

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αριθμός:1275

**ΘΕΜΑ: Συστήματα αυτοματισμού σε εγκαταστάσεις
Βιολογικού Καθαρισμού**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΝΤΑΛΑΠΕΡΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΠΑΝΑΓΑΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2012

Ευχαριστίες

Με την επικείμενη ολοκλήρωση του κύκλου σπουδών μας, νοιώθουμε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε, τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Γεώργιο Νταλαπέρα, για την συνεχή επιστημονική καθοδήγηση και ηθική στήριξή του για την ορθή διεκπεραίωση και κατασκευή (μακέτα) αυτής της πτυχιακής εργασίας.

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε τους καθηγητές Αποστολόπουλο Α. και Χαραλαμπίκο Β. για την συμμετοχή τους στην επιτροπή αλλά συγχρόνως και όλους τους άλλους καθηγητές, με τους οποίους παρακολούθησα μαθήματα, για την ευγένεια και τη διάθεση τους να βοηθήσουν, όποτε το χρειαστήκαμε.

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον κ. Δροσόπουλο Α. για την βοήθεια που μας προσέφερε και τις πληροφορίες για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας. Τον ευχαριστούμε για την ευγένεια και διάθεσή του να βοηθήσει οποιαδήποτε στιγμή τον χρειαστήκαμε.

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε την γραμματεία του τμήματος μας για ευγενική και γρήγορη εξυπηρέτηση που μας παρείχε.

Τέλος, με αισθήματα ευγνωμοσύνης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους γονείς μας για την οικονομική και ψυχολογική υποστήριξη που μας παρείχαν.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην πτυχιακή αυτή εργασία έγινε μελέτη για τη δημιουργία βιολογικού καθαρισμού στο Άστρος Κυνουρίας. Εξετάστηκαν όλοι παράμετροι για την υλοποίηση του και δημιουργήθηκε ο κατάλληλος αυτοματισμός για τη σωστή λειτουργία του.

Στο κεφάλαιο 1 κάνουμε μια εισαγωγή στον βιολογικό καθαρισμό και αναφέρουμε τα στοιχεία που πρέπει να αποτελείται.

Στο κεφάλαιο 2 αναλύουμε τα στοιχεία του βιολογικού καθαρισμού καθώς και τα ηλεκτρικά του μέρη. Επίσης πραγματοποιείται ανάλυση των ηλεκτρικών μερών του και του αυτοματισμού.

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζουμε το ηλεκτρικό σχέδιο και τον αυτοματισμό του βιολογικού καθαρισμού. Επίσης για οικονομικούς λόγους πραγματοποιήθηκε ένας επί μέρους αυτοματισμός για την μακέτα.

Στο κεφάλαιο 4 αναφέρονται τα πλεονεκτήματα που μας προσφέρει ο βιολογικός καθαρισμός καθώς και την ανάγκη επαναχρησιμοποίησης των υδάτινων πόρων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην πτυχιακή εργασία θα ασχοληθούμε με τον αυτοματισμό σε μια εγκατάσταση βιολογικού καθαρισμού. Θα περιγράφονται συγκεκριμένες προδιαγραφές λειτουργίας και ασφαλείας για την εγκατάσταση. Ο βιολογικός καθαρισμός είναι αρκετά χρήσιμος σε μια σύγχρονη κοινωνία και βασικοί σκοποί της είναι :λιγότερη ρύπανση για το περιβάλλον και εξοικονόμηση υδάτινων πόρων μέσω της ανακύκλωσης και καθαρισμού του νερού. Η εγκατάσταση θα παραλαμβάνει τα αστικά λύματα και στη συνέχεια θα τα μετατρέπει σε νερό καθαρότητας, που θα μπορεί να διοχετευτεί τουλάχιστον για άρδευση, σε συνδυασμό με τον αυτοματισμό και επομένως θα υπάρχει εξοικονόμηση ενέργειας και ιδανική λειτουργία. Η ηλεκτρολογική μελέτη θα πραγματοποιηθεί με την χρήση του κλασικού αυτοματισμού. Ο αυτοματισμός θα ελέγχει την σωστή λειτουργία της εγκατάστασης και θα περιλαμβάνει την παραλαβή λυμάτων και στη συνέχεια τη μεταφορά με αντλίες στην εγκατάσταση του βιολογικού καθαρισμού που θα γίνονται οι απαραίτητες εργασίες καθαρισμού. Τέλος, περιλαμβάνεται μια λειτουργική μακέτα που θα είναι μια μικρογραφία της εγκατάστασης και θα περιλαμβάνει τον αυτοματισμό που έχουμε αναλύσει πραγματοποιώντας μια επίδειξη της εργασίας μας σε πραγματικό χρόνο, έχοντας ως σκοπό την οπτική κατανόηση και την εφαρμογή των πραγμάτων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

1.1	Κατηγορίες αποβλήτων.....	8
1.2	Προέλευση, ποσότητα και ποιότητα υγρών αστικών αποβλήτων.....	8
1.3	Δυναμικότητα ΜΕΥΑ και βαθμός επεξεργασίας.....	9
1.4	Σύντομη περιγραφή του συστήματος.....	10
1.5	Περιγραφή του συστήματος.....	12
1.5.1	Είσοδος μονάδας.....	12
1.5.2	Φρεάτιο αναρρύθμισης.....	12
1.5.3	Προεπεξεργασία.....	14
1.5.3.1	Εσχάρωση.....	15
1.5.3.2	Εξάμμωση.....	15
1.5.3.3	Λιποσυλλογή.....	17
1.5.4	Δεξαμενή λυμάτων.....	17
1.5.5	Δεξαμενή αερισμού.....	18
1.5.6	Δεξαμενή καθίζησης.....	19
1.5.7	Δεξαμενή λασπών.....	20
1.5.8	Δεξαμενή σταθεροποίησης.....	21
1.5.9	Χλωρίωση.....	22
1.5.10	Χωνευτήρι.....	23
1.5.11	Φιλτρόπρεσα.....	24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Λειτουργία του συστήματος

2.1	Φρεάτιο αναρρύθμισης.....	25
2.2	Προεπεξεργασία.....	25
2.2.1	Εσχάρωση.....	25
2.2.2	Εξάμμωση – Λιποσυλλογή.....	27
2.3	Γενικές παρατηρήσεις για το στάδιο της προεπεξεργασίας.....	28
2.4	Δεξαμενή λυμάτων.....	29
2.5	Δεξαμενή αερισμού.....	30
2.6	Δεξαμενή καθίζησης.....	31
2.7	Δεξαμενή σταθεροποίησης.....	31
2.8	Χλωρίωση.....	31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Ηλεκτρολογικό σχέδιο βιολογικού καθαρισμού και σχέδιο μακέτας.

3.1	Ηλεκτρολογικό σχέδιο βιολογικού καθαρισμού.....	33
3.2	Μακέτα.....	56
3.3	Ηλεκτρολογικό σχέδιο μακέτας.....	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών αποβλήτων

4.1	Η μεγάλη σημασία του νερού και των υδατικών πόρων.....	64
4.2	Η σημασία της ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης των Υ.Α.Α.....	66
4.3	Εφαρμογές Επαναχρησιμοποίησης Υγρών Αποβλήτων.....	68
4.3.1	Γεωργική Επαναχρησιμοποίηση.....	72

4.3.1.1	Μέθοδοι Άρδευσης.....	74
4.3.1.2	Σύντομη αναφορά στις μεθόδους άρδευσης.....	74
4.3.1.2.1	Επιφανειακές μέθοδοι Άρδευσης.....	75
4.3.1.2.2	Καταιονισμός.....	75
4.3.1.2.3	Υπάρδευση.....	75
4.3.1.2.4	Τοπική άρδευση.....	75
4.3.2	Βιομηχανική Επαναχρησιμοποίηση.....	77
4.3.3	Αστική μη πόσιμη επαναχρησιμοποίηση – Αποκατάσταση βιοτόπων – Χώροι αναψυχής.....	77
4.3.4	Εμπλουτισμός Υπόγειων Υδροφορέων.....	77
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		78

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Κατηγορίες αποβλήτων

Τα απόβλητα που καταλήγουν στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με την προέλευσή τους σε:

- Αστικά απόβλητα που προέρχονται από σπίτια, γραφεία, σχολεία, νοσοκομεία, ξενοδοχεία κτλ.
- Βιομηχανικά απόβλητα, τα οποία διοχετεύονται από τις βιομηχανίες και τις βιοτεχνίες στο αποχετευτικό σύστημα χωρίς επεξεργασία ή μετά από μερική επεξεργασία.
- Επιφανειακά νερά απορροής, τα νερά της βροχής μαζί με τα προϊόντα έκπλυσης των δρόμων τα οποία καταλήγουν στο αποχετευτικό σύστημα.
- Νερά που εισρέουν στο αποχετευτικό σύστημα λόγω της μη απόλυτης στεγανότητάς του και που προέρχονται από τον υδροφόρο ορίζοντα μαζί με τα νερά επιφανειακής απορροής (Donald R.Rowe, Isam Mohammed Abdel-Magid, 1995).

Ως αστικά λύματα καθορίζονται τα υγρά οικιακά απόβλητα στα οποία περιέχονται και υγρά απόβλητα από ιδρύματα, όπως νοσοκομεία, υπηρεσίες κτλ. Τα λύματα αυτά περιέχουν αιωρούμενες και διαλυτές ανόργανες και οργανικές ουσίες που προέρχονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και από την ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται. Η σύσταση και η πυκνότητα των λυμάτων εξαρτάται από τις τοπικές συνήθειες των κατοίκων, την κατανάλωση του νερού στη περιοχή μελέτης, την εποχή, την ημερήσια /ΤΤ2 1 Τφδιακύμανση κτλ.

Τα βιομηχανικά απόβλητα απορρίπτονται από κτίρια και χώρους που χρησιμοποιούνται για οποιαδήποτε εμπορική ή βιομηχανική δραστηριότητα και τα οποία δεν είναι οικιακά λύματα ή όμβρια ύδατα.

1.2. Προέλευση, ποσότητα και ποιότητα υγρών αστικών αποβλήτων

Υγρά αστικά απόβλητα, ονομάζονται τα υγρά οικιακά απόβλητα που περιέχουν και υγρά απόβλητα από ιδρύματα όπως νοσοκομεία, υπηρεσίες, ξενοδοχεία και ορισμένες φορές περιλαμβάνουν ένα μικρό ποσοστό υγρών βιομηχανικών αποβλήτων (ΥΒΑ). Τα οικιακά ΥΑ προέρχονται, κυρίως, από τη χρήση του νερού ύδρευσης και έτσι η ημερήσια παροχή τους είναι δυνατόν να βασισθεί στις μετρήσεις της κατανάλωσης του νερού. Ένα ποσοστό της τάξεως του 80 – 90 % της οικιακής κατανάλωσης καταλήγει στην αποχέτευση. Το υπόλοιπο καταναλώνεται στην πόση, τη μαγειρική, το πότισμα των κήπων και σε άλλες χρήσεις, ενώ μια ποσότητα χάνεται λόγω της εξάτμισης. Η ποσότητα των παραγόμενων οικιακών αποβλήτων ανά άτομο διαφέρει τόσο μεταξύ των χωρών όσο και μεταξύ περιοχών της ίδιας

χώρας, Έτσι λοιπόν, έχουν διαπιστωθεί μικρές παροχές των 150 l/pd για αγροτικές περιοχές της Ελλάδας, της Ιταλίας κα. και 500 l/pd για αστικές περιοχές σε ΗΠΑ, Καναδά, Ιαπωνία (Λέκκας , 2001).

Τα υγρά απόβλητα περιέχουν οργανική και ανόργανη ύλη σε μορφή αιωρούμενων στερεών και σε διάλυση. Το ρυπαντικό τους φορτίο χαρακτηρίζεται από μια σειρά παραμέτρων που αναφέρονται στις οργανικές ουσίες, βιοαποδομήσιμες και μη, στα αιωρούμενα στερεά, στα ολικά στερεά, στις τοξικές για ζώντες οργανισμούς χημικές ενώσεις, οργανικές και ανόργανες (κυρίως βαρέα μέταλλα), στο άζωτο και στο φώσφορο.

Η απόρριψη υγρών ανεπεξέργαστων αποβλήτων σε υδάτινους αποδεκτές, προκαλεί μείωση των επιπέδων του διαλυμένου οξυγόνου, λόγω της αποδόμησης από τους μικροοργανισμούς των οργανικών ενώσεων. Έτσι , λόγω εμπλουτισμού των νερών με θρεπτικά συστατικά, παρατηρείται η ανάπτυξη υδροχαρών φυτών με αποτέλεσμα να εμφανίζεται έντονα το φαινόμενο του ευτροφισμού. Άλλες δυσμενείς επιπτώσεις από την απόρριψη στο περιβάλλον ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων αποτελεί η μείωση της διαπερατότητας του φωτός με συνέπεια τον περιορισμό της φωτοσύνθεσης και των διαφόρων χρήσεων του νερού.

Για την αποφυγή των δυσμενών επιπτώσεων που φέρει η απόρριψη των ανεπεξέργαστων αποβλήτων στο φυσικό περιβάλλον, αλλά και για την όσο τον δυνατόν αποτελεσματική επαναχρησιμοποίηση αυτών με στόχο την αειφόρο ανάπτυξη κάθε περιοχής χωριστά, κρίνεται απαραίτητη η επεξεργασία αυτών ώστε η ποιότητά τους να επέλθει σε επίπεδα ακίνδυνα και βάσει των προδιαγραφών που ορίζονται για την ασφαλή διάθεση στους φυσικούς αποδέκτες.

1.3. Δυναμικότητα ΜΕΥΑ και βαθμός επεξεργασίας

Έχει παρατηρηθεί ότι οι μικρές μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων παρουσιάζουν περισσότερα προβλήματα σχετικά με την λειτουργία τους και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ένα μικρό ποσοστό της δυναμικότητάς τους (σε αθροιστικό επίπεδο) αξιοποιείται.

Σύμφωνα με το βαθμό επεξεργασίας που παρέχεται από τις διάφορες ΜΕΥΑ, μπορούν να καταταχθούν σε πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία. Ως πρωτοβάθμια επεξεργασία θεωρείται το στάδιο στο οποίο πραγματοποιείται η αφαίρεση αιωρούμενων στερεών με εφαρμογή πρωτοβάθμιας καθίζησης, ενώ ως δευτεροβάθμια επεξεργασία σημειώνεται κάθε βιολογική επεξεργασία. Σε αυτό το στάδιο περιλαμβάνεται τόσο η χλωρίωση όσο και οι ανοξικές συνθήκες. Τριτοβάθμια επεξεργασία έχουμε όταν λαμβάνει χώρα η διεργασία της απομάκρυνσης αζώτου – φωσφόρου (βιολογική - χημική) καθώς και των παθογόνων μικροοργανισμών (υπεριώδης ακτινοβολία, αμμόφιльтра κα).

