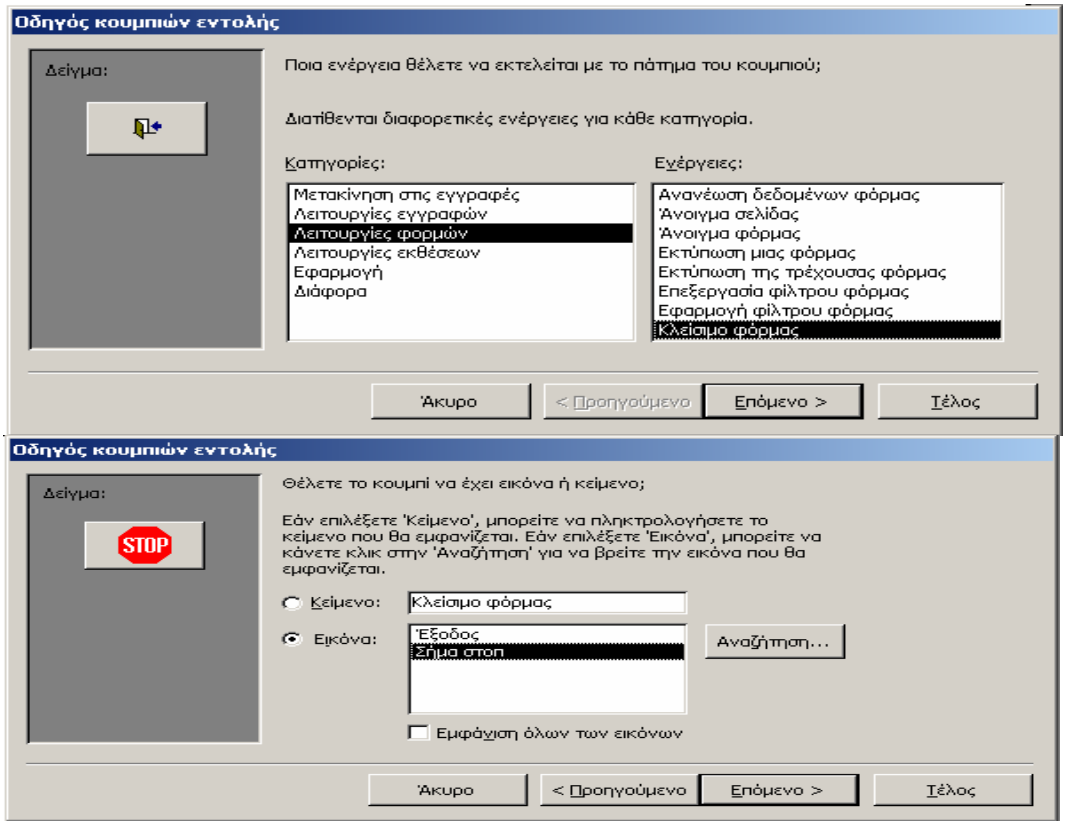
τιμές. Αυτό είναι το παράθυρο **Δόμησης εκφράσεων** το οποίο αποτελείται από ένα κεντρικό παράθυρο δόμησης των εκφράσεων που πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε κάθε φορά, από κάποια κουμπιά τελεστών που υπάρχουν διαθέσιμα, και από τρία παράθυρα τα οποία περιέχουν διάφορες κατηγορίες κριτηρίων. Εμείς επιλέξαμε από το πρώτο από τα τρία παράθυρα το κριτήριο **Συναρτήσεις,** στη συνέχεια το κριτήριο **Ενσωματωμένες** που περιέχεται στο προηγούμενο κριτήριο, και κατόπιν στο ακριβώς δίπλα παράθυρο επιλέξαμε από τις κατηγορίες των συναρτήσεων, της **συγκεντρωτικές SQL**. Μετά από αυτήν την ενέργεια εμφανίζονται στο τελευταίο δεξιά παράθυρο τα διάφορα είδη συναρτήσεων που περιέχονται σε αυτή την κατηγορία. Χρησιμοποιώντας λοιπόν αυτές της συναρτήσεις και προσθέτοντας το όνομα του πεδίου για του οποίου τις τιμές θέλουμε να καταλήξουμε σε στατιστικά αποτελέσματα, δομήσαμε την κατάλληλη έκφραση για κάθε πλαίσιο κειμένου. Έτσι για παράδειγμα η έκφραση για τον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης των μετρήσεων του στοιχείου TN είναι: =Τυπική_απόκλιση([TN]).



Εικόνα 5.20 Δόμηση έκφρασης για τον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης του στοιχείου TN

Οι υπόλοιπες διαφοροποιήσεις στη φόρμα έχουν γίνει και πάλι χειροκίνητα με διάφορους τρόπους που προσφέρει το πρόγραμμα ούτως ώστε να καταλήξουμε στη μορφή και στη διάταξη που εμείς προτιμάμε.

Τέλος πρέπει να αναφέρουμε ότι σε κάθε φόρμα υπολογισμού στατιστικών αποτελεσμάτων της βάσης έχουν προστεθεί, εκτός από το κουμπί εξόδου που αναφέραμε πιο πριν, και δύο κουμπιά που σχετίζονται με της εκθέσεις τις οποίες μπορούμε να δημιουργήσουμε με τη βοήθεια του προγράμματος και για τις οποίες θα αναφερθούμε αργότερα. Το ένα από αυτά τα δύο κουμπιά δημιουργήθηκε για να έχει ο χρήστης τη δυνατότητα προεπισκόπησης της έκθεσης που χρειάζεται, ενώ το άλλο για να μπορεί με το πάτημα του να εκτυπώσει απευθείας την έκθεση στον εκτυπωτή. Το κάθε κουμπί δημιουργήθηκε από την εργαλειοθήκη που προσφέρει η προβολή σχεδίασης της Access και με τη βοήθεια του οδηγού που εμφανίζεται. Ο οδηγός μας βοηθάει ακολουθώντας πάλι κάποια βήματα να καθορίσουμε τη λειτουργία του κάθε κουμπιού που δημιουργούμε καθώς και την εμφάνιση του.



Εικόνα 5.21 Χαρακτηριστικά βήματα για την κατασκευή κουμπιών μέσω του οδηγού κουμπιών εντολής

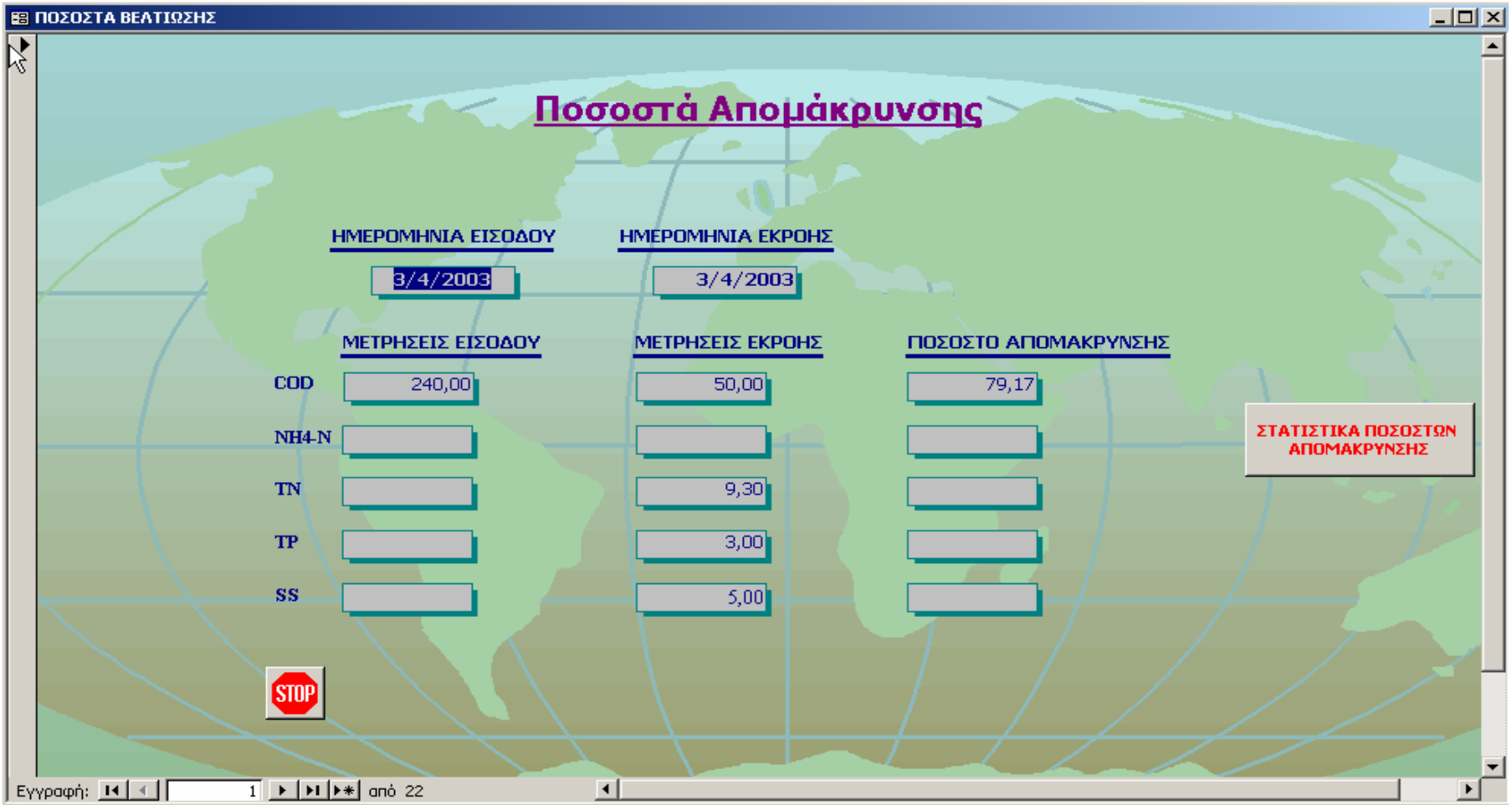
Εικόνα 5.22 Φόρμα Στατιστικών Αποτελεσμάτων εκροής

5.4.4.4 Περιγραφή κατασκευής Φόρμας Ποσοστών Απομάκρυνσης

Η φόρμα του υπολογισμού των ποσοστών απομάκρυνσης κατασκευάστηκε με τρόπο παρόμοιο με της προηγούμενες φόρμες και με τη βοήθεια του οδηγού, αλλά ήταν αναπόφευκτο να μην υπάρξουν κάποιες διαφοροποιήσεις της της φόρμας από της υπόλοιπες, λόγω του ότι χρησιμοποιείται για ξεχωριστό σκοπό. Μέσω της της φόρμας υπολογίζεται το ποσοστό των ρυπαντικών ουσιών το οποίο απομακρύνεται στην γραμμή επεξεργασίας λυμάτων, πράγμα το οποίο επιτυγχάνεται με τη δόμηση μιας συγκεκριμένης σειράς πράξεων. Για να καταφέρουμε να καταλήξουμε σε σωστή λειτουργία της φόρμας, κρίθηκε αναγκαία η κατασκευή της ερωτήματος πάνω στο οποίο στη συνέχεια βασίστηκε η φόρμα, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που προέρχονται από αυτό.

Η δομή της συγκεκριμένης φόρμας είναι της αρκετά διαφοροποιημένη. Παρατηρούμε λοιπόν αρχικά, ότι υπάρχουν δύο πλαίσια κειμένου για ημερομηνίες, ένα το οποίο αναγράφει της ημερομηνίες που έχουν γίνει οι μετρήσεις στην είσοδο της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων και ένα άλλο το οποίο αναγράφει της ημερομηνίες που έχουν γίνει οι μετρήσεις στην εκροή. Λόγω του ότι τα στοιχεία τα οποία μετρούνται στην είσοδο δεν είναι ακριβώς τα ίδια με αυτά που μετρούνται στην εκροή σαν πεδία επιλέχτηκαν μόνο αυτά που είναι κοινά σε είσοδο και εκροή. Της σε κάθε πεδίο αντιστοιχεί ένα πλαίσιο κειμένου που αναγράφει της μετρήσεις εισόδου και ένα άλλο που αναγράφει της συναρτήσεις εκροής. Τέλος υπάρχει και ένα τελευταίο πλαίσιο κειμένου για κάθε πεδίο στο οποίο αναγράφεται απευθείας το ποσοστό απομάκρυνσης του κάθε στοιχείου.

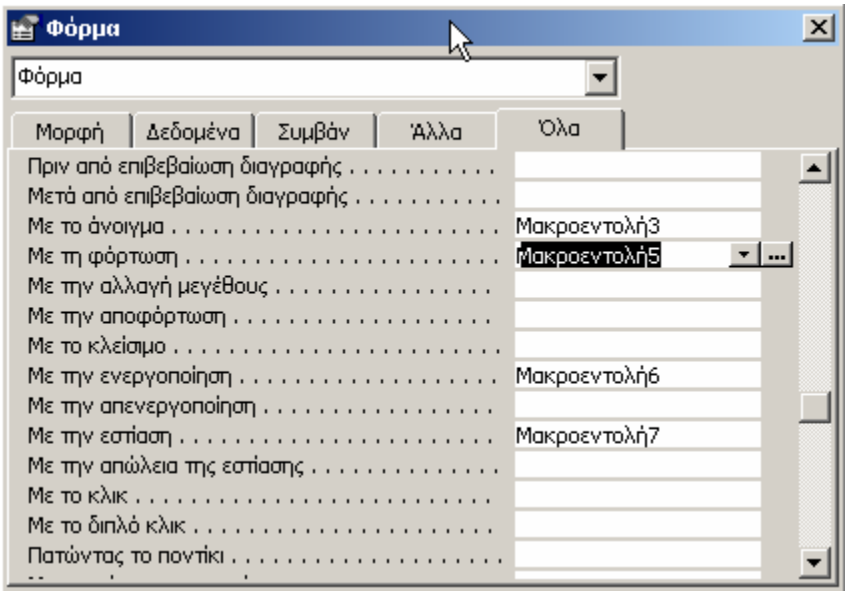
Αξίζει να αναφερθεί ότι κατά τη δόμηση του ερωτήματος από το οποίο προέρχονται τα δεδομένα της φόρμας της, φροντίσαμε ώστε κατά τον υπολογισμό των ποσοστών απομάκρυνσης η βάση να επιλέγει μόνο της ημερομηνίες της οποίες είχε πραγματοποιηθεί μέτρηση και στην είσοδο και στην εκροή και να απορρίπτει της υπόλοιπες.



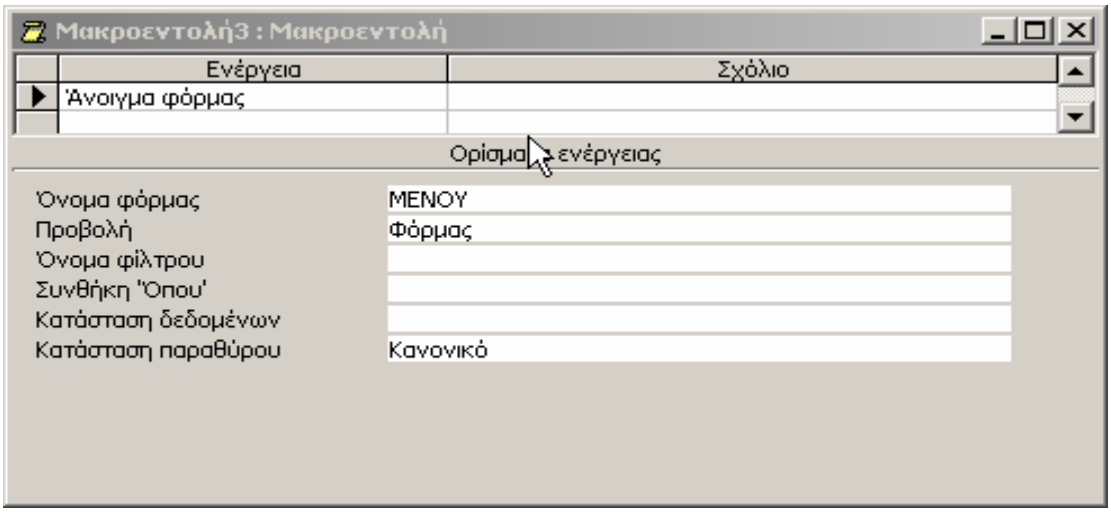
Εικόνα 5.23 Φόρμα Ποσοστών Απομάκρυνσης

5.4.4.5 Περιγραφή κατασκευής Φόρμας Μενού

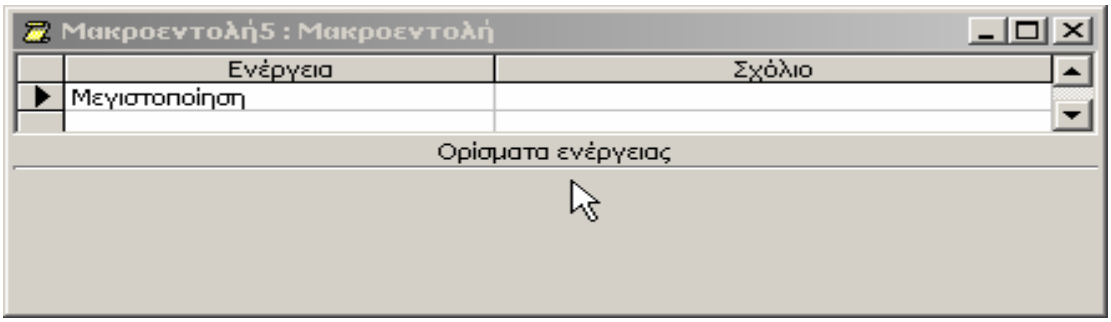
Η φόρμα Μενού κατασκευάστηκε με σκοπό να αποτελέσει τον βασικό τρόπο περιήγησης μέσα στη βάση δεδομένων καθώς και μετάβασης από τη μια φόρμα στην άλλη. Είναι η πρώτη φόρμα που εμφανίζεται αφού ανοίξουμε τη βάση δεδομένων και γι αυτό σκόπιμα στο φόντο της τοποθετήθηκε μια αντιπροσωπευτική εικόνα της πόλης του Ρεθύμνου η οποία εξυπηρετεί και αισθητικούς σκοπούς. Η εισαγωγή της εικόνας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της εργαλειοθήκης της προβολής σχεδίασης και συγκεκριμένα μέσω της επιλογής **Εικόνα**. Το συγκεκριμένο παράθυρο φόρμας ανοίγει αμέσως μετά το άνοιγμα του αρχείου της βάσης δεδομένων και αυτόματα μεγιστοποιείται, κάτι το οποίο πραγματοποιήθηκε με τη δόμηση των κατάλληλων μακροεντολών μέσω του φύλλου ιδιοτήτων της φόρμας Μενού. Για την επίτευξη του αυτόματου ανοίγματος της φόρμας Μενού, επιλέχθηκε η ιδιότητα “ Με το άνοιγμα” και στη συνέχεια αφού πατήσαμε το πλήκτρο με τις τρεις τελείες πληκτρολογήσαμε την εντολή “ Άνοιγμα φόρμας ”. Ακολουθώντας την ίδια μεθοδολογία, επιλέγοντας την ιδιότητα “ Με τη φόρτωση ” και πληκτρολογώντας την μακροεντολή “ Μεγιστοποίηση ” το παράθυρο της φόρμας Μενού μεγιστοποιείται αυτόματα με το άνοιγμά του. Η διαδικασία αυτή μπορεί να παρατηρηθεί στις επόμενες εικόνες.