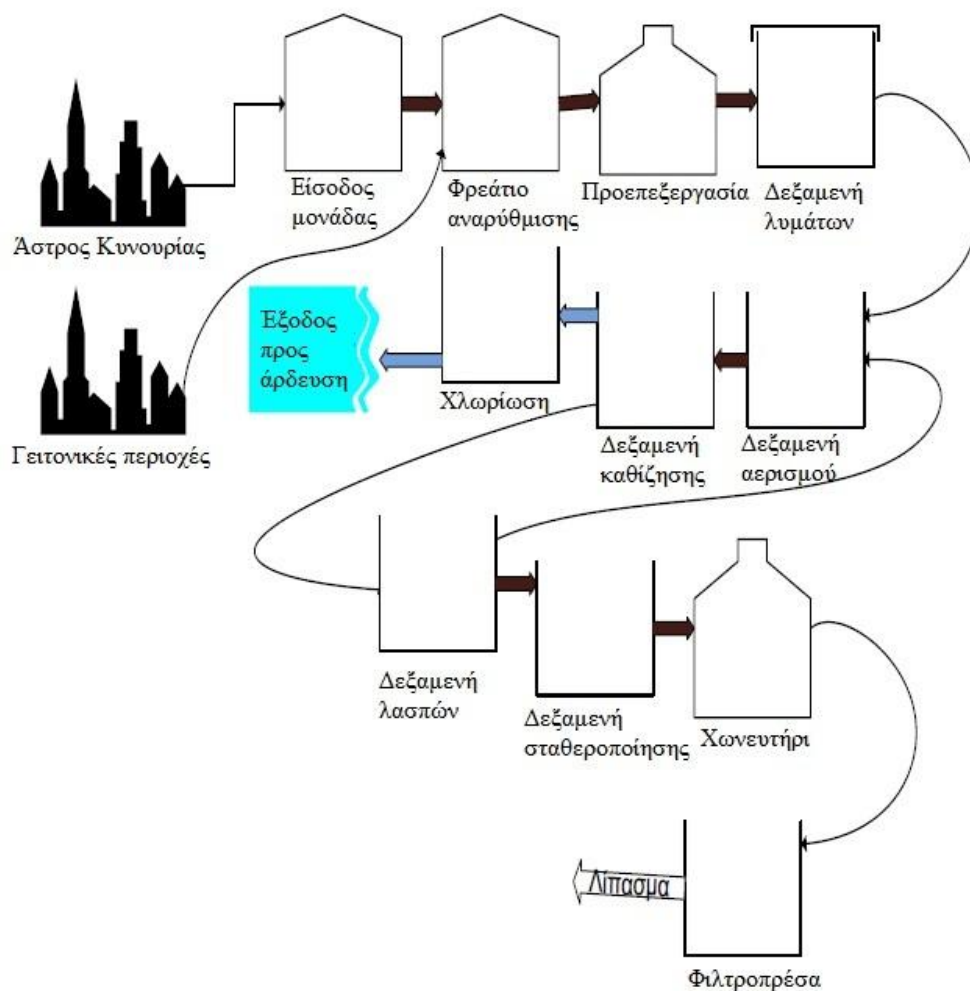
Βάσει του βαθμού βιολογικής επεξεργασίας, οι μονάδες, μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες : στα συστήματα αιωρούμενης βιομάζας (ενεργός ιλύς), στα συστήματα προσκολλημένης βιομάζας και στα φυσικά συστήματα. Τα συστήματα ενεργού ιλύος αποτελούν την συντριπτική πλειοψηφία των ΜΕΥΑ με την μορφή του παρατεταμένου αερισμού (Metcalf & Eddy, 2003).

1.4 Σύντομη περιγραφή του συστήματος

Η δημιουργία βιολογικού σταθμού επεξεργασίας λυμάτων για το Άστρος Κυνουρίας και των γειτονικών περιοχών ανέρχεται να εξυπηρετήσει 10.000 κατοίκους.

Η επεξεργασία λυμάτων αποβλέπει στην απομάκρυνση, εξουδετέρωση ή κατάλληλη τροποποίηση των επιβλαβών ουσιών ώστε να εξαλειφθούν ή να μειωθούν σε επιτρεπτά όρια οι δυσμενείς για τον αποδεκτή συνθήκες.

Στον βιολογικό σταθμό καταλήγουν αστικά λύματα και διηθήσεις υπόγειων νερών που μπαίνουν στο δίκτυο από ατέλειες των συνδέσεων ή ρήγματα των αγωγών.



Εικόνα 1.4: Γενικό σχέδιο εγκατάστασης

Τα λύματα από τον οικισμό του Άστρους Κυνουρίας συγκεντρώνονται σε μια δεξαμενή 18 κυβικών μέτρων, την είσοδο της μονάδας. Από εκεί οδηγούνται στο φρεάτιο αναρρύθμισης, μια δεξαμενή 20m³. Στο φρεάτιο αναρρύθμισης καταλήγουν και τα λύματα των γειτονικών περιοχών.

Ακολουθεί το στάδιο της προεπεξεργασίας. Η προεπεξεργασία περιλαμβάνει την εσχάρωση και την εξάμωση - λιποσυλλογή. Τα λύματα πρώτα περνάνε από μια εσχάρα η οποία συγκρατεί διάφορα ογκώδη αντικείμενα τα οποία μπορεί να καταστρέψουν τον εξοπλισμό της εγκατάστασης. Στη συνέχεια, ακολουθεί η εξάμωση διαδικασία που στηρίζεται στην ελικοειδή ροή των λυμάτων σε μια μικρή δεξαμενή, όπου με τη βοήθεια ενός ξέστρου αφαιρείται από το νερό η άμμος, τα χαλίκια και διάφορα άλλα ανόργανα στερεά.

Αφού πλέον από τα λύματα έχουν αφαιρεθεί όλα αυτά που μπορούσαν να καταστρέψουν την υπόλοιπη εγκατάσταση, τα λύματα οδηγούνται στη δεξαμενή λυμάτων χωρητικότητας 50m³, από την οποία θα διοχετευθούν στην υπόλοιπη εγκατάσταση.

Στη συνέχεια τα απόβλητα οδηγούνται στη δεξαμενή αερισμού, όπου με συνεχή παροχή οξυγόνου στα λύματα μετατρέπονται τα στερεά απόβλητα σε ίζημα. Μετά τη δεξαμενή αερισμού τα λύματα μπαίνουν στις δεξαμενές καθίζησης. Εκεί τα στερεά λύματα γεμίζουν το πυθμένα, ενώ το νερό λόγω υπερχειλίσσης απομακρύνονται προς τη χλωρίωση. Σε συγκεκριμένη στάθμη της δεξαμενής υπάρχει βάννα ώστε να απομακρύνονται τα στερεά λύματα προς τη δεξαμενή λασπών.

Το νερό των λυμάτων όπως είδαμε οδηγείται στο στάδιο της χλωρίωσης, όπου ακολουθώντας μια μαιανδρική διαδρομή χλωριώνεται μέχρι να φτάσει στην επιθυμητή τιμή και να διοχετευθεί στη θάλασσα.

Τα στερεά λύματα από την άλλη πλευρά οδηγούνται στη δεξαμενή λασπών απ όπου μπορεί να καταλήξουν ή στη δεξαμενή σταθεροποίησης η πίσω στη δεξαμενή αερισμού.

Η δεξαμενή σταθεροποίησης είναι μια μικρή λεκάνη στην οποία με την ανάδευση των στερεών λυμάτων επιτυγχάνεται η σταθεροποίηση των λασπών και η ανάπτυξη αερόβιων βακτηριδίων. Τα βακτηρίδια αυτά τρέφονται από τη λάσπη και την μετατρέπουν σε οργανική ύλη μη διασπώμενη.

Στη συνέχεια η λάσπη οδηγείται στο χωνευτήρι, μια δεξαμενή χωρητικότητας 200m³ στην οποία επικρατούν αναερόβιες συνθήκες. Εκεί αποικοδομούνται οι οργανικές ουσίες της λάσπης, καταστρέφονται δηλαδή οι παθογόνοι οργανισμοί.

Τελευταίο στάδιο είναι η φιλτροπρέσα, στην οποία η λάσπη αφυδατώνεται προτού καταλήξει σε ανοιχτό χώρο όπου και θα παραμένει για έξι περίπου μήνες προτού χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα.

1.5 Περιγραφή του συστήματος

Στην εγκατάσταση θα υπάρχει αυτοματισμός σε όλα τα στάδια της επεξεργασίας των αποβλήτων. Οι τοπικοί αυτοματισμοί είναι κυρίως καλωδιακού τύπου (ρελέ). Το κάθε ερμάριο εκτός των κομβίων (μπουτόν κλπ) και των ενδεικτικών λυχνιών διαθέτει ηχητική σήμανση και οπτική (γυροφάρος) για να ειδοποιείται ο χειριστής σε περίπτωση σφάλματος.

1.5.1 Είσοδος μονάδας

Τα λύματα που προέρχονται από τον οικισμό Άστρους Κυνουρίας συγκεντρώνονται σε μια εγκατάσταση ανύψωσης των λυμάτων μέσω αντλιών προς το βιολογικό σταθμό. Η παραπάνω εγκατάσταση θα περιλαμβάνει:

- Ø δεξαμενή χωρητικότητας 18 κυβικά m³
- Ø καλάθι συγκράτησης στερεών
- Ø ηλεκτρικό παλάγκο ανύψωσης καλαθιού
- Ø 3 αντλίες
- Ø αγωγός αναρρόφησης Φ 150
- Ø αγωγός κατάθλιψης Φ 150

Και οι δύο αγωγοί καταλήγουν σε αγωγό Φ 300.

- Ø αντλία για αποστράγγιση
- Ø ανεμιστήρας

1.5.2 Φρεάτιο αναρρύθμισης

Η δεξαμενή αυτή δέχεται τα λύματα από τους καταθλιπτικούς αγωγούς του Άστρους Κυνουρίας. Τα λύματα, λόγω των βαρυτικών δυνάμεων πέφτουν στο φρεάτιο αφού πρώτα περάσουν από το καλάθι συλλογής. Τα τοιχώματα του φρεατίου αναρρύθμισης και του φρεατίου συμβολής είναι επιχρισμένα με τσιμεντοκονία και εποξειδικές ρητίνες έναντι τον θειούχων και λοιπών διαβρωτικών υλικών των λυμάτων. Ο πυθμένας του φρεατίου έχει κατάλληλη κλίση ώστε τα λύματα να οδηγούνται απευθείας στον αγωγό εξόδου προς της σχάρες, για να αποφεύγονται οι καθιζήσεις.

Το φρεάτιο έχει χωρητικότητα είκοσι (20) m³. Τα λύματα οδηγούνται σε αυτό μέσω μαντεμένιου αποχετευτικού αγωγού Φ 350 και θα πρέπει μέσω εντολών που δέχεται από το

σταθμητήρα να στέλνει τα λύματα με αγωγούς στο στάδιο της επεξεργασίας. Μπορεί να τροφοδοτείται ταυτόχρονα με παροχές $190 \text{ m}^3/\text{h}$ από τους αγωγούς του Άστρους Κυνουρίας. Η εγκατάσταση μπορεί να τροφοδοτηθεί με μέγιστο ρυθμό $278 \text{ m}^3/\text{h}$ μέσω αγωγού $\Phi 250$ PVC προς το καλάθι. Το φρεάτιο είναι εφοδιασμένο με:

- Ø ανθρωποθυρίδα
- Ø αγωγό υπερχείλισης $\Phi 250$ PVC ο οποίος στέλνει τα λύματα κατευθείαν στο φρεάτιο συμβολής με τον αγωγό BY-PASS από την παράκαμψη των εσχάρων. Σε περίπτωση κάποιου βουλωματος πρέπει να γίνει σηματοδότηση υπερχείλισης και να απομονώνεται αυτόματα, σε συνδιασμό με θολόμετρο, η αναρρόφηση αντλιών προς την τριτοβάθμια επεξεργασία.
- Ø θυρίδα επιθεώρησης
- Ø σύνδεση με τον υπάρχοντα αγωγό $\Phi 250$ προς την έξοδο της χλωρίωσης.

Οι βασικοί αυτοματισμοί είναι εγκατεστημένοι στο κεντρικό ερμάριο.



Εικόνα 1.5.2: Φρεάτιο αναρρόθμισης

1.5.3 Προεπεξεργασία

Το νερό που φτάνει στις μονάδες επεξεργασίας νερού (ΜΕΝ) είναι ακατέργαστο. Περιέχει διάφορα στερεά (κλαδιά, χώμα, λάσπη), που έχει παρασύρει κατά το πέρασμά του, όπως επίσης μικρόβια και μικροοργανισμούς, που δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι. Με την επεξεργασία στην οποία υποβάλλεται (εσχάρωση, κροκίδωση, καθίζηση, δύλιση, απολύμανση), απαλλάσσεται από τα στοιχεία αυτά.

Γενικά τα στάδια καθαρισμού εξαρτώνται από την ποιότητα του προς επεξεργασία νερού, καθώς και από την επιθυμητή σύσταση και ιδιότητες του παραγόμενου νερού, στα οποία στοχεύει η μονάδα. Πριν από την έναρξη της συνήθους επεξεργασίας του νερού, υπάρχουν, γενικά, ορισμένα στάδια προ-επεξεργασίας, που περιλαμβάνουν:

- Εσχάρωση
- Εξάμμωση - Λιποσυλλογή
- Αερισμός



Εικόνα 1.5.3: Παράδειγμα κτιρίου προεπεξεργασίας

1.5.3.1 Εσχάρωση

Με την είσοδό τους στην ΕΕΛ τα λύματα διέρχονται από σχάρες όπου συκρατούνται τα ευμεγέθη στερεά όπως τεμάχια ξύλου, πανιά, γυαλιά, πλαστικά, φλοιοί φρούτων και λαχανικών κ.λ.π. τα οποία είναι δυνατόν να προκαλέσουν εμφράξεις στις σωληνώσεις και τις αντλίες της εγκατάστασης παρεμποδίζοντας την επεξεργασία των λυμάτων. Τα εσχαρίσματα συμπιέζονται ελαφρά, αφυδατώνονται και οδηγούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής στερεών αποβλήτων.

Οι σχάρες είναι διατάξεις οι οποίες κατασκευάζονται συνήθως από κεκλιμένες ράβδους από ανοξείδωτο χάλυβα ορθογώνιας διατομής με στρογγυλεμένες ακμές. Η απόσταση των ράβδων ποικίλει από μερικά χιλιοστά έως μερικά εκατοστά (0,2 - 25 mm). Υπάρχουν σχάρες απλές που καθαρίζονται με τα χέρια και σχάρες μηχανικές που καθαρίζονται με αυτόματα ξέστρα. Οι διατάξεις που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι μηχανικά αυτοκαθαριζόμενες σχάρες.

Οι αποδόσεις των διατάξεων αυτών εξαρτώνται από το άνοιγμα των σχαρών και την κατά μέγεθος κατανομή των αιωρούμενων σωματιδίων των αποβλήτων. Η απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών (SS) είναι της τάξης 5 – 10 % και η απομάκρυνση οργανικού φορτίου ως BOD5 είναι της τάξης 0 – 10 %. Μεγαλύτερες αποδόσεις επιτυγχάνονται με πιο λεπτές σχάρες.



Εικόνα 1.5.3.1: Εσχάρωση

1.5.3.2 Εξάμμωση

Η άμμος που υπάρχει στα λύματα πρέπει να απομακρυνθεί μόλις τα λύματα εισέλθουν στην ΕΕΛ γιατί δημιουργεί προβλήματα στην λειτουργία της. Κατακάθεται στον πυθμένα των δεξαμενών καθίζησης και φθείρει τον μηχανολογικό εξοπλισμό των δεξαμενών (αναδευτήρες, σαρωτές, αντλίες κ.λ.π.). Επίσης αυξάνει τον απαιτούμενο όγκο των δεξαμενών επεξεργασίας ιλύος. Οι διατάξεις που χρησιμοποιούνται για την εξάμμωση ονομάζονται αμμοσυλλέκτες και η λειτουργία τους βασίζεται είτε στην επίδραση της βαρύτητας είτε στην επίδραση της φυγόκεντρης δύναμης.

Η διάταξη της εξάμμωσης (αμμοσυλλέκτης) είναι στην πραγματικότητα μια δεξαμενή καθίζησης στην οποία τα διακεκριμένα στερεά τα οποία βρίσκονται σε υγρό με μικρότερη πυκνότητα, επιταχύνονται μέχρις ότου φθάσουν να κινούνται με μια τερματική ή οριακή ταχύτητα. Τότε η δύναμη βαρύτητας εξισορροπείται με τη οπισθέλκουσα δύναμη με αποτέλεσμα την καθίζηση των στερεών. Ο στόχος είναι ο διαχωρισμός των κόκκων άμμου, των σωματιδίων αργίλου ή των άλλων αδρανών υψηλής πυκνότητας, με διάμετρο μεγαλύτερη από 200 μm που δεν είναι οργανικά και έχουν ταχύτητες καθίζησης σημαντικά μεγαλύτερες από εκείνες των οργανικών στερεών. Η ταυτόχρονη καθίζηση και μικρής ποσότητας οργανικών ουσιών αντιμετωπίζεται με διατάξεις πλύσης της άμμου οι οποίες τοποθετούνται στους αμμοσυλλέκτες.

Οι κόκκοι της άμμου καθιζάνουν με ταχύτητες που εξαρτώνται από τις διαστάσεις και το ειδικό τους βάρος. Στους αμμοσυλλέκτες τα λύματα δεν είναι στάσιμα αλλά βρίσκονται σε συνεχή ροή. Συνεπώς και η ροή (στρωτή ή τυρβώδης) παίζει σημαντικό ρόλο καθώς επίσης και η θερμοκρασία των λυμάτων. Με στρωτή ροή η καθίζηση της άμμου γίνεται ομαλά, με την ίδια ταχύτητα όπως και στα στάσιμα νερά. Όταν όμως η ροή δεν είναι στρωτή η καθίζηση της άμμου επιβραδύνεται και δημιουργούνται προβλήματα στον αμμοσυλλέκτη.

Οι αμμοσυλλέκτες είναι απολύτως απαραίτητοι σε παντοροϊκά συστήματα αποχέτευσης, επειδή σε περιπτώσεις μεγάλης βροχής συμπαρασύρονται μεγάλες ποσότητες άμμου, οι οποίες λόγω μεγάλου στροβιλισμού παραμένουν σε αιώρηση. Οι κυριότεροι τύποι αμμοσυλλεκτών είναι οι οριζόντιοι, οι κατακόρυφοι, οι κυκλικοί, οι αεριζόμενοι κ.ά. Η απομάκρυνση της άμμου γίνεται με το χέρι σε μικρές εγκαταστάσεις και με αντλίες ή ξέστρα που αναρτώνται σε κινούμενες γέφυρες σε μεγάλες εγκαταστάσεις. Η άμμος αφυδατώνεται σε κλίνες ξήρανσης, ή σε ειδικές δεξαμενές με καθίζηση, όπου αφαιρείται το υπερκείμενο νερό με σιφωνισμό ή υπερχειλίση, ή σε ειδικές διατάξεις μηχανικών διαχωριστών.



Εικόνα 1.5.3.2: Εξάμμωση

1.5.3.3 Λιποσυλλογή

Η διεργασία αυτή στοχεύει στην απομάκρυνση των ελαίων και λιπών, τα οποία επίσης προκαλούν προβλήματα στο στάδιο της βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων. Η λιποσυλλογή μπορεί να πραγματοποιηθεί πριν ή και ταυτόχρονα με την αμμοσυλλογή. Συνήθως χρησιμοποιείται η μέθοδος της επίπλευσης επειδή τα λίπη έχουν την ικανότητα να επιπλέουν στην επιφάνεια των υγρών αποβλήτων, απ' όπου απομακρύνονται συνήθως με ξέστρα επιφανείας και με αναρρόφηση.

Η επίπλευση των ελαίων και των λιπών με τη βοήθεια του αέρα (Dissolved Air Flotation, DAF) εφαρμόζεται συνήθως σε υγρά απόβλητα με μεγάλη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες και εκμεταλλεύεται το φαινόμενο μείωσης της φαινόμενης πυκνότητας των συσσωματωμάτων που δημιουργούν τα αιωρούμενα σε υγρή μορφή λίπη με εμφύσηση λεπτών φυσαλίδων αέρα στην υγρή μάζα των αποβλήτων. Τα συσσωματώματα ακολουθούν ανοδική πορεία και ανέρχονται στην επιφάνεια δημιουργώντας επίπαγο, ο οποίος απομακρύνεται με τη ροή ή με μηχανικές διατάξεις σάρωσης. Η απαιτούμενη παροχή αέρα συνήθως εξασφαλίζεται με εκτόνωση υπέρκορου σε αέρα νερού που παράγεται συμπιέζοντας σε πιεστικό θάλαμο νερό ή απόβλητα και ατμοσφαιρικό αέρα σε πίεση 4 - 5 atm. Το υπέρκορο σε αέρα νερό ή απόβλητο διοχετεύεται, μέσω βαλβίδας εκτόνωσης, σε διαχυτήρες, τοποθετημένους στον πυθμένα της δεξαμενής επίπλευσης πλησίον της εισόδου των υγρών, απελευθερώνοντας πολύ λεπτές φυσαλίδες αέρα που ανέρχονται προς την επιφάνεια.

1.5.4 Δεξαμενή λυμάτων

Τα λύματα μετά τον λιποσυλλέκτη-αμμοσυλλέκτη διοχετεύονται στη δεξαμενή λυμάτων πριν οδηγηθούν στη δεξαμενή αερισμού μέσω αντλιών.



Εικόνα 1.5.4: Δεξαμενή λυμάτων

1.5.5 Δεξαμενή αερισμού

Η δεξαμενή αερισμού αποτελεί το πρώτο στάδιο της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας του. Εκεί επιτελείται η μετατροπή των στερεών που υπάρχουν στο νερό των λυμάτων σε κολλοειδή μορφή (λάσπη), ίζημα. Στη δεξαμενή υπάρχουν μικροοργανισμοί οι οποίοι έχουν την ικανότητα ταχείας αναπαραγωγής. Η διαδικασία της αερόβιας βιολογικής επεξεργασίας επιτυγχάνεται με τη συνεχή παροχή οξυγόνου στα λύματα στη δεξαμενή αερισμού.

Ο αερισμός είναι η διαδικασία που φέρνει τον αέρα σε άμεση επαφή με το νερό, προκειμένου κάποια συστατικά του να περάσουν από την υγρή στην αέρια φάση. Η οξυγόνωση είναι ένας από τους σκοπούς του αερισμού, ενώ επιδιώκεται και η αφαίρεση πτητικών ουσιών, όπως το υδρόθειο, η αμμωνία, διοξείδιο του άνθρακα και διάφορα οργανικά υλικά.

Στις δεξαμενές αερισμού τα λύματα έρχονται σε επαφή με καλλιέργεια μικροοργανισμών (ενεργός ιλύς) που με την χρήση διαλυμένου οξυγόνου οξειδώνουν τις οργανικές ενώσεις και απομακρύνουν το ρυπαντικό φορτίο.

Εκτός από την οξείδωση των οργανικών ενώσεων στις δεξαμενές πραγματοποιείται και πλήρης βιολογική οξείδωση, με την βοήθεια μικροοργανισμών (νιτροβακτηριδίων) της αμμωνίας σε νιτρικά άλατα. Η ελάχιστη ηλικία λάσπης για νιτροποίηση - απονιτροποίηση προκύπτει 10.1 ημέρες για τον χειμώνα β' φάσης και 5.2 για το καλοκαίρι β' φάσης. Η ηλικία λάσπης που επιλέγεται είναι 23 ημέρες που υπερκαλύπτει τις ανωτέρω απαιτήσεις. Έτσι η νιτροποίηση μπορεί να θεωρηθεί ότι θα είναι πλήρης.



Εικόνα 1.5.5: Δεξαμενή αερισμού

1.5.6 Δεξαμενή καθίζησης

Η καθίζηση είναι μια φυσική διεργασία διαχωρισμού των αιωρούμενων σωματιδίων, το ειδικό βάρος των οποίων είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο του νερού. Για σωματίδια με μέσο μέγεθος μεγαλύτερο από 100 μm και συγκέντρωση μεγαλύτερη από 50 mg/l, η καθίζηση είναι η κατ' εξοχήν εφαρμοζόμενη μέθοδος διαχωρισμού. Στον πίνακα **1.1** παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά καθίζησης ορισμένων σωματιδίων. Τα σωματίδια καθιζάνουν με βαρύτητα και η ταχύτητα καθίζησης σε ηρεμία εξαρτάται από το μέγεθος, το ειδικό βάρος, την πυκνότητα και το σχήμα των σωματιδίων καθώς και την κινηματική συνεκτικότητα του ρευστού, η οποία είναι συνάρτηση και της θερμοκρασίας. Η ταχύτητα καθίζησης καθορίζει και την επιφάνεια που απαιτείται για το διαχωρισμό μιας δεδομένης παροχής ενός υδατικού διαλύματος. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την καθίζηση, δηλαδή την απόδοση των δεξαμενών, πέραν της μεταβολής της πυκνότητας του νερού (συγκέντρωση αλάτων, κολλοειδή, θερμοκρασία), είναι οι διατάξεις ηρεμίας κατά την εισροή του νερού, οι άνεμοι (ιδιαίτερα σε ανοικτές δεξαμενές) και οι μηχανισμοί απομάκρυνσης της ιλύος. Η ευρεία χρήση της καθίζησης οφείλεται στην απλότητα της μεθόδου και στη μικρή κατανάλωση ενέργειας, παρά τις περιπλοκές που παρουσιάζουν πολλές φορές διάφορες δεξαμενές καθίζησης.

Πίνακας 1.5.6. Χαρακτηριστικά καθίζησης αιωρούμενων σωματιδίων

Υλικό	Μέγεθος (μm)	Χρόνος καθίζησης (1 m)
Χαλαζίας	10000	1 δευτερόλεπτα
	1000	10 δευτερόλεπτα
	100	125 δευτερόλεπτα
Ίλύς	10	108 λεπτά
Βακτήρια	1	180 ώρες
Κολλοειδή σωματίδια	0,1	755 ημέρες



Εικόνα 1.5.6: Δεξαμενή καθίζησης

Με τη καθίζηση επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός από τα λύματα των ουσιών που καθιζάνουν και αυτών που επιπλέουν. Απομακρύνονται δηλαδή οι αιωρούμενες ουσίες, οι οποίες δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 5 - 50 mg/l ανάλογα με την φύση του αποδέκτη στον οποίο καταλήγουν τα κατεργασμένα λύματα. Η πρωτοβάθμια καθίζηση γίνεται σε ορθογώνιες, κυκλικές και χωνοειδείς δεξαμενές όπου τα στερεά καθιζάνουν σε συνθήκες ηρεμίας κάτω από την επίδραση της βαρύτητας. Ο χρόνος παραμονής κυμαίνεται από 1,5 – 2,0 ώρες, με βάση τη μέση παροχή των λυμάτων. Η απόδοση της πρωτοβάθμιας καθίζησης στη μείωση του οργανικού φορτίου (BOD5) και των αιωρούμενων στερεών (SS) είναι σημαντική (25 – 40 % και 50 – 70 % αντίστοιχα).

1.5.7 Δεξαμενή λασπών

Η δεξαμενή λασπών στέλνει ένα μέρος της λάσπης στη δεξαμενή αερισμού και την υπόλοιπη στη δεξαμενή σταθεροποίησης για να συνεχιστεί η επεξεργασία. Η δεξαμενή λασπών έχει αντλίες ισχύος 2,4kW και η λειτουργία τους είναι ίδια με αυτή των αντλιών της δεξαμενής λυμάτων.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Τρεις δεξαμενές καθίζησης κυκλικής διατομής (Πίνακας 1.5.7)

Πίνακας 1.5.7

	Δεξαμενή Α	Δεξαμενή Β	Δεξαμενή Γ
D (m)	7,5	7,5	10,05
Μέσο βάθος (m)	2,5	2,5	2,78
Επιφάνεια (m²)	44,2	44,2	79,33
Όγκος (m³)	110,5	110,5	221

Οι δεξαμενές πρέπει να αποτελούνται από:

- Ø Περιστρεφόμενη γέφυρα με ξέστρο ιλύος
- Ø Κεντρικό στήριγμα
- Ø Κεντρικό δακτύλιο και φράγμα ηρεμίας
- Ø Μηχανισμό κινήσεως της γέφυρας
- Ø Οδοντωτό υπερχειλιστή - φράγμα συγκρατήσεως επιπλεόντων
- Ø Σύστημα αφαιρέσεως επιπλεόντων
- Ø Αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας ιλύος



Εικόνα 1.5.7: Δεξαμενή λασπών

1.5.8 Δεξαμενή σταθεροποίησης

Στη δεξαμενή αυτή διοχετεύονται τα στερεά λύματα από την καθίζηση. Πρόκειται για μια σχετικά μικρού βάθους λεκάνη που λειτουργεί κάτω από τεχνητές ή φυσικές συνθήκες αερισμού η και αναερόβια. Η σταθεροποίηση των λασπών γίνεται με επιφανειακή ανάδευση τους από έναν αναμκτήρα έτσι ώστε να αναπτύσσονται αερόβια βακτήρια. Τα βακτηρίδια αυτά τρέφονται από τη λάσπη και έτσι έπειτα από επαρκή χρόνο παραμονής δημιουργείται έλλειψη τροφής αναγκάζοντάς τα βακτηρίδια να τραφούν από τη βιομάζα τους, την οποία μετατρέπουν σε οργανική ύλη μη διασπώμενη.

Από το ερμάριο επιλέγεται η επιθυμητή λειτουργία και με τη βοήθεια χρονορελέ καθορίζεται ο κύκλος.

1.5.9 Χλωρίωση

Η χλωρίωση αποτελεί το τελευταίο στάδιο στην επεξεργασία αποβλήτων, με σκοπό την απολύμανση και την καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών, ώστε να αποφευχθεί η μετάδοση ασθενειών από το νερό του αποδέκτη μέσω του οποίου διοχετεύονται τα απόβλητα. Το χλώριο διοχετεύεται στην αρχή της δεξαμενής και ανακατεμένο μέσα στο νερό ακολουθεί μια διαδρομή σε σχήμα μαιάνδρου για περίπου είκοσι λεπτά μέχρι την έξοδο από τη δεξαμενή χλωρίωσης.

Η χλωρίωση γίνεται με συνεχή ροή χλωρίου για ορισμένο χρονικό διάστημα μέχρι η τιμή του pH να είναι ενδεδειγμένη. Τότε κλείνει η βάννα του χλωρίου μέχρις ότου η τιμή του pH πέσει από ένα όριο.

Στην έξοδο των δεξαμενών χλωρίωσης πραγματοποιείται δειγματοληψία μια φορά το μήνα και στη συνέχεια χημικές και μικροβιολογικές αναλύσεις στις οποίες προσδιορίζονται **οι παράμετροι:**

1. Θερμοκρασία
2. PH
3. Αδρομερή στερεά
4. Αιωρούμενα στερεά
5. COD
6. BOD5
7. TDS στους 110 °C
8. Ελεύθερο υπολειπόμενο χλώριο
9. F-
10. CL-

Το χλωριομένο νερό θα διατίθεται στη θάλασσα μέσω υποθαλάσιου αγωγού Φ200 μήκους 210m κάθετο στην ακτή και βάθους 20m



Εικόνα 1.5.9:
Στάδιο
χλωρίωσης

1.5.10 Χωνευτήρι

Το χωνευτήρι είναι μια κλειστή κυλινδρική δεξαμενή χωρητικότητας 200m³ στην οποία επικρατούν αναερόβιες συνθήκες. Σε αυτό το στάδιο της επεξεργασίας γίνεται η πάχυνση της λάσπης, αποικοδομούνται δηλαδή οι οργανικές ουσίες ώστε να καταστραφούν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί. Στο στάδιο αυτό δεν υπάρχουν αυτοματισμοί.



Εικόνα 1.5.10: Χωνευτήρι

1.5.11 Φιλτρόπρεσα

Στην φιλτροπρέσα αφυδατώνεται η λάσπη μέσω ενός συστήματος κυλίνδρων και φίλτρων (μεταφορικές ταινίες από ειδικό πανί) με τη βοήθεια κροκιδωτικού υλικού. Το προϊόν στην έξοδο της φιλτροπρέσας έχει υγρασία 55 - 70% και μεταφέρεται σε ειδικό χώρο όπου και παραμένει για τουλάχιστον έξι μήνες. Με τον τρόπο αυτό θα ξηλωθεί και θα είναι έτοιμο ώστε να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα.



Εικόνα 1.5.11: Φιλτρόπρεσα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Λειτουργία του συστήματος

2.1 Φρεάτιο αναρρύθμισης

Στο φρεάτιο υπάρχουν τέσσερα σταθμήμετρα εκ των οποίων τα δύο πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να δίνουν εντολές στις δύο αντλίες για λειτουργία σταμάτημα, το τρίτο θα πρέπει να χρησιμοποιείται για έλεγχο πιθανής υπερχειλίσης ενώ το τέταρτο θα πρέπει να χρησιμοποιείται για έλεγχο κατώτατης στάθμης για ασφάλεια των αντλιών. Πρέπει να προβλεφθεί να δουλεύουν οι αντλίες εναλλάξ μέσω του αυτοματισμού.