Εικόνα 5.24 Φύλλο ιδιοτήτων φόρμας Μενού και επιλογή των ιδιοτήτων



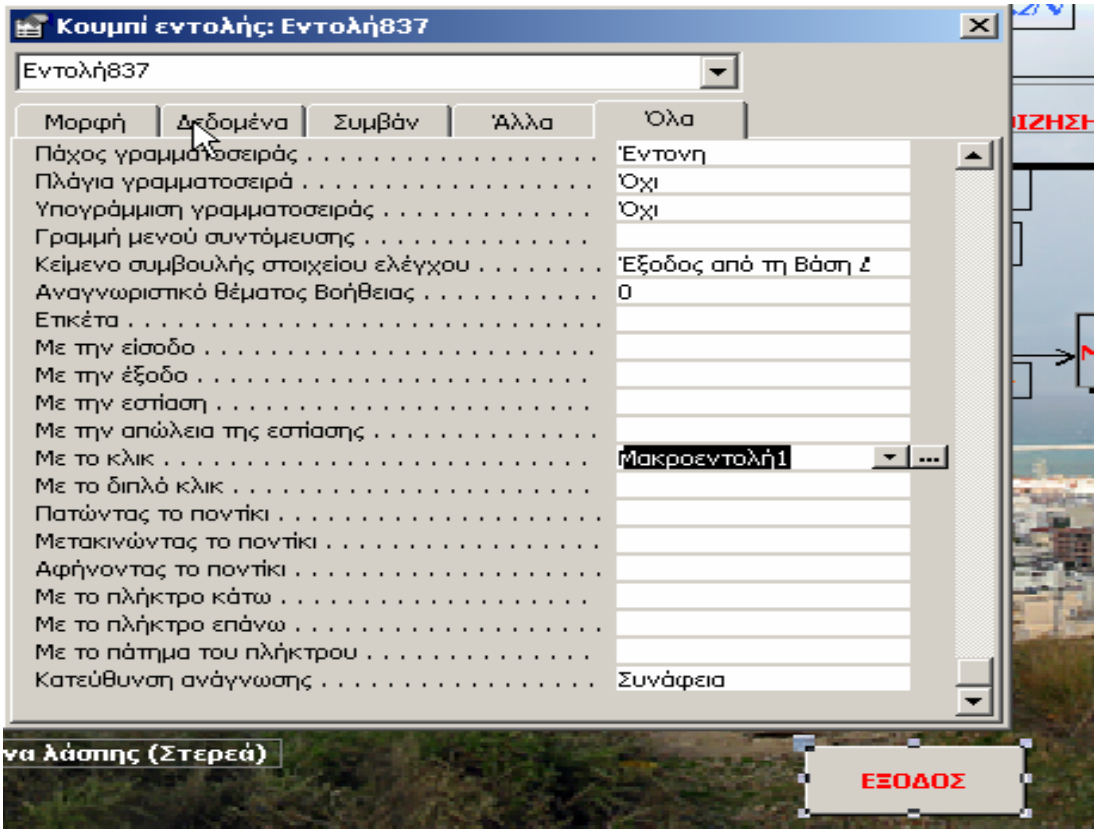
Εικόνα 5.25 Δόμηση μακροεντολής για το αυτόματο άνοιγμα της Φόρμας Μενού



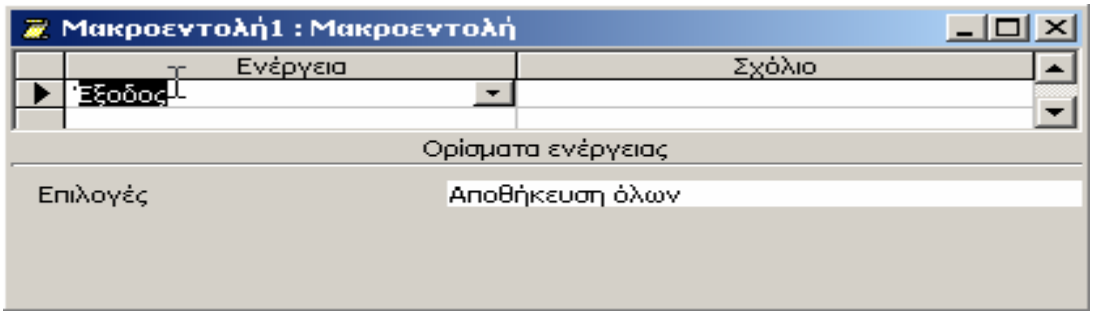
Εικόνα 5.26 Δόμηση μακροεντολής για την αυτόματη μεγιστοποίηση του παραθύρου της φόρμας μενού

Στοχεύοντας στη λειτουργικότητα και παραστατικότητα της φόρμας επιλέξαμε να σχεδιάσουμε πάνω από τη φωτογραφία, αφού αυτή έχει μεταφερθεί στο φόντο, μια αναπαράσταση των τμημάτων της Μονάδας Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων του Ρεθύμνου. Χρησιμοποιώντας και σε αυτήν την περίπτωση την εργαλειοθήκη της προβολής σχεδίασης, κατασκευάσαμε γνωρίζοντας τη βασική διάταξη των τμημάτων της μονάδας του Ρεθύμνου, ένα διάγραμμα ροής στο οποίο διακρίνεται η γραμμή επεξεργασίας λυμάτων και τα τμήματα από τα οποία αποτελείται και η γραμμή επεξεργασίας ιλύος της με τα τμήματα που την αποτελούν.

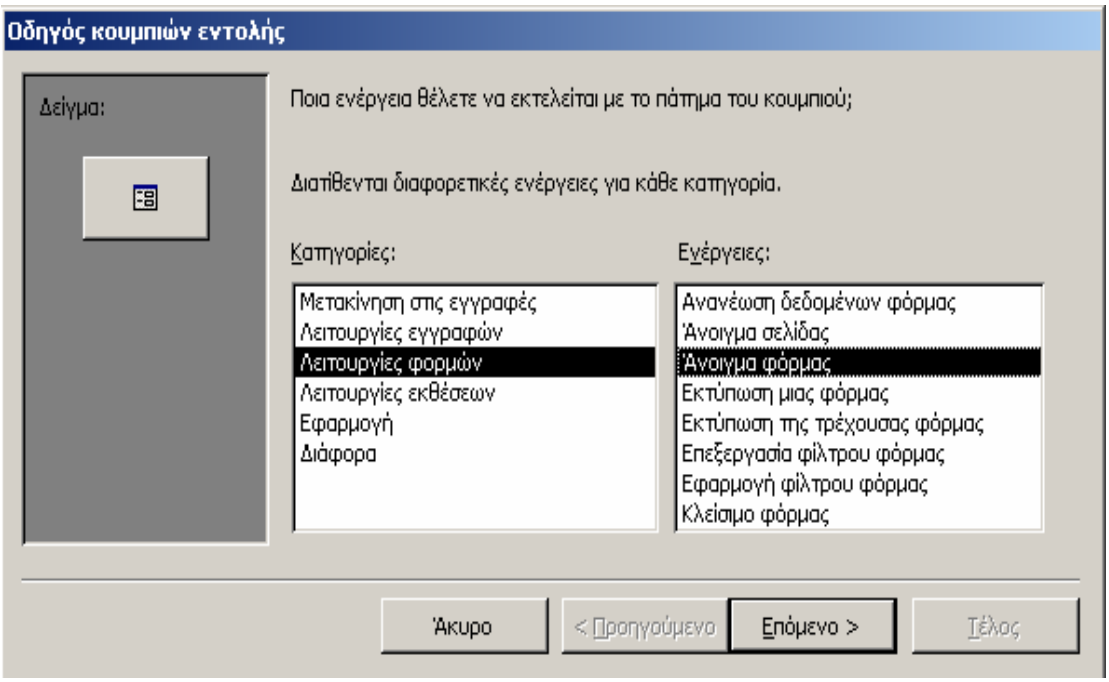
Για την κατασκευή του διαγράμματος ροής χρησιμοποιήσαμε κυρίως γραμμές, ετικέτες και κουμπιά εντολών από την εργαλειοθήκη καθώς και μερικά ορθογώνια. Οι γραμμές χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την κατασκευή των βελών που υποδεικνύουν την κατεύθυνση ροής της δύο γραμμές επεξεργασίας, ενώ οι ετικέτες για να γραφεί το όνομα του κάθε τμήματος της μονάδας. Τα κουμπιά εντολών τέλος έχουν σαν βασική λειτουργία το άνοιγμα της φόρμας μετρήσεων που αντιστοιχεί σε κάθε ένα από τα τμήματα. Στα κουμπιά εντολών δόθηκε μέσω του φύλλου ιδιοτήτων η ιδιότητα **Διαφανές** για να είναι εφικτή η ανάγνωση των ετικετών οι οποίες έχουν τοποθετηθεί ακριβώς από πάνω της. Το μοναδικό κουμπί με διαφορετική λειτουργία είναι το κουμπί εξόδου το οποίο κατασκευάστηκε με τη χρήση του οδηγού κουμπιών που έχει περιγραφεί νωρίτερα. Το συγκεκριμένο κουμπί διαφοροποιείται από τα υπόλοιπα στο ότι πατώντας το οδηγούμαστε έξω από τη βάση δεδομένων, λειτουργία η οποία έγινε εφικτή με τη χρήση της μακροεντολής “ Έξοδος ” μέσω του φύλλου ιδιοτήτων του κουμπιού. Παρατηρώντας το φύλλο ιδιοτήτων του συγκεκριμένου κουμπιού, στην ιδιότητα “Κείμενο γραμμής κατάστασης” πληκτρολογήσαμε τη φράση “Έξοδος από τη βάση δεδομένων”. Η ίδια φράση πληκτρολογήθηκε και στην ιδιότητα με το χαρακτηρισμό “Κείμενο συμβουλής στοιχείου ελέγχου”, ενώ στην ιδιότητα “Με το κλικ” πατήσαμε το κουμπί με τις τρεις τελείες, και μεταφερθήκαμε στο παράθυρο δημιουργίας μακροεντολών. Στο παράθυρο αυτό και στην επιλογή “Ενέργεια” πληκτρολογήσαμε τη λέξη “Έξοδος” όπως προαναφέρθηκε ενώ η επιλογή “Σχόλιο” αφέθηκε κενή. Στις επόμενες εικόνες παρουσιάζεται η παραπάνω διαδικασία.



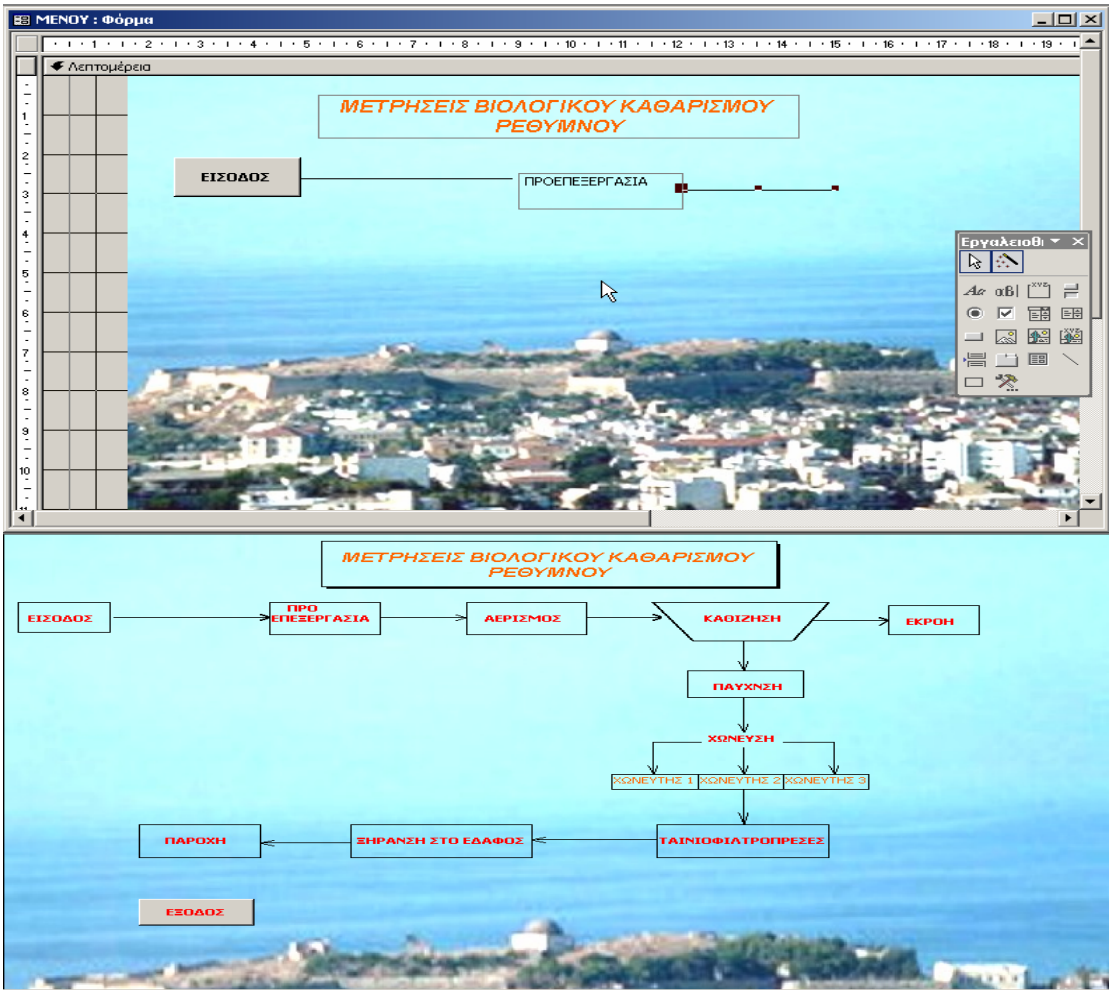
Εικόνα 5.27 Φύλλο ιδιοτήτων του κουμπιού “ Έξοδος ”



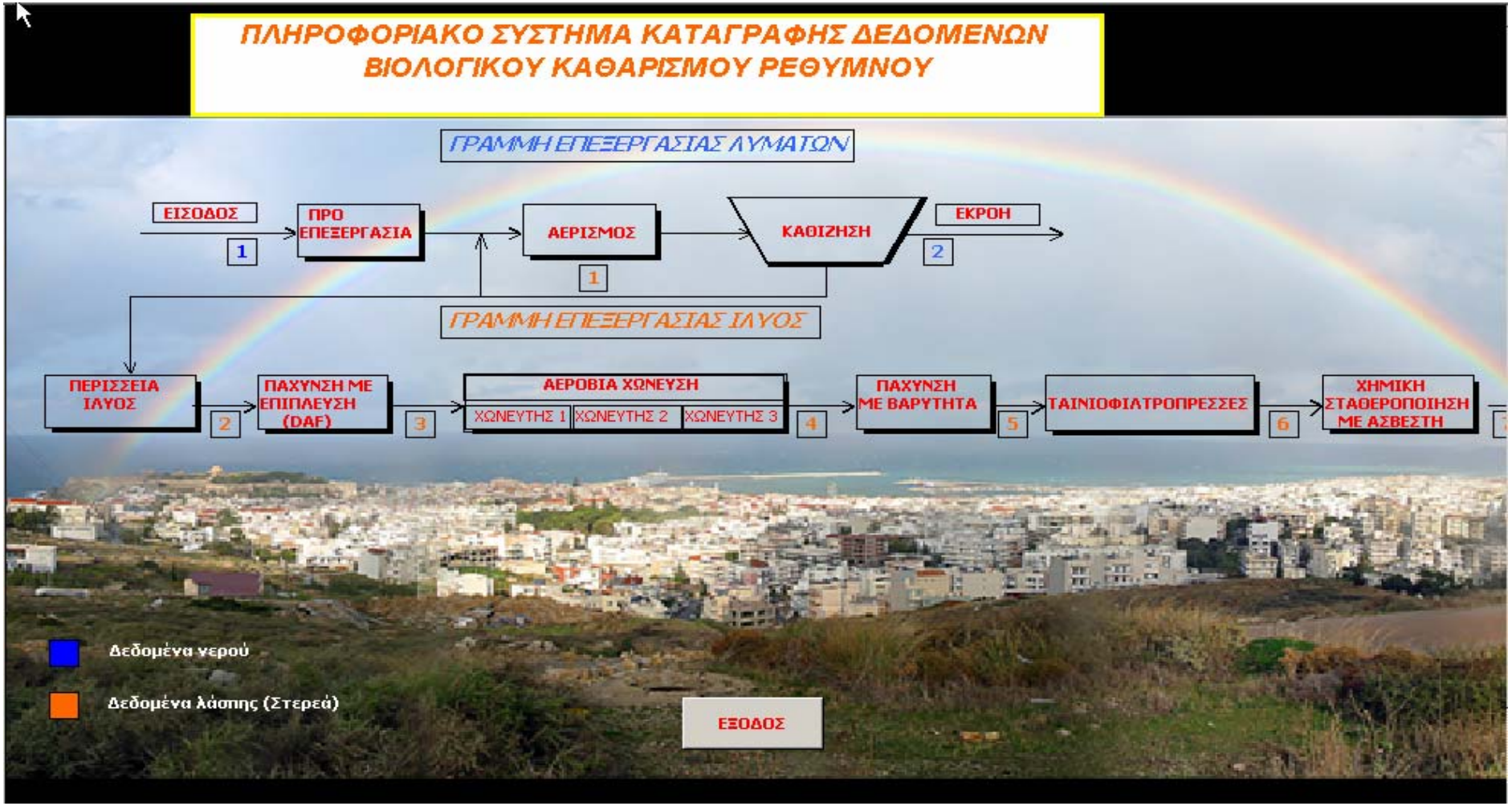
Εικόνα 5.28 Δημιουργία μακροεντολής εξόδου



Εικόνα 5.29 Δημιουργία κουμπιού ανοίγματος φόρμας



Εικόνα 5.30 Πρώιμα στάδια κατασκευής φόρμας μενού



Εικόνα 5.31 Τμήμα της Φόρμας Μενού στην τελική της μορφή

5.4.5 Δημιουργία Ερωτημάτων

5.4.5.1 Εισαγωγικά

Τα ερωτήματα είναι εργαλεία τα οποία της συμπληρώνουν και βελτιώνουν τα εργαλεία ανάλυσης δεδομένων που προσφέρουν οι πίνακες. Οι πίνακες διαθέτουν απλά εργαλεία, της το φιλτράρισμα και την ταξινόμηση γι την ανάλυση των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα σε της, ωστόσο υπάρχουν ορισμένα προβλήματα όταν χρησιμοποιούνται αυτοί οι μέθοδοι για την προβολή δεδομένων.