2.2 Προεπεξεργασία

2.2.1 Εσχάρωση

Υπάρχουν δύο καλάθια ροής των λυμάτων, το ένα είναι εξοπλισμένο με αυτόματη εσχάρα (χτένια). Το δεύτερο καλάθι πρέπει να λειτουργεί ως παράπλευρη λειτουργία BY-PASS, και είναι εξοπλισμένο με απλή εσχάρα. Τα στερεά που κρατούνται πάνω στις σχάρες να οδηγούνται με τη βοήθεια ενός κοιλία σε ένα δοχείο που βρίσκεται έναντι της σχάρας. Στην εγκατάσταση υπάρχουν δύο δοχεία για την αποθήκευση και τη στράγγιση των στερεών υπολειμμάτων όγκου 0,15 m³ έκαστο.

Στην είσοδο της σχάρας (χτένι) έχει τοποθετηθεί ένα φλοτέρ τύπου ζυγού (δύο ορίων). Όταν ενεργοποιείται η άνω στάθμη πρέπει ταυτόχρονα να ξεκινάει και η κίνηση του χτενιού. Αν η εκκίνηση της σχάρας λόγω στάθμης καθυστερήσει για χρονικό διάστημα άνω των 30 min η κίνηση της σχάρας να ενεργοποιεί την εντολή χρονικού. Ταυτόχρονα με τη σχάρα (χτένι) θα πρέπει να ξεκινάει και η κίνηση του κοιλία εσχαρισμάτων. Η κίνηση της σχάρας να διαρκεί μέχρι να ενεργοποιείται η χαμηλή στάθμη ενώ ο κοιλίας να σταματάει μετά από χρονικό διάστημα 5min από το σταμάτημα της σχάρας. Ένας οριοδιακόπτης θέσης θα φροντίζει ώστε η σχάρα να μη σταματάει σε θέση όπου θα παρεμποδίζουν τη ροή των λυμάτων.

Υπάρχουν επίσης δύο φυσητήρες από τους οποίους ο ένας πρέπει να είναι πάντα σε λειτουργία. Πρέπει να προγραμματιστεί η κυκλική εναλλαγή τους ώστε να φθείρονται ομοιόμορφα, ενώ σε περίπτωση βλάβης του ενός φυσητήρα ο άλλος να ξεκινάει αυτόματα.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Αυτόματη τοξωτή αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα.

Ø Διάκενο 15 mm

Ø Πάχος ράβδου 6 mm

- Ø Από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304
- Ø Πλαίσιο από χαλυβδοελάσματα
- Ø Χτένια καθαρισμού από ανοξείδωτο χάλυβα

Ηλεκτρομειωτήρας με ισχύ 0,37 kwH

Το καλάθι θα είναι εφοδιασμένο με θυροφράγματα εισόδου και εξόδου.

- Ø Από ανοξείδωτο χάλυβα
- Ø Συνολικά 2 θυροφράγματα

Το καλάθι BY-PASS θα φέρει απλή χειροκαθαριζόμενη εσχάρα ανοξείδωτη με:

- Ø Πλαίσιο πάχους 6 mm
- Ø Ράβδους πάχους 6 mm
- Ø Ύψος 1 m
- Ø Διάκενο 20 mm
- Ø Πλάτος 1 m



Εικόνα 2.2.1: Εσχάρωση

2.2.2 Εξάμωση - Λιποσυλλογή

Ο αμμοσυλλέκτης περιλαμβάνει μια γέφυρα, μια αντλία, ένα κοχλία διαχωρισμού και ένα ξέστρο. Η κίνηση της γέφυρας θα πρέπει να γίνεται ανά ημίωρο και περιλαμβάνει μια κίνηση μπρός-πίσω. Η κίνηση αυτή θα συμπαρασύρει και το ξέστρο. Η γέφυρα να ξεκινάει από τη θέση Α, η οποία ορίζεται από έναν οριοδιακόπτη, και να κινείται προς τη θέση Β, μέχρι να συναντήσει τον άλλο οριοδιακόπτη, οπότε να αντιστρέφει τη φορά της και να έρχεται να τερματίσει στον οριοδιακόπτη. Όσο διαρκεί η κίνηση της γέφυρας θα πρέπει να βρίσκεται σε λειτουργία και η αντλία. Παράλληλα με την κίνησή της γέφυρας να λειτουργεί και ο κοχλίας διαχωρισμού άμμου η λειτουργία του οποίου θα πρέπει να παρατείνεται για χρονικό διάστημα δέκα λεπτών μετά το σταμάτημα της γέφυρας.

Μαζί με την κίνησή της γέφυρας, το ξέστρο θα πρέπει να κατεβαίνει στη χαμηλή θέση του, που ορίζεται από έναν οριοδιακόπτη. Μόλις η γέφυρα σταματήσει και με την ενεργοποίηση του οριοδιακόπτη να ενεργοποιείται και η άνοδος του ξέστρου στη θέση που ορίζεται από τον οριοδιακόπτη ώστε να αποφεύγεται το <<μάγκωμα>> του ξέστρου στο επικλινές τοιχίο του διαχωριστή.

Τέλος πριν την έναρξη της κίνησης του χτενιού ή της γέφυρας, θα πρέπει να χτυπάει μια σειρήνα, ο ήχος της οποίας δεν θα είναι πολύ ισχυρός για να μην ενοχλεί στην περιοχή, επί είκοσι δευτερόλεπτα.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Ø 1 κινητήρας για την κίνηση της γέφυρας
- Ø 1 αντλία άμμου στην γέφυρα
- Ø 1 κινητήρας κοχλία αμμοσυλλέκτη
- Ø 1 κινητήρας μικρού ξέστρου
- Ø 2 αεροσυμπιεστές (φυσητήρες)
- Ø 1 κινητή αντλία
- Ø 1 αγωγός υπερχειίλησης από έξοδο σχάρας στην έξοδο της δεξαμενής
- Ø 1 δεξαμενή αμμοσυλλέκτη L=4,50 m, W=1,8 m και H=1,8m
- Ø 1 δεξαμενή λιποσυλλέκτη L=4,50 m, W=0,8 m και H=1,8 m



Εικόνα 2.2.2: Εξάμμωση-Λιποσυλλογή

Μέτρησης παροχής

Η μέτρηση γίνεται στον κλειστό αγωγό Φ 250,PVC, που μεταφέρει τα λύματα από την προεπεξεργασία στην δεξαμενή ανύψωσης λυμάτων. Σήμα 4-20 mA από την έξοδο του μετρητή, θα μεταφέρεται στα μηχανήματα ελέγχου των εγκαταστάσεων

2.3 Γενικές παρατηρήσεις για το στάδιο της προεπεξεργασίας

- 1) Δίπλα από το ερμάριο του τροφοδοτεί το στάδιο αυτό να προβλεφθεί μπουτόν, στάσης ανάγκης το οποίο θα σταματάει όλους τους κινητήρες της προεπεξεργασίας.
- 2) Το στάδιο αυτό της επεξεργασίας να λειτουργεί αυτόματα με την παρουσίας τάσης και να μην προβλέπεται χειροκίνητη λειτουργία μέσω του αυτοματισμού παρά μόνο σε περίπτωση τοπικής λειτουργίας.
- 3) Σε περίπτωση χειροκίνητης επέμβασης, για την επαναφορά στην αυτόματη λειτουργία, θα πρέπει όλες οι εγκαταστάσεις να πάνε στην αρχική τους θέση.

2.4 Δεξαμενή λυμάτων

Στη δεξαμενή λυμάτων από τις 3 αντλίες οι δυο πρέπει να είναι σε κανονική λειτουργία, ανάλογα με το επίπεδο της στάθμης, ενώ η τρίτη θα παραμένει σε εφεδρική λειτουργία. Οι αντλίες πρέπει να εναλλάσσονται κυκλικά, μετά από κάθε πλήρες σταμάτημα, ώστε να φθείρονται ομοιόμορφα. Οι εκάστοτε δυο αντλίες κανονικής λειτουργίας να δέχονται εντολές μέσω του αυτοματισμού από τους οριοδιακόπτες στάθμης.

Η λειτουργία των αντλιών να γίνεται ως εξής:

Οι δύο αντλίες κανονικής λειτουργίας θα εντέλλονται από τα φλοτέρ. Η τρίτη αντλία θα ξεκινάει εφόσον η δεύτερη ή η πρώτη συνεχίζει να λειτουργεί για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των είκοσι λεπτών. Στην περίπτωση που όλες οι αντλίες σταματήσουν λόγω στάθμης, θα πρέπει στο επόμενο ξεκίνημα να θεωρηθεί ως πρώτη αντλία η αντλία Νο 2, ως δεύτερη η Νο 1 κ.ο.κ

Επίσης πρέπει να προσεχθεί ώστε κατά το ξεκίνημα των αντλιών να υπάρχει νεκρός χρόνος τριάντα δευτερολέπτων μεταξύ διαδοχικών εκκινήσεων ώστε να αποφευχθεί το υδραυλικό χτύπημα.

Η λειτουργία των αντλιών θα είναι αυτόματη, με χειροκίνητη πρόβλεψη μόνο σε τοπική θέση (χωρίς κανένα αυτοματισμό). Σε τοπική λειτουργία οι αντλίες να σταματούν αυτόματα μόνο όταν ενεργοποιηθεί η χαμηλότερη στάθμη.

Όλοι οι κινητήρες των αντλιών έχουν μια εσωτερική επαφή κανονικά κλειστή, η οποία ανοίγει στους 125 βαθμούς Κελσίου και κλείνει πάλι στους 70 βαθμούς, η οποία θα πρέπει να χρησιμοποιείται ώστε να προκαλεί σταμάτημα του κινητήρα από υπερθέρμανση, σηματοδότηση κλπ.

Οι ώρες λειτουργίας κάθε αντλίας θα πρέπει να απεικονίζονται στην οθόνη.

Μέσω τριών επιπέδων στάθμης ο αυτοματισμός επιλεγεί τις αντλίες που πρέπει να λειτουργήσουν.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Ø 1 δεξαμενή χωρητικότητας 50m³
- Ø 3 ανιχνευτές στάθμης
- Ø 3 αντλίες μεταφοράς εκ των οποίων η μία έχει παροχή 30m³/h και οι άλλες δύο 95m³/h
- Ø 1 υποβρύχια αντλία καθαρισμού
- Ø 1 παροχόμετρο

- Ø 1 βάνα και βαλβίδα αντεπιστροφής στην κατάθλιψη και βάνα στην αναρρόφηση.

2.5 Δεξαμενή αερισμού

Στη δεξαμενή αερισμού οι δύο αναδευτήρες πρέπει να λειτουργούν με τους εξής τρόπους:

1) Με αυτόματη λειτουργία μέσω των μετρήσεων οξυγόνου. Θα πρέπει προεπιλεχθούν τρία όρια οξυγόνου (LOL,LOM,LOH). Μόλις η συγκέντρωση του οξυγόνου πέσει στο χαμηλό όριο (LOL) πρέπει να ξεκινήσουν και οι δύο αναδευτήρες. Όταν η συγκέντρωση ανεβεί στο (LOM) ο ένας αναδευτήρας σταματά. Ο δεύτερος σταματά όταν η συγκέντρωση οξυγόνου φτάσει το υψηλό όριο (LOH). Οι αναδευτήρες παραμένουν σταματημένοι μέχρι η συγκέντρωση του οξυγόνου να κατέβει πάλι στο επίπεδο (LOL). Στον επόμενο κύκλο πρέπει να προβλεφθεί να σταματήσει πρώτα ο άλλος αναδευτήρας κ.ο.κ

Πρέπει επίσης να προβλεφθεί νεκρός χρόνος 15 δευτερολέπτων στο ξεκίνημα των αναδευτήρων. Δηλαδή να ξεκινάει ο ένας αναδευτήρας και ο άλλος μετά την πάροδο 15 δευτερολέπτων.

Υπάρχουν δύο αναδευτήρες οι οποίοι αναδύουν την επιφάνεια του νερού. Με αυτό τον τρόπο οξυγονώνουν το περιεχόμενο της δεξαμενής. Τα λύματα παραμένουν στη δεξαμενή περίπου για 7.5 ώρες. Το οξυγόνο κυμαίνεται από 1,5mg/l-3,5mg/l.Η παροχή του τροφοδοτούμενου οξυγόνου ελέγχεται με τη βοήθεια οξυγονομέτρου.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Ø 2 κινητήρες, ένας για κάθε αναδευτήρα της δεξαμενής
- Ø 1 κινητήρας μετακίνησης της γέφυρας καλαθιών
- Ø 1 κινητήρας ανύψωσης των καλαθιών
- Ø 3 καλάθια
- Ø 1 κινητή αντλία
- Ø 1 βάνα ανακύκλωσης από δεξαμενή λασπών
- Ø 1 βάνα διοχέτευσης του νερού από δεξαμενή σταθεροποίησης
- Ø 2 βάνες νερού

2.6 Δεξαμενή καθίζησης

Οι αντλίες της δεξαμενής καθίζησης πρέπει να λειτουργούν από τις εντολές τριών σταθμητήρων (LSL, LSM, LSH) ως εξής:

Όταν η στάθμη ενεργοποιήσει το (LSM) ξεκινάει μια αντλία. Εάν η στάθμη φτάσει στο (LSH) ξεκινάει και η δεύτερη αντλία αλλιώς αν η στάθμη πέσει στο (LSL) τότε σταματούν και οι δύο αντλίες. Τέλος θα πρέπει στον επόμενο κύκλο λειτουργίας να ξεκινήσει άλλη αντλία κ.ο.κ.

Μετά τη δεξαμενή αερισμού τα λύματα οδηγούνται λόγω των βαρυτικών δυνάμεων προς τους 3 καθιζητήρες, για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών που δημιουργούνται από τη βιολογική δράση. Το στρώμα των αιωρούμενων στερεών μπορεί να γεμίσει το σύνολο του πυθμένα και να υπερχειλίσει μαζί με την απορροή, αν δεν αφαιρεθεί έγκαιρα η δεν έχει η δεξαμενή κατάλληλη χωρητικότητα. Για το λόγο αυτό σε κάποια στάθμη της δεξαμενής υπάρχει η βάνα μέσω της οποίας φεύγει η λάσπη προς τη δεξαμενή λασπών βάσει της αρχής των συγκοινωνούντων δοχείων. Το υπόλοιπο μέρος που είναι νερό φεύγει με υπερχειλίση προς τη δεξαμενή χλωρίωσης.

Υπάρχει τοπικό ηλεκτρολογικό ερμάριο με τις βασικές λειτουργίες και επιλογή για χειροκίνητη ή ημι-αυτόματη λειτουργία.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΛΑΣΠΩΝ

Η λειτουργία των αντλιών της δεξαμενής λασπών πρέπει να είναι ίδια με αυτή των αντλιών της δεξαμενής λυμάτων με τους αντίστοιχους οριοδιακόπτες στάθμης.

2.7 Δεξαμενή σταθεροποίησης

Ο αναδευτήρας της δεξαμενής αυτής θα πρέπει να λειτουργεί με χρονικά προκαθορισμένο πρόγραμμα. Η αντλία της δεξαμενής σταθεροποίησης προς την αποθήκη λασπών πρέπει να λειτουργεί είτε κατ εντολή είτε με τοπική λειτουργία. Κατά την λειτουργία θα πρέπει να διακόπτεται η αντλία από την κατώτερη στάθμη .

2.8 Χλωρίωση

Για τη ρύθμιση του χλωρίου υπάρχουν ένα παροχόμετρο, ένας ρυθμιστής, δύο δοσομετρικές αντλίες και ο ανιχνευτής ελεύθερου χλωρίου.

Το παροχόμετρο απαιτεί τροφοδοσία 220 V και είναι συνδεδεμένο με θωρακισμένο καλώδιο με τον ρυθμιστή. Το παροχόμετρο πρέπει να δίνει εντολή στον αυτοματισμού για να γίνεται απεικόνιση των μετρήσεων.

Ο ρυθμιστής, όπως και κάθε μια δοσομετρική αντλία, πρέπει να έχει τη δικιά του τροφοδότηση 220 V και να δέχεται εντολή από τον αυτοματισμό για ρύθμιση (βρόγχος).

Από τα δύο δοσομετρικά συστήματα το ένα θα βρίσκεται σε λειτουργία ενώ το άλλο θα παραμένει εφεδρικό. Πρέπει όμως να δίνεται η δυνατότητα για εναλλαγή τους είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα.