Τα **ερωτήματα επιλογής** δίνουν λύση σε τέτοιου είδους προβλήματα με της παρακάτω τρόπους:

- Επιτρέπουν την εξαγωγή εγγραφών σύμφωνα με τα κριτήρια που έχει καθορίσει ο χρήστης
- Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής εγγραφών που θέλουμε να υπάρχουν στο αποτέλεσμα
- Δίνουν τη δυνατότητα ταξινόμησης των εγγραφών σε μια συγκεκριμένη σειρά
- Δίνουν τη δυνατότητα χρήσης υπολογιζόμενων πεδίων και σύνοψης δεδομένων

Ένα ερώτημα δημιουργείται καθορίζοντας τα δεδομένα που αναζητούμε σε ένα ή περισσότερα πεδία (κριτήρια). Όταν τρέχει ένα ερώτημα, η Access δημιουργεί ένα σύνολο εγγραφών, δηλαδή ένα είδος πίνακα που περιέχει τα δεδομένα που ταιριάζουν με τα κριτήρια που έχει καθορίσει ο χρήστης. Παρόλα αυτά, αντίθετα με ένα πραγματικό πίνακα, ένα σύνολο εγγραφών δεν αποθηκεύεται μαζί με τη βάση δεδομένων. Η Access δημιουργεί ένα νέο σύνολο κάθε φορά που το ερώτημα τρέχει.

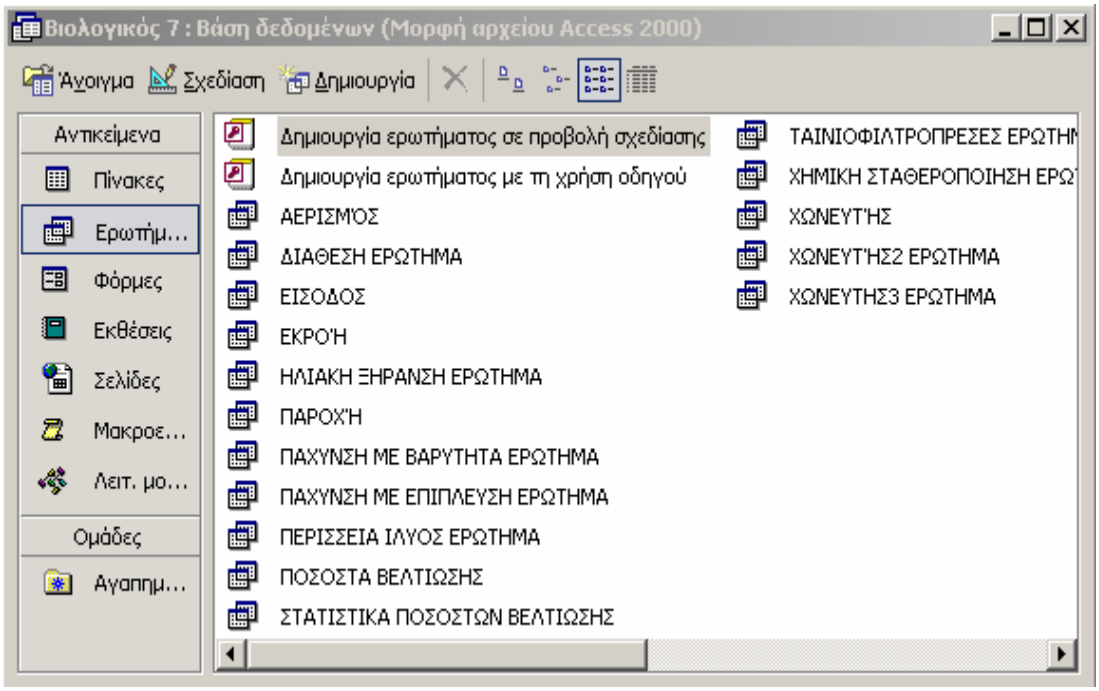
5.4.5.2 Περιγραφή κατασκευής Ερωτήματος

Η χρήση των ερωτημάτων έπαιξε σημαντικό ρόλο στην επίτευξη της επιθυμητής λειτουργίας της βάσης δεδομένων που κατασκευάσαμε. Μια από της σημαντικότερες λειτουργίες του συστήματος που κατασκευάσαμε είναι ο υπολογισμός κάποιων στατιστικών μεγεθών, βασισμένων της μετρήσεις που είναι καταχωρημένες στη βάση δεδομένων. Τα στατιστικά αυτά μεγέθη

υπολογίζονται για κάποιο χρονικό διάστημα που εμείς επιλέγουμε. Για να επιτευχθεί λοιπόν ο υπολογισμός της μέσης, μεγαλύτερης και μικρότερης τιμής καθώς και της τυπικής απόκλισης, για κάποιο χρονικό διάστημα της αρεσκείας της, ήταν αναγκαίο να βρεθεί κάποιος τρόπος επιλογής και εισαγωγής αυτού του χρονικού διαστήματος. Αυτό το σκοπό εξυπηρέτησε η χρήση των ερωτημάτων.

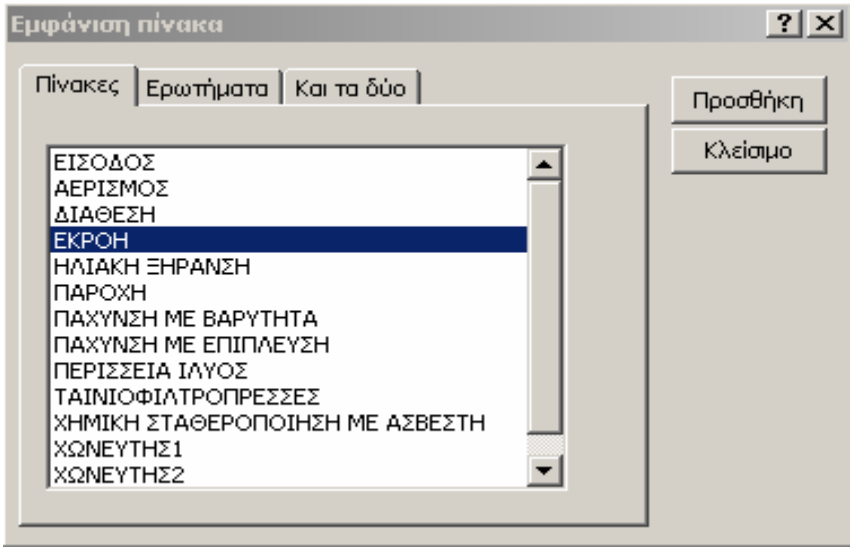
Παρακάτω θα περιγράψουμε την δημιουργία ενός από τα ερωτήματα της βάσης δεδομένων, περιγραφή αντιπροσωπευτική και για τα υπόλοιπα καθώς όλα, εκτός από ένα, δημιουργήθηκαν με τον ίδιο τρόπο. Το ερώτημα που διαφέρει ως προς την κατασκευή του θα περιγραφεί σε ξεχωριστή παράγραφο.

Για να δημιουργήσουμε ένα ερώτημα πρέπει αρχικά να μεταβούμε στο τμήμα ερωτημάτων του παραθύρου Βάση δεδομένων. Ανοίγοντας αυτό το παράθυρο εμφανίζονται, εξ ορισμού, δύο αντικείμενα ερωτημάτων. Το πρώτο είναι η δημιουργία ερωτήματος σε προβολή σχεδίασης και το δεύτερο η δημιουργία ερωτήματος με τη χρήση οδηγού. Εμείς προτιμήσαμε να δημιουργήσουμε το ερώτημα σε προβολή σχεδίασης για να το διαμορφώσουμε σύμφωνα με τις προτιμήσεις μας, έτσι επιλέξαμε από το παράθυρο Βάση δεδομένων τη **Δημιουργία ερωτήματος σε προβολή σχεδίασης.**



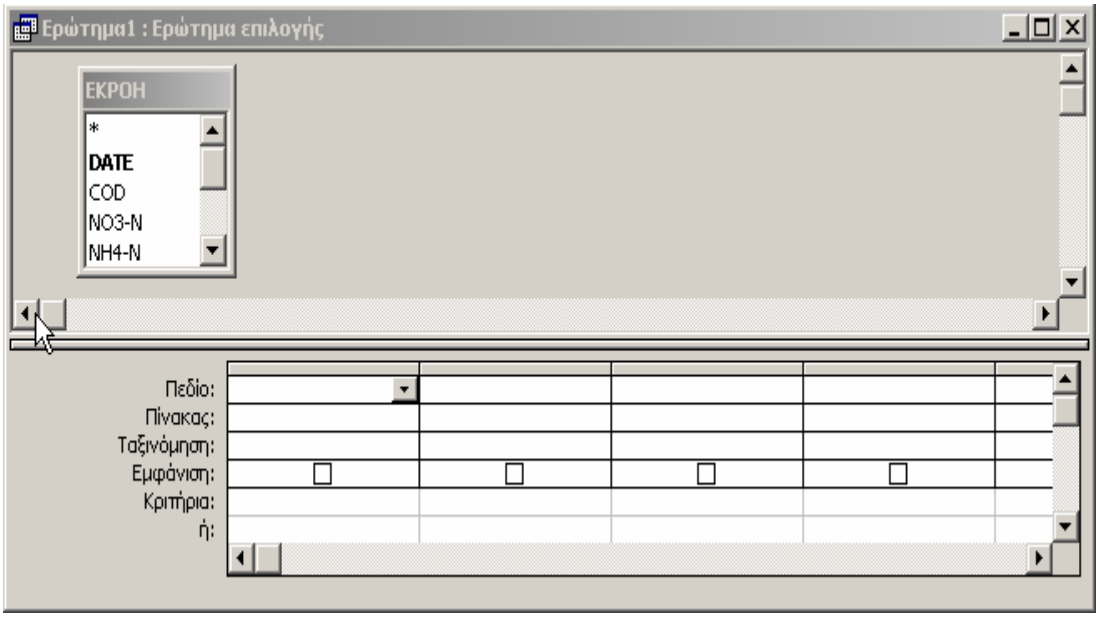
Εικόνα 5.32 Δημιουργία ερωτήματος σε προβολή σχεδίασης

Στη συνέχεια εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου **Εμφάνιση Πίνακα:**



Εικόνα 5.33 Παράθυρο διαλόγου Εμφάνιση πίνακα

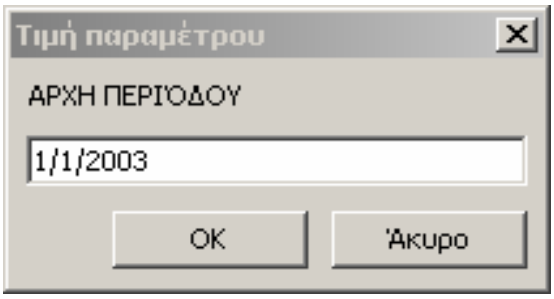
Επιλέξαμε τον πίνακα της **Εκροής** στον οποίο θέλαμε να βασίσουμε το ερώτημα που δημιουργήσαμε και πατήσαμε το κουμπί **Προσθήκη.** Στη συνέχεια πατήσαμε **Κλείσιμο** και εμφανίστηκε το παράθυρο του ερωτήματος σε προβολή σχεδίασης όπου είχαμε τη δυνατότητα να προσθέτουμε, να αφαιρούμε, ή να μετακινούμε τα πεδία που επιθυμούσαμε.



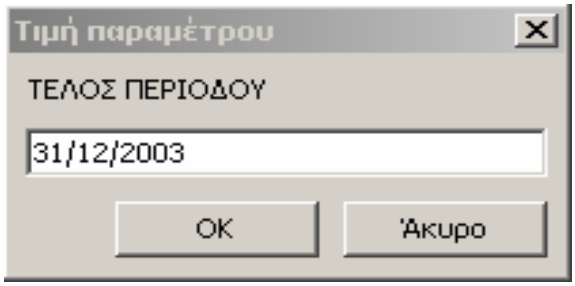
Εικόνα 5.34 Παράθυρο δημιουργίας ερωτήματος σε προβολή σχεδίασης

Για να συμπεριληφθεί ένα πεδίο του πίνακα εκροής στο ερώτημα που κατασκευάσαμε έπρεπε να κάνουμε διπλό κλικ πάνω του. Στη δικιά μας περίπτωση, όλα τα πεδία ήταν αναγκαίο να συμπεριληφθούν στο ερώτημα, οπότε έφτανε να κάνουμε διπλό κλικ στο αστεράκι που υπάρχει στην αρχή της λίστας των πεδίων για να μεταφερθούν όλα τα πεδία στο κάτω μέρος του παραθύρου.

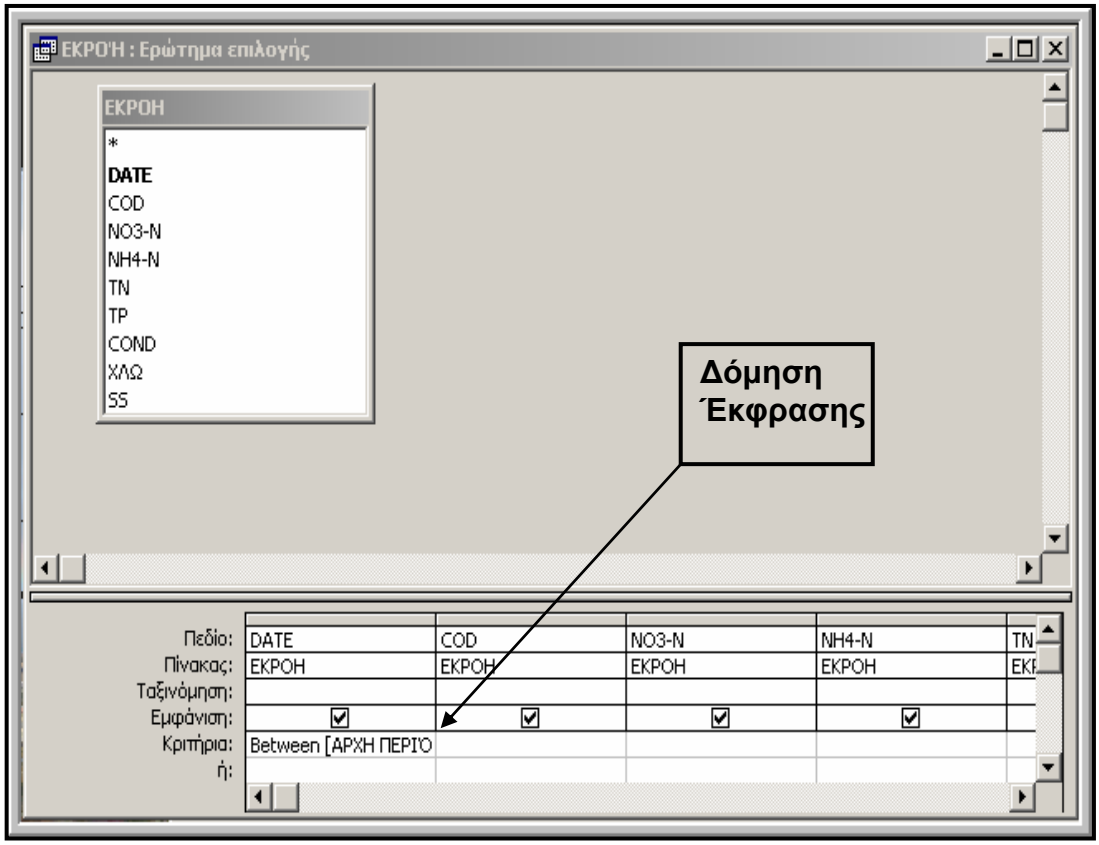
Μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες ενός ερωτήματος είναι το ότι περιορίζει τον αριθμό των εγγραφών που εμφανίζονται. Αυτό επιτυγχάνεται με τη δημιουργία κριτηρίων επιλογής. Εμείς χρησιμοποιήσαμε ένα τέτοιο κριτήριο επιλέγοντας αρχικά τη γραμμή Κριτήρια, του κατάλληλου πεδίου. Το πεδίο το οποίο μας ενδιέφερε ήταν αυτό της ημερομηνίας. Αφού το επιλέξαμε πληκτρολογήσαμε τα κριτήρια ως προς τα οποία θέλαμε να φιλτράρετε το ερώτημα. Για να γίνει εφικτός, όπως αναφέραμε και νωρίτερα, ο υπολογισμός των διαφόρων στατιστικών μεγεθών ήταν αναγκαία η εύρεση κάποιου τρόπου καθορισμού του χρονικού διαστήματος για το οποίο θα υπολογιζόταν τα μεγέθη. Συνεπώς σαν κατάλληλο κριτήριο επιλογής επιλέχθηκε το **BETWEEN < έκφραση 1> AND < έκφραση 2>** το οποίο συμπεριλαμβάνει τιμές μεταξύ της < έκφρασης 1 > και της < έκφρασης 2 >. Στην περίπτωσή μας θέλουμε να συμπεριλαμβάνουμε τις ημερομηνίες οι οποίες βρίσκονται ανάμεσα σε δύο ημερομηνίες τις οποίες εμείς ορίζουμε. Έτσι διαμορφώσαμε το κριτήριό μας ως εξής: **Between [ΑΡΧΗ ΠΕΡΙΌΔΟΥ] And [ΤΕΛΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ**]. Αυτή η ενέργεια έχει σαν αποτέλεσμα, κάθε φορά που επιχειρούμε να ανοίξουμε τη φόρμα στατιστικών εκροής, να εμφανίζεται αρχικά ένα παράθυρο το οποίο μας ζητάει να ορίσουμε την **ΑΡΧΗ ΠΕΡΙΟΔΟΥ** που μας ενδιαφέρει και στη συνέχεια ένα δεύτερο το οποίο μας ζητάει να ορίσουμε το **ΤΕΛΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ** αντίστοιχα. Αφού το διάστημα αυτό οριστεί, η φόρμα εκροής ανοίγει και πλέον μας παρουσιάζει μόνο τα στατιστικά αποτελέσματα για τις μετρήσεις που έχουν γίνει τις μέρες ανάμεσα στην αρχική και την τελική ημερομηνία.



Εικόνα 5.35 παράθυρο διαλόγου Αρχή περιόδου



Εικόνα 5.36 Παράθυρο διαλόγου Τέλος περιόδου



Εικόνα 5.37 Ολοκληρωμένο ερώτημα σε προβολή σχεδίασης

5.4.5.3 Περιγραφή κατασκευής Ερωτήματος Ποσοστών Απομάκρυνσης

Η κατασκευή του συγκεκριμένου ερωτήματος παρουσιάζει κάποιες ενδιαφέρουσες ιδιαιτερότητες. Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενη παράγραφο η φόρμα αυτή κατασκευάστηκε με σκοπό τον υπολογισμό του ποσοστού τις εκατό της διαφοράς των τιμών των μετρήσεων που έχουν πραγματοποιηθεί στην είσοδο αν αφαιρέσουμε τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην εκροή.

Τα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε για να καταλήξουμε στη σωστή λειτουργία της βάσης ήταν δύο. Αρχικά θα έπρεπε με κάποιο τρόπο να καταφέρουμε να επιλέγονται μόνο οι ημερομηνίες στις οποίες είχαν πραγματοποιηθεί μετρήσεις και στην είσοδο και στην εκροή. Αυτό το καταφέραμε βασίζοντας το ερώτημα σε παραπάνω από έναν πίνακες.