Οι απεικονίσεις παροχής, οξυγόνου και χλωρίου, να έχουν τη δυνατότητα να γίνονται ταυτόχρονα πάνω στην οθόνη σε μορφή trending καθώς και εκτύπωσης (print screen) η οποία θα περιέχει καταγραφές μέχρι και 1h και 15min νωρίτερα. Θα πρέπει επίσης να απεικονίζονται αριθμητικά οι τρέχουσες τιμές των τριών καταγραφόμενων μεγεθών και να σημειώνονται τα μέγιστα και τα ελάχιστα όρια στην κλίμακα κάθε μέτρησης.

Το δοσομετρικό σύστημα χλωρίωσης αποτελείται από 2 δοσομετρικές διαφραγματικές ηλεκτρομαγνητικές αντλίες.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Υπάρχουν 3 δεξαμενές χλωρίωσης που αντιστοιχούν στην έξοδο των τριών δεξαμενών καθίζησης. Οι δεξαμενές εξασφαλίζουν χρόνο παραμονής των λυμάτων τουλάχιστον 20 λεπτών στη μέγιστη παροχή.

• Πλάτος διαδρομής : 0,60m

• Βάθος υγρού : 2,40m

• Αριθμός διαδρόμων:7

• Μήκος διαδρομής:7,0m

• Όγκος:47m³

Στην άκρη της δεξαμενής χλωρίωσης έχει τοποθετηθεί δοχείο αποθήκευσης διαλύματος NaOCl από PVC ειδικού τύπου ωφέλιμου όγκου 1000lt.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΚΕΤΑΣ.

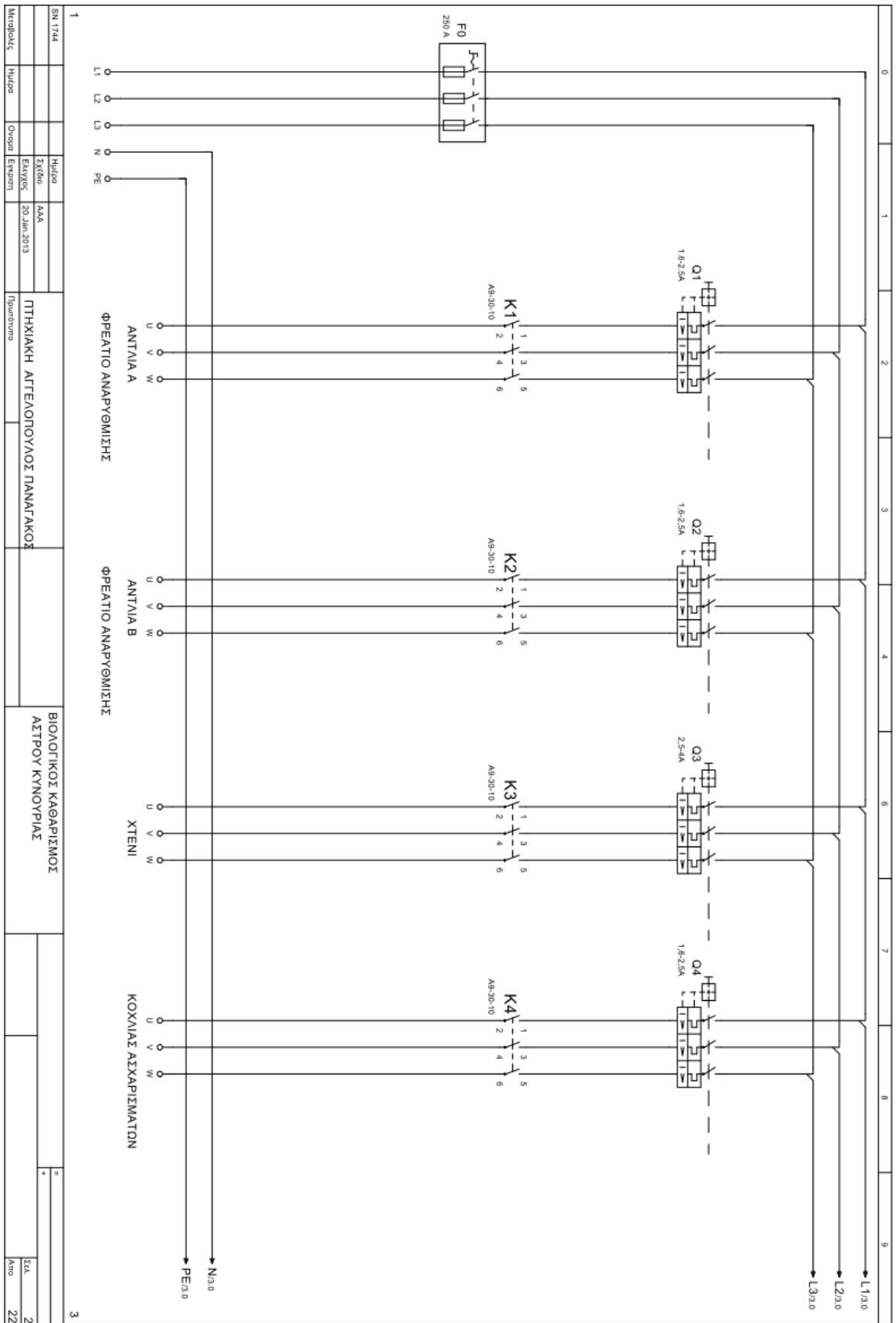


Εικόνα 3 :ηλεκτρικός πίνακας

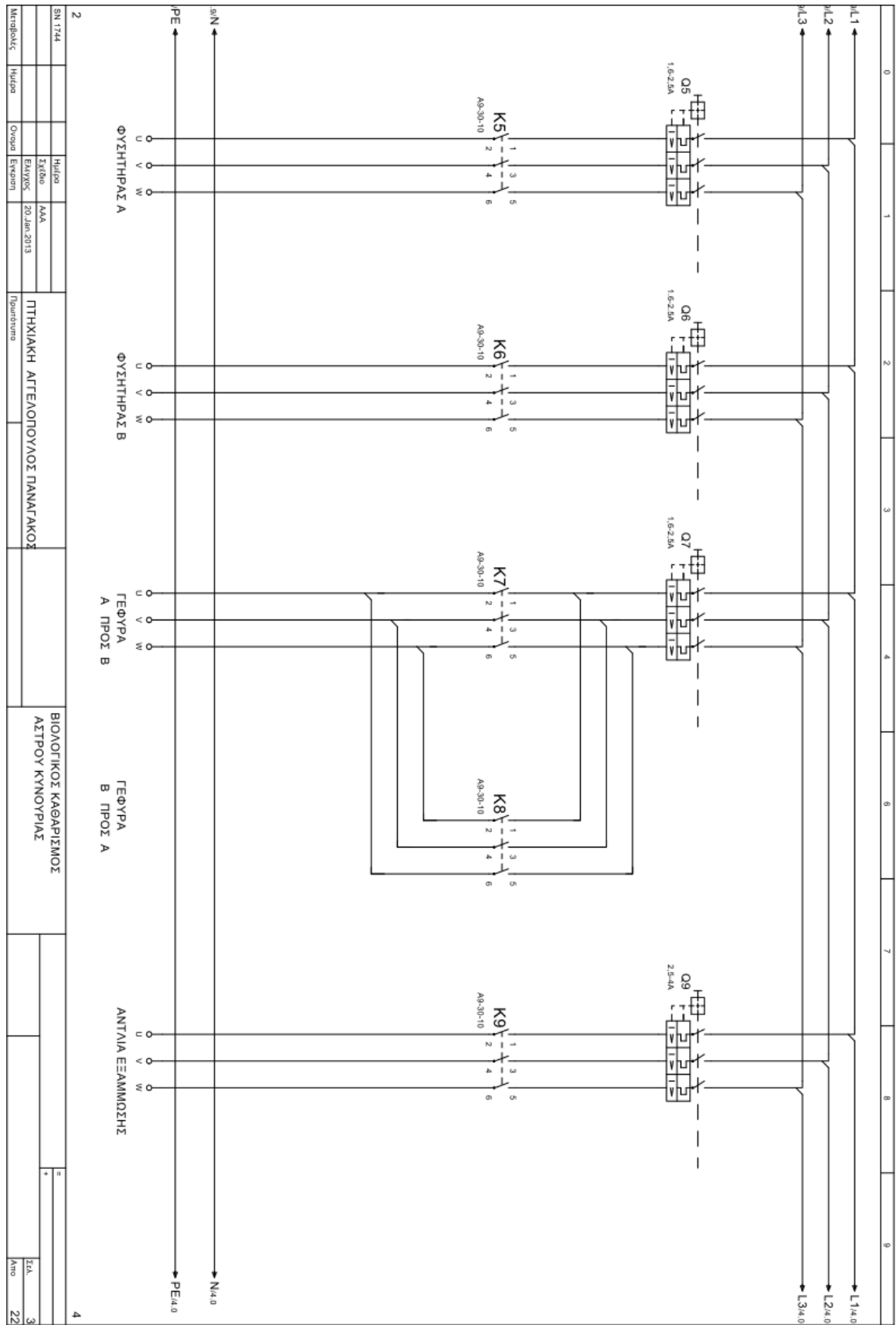
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ: ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ
ΤΟΠΟΣ ΕΡΓΟΥ: ΑΣΤΡΟΣ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 14/01/2013**

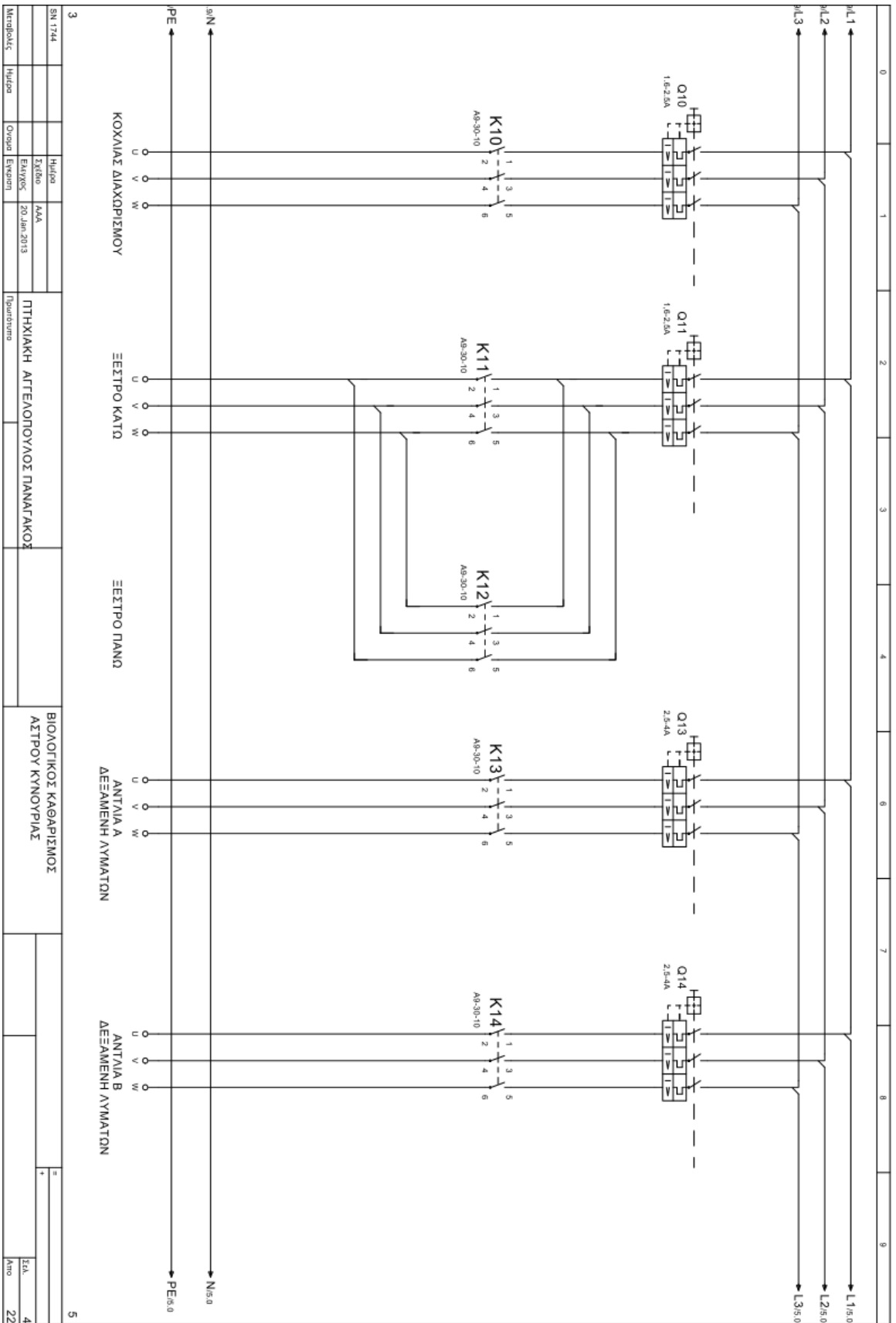
Μεταβολές	Ημερομηνία	Χρήση	ΚΑΔ	ΠΤΗΧΙΑΚΗ ΑΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΑΚΟΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΣΤΡΟΥ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ	=	+	1	22
		23/01/13	ΕΛΛΑΔΑ	20 Jan 2013					
		ΕΛΛΑΔΑ							
		ΕΛΛΑΔΑ							



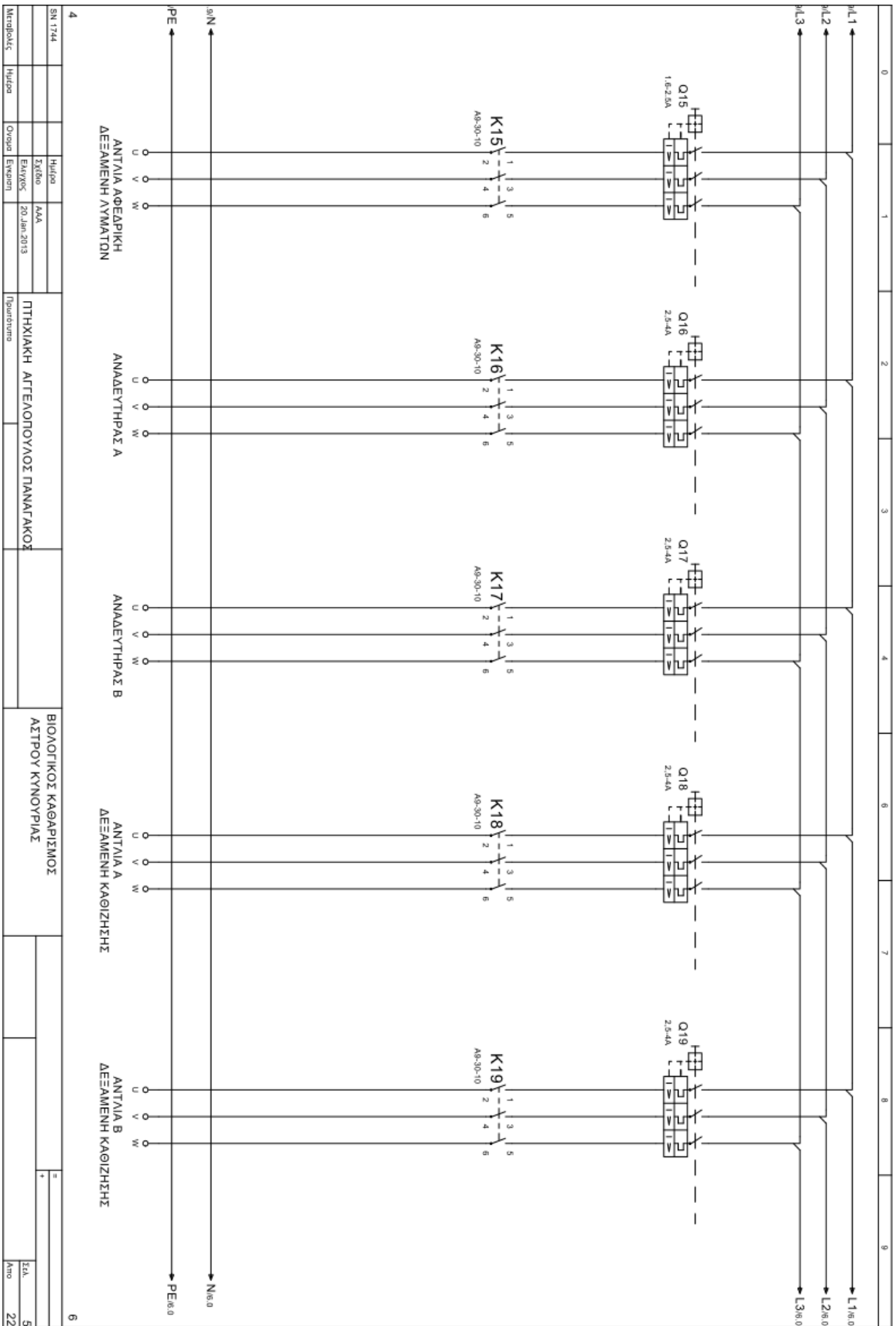
SN 1744	Ημερομηνία	ΑΑΑ	ΠΤΗΧΙΑΚΗ ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ	
	Σχέδιο	ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ	20 Ιουν 2013	ΑΙΤΡΙΟΥ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ	
Μετρητής	Ημερομηνία	Όνομα	Επιγραφή		