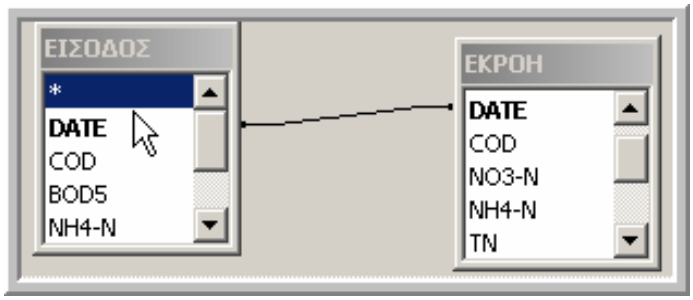
Για να βασίσουμε το ερώτημα όμως σε δύο πίνακες έπρεπε οι πίνακες αυτοί να έχουν ένα κοινό σημείο αναφοράς, ένα κοινό πεδίο δηλαδή, για να μπορέσουν να συσχετιστούν και να λειτουργήσει το ερώτημα. Αφού βρισκόμασταν λοιπόν σε προβολή σχεδίασης ερωτήματος, επιλέξαμε πατώντας το πλήκτρο με το σύμβολο από τη γραμμή εργαλείων του παράθυρου της βάσης δεδομένων, να βασίσουμε το ερώτημα στον πίνακα εισόδου και στον πίνακα εκροής. Αυτοί οι δύο πίνακες έχουν κοινό το πεδίο της ημερομηνίας (DATE) και είναι για το λόγο αυτό συσχετισμένοι σε αυτό το πεδίο. Ανάμεσα στα δύο πεδία που σχετίζονται παρατηρούμε ότι εμφανίζεται μια μαύρη γραμμή που τα ενώνει. Με τον τρόπο αυτό στη Φόρμα Ποσοστών απομάκρυνσης που βασίζεται σε αυτό το ερώτημα εμφανίζονται μόνο οι ημερομηνίες στις οποίες υπάρχουν δεδομένα και στους δύο πίνακες.

Το δεύτερο πρόβλημα που έπρεπε να αντιμετωπίσουμε ήταν η εύρεση ενός τρόπου υπολογισμού του ποσοστού το οποίο μας ενδιέφερε να υπολογίζεται στη Φόρμα ποσοστών Απομάκρυνσης. Προσθέσαμε αρχικά το πεδίο της ημερομηνίας από την είσοδο και σαν κριτήριο κάτω από το πεδίο γράψαμε αυτό το οποίο αναφέραμε και πριν και το οποίο συμπεριλαμβάνει τιμές μεταξύ των δύο εκφράσεων. Δίπλα σε αυτό το πεδίο προσθέσαμε ξανά το ίδιο πεδίο της ημερομηνίας εισόδου και στα δεξιά αυτού το πεδίο του COD της εισόδου. Επόμενη ενέργεια ήταν να τοποθετήσουμε το πεδίο της

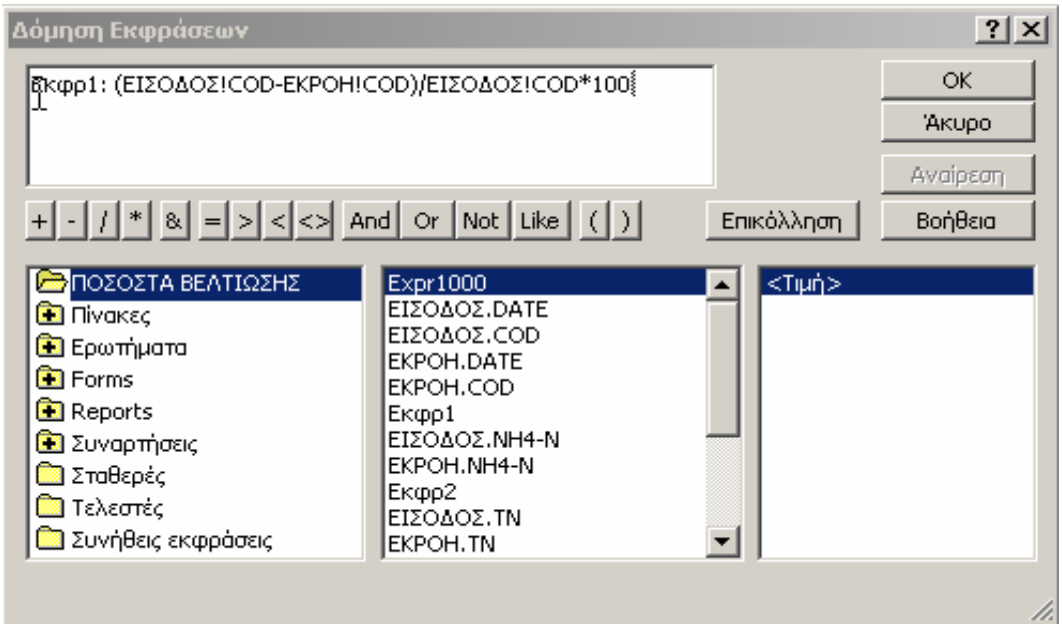
ημερομηνίας της εκροής και δίπλα σε αυτό το πεδίο του COD της εκροής. Στη θέση για το επόμενο πεδίο όμως η διαδικασία διαφοροποιήθηκε και σε αντίθεση με πριν δεν προσθέσαμε πεδίο αλλά χρησιμοποιώντας το κουμπί δόμησης με το σύμβολο κατασκευάσαμε μέσω του παραθύρου διαλόγου Δόμηση εκφράσεων μια έκφραση μέσω της οποίας θα πραγματοποιούνται οι κατάλληλες πράξεις μεταξύ των μετρήσεων του COD για τον υπολογισμό του ποσοστού απομάκρυνσης του. Η έκφραση αυτή έχει την εξής μορφή: **Εκφρ1: (ΕΙΣΟΔΟΣ!COD-ΕΚΡΟΗ!COD)/ΕΙΣΟΔΟΣ!COD*100.** Μέσω αυτής της έκφρασης, όπως μπορεί να διαπιστώσει κανείς κοιτώντας την, η βάση δεδομένων πραγματοποιεί τις πράξεις μεταξύ των τιμών των μετρήσεων COD εισόδου και εκροής και καταλήγει στον υπολογισμό του ποσοστού απομάκρυνσης COD. Για τον υπολογισμό του ποσοστού απομάκρυνσης και των υπόλοιπων κριτηρίων ρύπανσης η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η ίδια, ενώ πρέπει να αναφέρουμε ότι τα υπόλοιπα πεδία που προστέθηκαν στο ερώτημα ήταν αυτά των κριτηρίων που μετρούνται και στην είσοδο και στην εκροή της μονάδας, καθώς τα υπόλοιπα δεν είχε νόημα να προστεθούν.

Τέλος πρέπει να αναφέρουμε ότι στην παραπάνω διαδικασία κατασκευάσαμε μια σχεσιακή βάση δεδομένων, πράγμα το οποίο δικαιολογεί το ότι το πεδίο της ημερομηνίας είχε οριστεί νωρίτερα κατά την κατασκευή των πινάκων ως πρωτεύον κλειδί. Αυτό μας βοήθησε στην διασύνδεση και συσχέτιση των πινάκων που μας ενδιέφεραν έτσι ώστε να καταλήξουμε σε επιθυμητά αποτελέσματα.

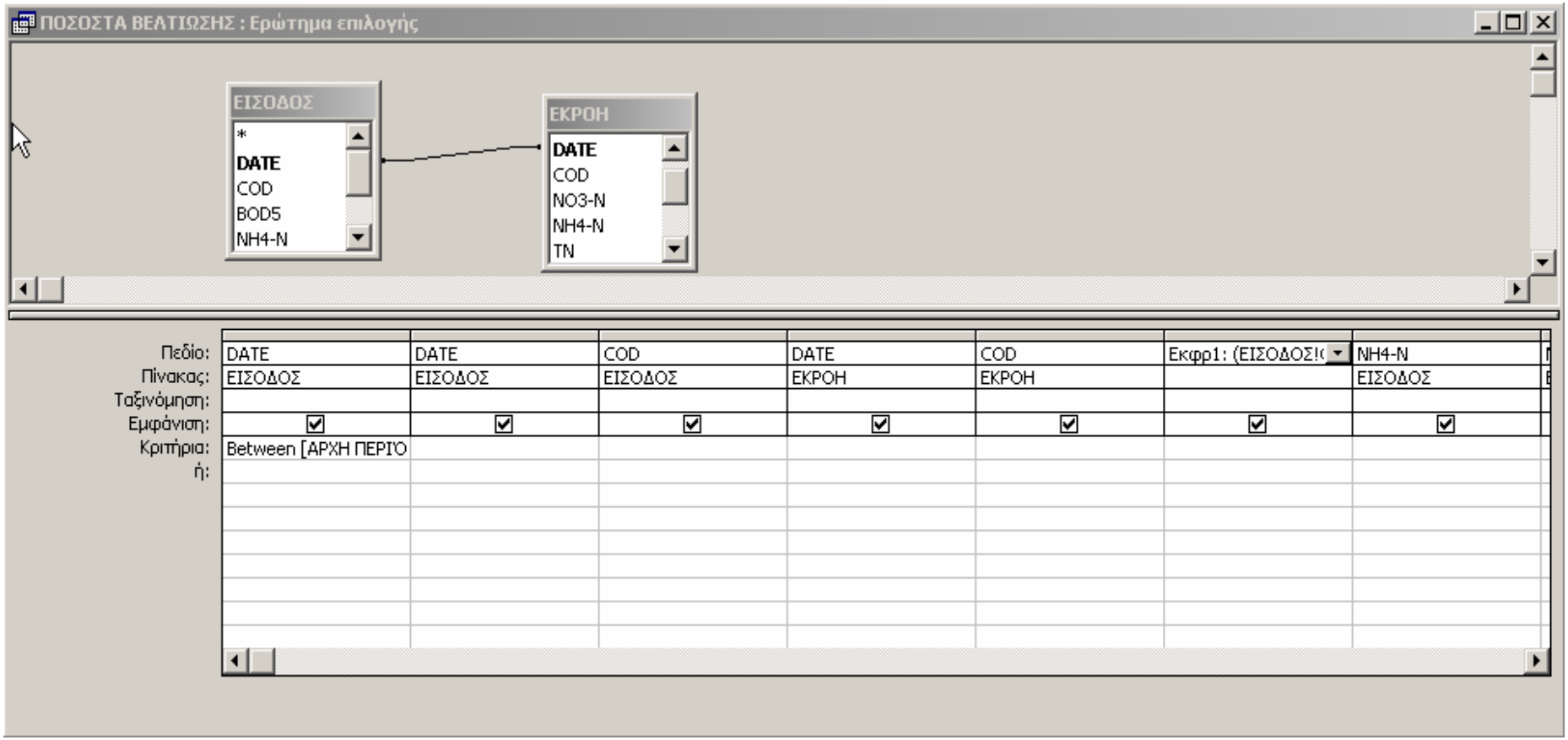
.



Εικόνα 5.38 Συσχετισμένοι Πίνακες Εισόδου - Εκροής



Εικόνα 5.39 Δόμηση της πρώτης έκφρασης του Ερωτήματος Ποσοστών Απομάκρυνσης



Εικόνα 5.40 Το Ερώτημα Ποσοστών Απομάκρυνσης σε προβολή σχεδίασης

5.4.6 Δημιουργία Εκθέσεων

5.4.6.1 Εισαγωγικά

Μια έκθεση είναι ένα μέσον παρουσίασης δεδομένων από μια βάση δεδομένων, σε ένα ελκυστικά μορφοποιημένο έγγραφο. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους είναι δυνατό να δημιουργηθεί μια έκθεση στην Access:

- **Τυπώνοντας πίνακες και ερωτήματα**

Για μία απλή έξοδο, είναι δυνατόν να εκτυπωθεί η προβολή φύλλου δεδομένων. Σε αυτή την περίπτωση οι επιλογές μορφοποίησης είναι περιορισμένες, αλλά είναι ένας γρήγορος τρόπος λήψης έντυπων πληροφοριών από την Access.

- **Αυτόματη Έκθεση**

Με αυτήν την επιλογή, η Access δημιουργεί αυτόματα μία έκθεση σε στήλες, βασισμένη στον επιλεγμένο πίνακα ή ερώτημα, χρησιμοποιώντας τις προκαθορισμένες ρυθμίσεις.

- **Οδηγός Εκθέσεων**

Όπως και οι άλλοι οδηγοί της Access, αυτός ο οδηγός καθοδηγεί τον χρήστη σε μια σειρά από παράθυρα διαλόγου για την αρχική σχεδίαση της έκθεσης.

- **Οδηγός γραφημάτων και Οδηγός ετικετών**

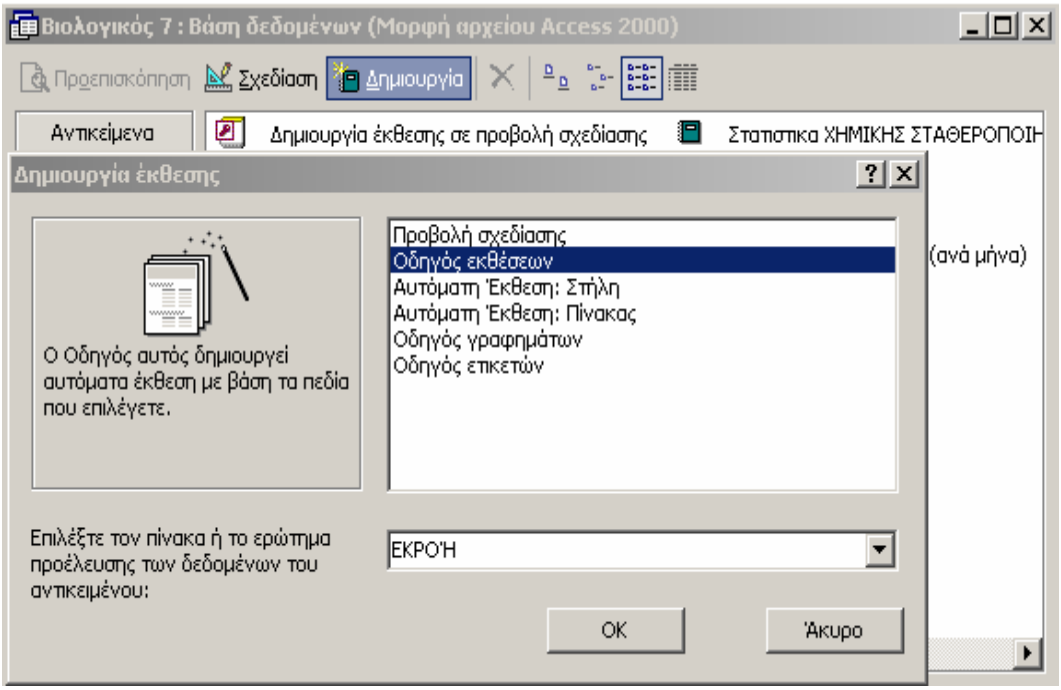
Ο **Οδηγός γραφημάτων** προσφέρει βοήθεια στην παραγωγή διαφόρων γραφημάτων από τα δεδομένα των πινάκων. Ο **Οδηγός ετικετών** παράγει εκθέσεις διαμορφωμένες σαν ταχυδρομικές ετικέτες.

5.4.6.2 Περιγραφή κατασκευής Έκθεσης

Στην περίπτωση της βάσης δεδομένων της παρούσας εργασίας οι εκθέσεις προτιμήθηκε να σχεδιαστούν κάνοντας χρήση του **Οδηγού Εκθέσεων.**

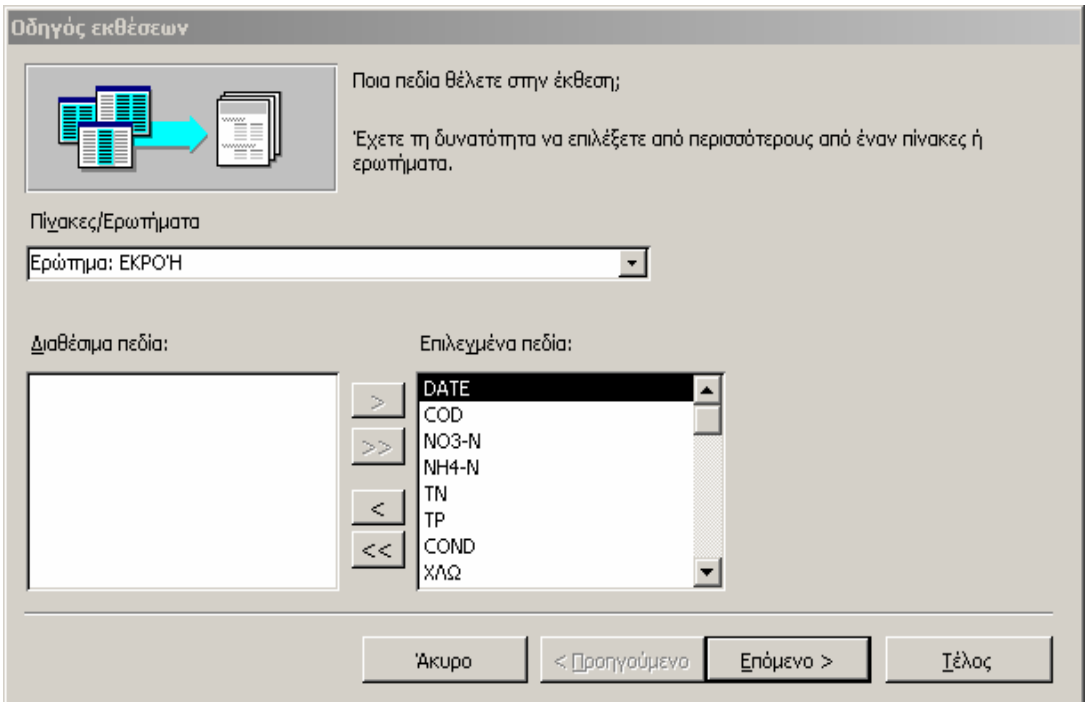
Ο Οδηγός Εκθέσεων δίνει περισσότερο έλεγχο πάνω στην επιλογή των πεδίων της έκθεσης και στη μορφοποίησή της. Επιλέξαμε να περιγράψουμε τη διαδικασία κατασκευής της Έκθεσης Εκροής η οποία είναι η εξής:

Στο παράθυρο **Βάση δεδομένων**, επιλέξαμε το αντικείμενο **Εκθέσεις** και στη συνέχεια επιλέξαμε στο παράθυρο διαλόγου **Δημιουργία Έκθεσης, Δημιουργία Έκθεσης με τη χρήση οδηγού**. Στο ίδιο παράθυρο διαλόγου καθορίσαμε το ερώτημα από το οποίο θέλουμε να προέρχονται τα δεδομένα να είναι το **Ερώτημα Εκροής**.



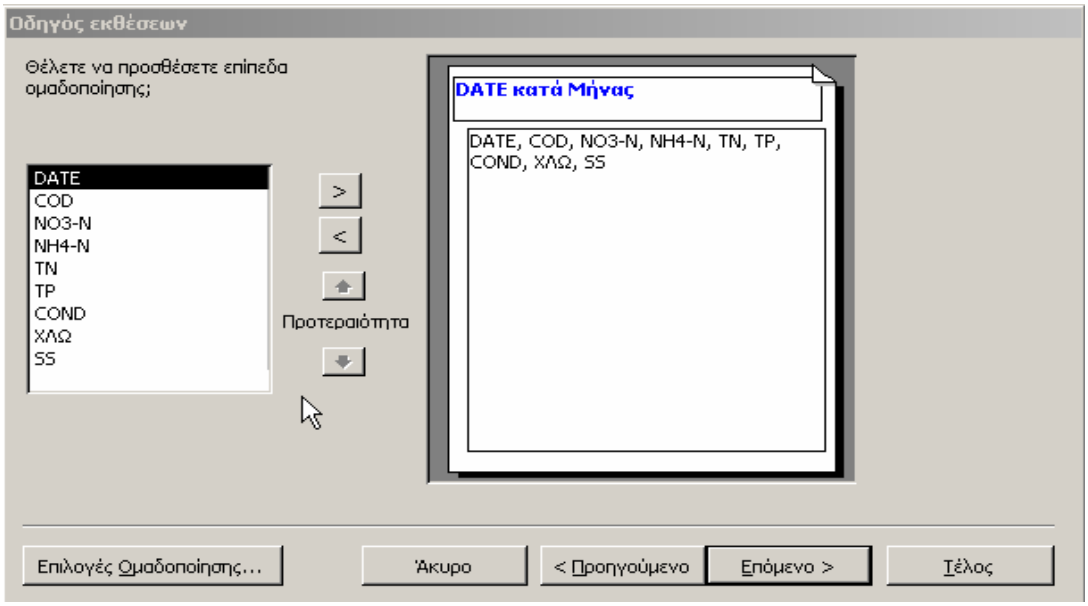
Εικόνα 5.41 Το παράθυρο διαλόγου Δημιουργία Έκθεσης

Στο σημείο αυτό ξεκινά ο Οδηγός εκθέσεων και επόμενο βήμα είναι η επιλογή των πεδίων που θέλουμε να περιέχονται στην έκθεση. Στη δική μας περίπτωση επιλέξαμε το σύνολο των πεδίων που υπάρχουν στο Ερώτημα Εκροής.



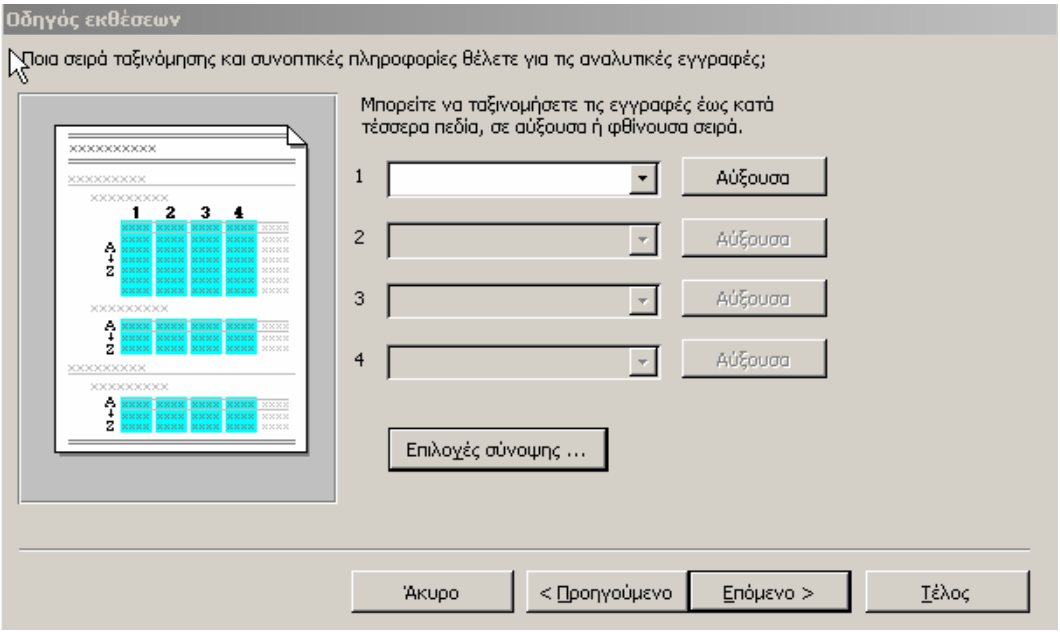
Εικόνα 5.42 Το παράθυρο Διαλόγου επιλογής πεδίων Οδηγού Εκθέσεων

Κάνοντας κλικ στο **Επόμενο>** μεταφερόμαστε στο παράθυρο διαλόγου που σχετίζεται με την ομαδοποίηση των πληροφοριών της έκθεσης. Εδώ μας προσφέρεται η δυνατότητα ομαδοποίησης λεπτομερών πληροφοριών της έκθεσης, ανάλογα με τις τιμές ενός ή περισσοτέρων πεδίων. Πρακτικό στην περίπτωσή μας θα ήταν η ομαδοποίηση των δεδομένων μας ανά μήνα και γι αυτό το πεδίο που επιλέξαμε ήταν αυτό της ημερομηνίας όπως διακρίνεται και στην επόμενη εικόνα.



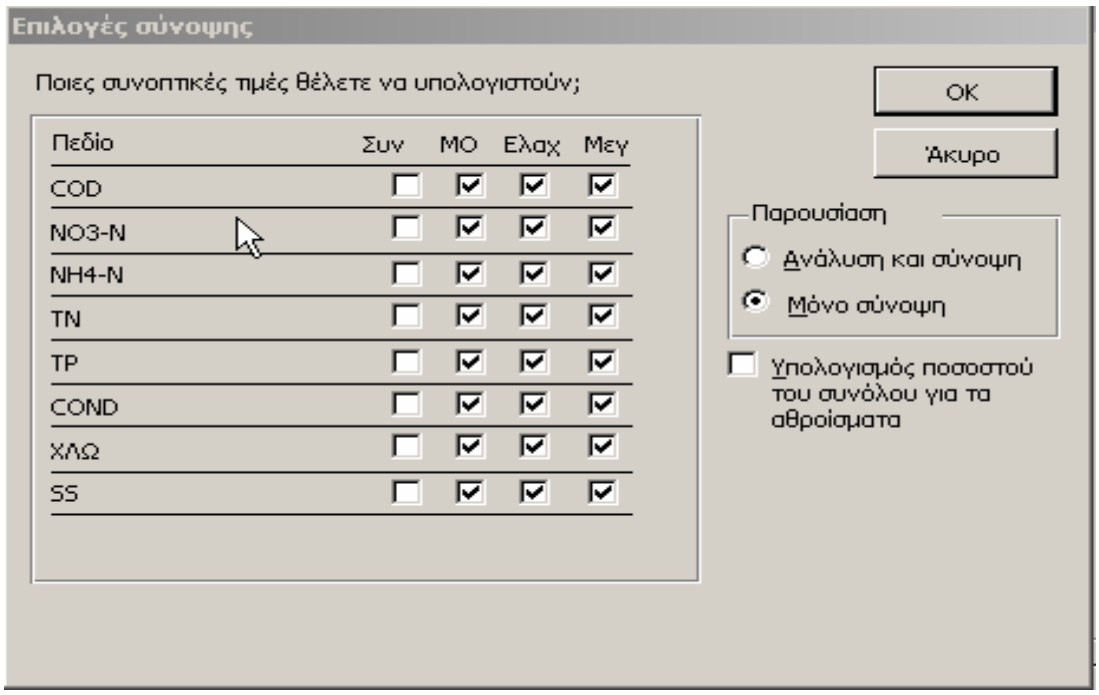
Εικόνα 5.43 Το παράθυρο διαλόγου επιλογής ομαδοποίησης του Οδηγού εκθέσεων

Στο επόμενο παράθυρο μας παρέχονται από την Access επιλογές σύνοψης στην περίπτωση που έχουμε ομαδοποιήσει τις εγγραφές που εμφανίζονται στην έκθεση βάσει ενός αριθμητικού πεδίου



Εικόνα 5.44 Το παράθυρο διαλόγου επιλογής ταξινόμησης και συνοπτικών πληροφοριών του Οδηγού Εκθέσεων

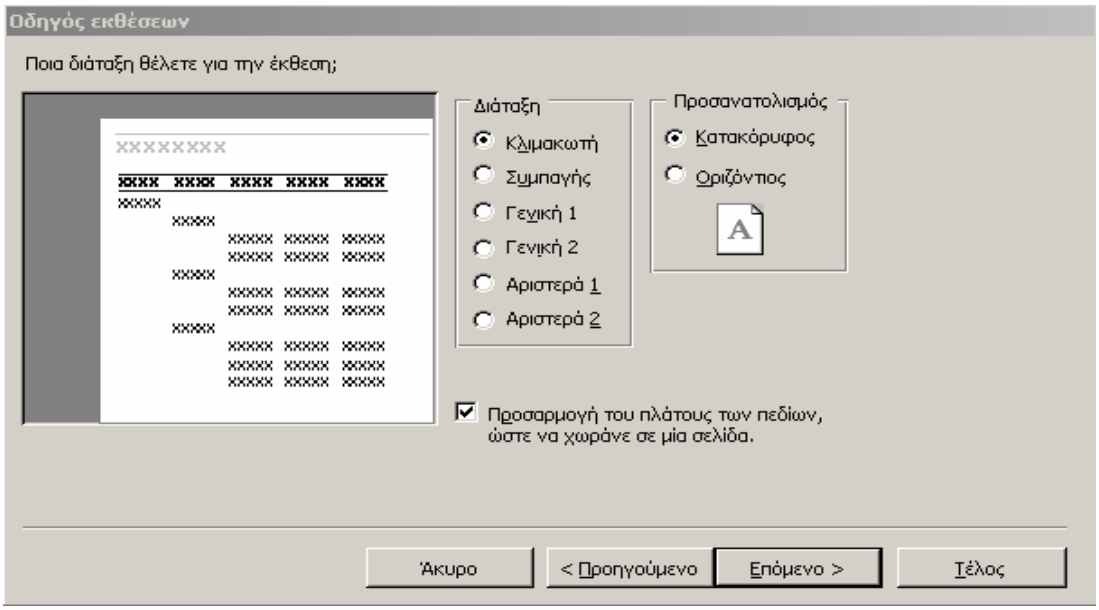
Στοχεύοντας στην προβολή συνοπτικών πληροφοριών στη έκθεση μας, πατήσαμε το κουμπί Επιλογές σύνοψης, που φαίνεται στην προηγούμενη εικόνα, και εμφανίστηκε το παράθυρο διαλόγου **Επιλογές σύνοψης.**



Εικόνα 5.45 Παράθυρο διαλόγου Επιλογές σύνοψης

Στο παράθυρο αυτό, στα αριθμητικά πεδία μας δίνεται η δυνατότητα να εμφανίσουμε το Σύνολο (**Συν)**, Τον Μέσο όρο (**ΜΟ)**, το Ελάχιστο (**Ελαχ**) και το Μέγιστο (**Μεγ**). Όπως είδαμε και κατά την κατασκευή των φορμών υπολογισμού στατιστικών μεγεθών, τα μεγέθη που μας ενδιέφεραν ήταν η Μέγιστη και η Ελάχιστη τιμή, ο Μέσος όρος και η Τυπική απόκλιση. Στοχεύοντας στην εμφάνιση των ίδιων μεγεθών και στις εκθέσεις ενεργοποιήσαμε για όλα τα πεδία τα τρία τελευταία πλαίσια ελέγχου, όπως διακρίνεται και στην προηγούμενη εικόνα. Στις επιλογές τις **Παρουσίασης** διαλέξαμε **Μόνο σύνοψη,** ενώ δεν ενεργοποιήσαμε το πλαίσιο ελέγχου **Υπολογισμός ποσοστού του συνόλου για τα αθροίσματα,** γιατί δεν μας ενδιέφερε ο υπολογισμός ποσοστών επί του συνόλου για επιμέρους συνοπτικά αποτελέσματα. Τέλος πατήσαμε το κουμπί **OK.** Η εφαρμογή κάποιας ταξινόμησης των εγγραφών σε αύξουσα ή φθίνουσα σειρά δεν κρίθηκε αναγκαία οπότε και επόμενη κίνηση ήταν να πατήσουμε το κουμπί **Επόμενο>**.

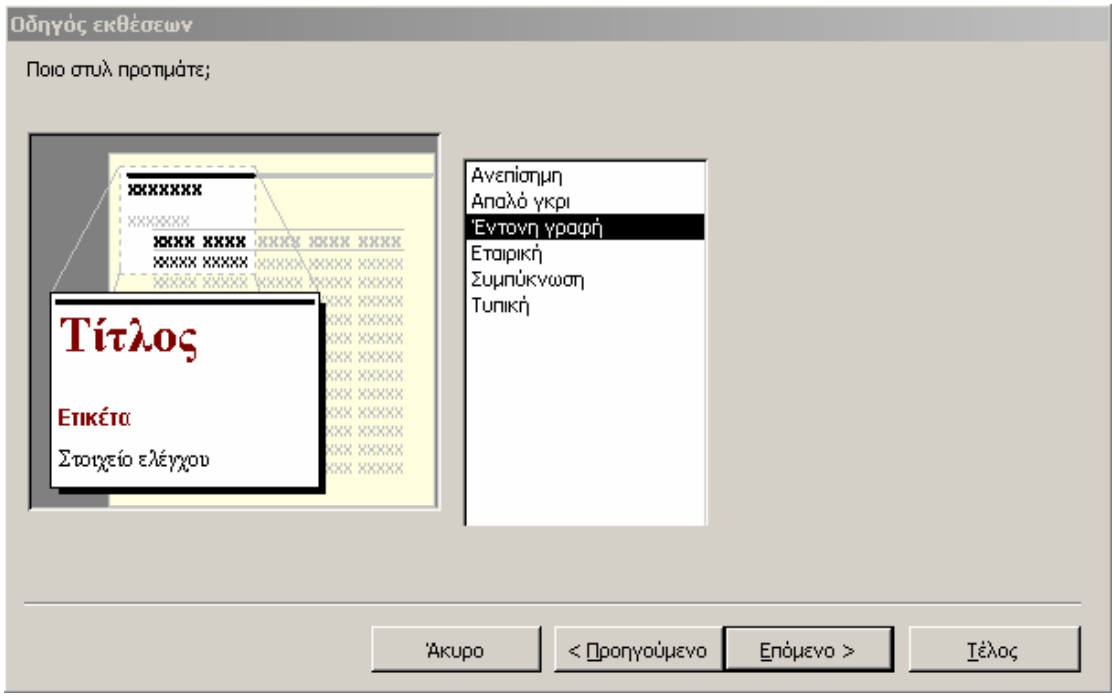
Στο παράθυρο που εμφανίζεται στη συνέχεια μας προσφέρεται η δυνατότητα επιλογής μιας διάταξης για την έκθεση.



Εικόνα 5.46 Παράθυρο διαλόγου επιλογής διάταξης του Οδηγού εκθέσεων

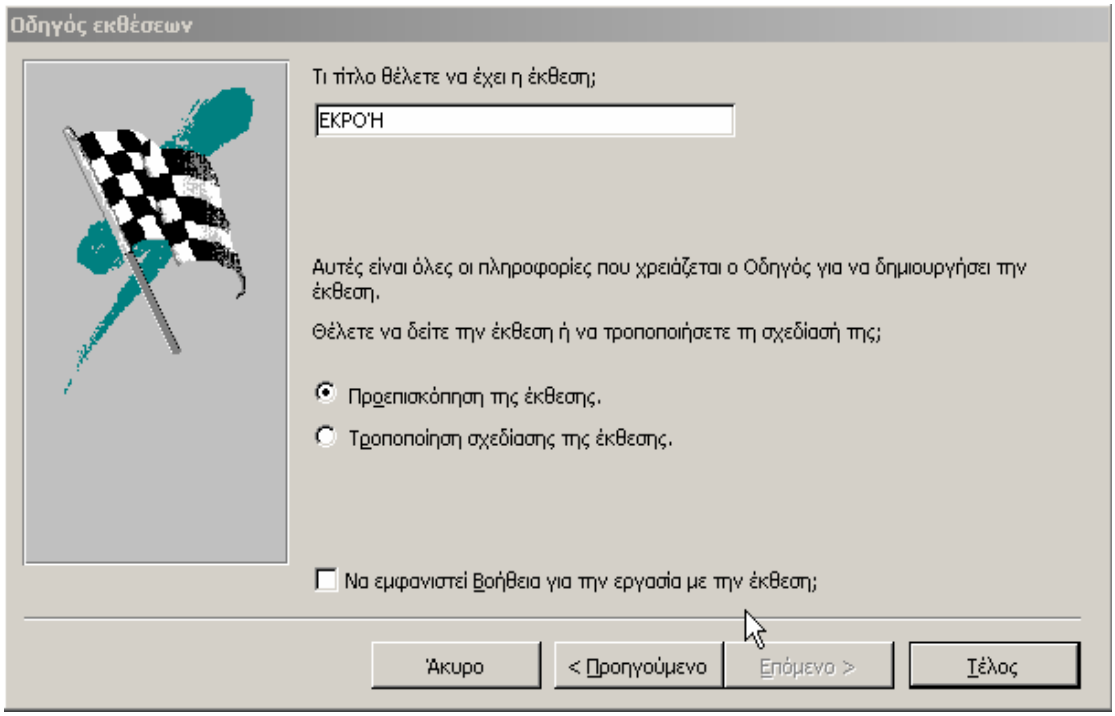
Στις επιλογές για τη **Διάταξη** επιλέξαμε **Κλιμακωτή** ενώ ο **Προσανατολισμός** προτιμήσαμε να είναι **Κατακόρυφος.** Τη ρύθμιση **Προσαρμογή του πλάτους των πεδίων, ώστε να χωράνε σε μια σελίδα** την αφήσαμε επιλεγμένη, για να μπορεί ο οδηγός να βρει την καλύτερη δυνατή προσαρμογή.

Συνεχίζοντας κάναμε κλικ στο **Επόμενο>** για να εμφανιστεί η σελίδα του οδηγού που μας δίνει την ευκαιρία να επιλέξουμε από διάφορες προκαθορισμένες μορφοποιήσεις.