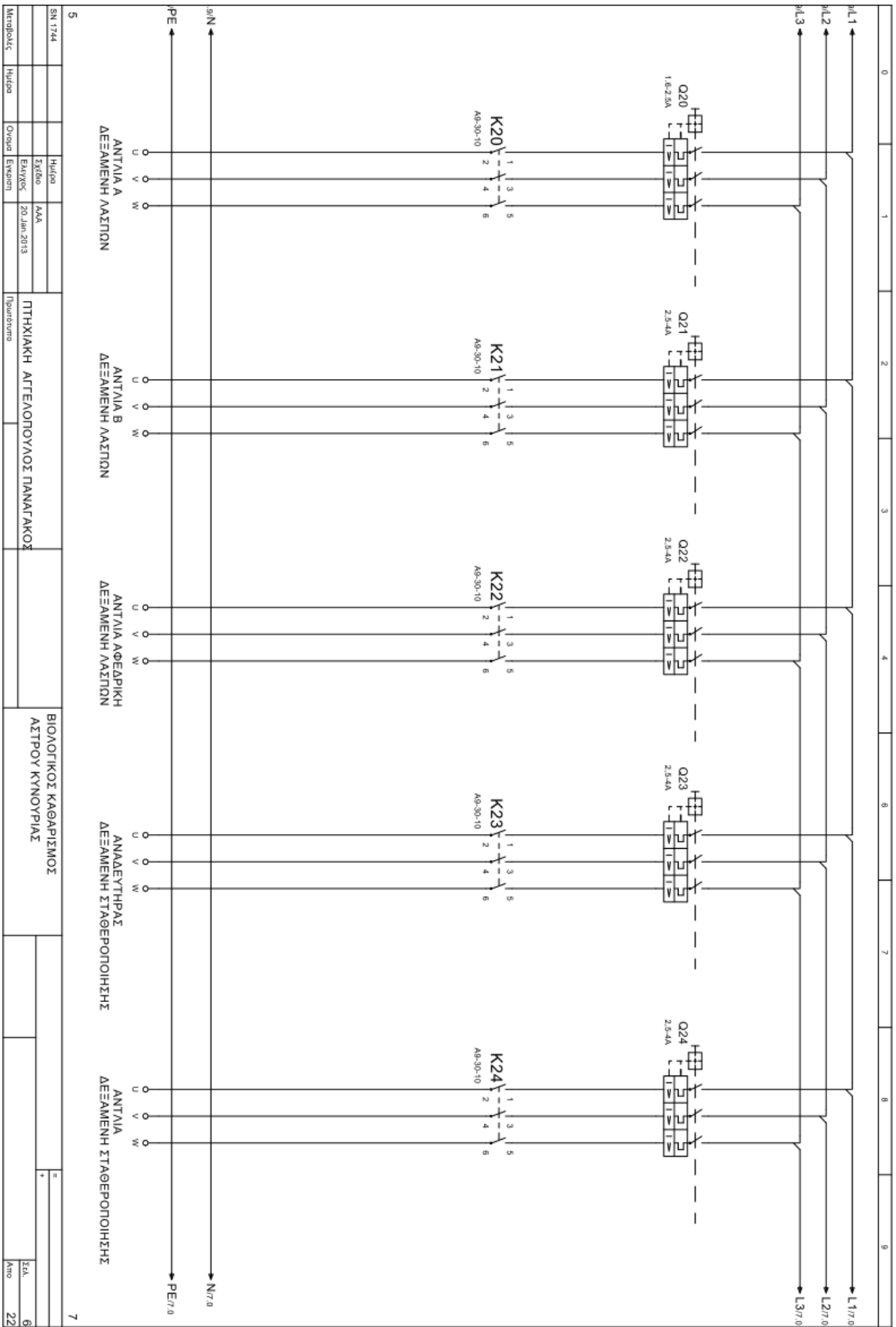
SN 1744	Ημερομηνία	Σχέδιο	ΑΔΑ	ΠΤΗΧΙΑΚΗ ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΙΤΡΙΟΥ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ		
Μετρητής	Ημερομηνία	Εκτύπωση	20 Δεμ. 2013	Πρωτόκολλο			



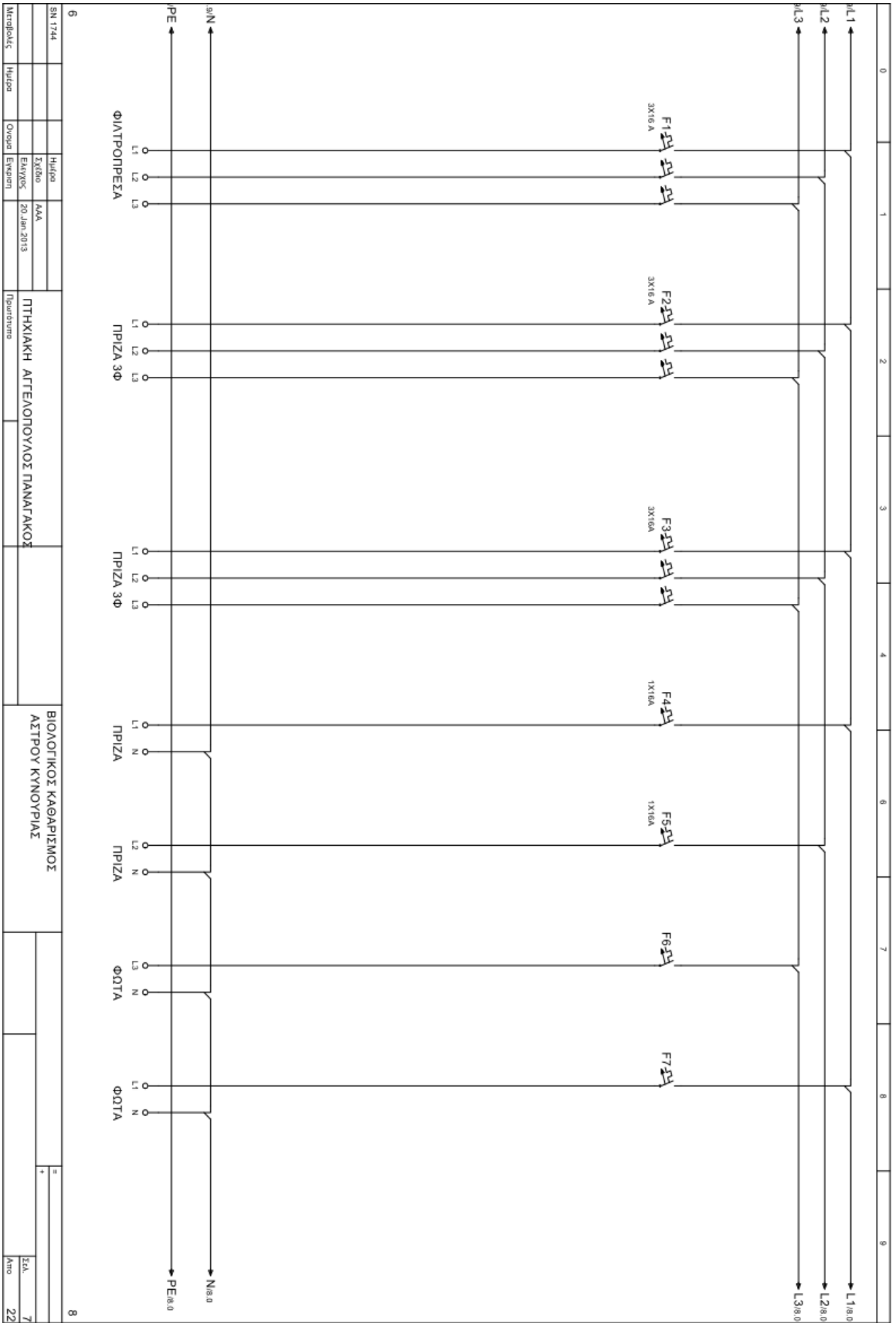
3	SN 1744	Ημερομηνία	ΑΑΑ	ΠΤΗΧΙΑΚΗ ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΙΣΤΡΟΥ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ	4
	Μετρητής	Ημερομηνία	Σχέδιο	ΕΚΔΥΣ	20 Ιαν. 2013	Απο
		Ονομα	Εργασια	Προσωπο		22

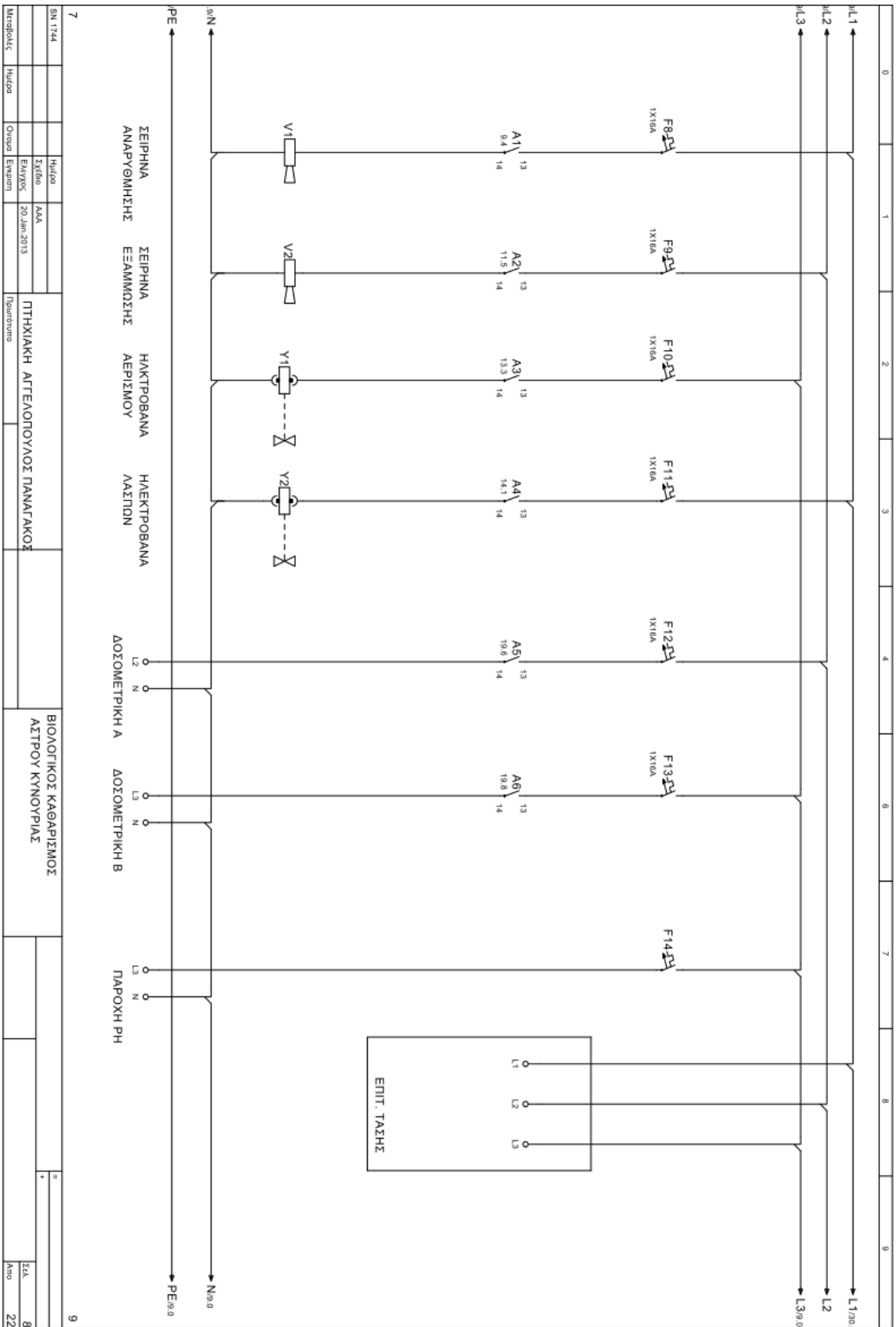


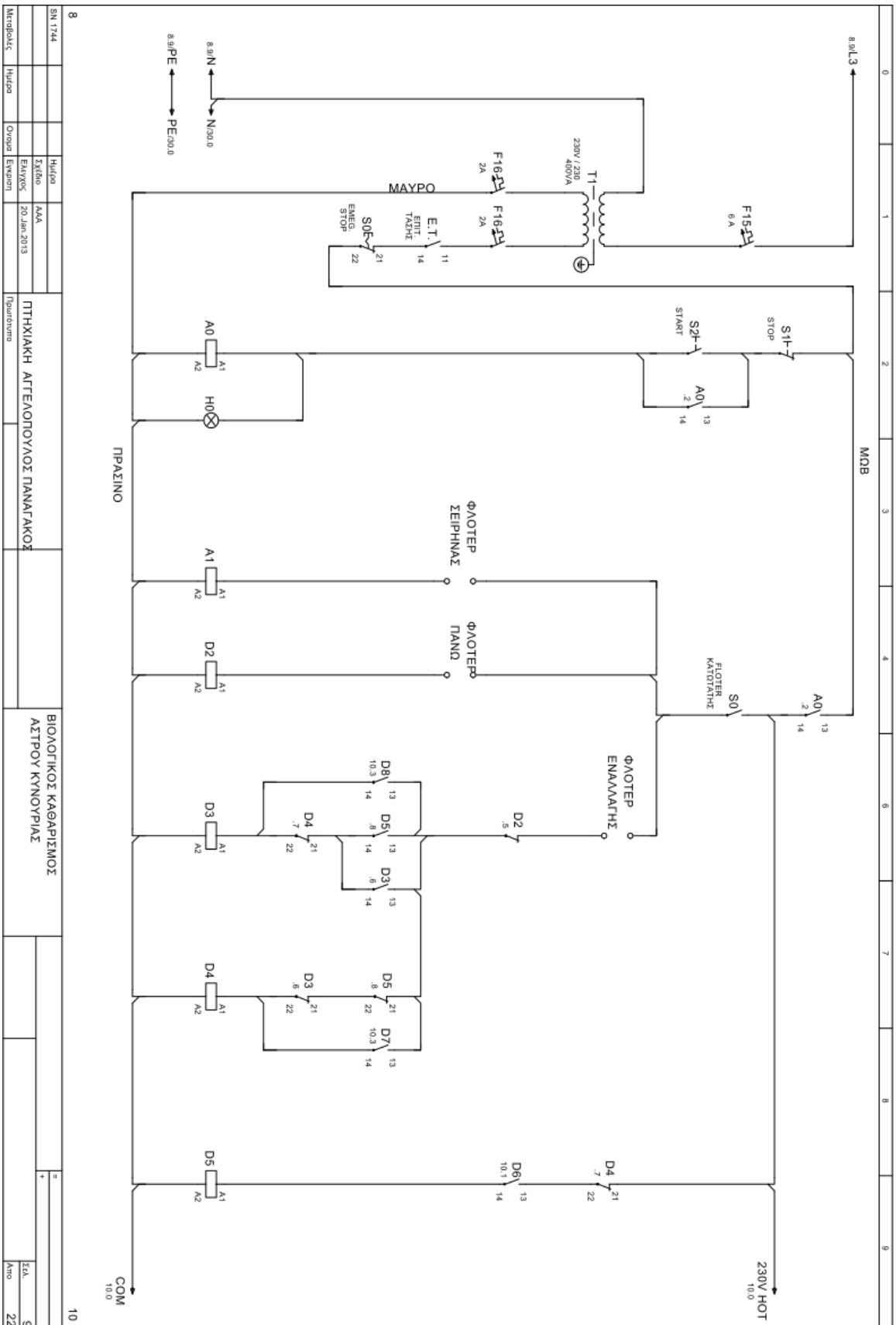
SM 1744	Hellas	AAAA	20 Jan 2013	ΠΤΗΧΙΑΚΗ ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΙΤΡΙΟΥ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ		
Μετρώλης	Hellas	Ελεύθερος	20 Jan 2013	Παυλίδης			