Εικόνα 5.47 Παράθυρο διαλόγου επιλογής στυλ του Οδηγού εκθέσεων

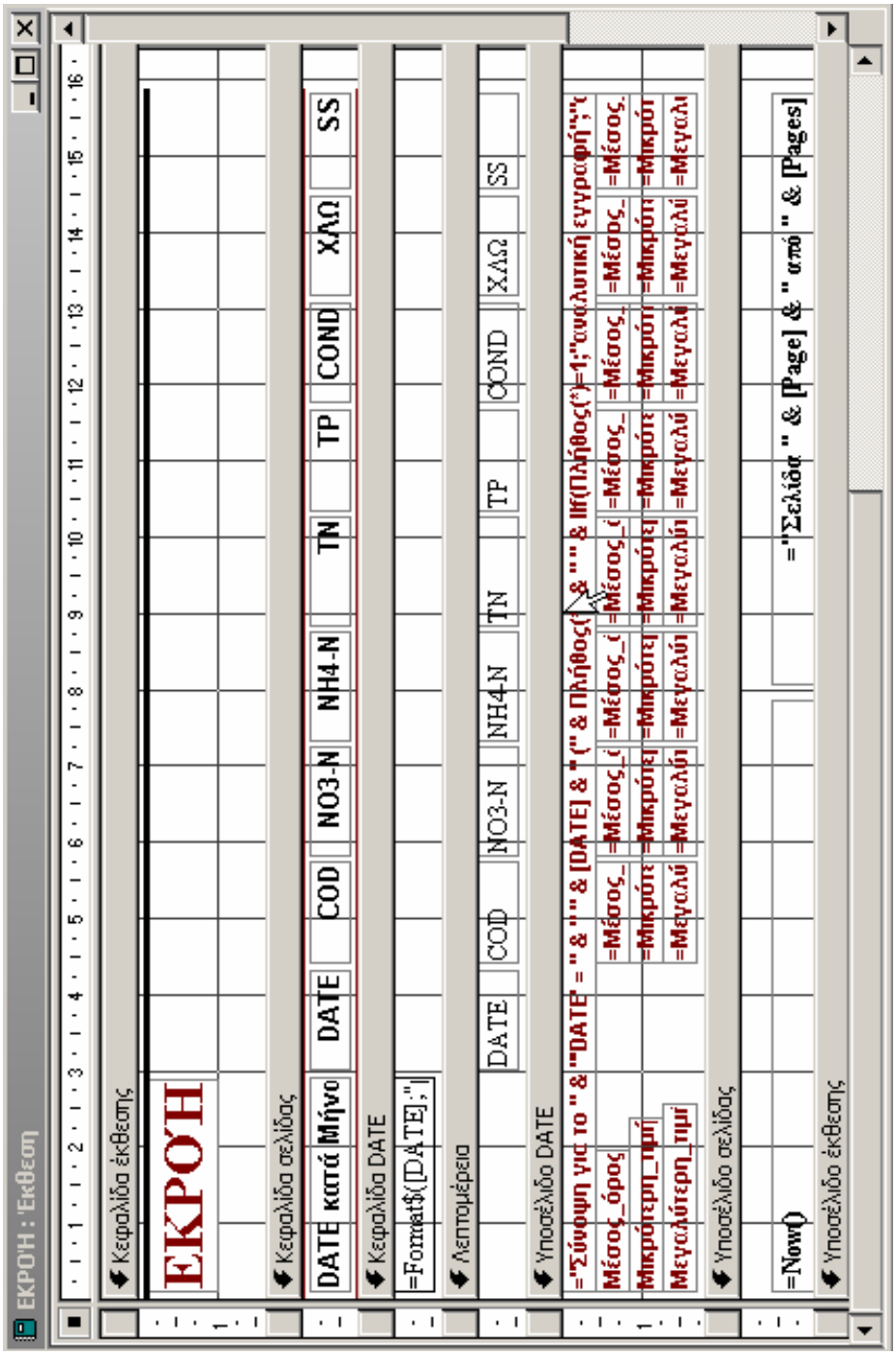
Το στυλ που αποφασίσαμε να επιλέξουμε είναι αυτό της **Έντονης γραφής** ενώ συνεχίζοντας πατήσαμε το κουμπί **Επόμενο>**.



Εικόνα 5.48 Τελευταίο παράθυρο διαλόγου του Οδηγού εκθέσεων

Όπως συμβαίνει και με τους υπόλοιπους οδηγούς της Access, στο τελευταίο παράθυρο διαλόγου του οδηγού μπορούμε να δώσουμε ένα κατάλληλο όνομα στην έκθεση. Επίσης μας δίνεται η ευκαιρία να ανοίξουμε την έκθεση σε Προεπισκόπηση εκτύπωσης ή να τροποποιήσουμε την σχεδίασή της. Αφού λοιπόν κάναμε κλικ στο κουμπί **Τέλος,** ανοίξαμε την έκθεση που δημιουργήσαμε σε προβολή σχεδίασης για να προβούμε σε τυχόν τροποποιήσεις που ίσως χρειάζονται για να αποχτήσει η έκθεση την τελική της μορφή.

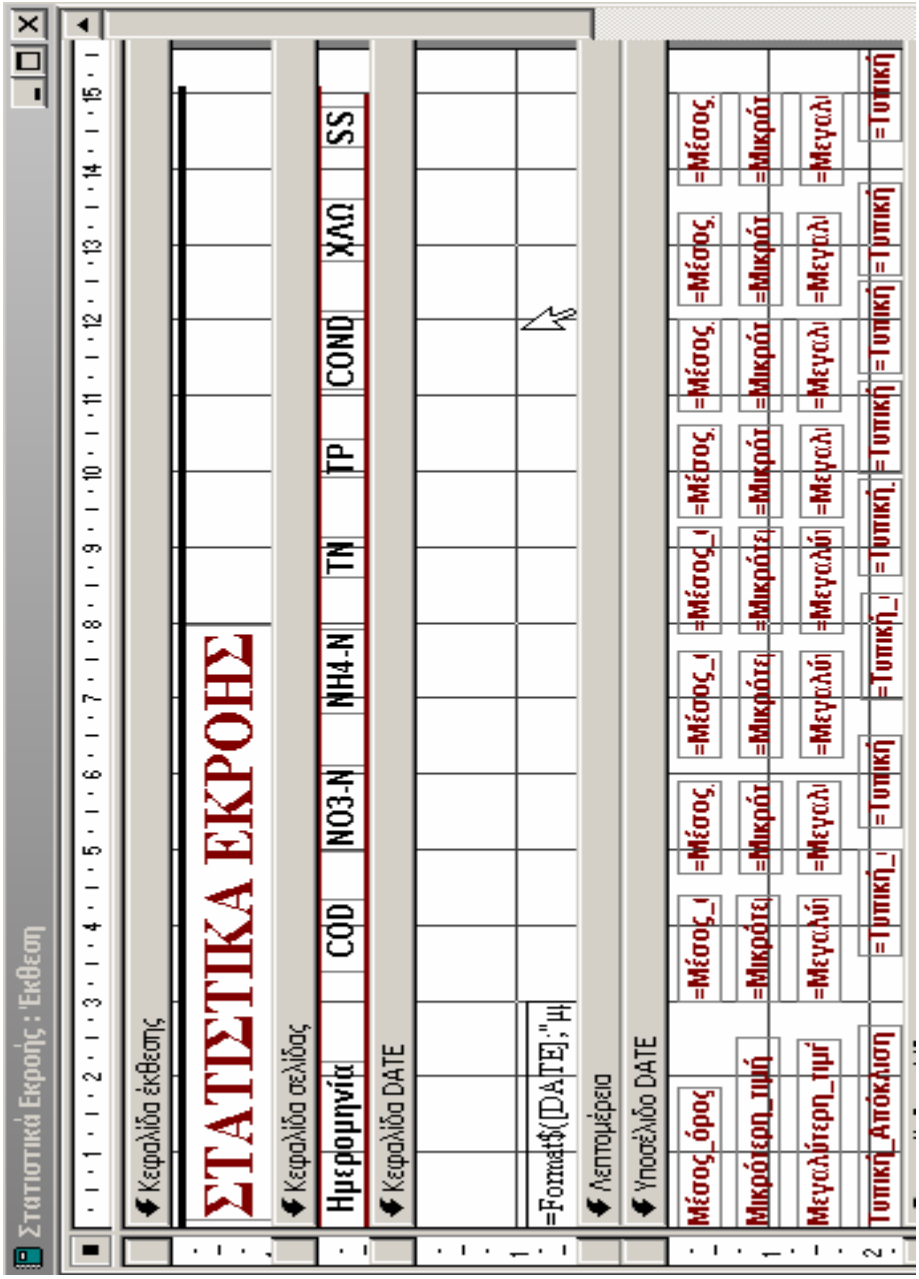
Οι τροποποιήσεις που μπορούν να γίνουν σε μια έκθεση λειτουργούν με την ίδια λογική με αυτές που μπορούν να γίνουν κατά την τροποποίηση του σχεδιασμού μιας φόρμας. Η φόρμα η οποία κατασκευάστηκε με τη βοήθεια του οδηγού αρχικά είχε την παρακάτω μορφή, στη συνέχεια κάνοντας τις κατάλληλες αλλαγές καταφέραμε να έχει η έκθεση ακριβώς τη μορφή που επιθυμούσαμε.



Εικόνα 5.49 Αρχική μορφή της Έκθεσης Εκροής σε προβολή σχεδίασης μετά από κατασκευή της με χρήση του Οδηγού

Στη παραπάνω μορφή της, όπως είναι εμφανές, η έκθεση δεν μας ικανοποιεί και για αυτό ήταν αναγκαίο να γίνουν κάποιες αλλαγές χρησιμοποιώντας τα εργαλεία που προσφέρει η προβολή σχεδίασης. Αφού λοιπόν τροποποιήθηκε η κεφαλίδα της έκθεσης, προστέθηκε άλλο ένα πλαίσιο κειμένου για τον υπολογισμό της Τυπικής απόκλισης για κάθε ένα από τα πεδία. Επίσης μετατρέψαμε το όνομα του πεδίου της ημερομηνίας σε **Ημερομηνία** από **DATE** που ήταν πριν, ενώ διαμορφώσαμε τη διάταξη των

πεδίων και των πλαισίων κειμένου με τέτοιο τρόπο ώστε η έκθεση να αποχτήσει μια ικανοποιητική εμφάνιση. Τέλος διαγράψαμε το πλαίσιο κειμένου που εμφανίζει τη σύνοψη των εγγραφών καθώς και την ενότητα **Λεπτομέρεια** της έκθεσης και η έκθεση απόχτησε την τελική της μορφή που φαίνεται στην επόμενη εικόνα.



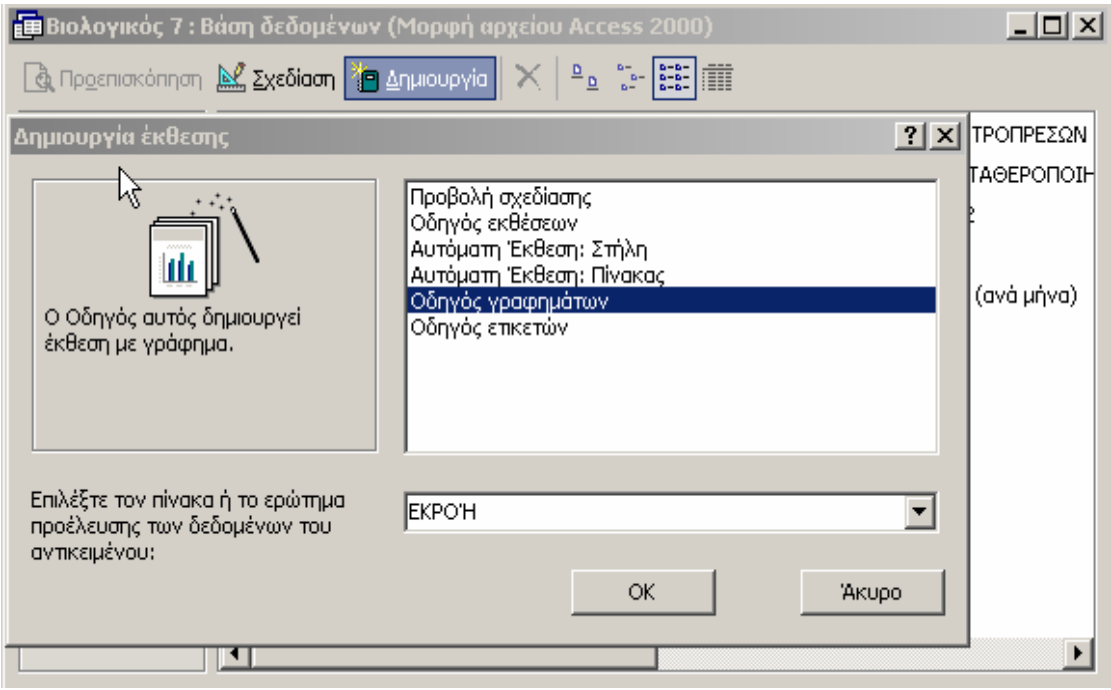
Εικόνα 5.50 Τελική μορφή της Έκθεσης Εκροής μετά από τις τροποποιήσεις

Οι υπόλοιπες εκθέσεις κατασκευάστηκαν ακολουθώντας την ίδια διαδικασία χωρίς καμία διαφοροποίηση.

5.4.6.2.1 Κατασκευή έκθεσης με γράφημα χρησιμοποιώντας τον Οδηγό Γραφημάτων.

Η τελευταία προσθήκη που έγινε στις εκθέσεις που κατασκευάστηκαν για τη βάση δεδομένων ήταν αυτή των γραφημάτων. Οι εκθέσεις, με τη συνοδεία των γραφημάτων, θα αποκτούσαν μια πιο ολοκληρωμένη και επίσημη μορφή, προσφέροντας μεγαλύτερη ευκολία σύγκρισης ανάμεσα στις τιμές των διαφόρων πεδίων. Τα γραφήματα προστέθηκαν αφού είχαν κατασκευαστεί οι εκθέσεις και παρακάτω θα περιγραφεί η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την δημιουργία του γραφήματος Εκροής:

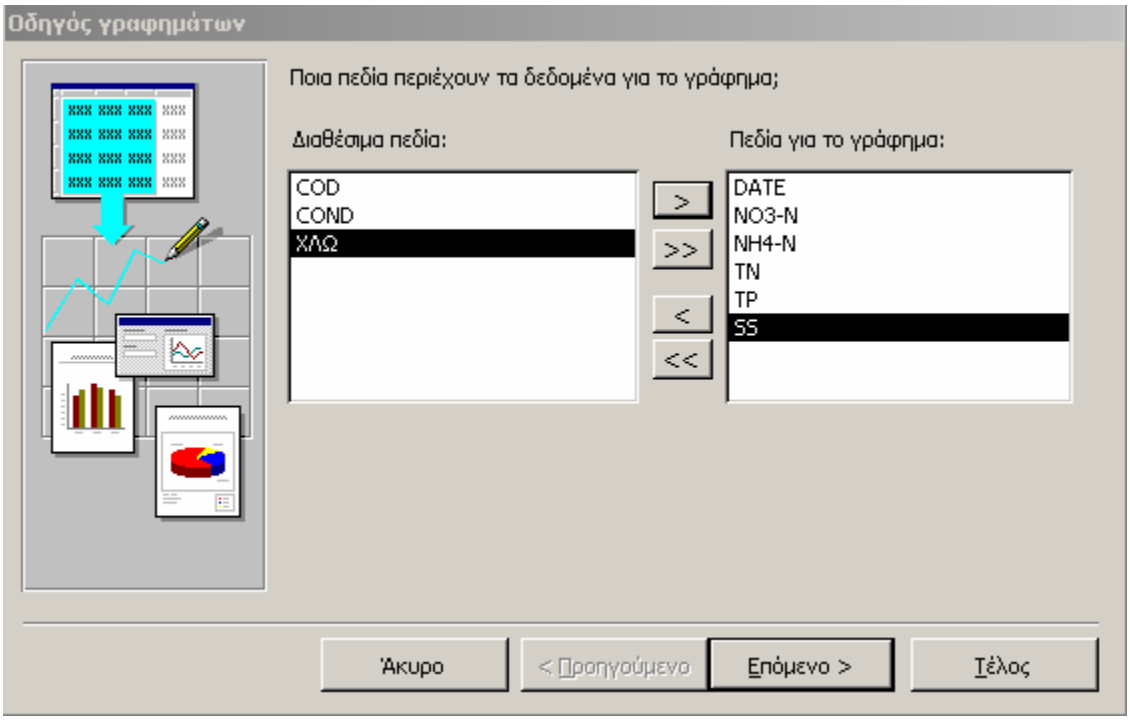
Στο παράθυρο **Βάση δεδομένων** αφού είχαμε επιλέξει το αντικείμενο **Εκθέσεις** στα δεξιά πατήσαμε το κουμπί **Δημιουργία** και εμφανίστηκε το παράθυρο διαλόγου **Δημιουργία Έκθεσης**. Στο παράθυρο αυτό επιλέξαμε τον **Οδηγό γραφημάτων** και στη συνέχεια επιλέξαμε το ερώτημα από όπου θέλουμε να προέρχονται τα δεδομένα να είναι αυτό της **Εκροής**.



Εικόνα 5.51 Επιλογή Οδηγού γραφημάτων

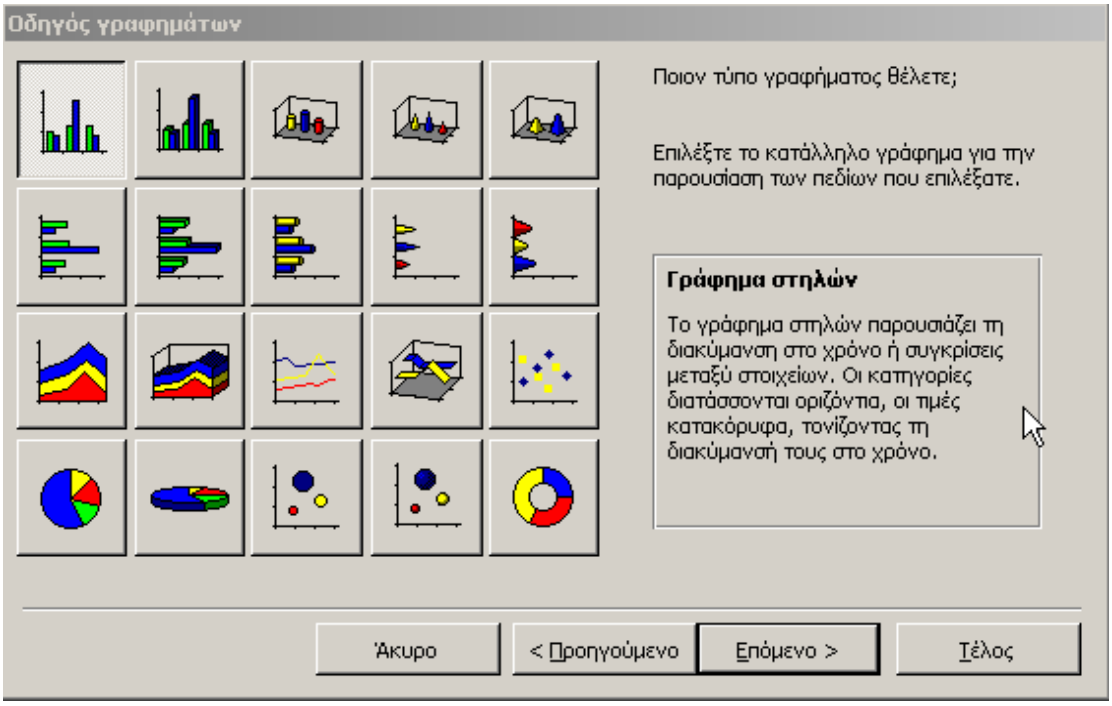
Πατώντας OK μεταφερθήκαμε στο επόμενο παράθυρο διαλόγου που είναι αυτό της επιλογής των πεδίων που περιέχουν τα δεδομένα για το γράφημα. Εμείς επιλέξαμε όλα τα πεδία αφού πρόκειται να μας χρειαστούν στο σύνολό τους. Όμως αυτό δεν είναι δυνατό να συμβεί, ειδικά στη

περίπτωση του ερωτήματος Εκροής το οποίο αποτελείται από εννέα πεδία συνολικά, γιατί ο Οδηγός γραφημάτων προσφέρει τη δυνατότητα επιλογής μόνο έξι πεδίων για κάθε γράφημα. Για αυτό το λόγω αποφασίσαμε να κατασκευάσουμε δύο γραφήματα, ενέργεια στην οποία καταλήξαμε και σε άλλες περιπτώσεις ερωτημάτων με μεγάλο αριθμό πεδίων, ένα το οποίο περιέχει το πεδίο της ημερομηνίας και άλλα τρία πεδία ρυπαντικών στοιχείων, και ένα το οποίο περιέχει επίσης το πεδίο της ημερομηνίας και τα υπόλοιπα πέντε πεδία ρυπαντικών στοιχείων. Πατώντας το κουμπί με το σύμβολο [>] επιλέξαμε τα πεδία που θέλουμε να τοποθετηθούν στο πρώτο γράφημα τα οποία είναι αυτό της ημερομηνίας και στη συνέχεια τα πεδία των NO3-N, NH4-N, TN, TP και SS όπως διακρίνει κάποιος και στην επόμενη εικόνα.