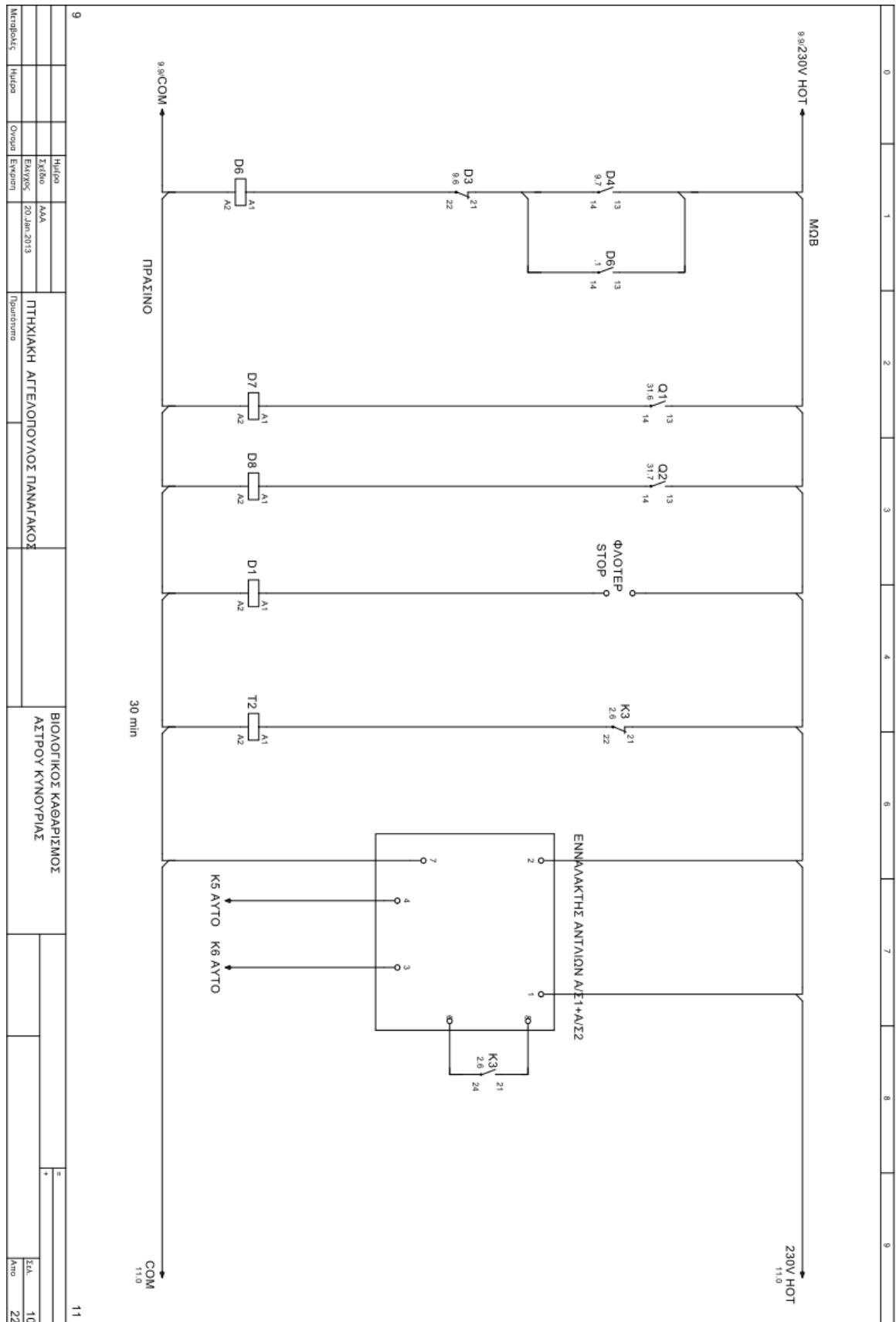
SM 1744	Hellas	Σχέδιο	AAA	ΠΤΗΧΙΑΚΗ ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΑΚΟΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ		
		Εκτύπος	20 Jan 2013		ΑΙΤΡΙΟΥ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ		
Μετρητής	Hellas	Όνομα	Εργοστάσιο	Προσόντισμα			

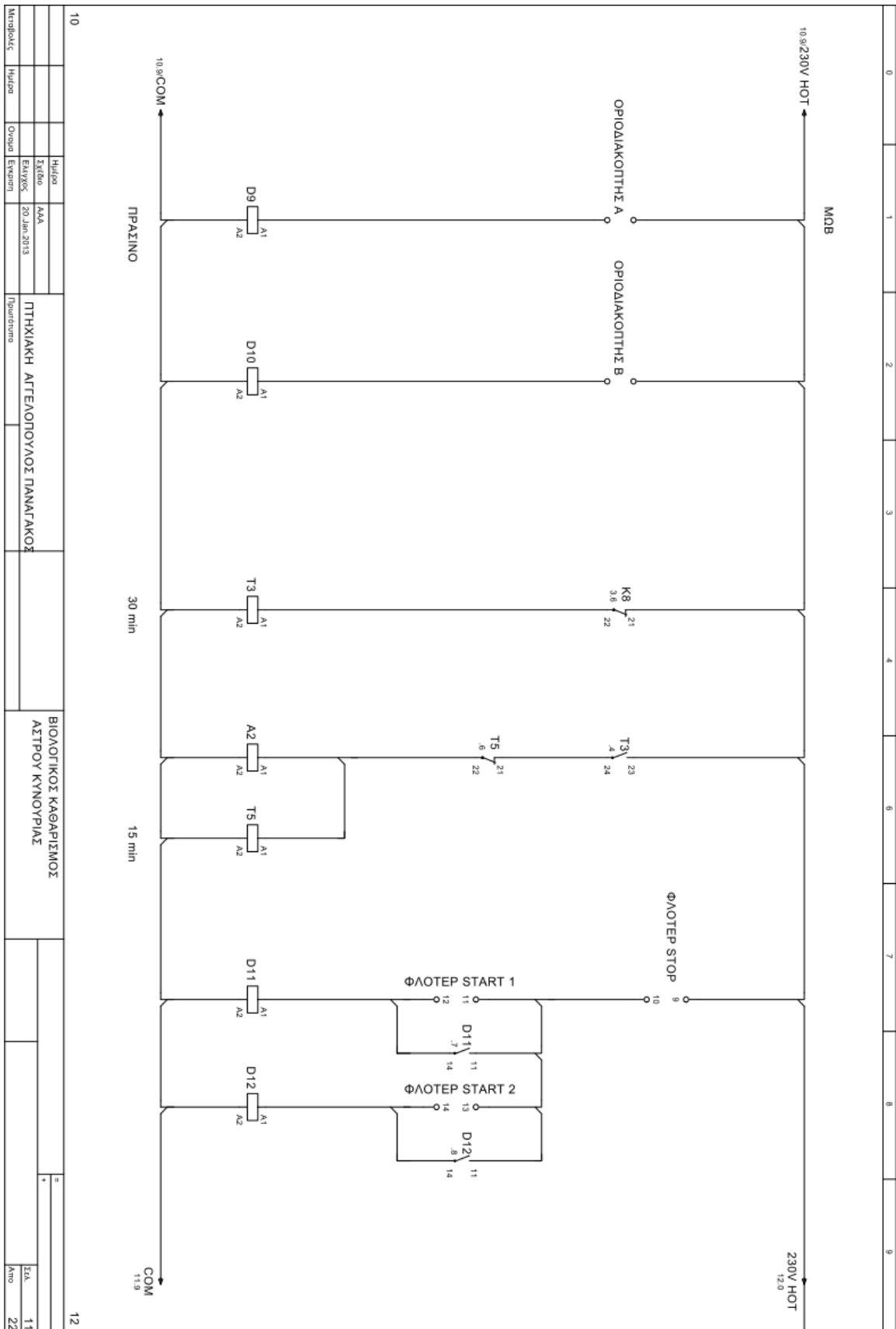






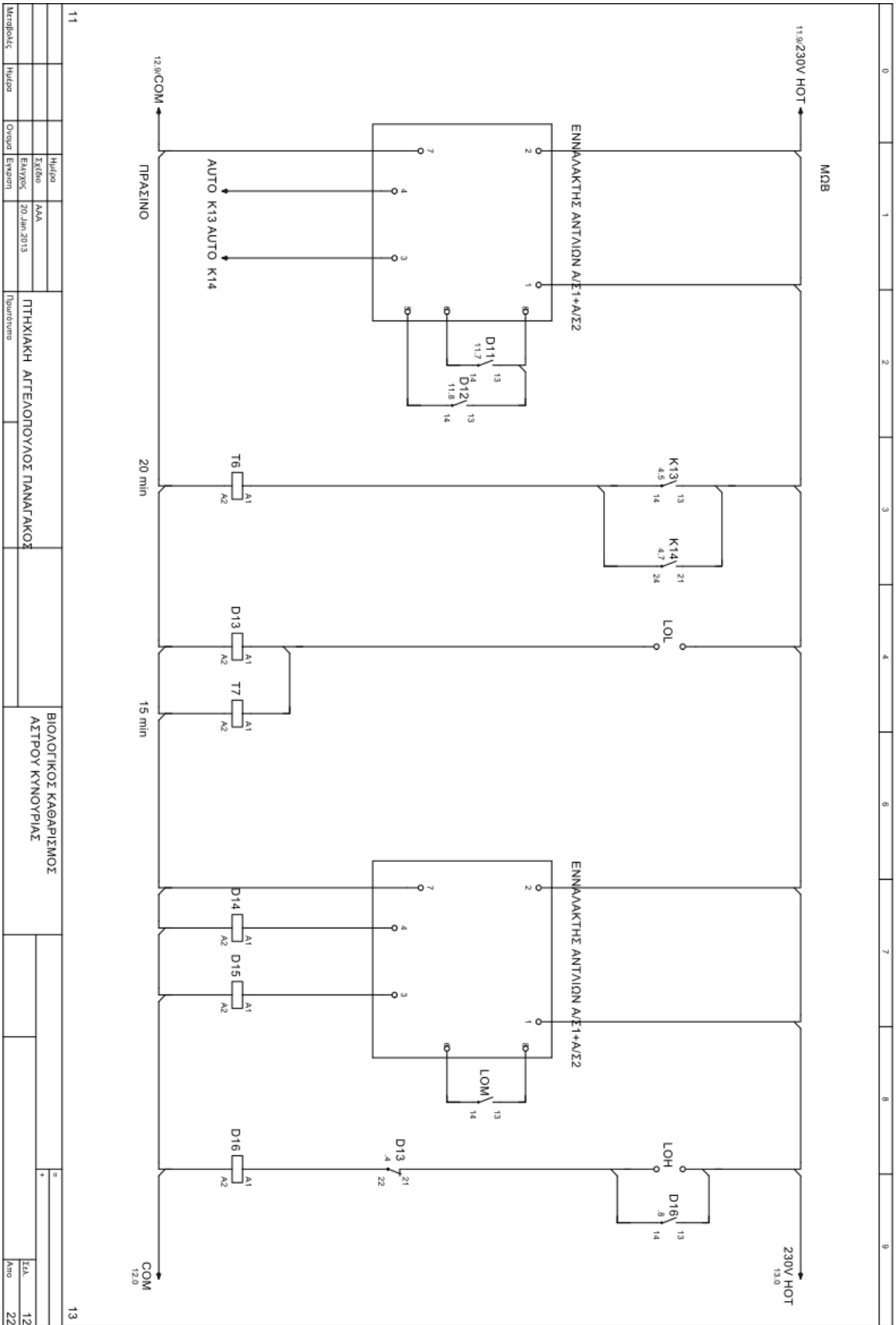
SN 1744	Ημερομηνία	Σελίδα	ΑΑΑ	ΠΤΗΧΙΑΚΗ ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ
Μετοβολές	Ημερομηνία	Επιχειρησ	20.Ιουν.2013	Επιχειρησ	ΑΙΤΡΟΥ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ

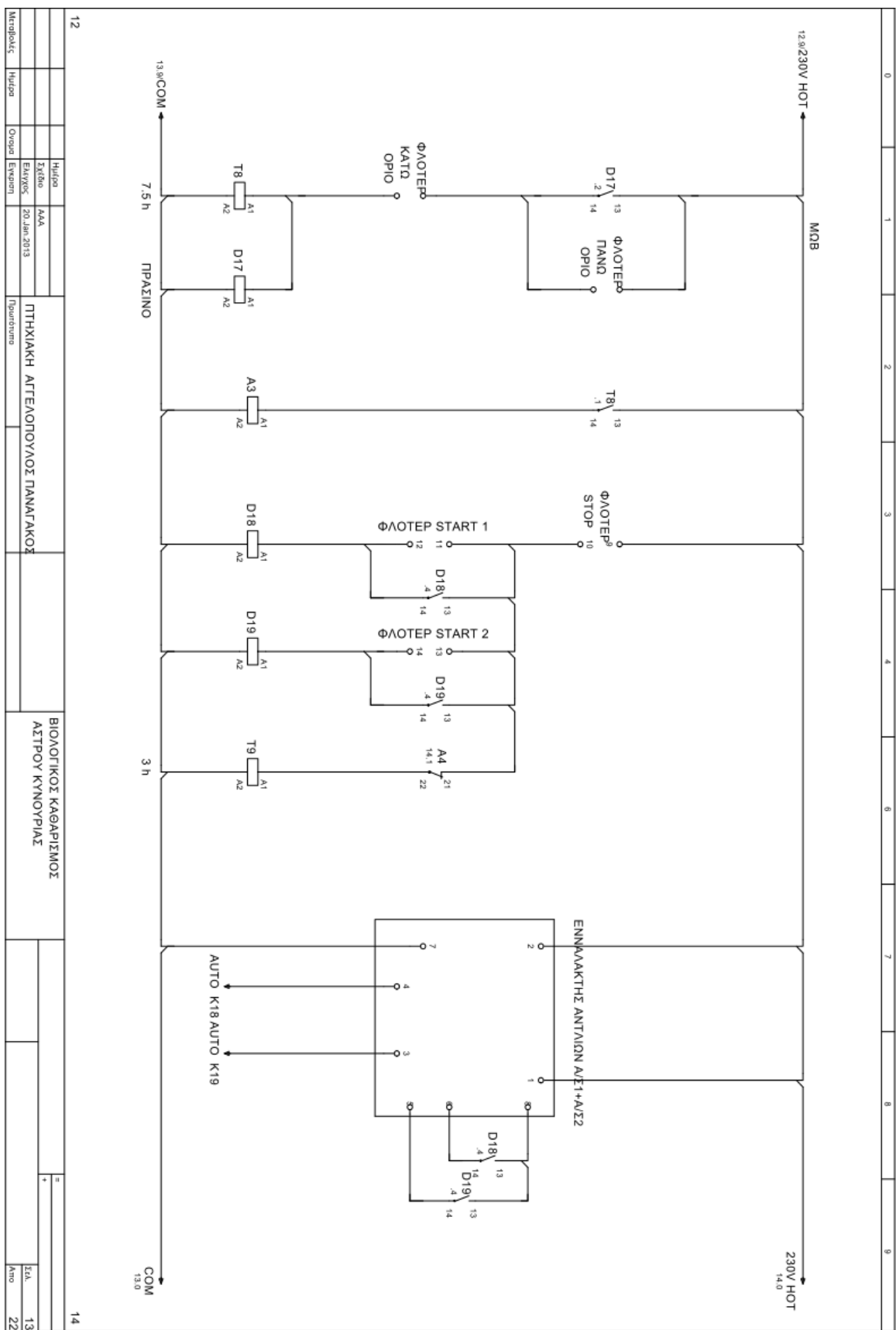




10	Ημερομηνία	Χρόνος	ΑΑΑ	ΠΤΗΧΙΑΚΗ ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ		
					ΑΙΤΡΟΥ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ		
Μεμβρός	Ημερομηνία	Ονομα	Επίσημο	Πρωτόκολλο			