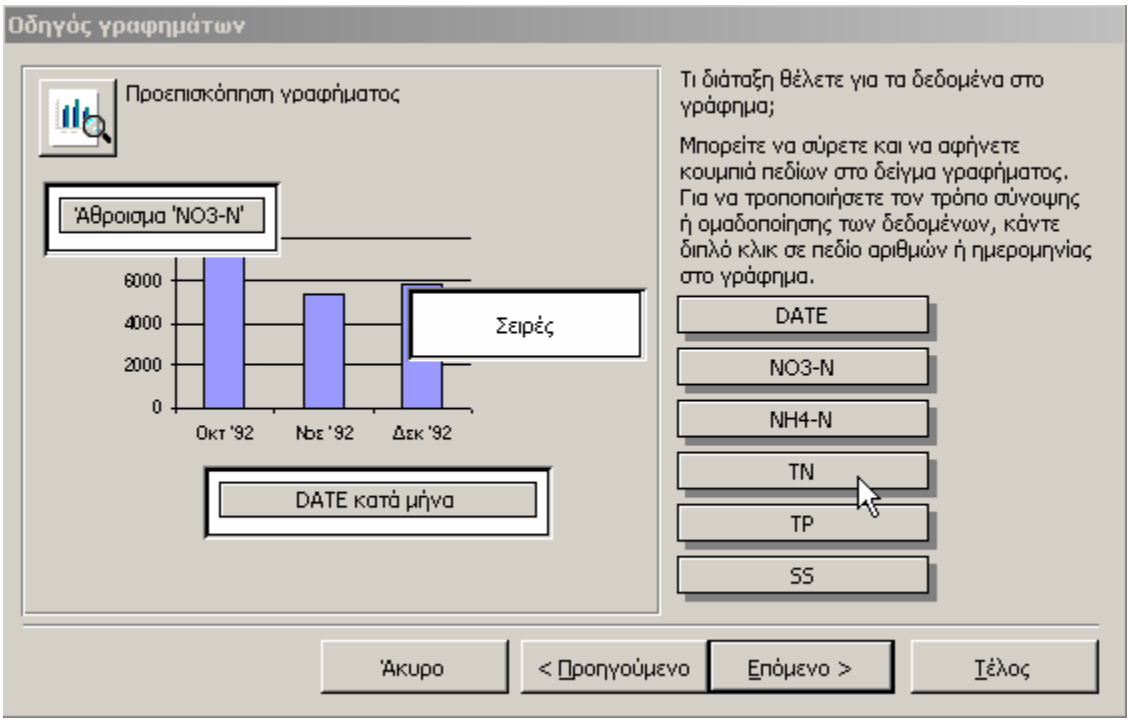
Εικόνα 5.52 Παράθυρο διαλόγου επιλογής πεδίων του Οδηγού γραφημάτων

Πατώντας το κουμπί **Επόμενο>** μεταφερόμαστε στο παράθυρο επιλογής του τύπου γραφήματος που θα θέλαμε να εμφανίζεται. Εμείς προτιμήσαμε για την παρουσίαση των πεδίων μας να επιλέξουμε το γράφημα στηλών το οποίο μπορεί να παρουσιάσει τη διακύμανση στο χρόνο.

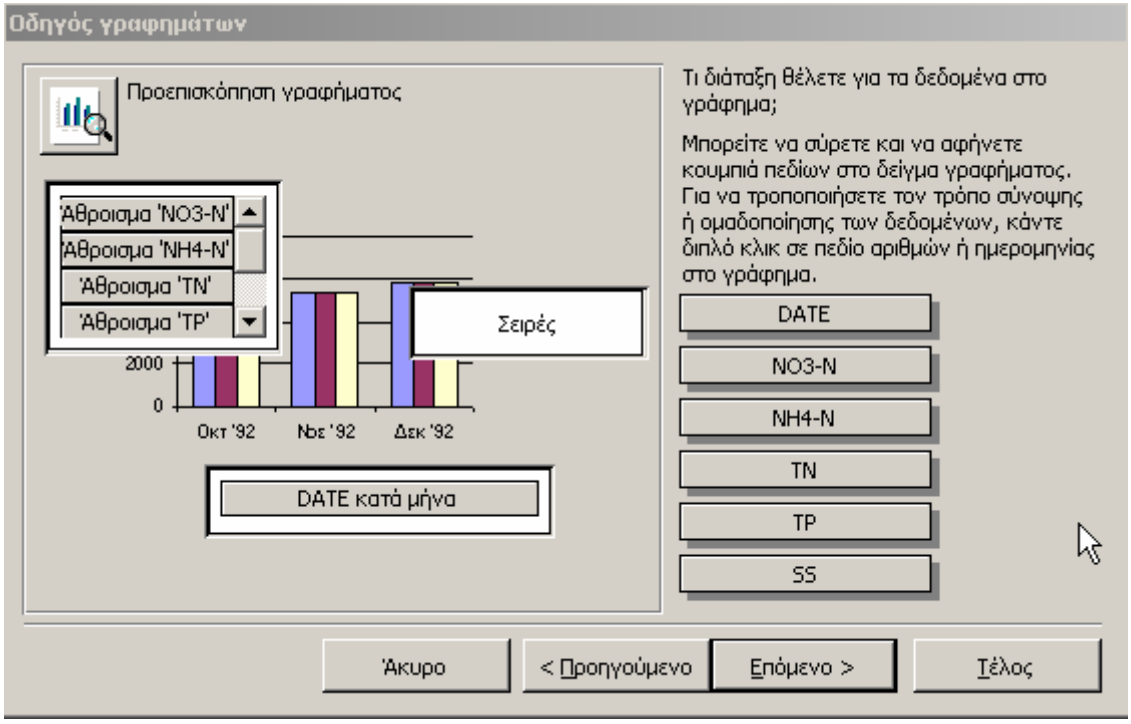


Εικόνα 5.53 Παράθυρο διαλόγου επιλογής τύπου γραφήματος

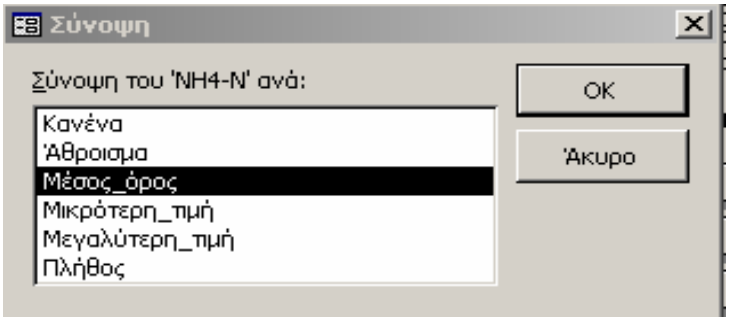
Η επόμενη οθόνη περιλαμβάνει τις πιο σημαντικές ρυθμίσεις όσον αφορά την τελική μορφή του γραφήματος. Σε αυτήν την οθόνη δίνεται στο χρήστη η δυνατότητα επιλογής της διάταξης των δεδομένων στους άξονες του γραφήματος. Ό πως φαίνεται και στην επόμενη εικόνα, υπάρχει ένα δείγμα του γραφήματος που θέλουμε να δημιουργήσουμε, πάνω στους άξονες του οποίου μπορούμε να σύρουμε τα πεδία που μας ενδιαφέρει να απεικονίζονται σε κάθε ένα από αυτούς. Αυτό που μας ενδιέφερε να απεικονίζεται στο γράφημα ήταν κυρίως η απεικόνιση των μετρήσεων που έχουν λάβει μέρος κατά τη διάρκεια του έτους σε συνάρτηση με το χρόνο. Για αυτό το λόγο τοποθετήσαμε το πεδίο της ημερομηνίας στον οριζόντιο άξονα ενώ όλα τα υπόλοιπα τοποθετήθηκαν στον κάθετο άξονα. Συνεχίζοντας και θέλοντας να τροποποιήσουμε τον τρόπο σύνοψης των δεδομένων κάναμε διπλό κλικ, όπως μας υποδεικνύεται και από τον Οδηγό, σε κάθε ένα από τα πεδία των αριθμών και επιλέξαμε να εμφανίζεται στο γράφημα ο μέσος όρος των αριθμητικών τιμών για κάθε μήνα.



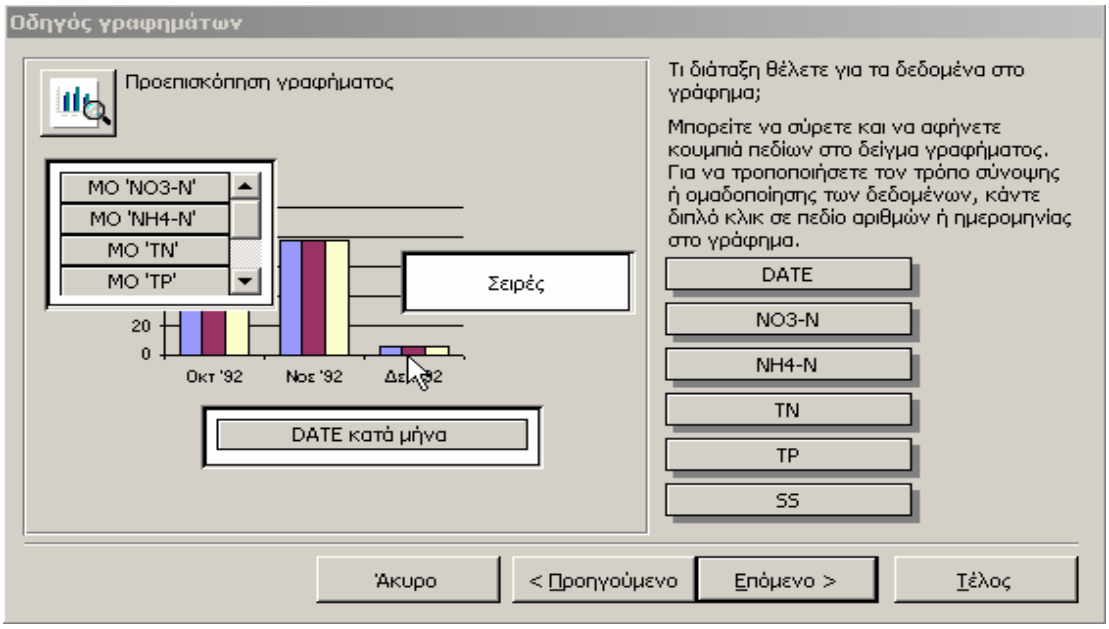
Εικόνα 5.54 Οθόνη επιλογής διάταξης σύνοψης και ομαδοποίησης του οδηγού γραφημάτων



Εικόνα 5.55 Επιλογή της διάταξης των πεδίων στους άξονες

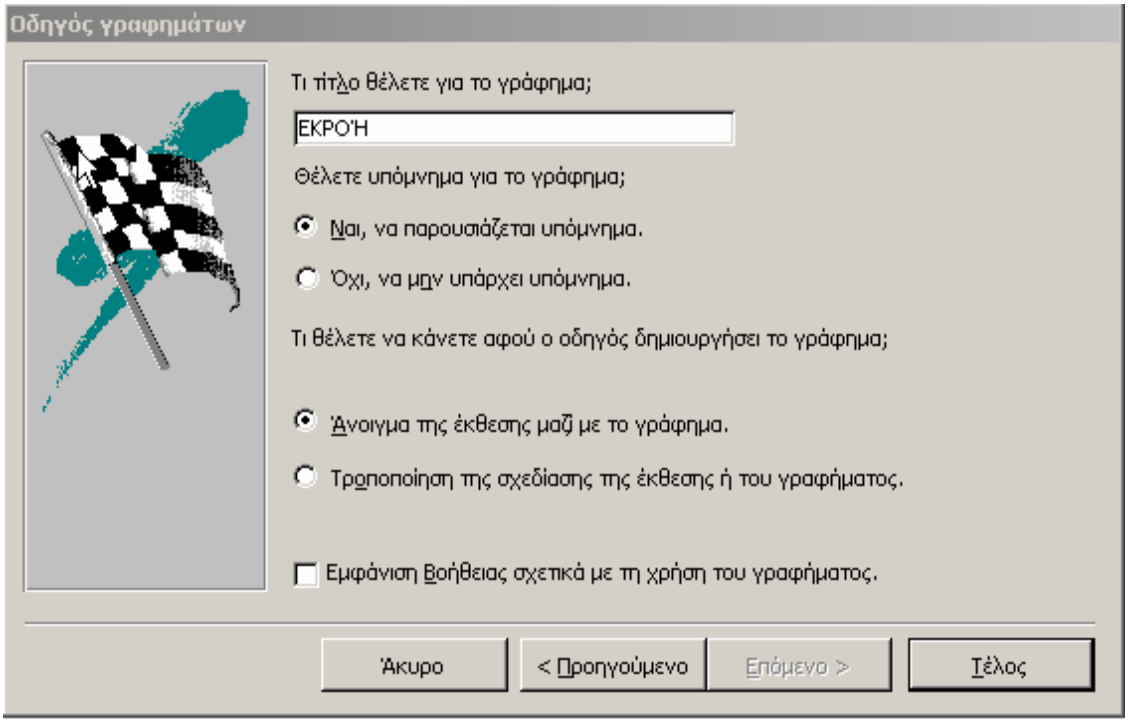


Εικόνα 5.56 Οθόνη επιλογής σύνοψης



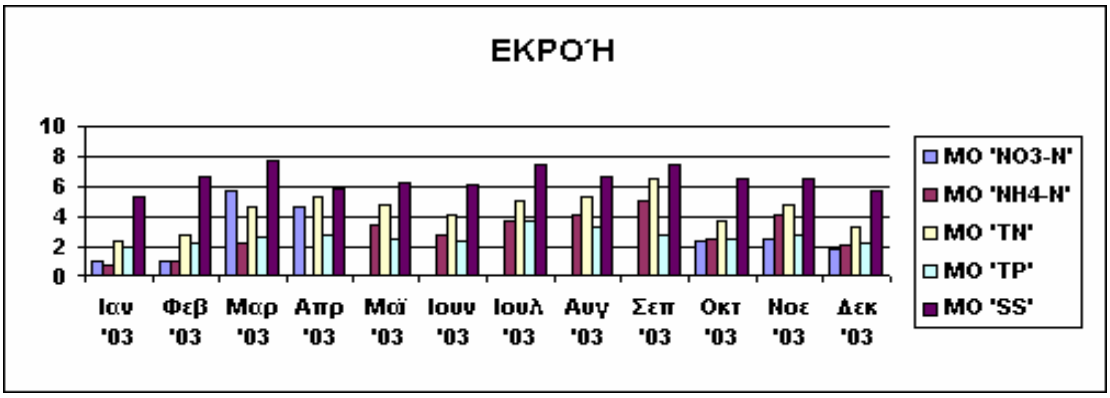
Εικόνα 5.57 Τελική επιλογή διάταξης των δεδομένων στο γράφημα

Στην τελευταία οθόνη του οδηγού γραφημάτων μπορούμε να επιλέξουμε τον τίτλο του γραφήματος μας, το αν μας ενδιαφέρει να εμφανίζεται υπόμνημα για το γράφημα και τέλος το αν θέλουμε αμέσως μετά να ανοίξει η έκθεση μαζί με το γράφημα ή να μεταφερθούμε στην προβολή σχεδίασης για τυχόν τροποποιήσεις. Επίσης υπάρχει και μια επιλογή για την εμφάνιση βοήθειας σχετικά με τη χρήση του γραφήματος.



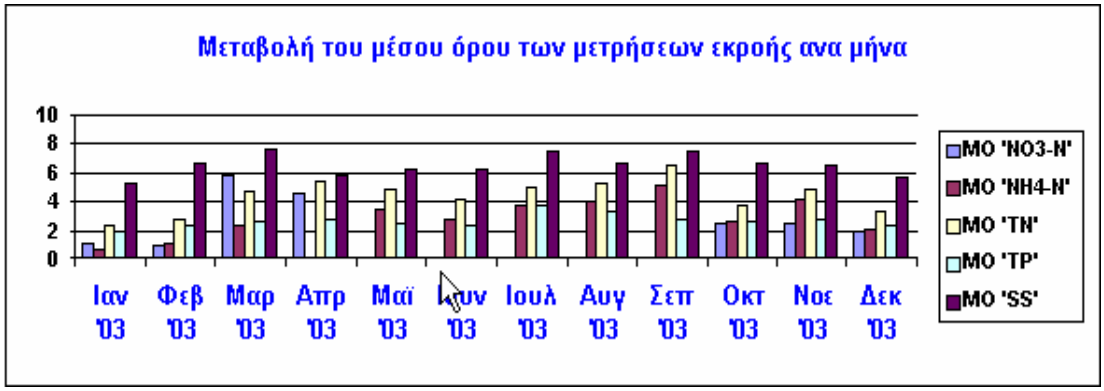
Εικόνα 5.58 Τελευταίο παράθυρο διαλόγου του Οδηγού γραφημάτων

Καταλήγοντας στις επιλογές της προηγούμενης εικόνας κάναμε κλικ στο κουμπί **Τέλος** και αφού ορίσαμε την αρχή και το τέλος της περιόδου για την οποία επιθυμούσαμε απεικόνιση των τιμών, εμφανίστηκε το γράφημα της επόμενης εικόνας:



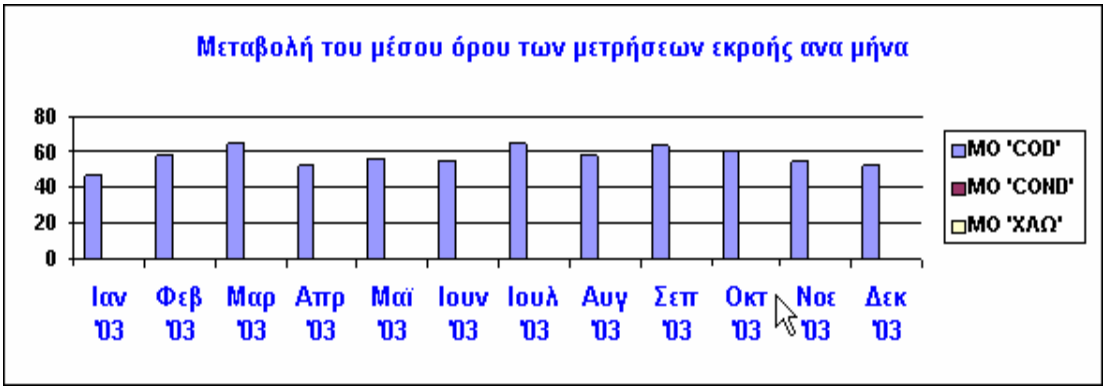
Εικόνα 5.59 Γράφημα Εκροής όπως δημιουργήθηκε με τη βοήθεια του Οδηγού γραφημάτων

Μεταβαίνοντας στην προβολή σχεδίασης και μετά από μια σειρά τροποποιήσεων όσο αφορά τον τίτλο του γραφήματος, τις γραμματοσειρές και το χρώμα τους, το γράφημά μας κατέληξε να έχει την παρακάτω μορφή:



Εικόνα 5.60 Τελική μορφή γραφήματος Εκροής

Ακολουθώντας την ίδια ακριβώς διαδικασία με πριν και επιλέγοντας τα υπόλοιπα τρία πεδία του ερωτήματος Εκροής καταλήξαμε αντίστοιχα στο παρακάτω γράφημα:



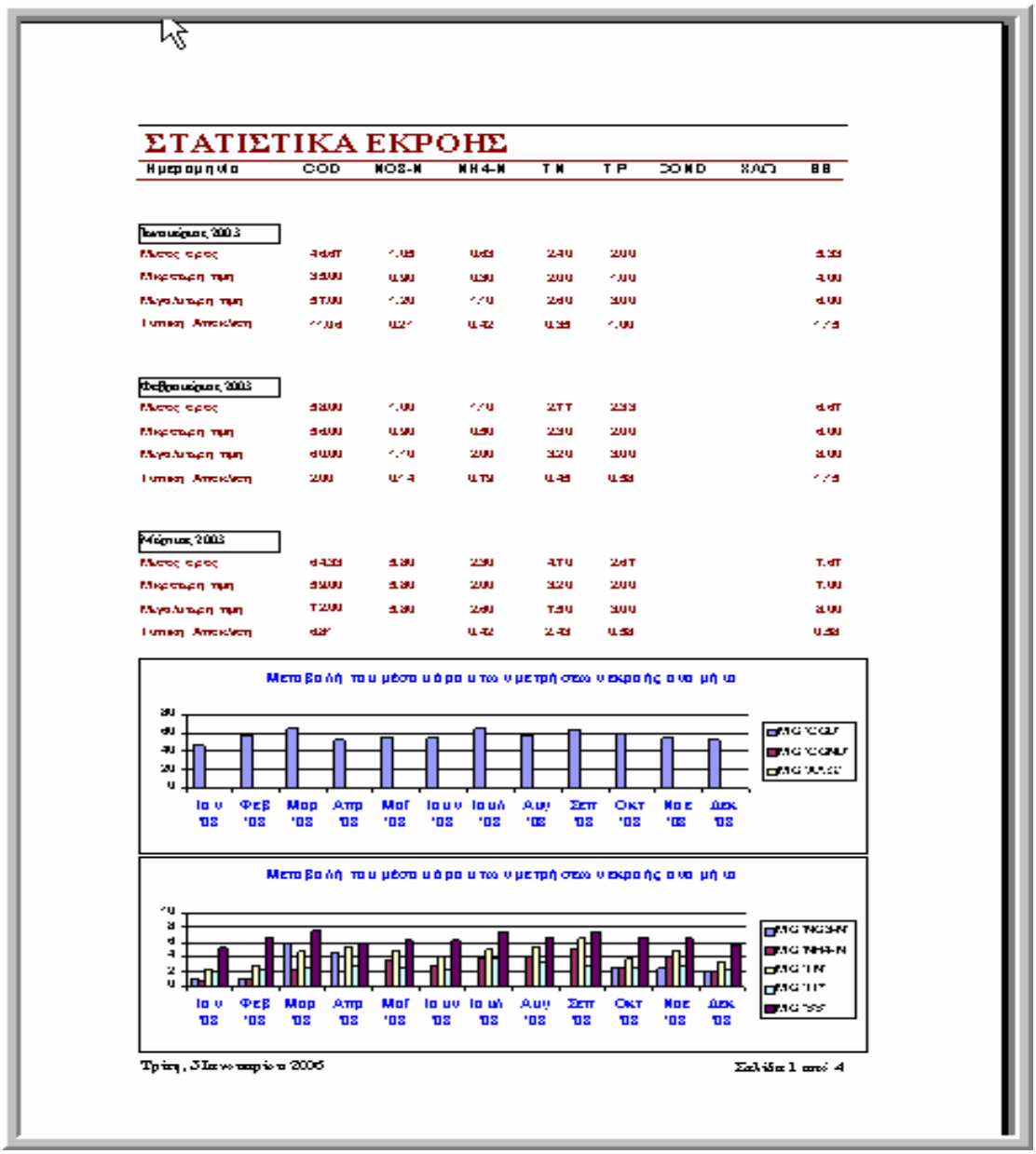
Εικόνα 5.61 Γραφική απεικόνιση του μέσου όρου των υπόλοιπων τριών πεδίων του ερωτήματος Εκροής

Με πανομοιότυπο τρόπο καταφέραμε να κατασκευάσουμε γραφήματα και για τα υπόλοιπα ερωτήματα της βάσης δεδομένων μας. Κάθε ένα ξεχωριστά τα γραφήματα αυτά τα μεταφέραμε, κάνοντας αντιγραφή και επικόλληση, στις εκθέσεις που είχαμε ήδη κατασκευάσει και που τους αντιστοιχούσαν. Με τον τρόπο αυτό καταφέραμε να κατασκευάσουμε εκθέσεις

οι οποίες περιελάμβαναν και γραφήματα απεικόνισης του μέσου όρου του κάθε στοιχείου για την χρονική περίοδο που εμείς κάθε φορά επιλέγαμε.

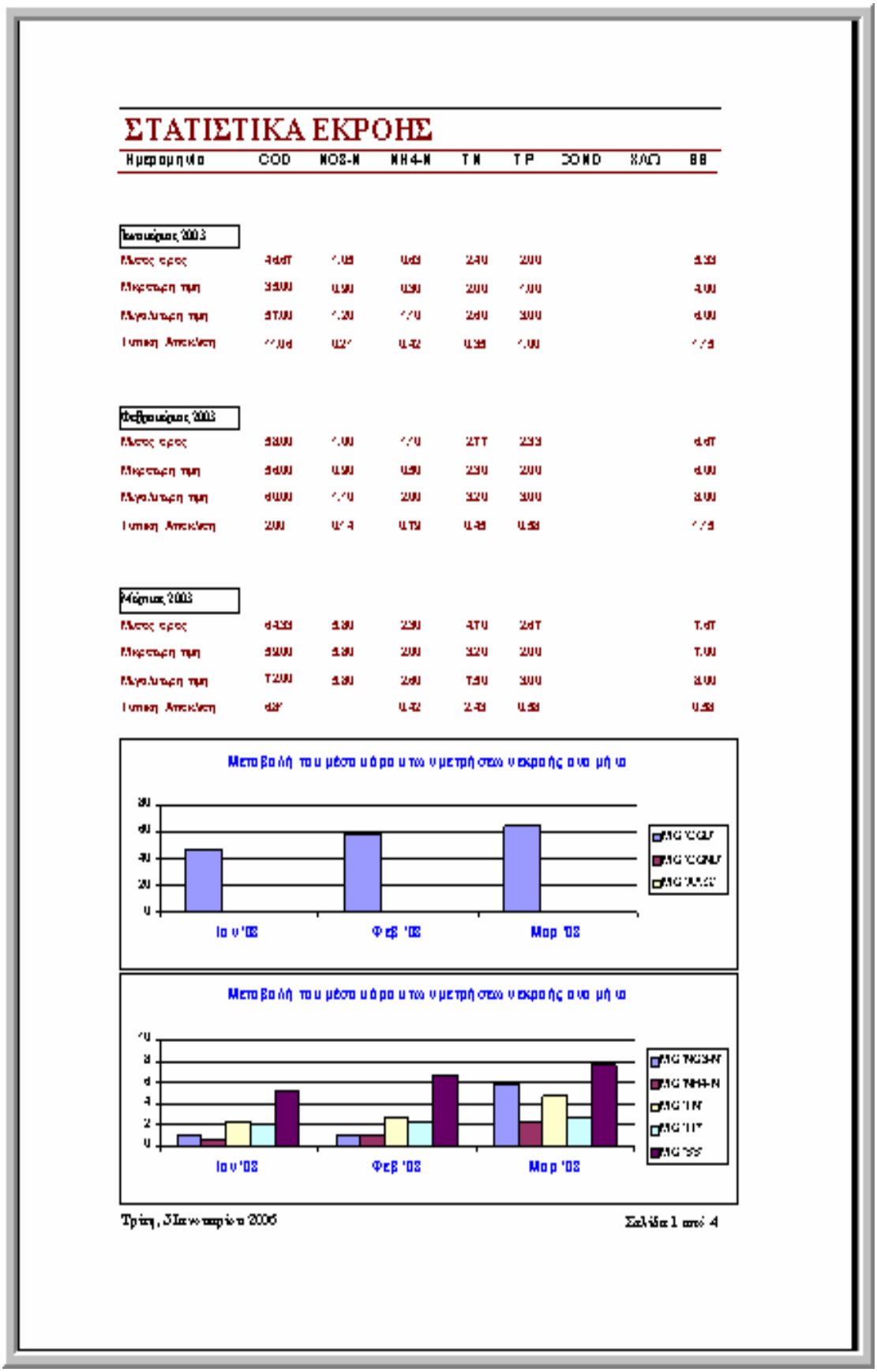
Κατά την προεπισκόπηση λοιπόν μιας έκθεσης, αρχικά αναγκαίο είναι να δηλωθεί η αρχή και το τέλος περιόδου για την οποία επιθυμούμε να μας εμφανίσει δεδομένα η έκθεση. Στην συνέχεια πρέπει για ακόμη μια φορά να ορίσουμε το χρονικό διάστημα της αρέσκειας μας για να ενημερώσουμε το γράφημα το οποίο παρουσιάζεται στην έκθεση.

Μια αντιπροσωπευτική έκθεση, όπως αυτή της Εκροής, στην τελική της μορφή φαίνεται στην επόμενη εικόνα:



Εικόνα 5.62 Απόσπασμα της Έκθεσης Εκροής στην τελική της μορφή

Όπως διακρίνεται στην προηγούμενη εικόνα, οι μήνες για τους οποίους υπολογίζονται τα στατιστικά μεγέθη των διαφόρων ρυπαντικών στοιχείων είναι οι τρεις πρώτοι του χρόνου, ενώ το γράφημα παρουσιάζει τους μέσους όρους για το σύνολο των μηνών του χρόνου. Αυτό οφείλεται στο ότι όταν ρωτηθήκαμε για την αρχή και το τέλος περιόδου, εμείς επιλέξαμε και για την έκθεση και για το γράφημα όλη τη διάρκεια του έτους. Μια ορθότερη παρουσίαση θα ήταν αυτή που φαίνεται στην επόμενη εικόνα και η οποία μπορεί να επιτευχθεί δηλώνοντας ως αρχή και τέλος περιόδου για το γράφημα κάθε φορά την αρχή του πρώτου και το τέλος του τελευταίου μήνα που αναγράφονται σε κάθε σελίδα.



ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΕΚΡΟΗΣ

Ημερομηνία	COD	NO3-N	NH4-N	TN	TP	COND	ΧΑΟ	BB
Ιανουάριος 2003								
Μέσος όρος	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]
Μικρότερη τιμή	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]
Μεγαλύτερη τιμή	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]
Τυπική Απόκλιση	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]
Φεβρουάριος 2003								
Μέσος όρος	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]
Μικρότερη τιμή	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]
Μεγαλύτερη τιμή	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]
Τυπική Απόκλιση	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]
Μάρτιος 2003								
Μέσος όρος	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]
Μικρότερη τιμή	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]
Μεγαλύτερη τιμή	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]
Τυπική Απόκλιση	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]

Εικόνα 5.63 Προτεινόμενη παρουσίαση έκθεσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στο κεφάλαιο αυτό δίνονται τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε κατά τη διάρκεια της κατασκευής αλλά και μετά την ολοκλήρωση και πρακτική εφαρμογή του πληροφοριακού συστήματος καταγραφής δεδομένων, καθώς και κάποιες προτάσεις που θα οδηγούσαν σε βελτίωση της λειτουργίας του και στην αύξηση των δυνατοτήτων του.

Όσον αφορά τις ικανότητες της βάσης δεδομένων που κατασκευάσαμε αλλά και την ευκολία χρήσης του τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα εξής:

1. Η βάση δεδομένων που κατασκευάστηκε στην παρούσα εργασία προσφέρει τη δυνατότητα καταγραφής δεδομένων, αλλά και ανάκτησης τους σύμφωνα με τις ανάγκες του χρήστη, μέσω ενός είδους ευρετηρίου. Επιπλέον εκτελώντας αυτόματα κάποιους στατιστικούς υπολογισμούς έχει την ικανότητα να παρουσιάσει μια στατιστική ανάλυση των δεδομένων που βρίσκονται καταχωρημένα σε αυτή, παρουσιάζοντας και γραφικές απεικονίσεις των μέσων όρων των τιμών ανά μήνα.
2. Η ύπαρξη μεγάλης ποσότητας δεδομένων που προέρχονται από τις μετρήσεις στη Μονάδα Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων Ρεθύμνου, έχει σαν αποτέλεσμα τη συσσώρευση δεδομένων και τη δυσκολία στην ανάλυση των μετρήσεων και συνεπώς στην παρακολούθηση και βελτιστοποίηση των βιολογικών διεργασιών της μονάδας. Η εφαρμογή του συγκεκριμένου πληροφοριακού συστήματος ανάλυσης και καταγραφής δεδομένων επιτρέπει την σωστότερη και πιο οργανωμένη καταγραφή των μετρήσεων, την καλύτερη επιτήρηση των διαφόρων εγκαταστάσεων, αλλά και μια ολοκληρωμένη απεικόνιση της λειτουργίας της μονάδας στοχεύοντας στον βέλτιστο έλεγχο ποιότητας.
3. Ο τρόπος κατασκευής και δόμησης του καθώς και η απλή λογική στην οποία στηρίζεται η λειτουργία του, καθιστούν εύκολη τη χρήση και εκμάθησή του από μη εξειδικευμένο προσωπικό.
4. Λόγω της ύπαρξης των εκθέσεων, τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων σε κάθε τμήμα της μονάδας, καθώς και οι

γραφικές τους απεικονίσεις παρουσιάζονται συγκεντρωτικά σε φύλλα αναφοράς και μπορούν εύκολα να αρχειοθετηθούν ή να μεταφερθούν, είτε σε ηλεκτρονική μορφή ή αφού εκτυπωθούν. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι αναφορές αυτές παρουσιάζουν κάθε φορά τις μετρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στο χρονικό διάστημα που επιλέγει ο χρήστης.

5. Λειτουργία με ιδιαίτερη σημασία αποτελεί αυτή του υπολογισμού των ποσοστών απομάκρυνσης των ρυπαντικών ουσιών των λυμάτων από τη στιγμή που αυτά θα εισέλθουν στη μονάδα, μέχρι που θα μετρηθούν ξανά στην εκροή της.
6. Ενδιαφέρον πλεονέκτημα του συστήματος που κατασκευάστηκε αποτελεί η συμβατότητα του με άλλου είδους προγράμματα των Microsoft Windows τα οποία χρησιμοποιούνται επίσης από το προσωπικό της Μονάδας Βιολογικού Καθαρισμού του Ρεθύμνου (Ms Office,Ms Excel, Ms Word), καθώς και η δυνατότητα σύνδεσης του με το Internet.
7. Το συγκεκριμένο σύστημα χαρακτηρίζεται από χαμηλό κόστος λειτουργίας, συντήρησης αλλά και κατασκευής .
8. Οι αδυναμίες του προγράμματος επικεντρώνονται σε κάποιες λειτουργικές ατέλειες που ήταν αδύνατο να αποφευχθούν κατά την κατασκευή του.
   - Υπάρχει η πιθανότητα απώλειας δεδομένων κατά την μετατροπή ή ανανέωση των αποθηκευμένων μετρήσεων, λόγω αδυναμίας του συστήματος να ασκήσει ερώτηση επιβεβαίωσης της ενέργειάς μας κατά την οποιαδήποτε αλλαγή.
   - Κατά την προεπισκόπηση ή εκτύπωση των εκθέσεων βασικό μειονέκτημα αποτελεί η ανάγκη επαναλαμβανόμενης ενημέρωσης του χρονικού διαστήματος για το οποίο επιθυμεί ο χρήστης κάθε φορά να παρουσιαστούν τα στατιστικά και γραφικά αποτελέσματα των μετρήσεων. Αυτό συμβαίνει γιατί ιδιαίτερα τα γραφήματα αναγκαστικά πρέπει να ενημερώνονται σε κάθε αλλαγή σελίδας μιας έκθεσης.
   - Χρησιμοποιώντας κάποιο πιο εξελιγμένο πρόγραμμα κατασκευής βάσεων δεδομένων ή κάποια εξειδικευμένη γλώσσα προγραμματισμού ίσως θα ήταν δυνατόν να κατασκευάσουμε ένα σύστημα με τις ίδιες βασικές χρήσεις, αλλά με ίσως ένα καλύτερο γραφικό περιβάλλον και με κάποιες πρόσθετες λειτουργίες οι οποίες δεν ήταν δυνατό να πραγματοποιηθούν μέσω της Access 2000. Παράδειγμα μιας τέτοιας

λειτουργίας αποτελεί η δυνατότητα διαχωρισμού από τις υπόλοιπες και εμφάνισης, των τιμών των μετρήσεων στην εκροή της μονάδας των οποίων το ποσοστό μείωσης τυχαίνει να υπερβαίνει κάποια καθιερωμένα όρια τιμών.

Στοχεύοντας στην βελτίωση της βάσης δεδομένων που κατασκευάσαμε και στην αύξηση των δυνατοτήτων της προτείνονται:

1. Η χρήση άλλου είδους προγράμματος ή γλώσσας προγραμματισμού η οποία θα επέτρεπε την εκτέλεση λειτουργιών μεγαλύτερου αριθμού και εύρους όπως παραδείγματος χάριν τον υπολογισμό των τιμών των οποίων το ποσοστό μείωσης υπερβαίνει κάποια καθιερωμένα όρια όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα.
2. Η χρήση ενός πιο εξελιγμένου προγράμματος θα μπορούσε να προσφέρει και τη δυνατότητα κατασκευής ενός πιο εξελιγμένου και όμορφου αισθητικά γραφικού περιβάλλοντος με λεπτομερέστερες παρουσιάσεις των καταχωρημένων δεδομένων και πιο αναλυτικές γραφικές απεικονίσεις.
3. Είναι απαραίτητη η συνεχής ενημέρωση και αναβάθμιση του προγράμματος της Access ούτως ώστε να εξασφαλίζεται το σύνολο των δυνατοτήτων του προγράμματος κάθε φορά και η ορθότερη λειτουργία του συστήματος.
4. Ένας τακτικός έλεγχος στον αποθηκευτικό χώρο του εκάστοτε υπολογιστή στον οποίο είναι εγκατεστημένο το συγκεκριμένο σύστημα καταγραφής δεδομένων, θα βοηθούσε στην αποφυγή της τυχόν εξάντλησης του.