11	Εκδ.	
22	Αριθ	





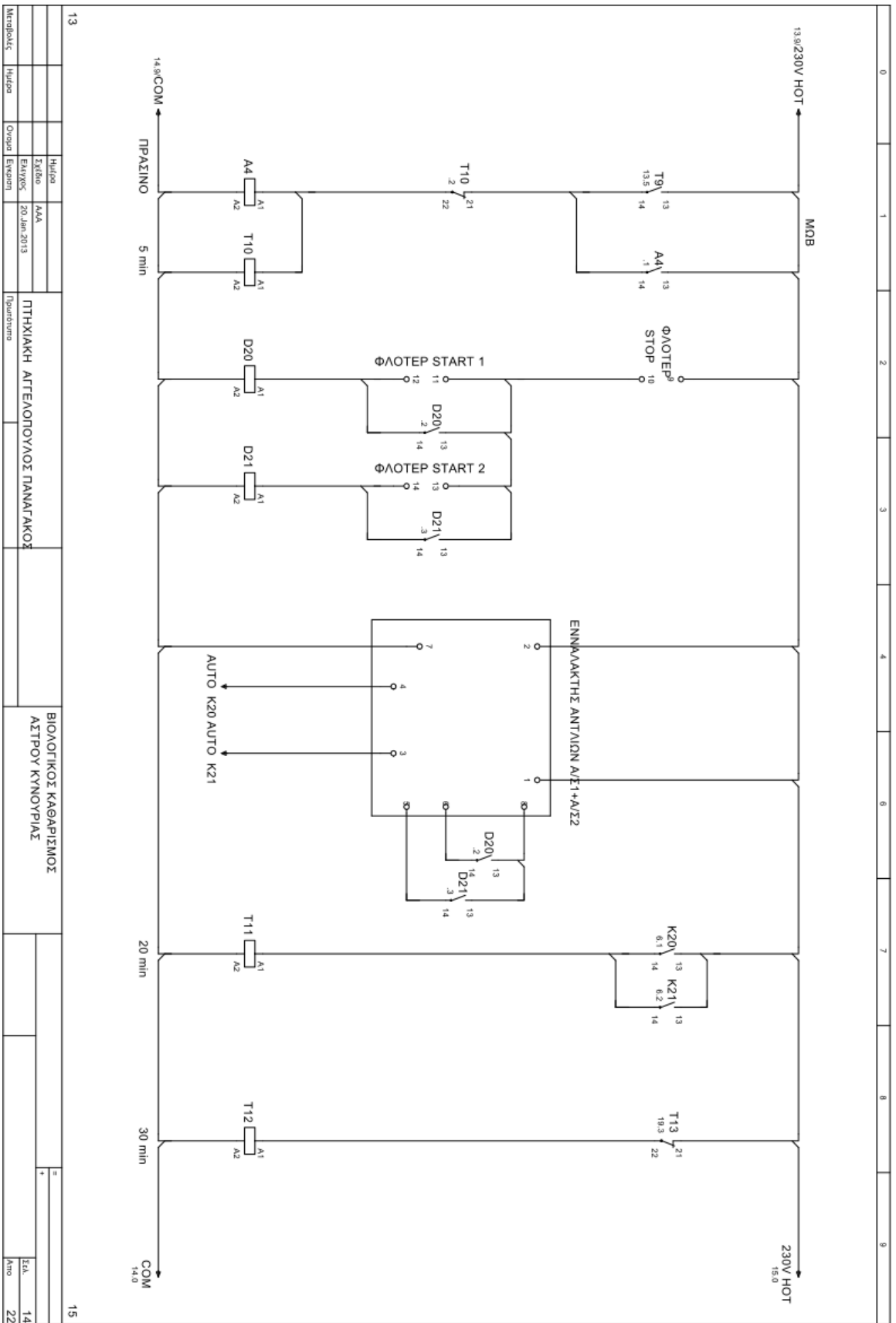
0	1	2	3	4	6	7	8	9
12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	34	35	36	37	38
39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64	65
66	67	68	69	70	71	72	73	74
75	76	77	78	79	80	81	82	83
84	85	86	87	88	89	90	91	92
93	94	95	96	97	98	99	100	

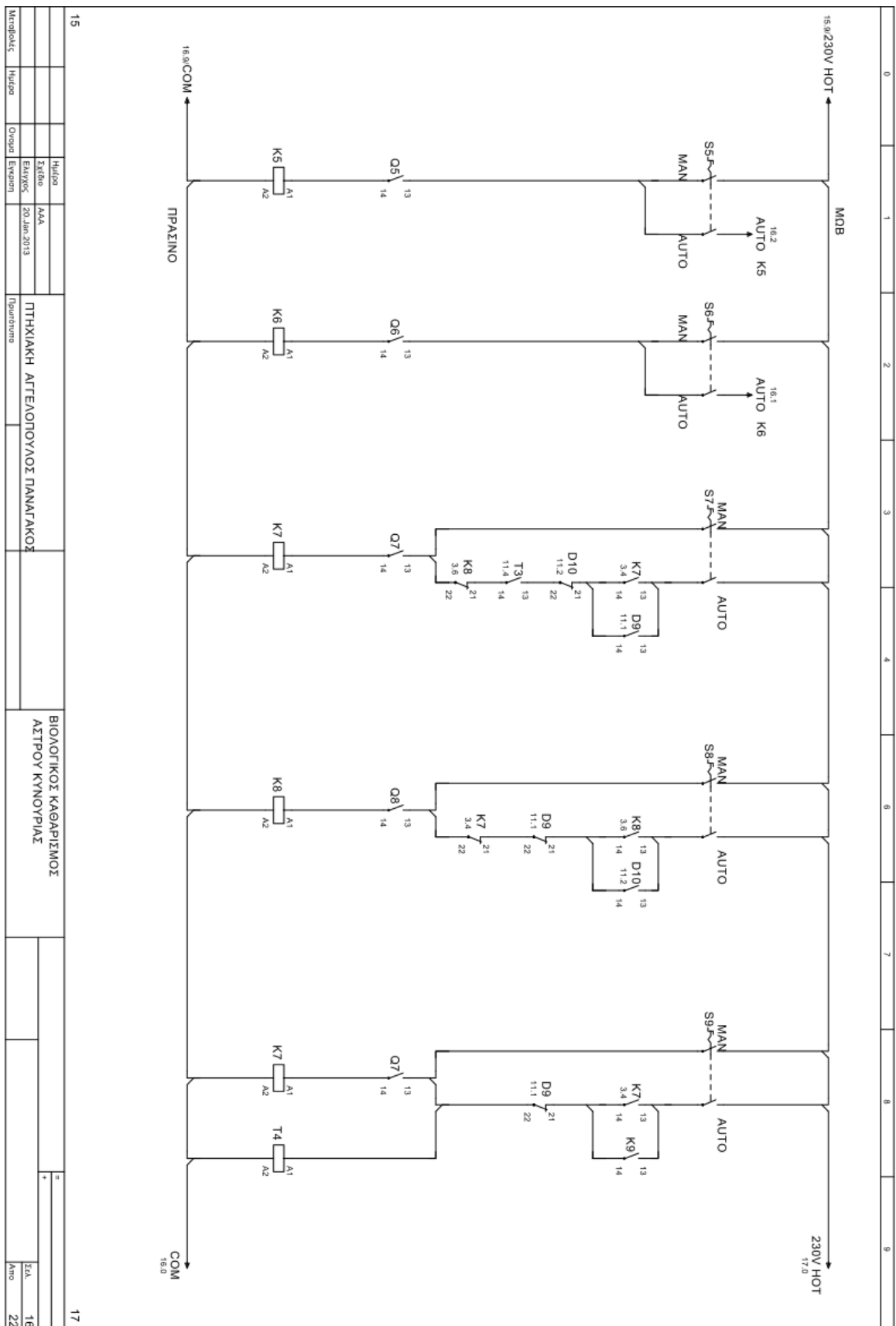
Μεταβολές	Ημερομηνία	Σχέδιο	ΑΔΑ
Ημερομηνία	Εκτύπωση	20 Ιαν. 2013	

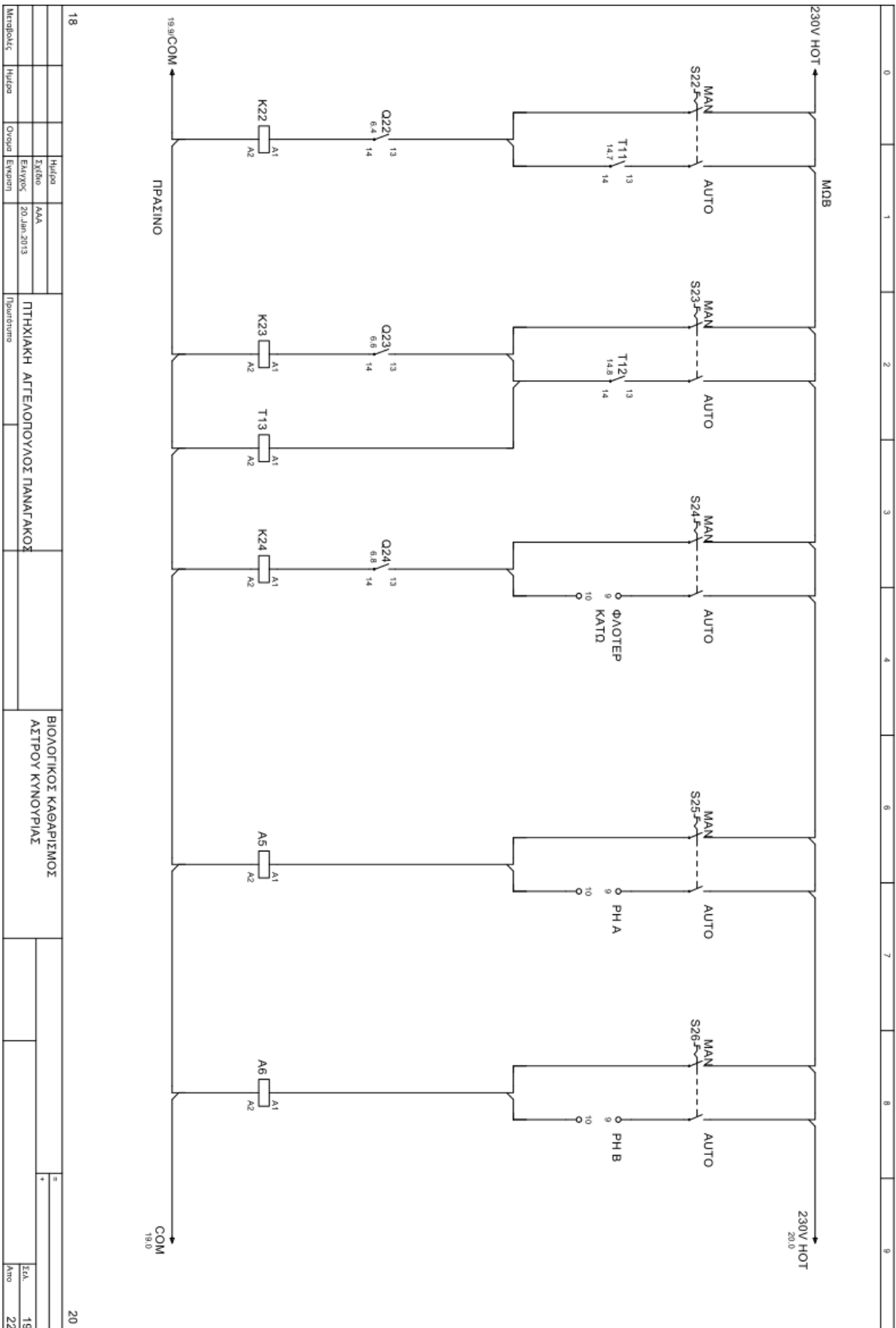
ΠΤΗΧΙΑΚΗ ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

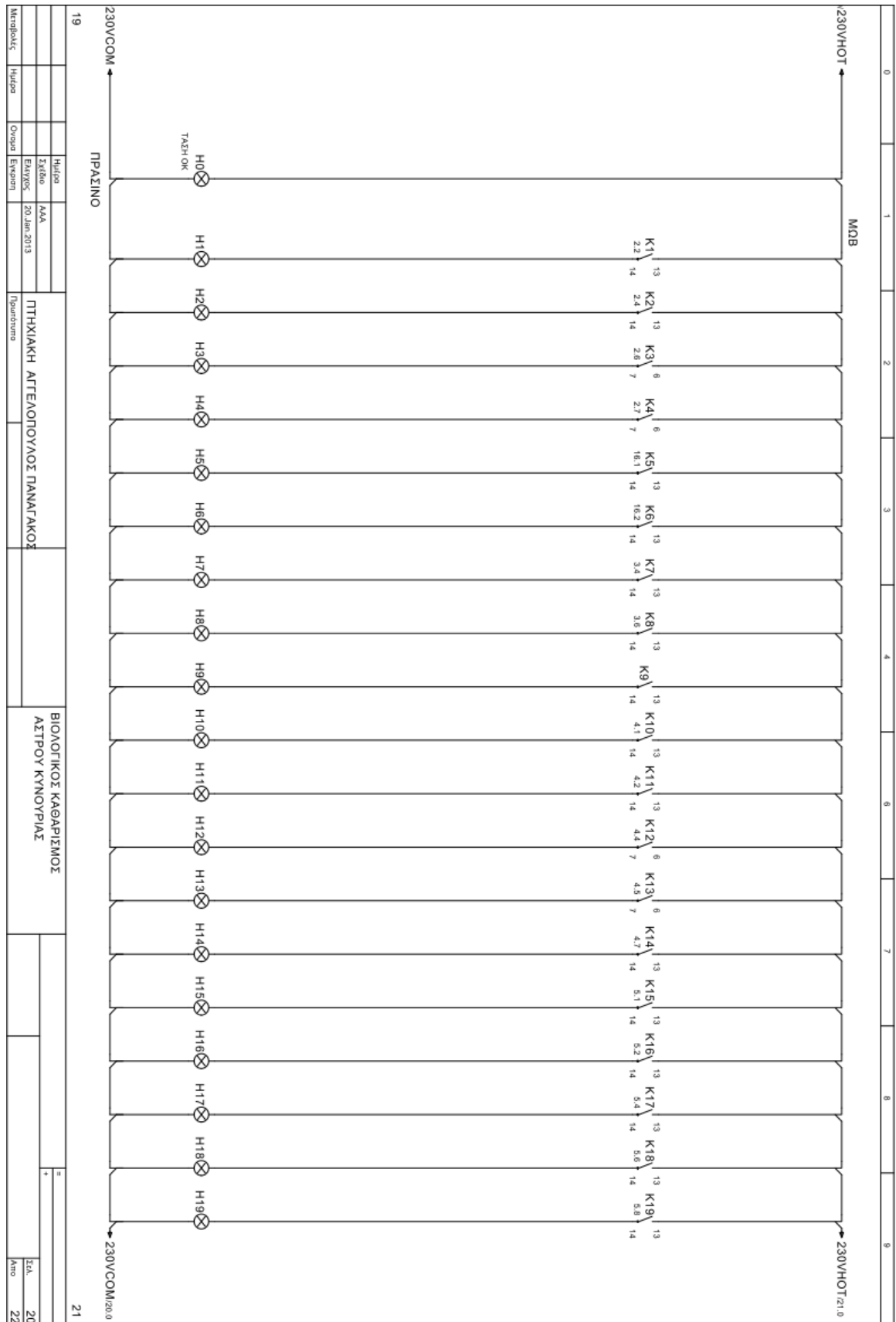
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ
ΑΙΤΡΟΥ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ

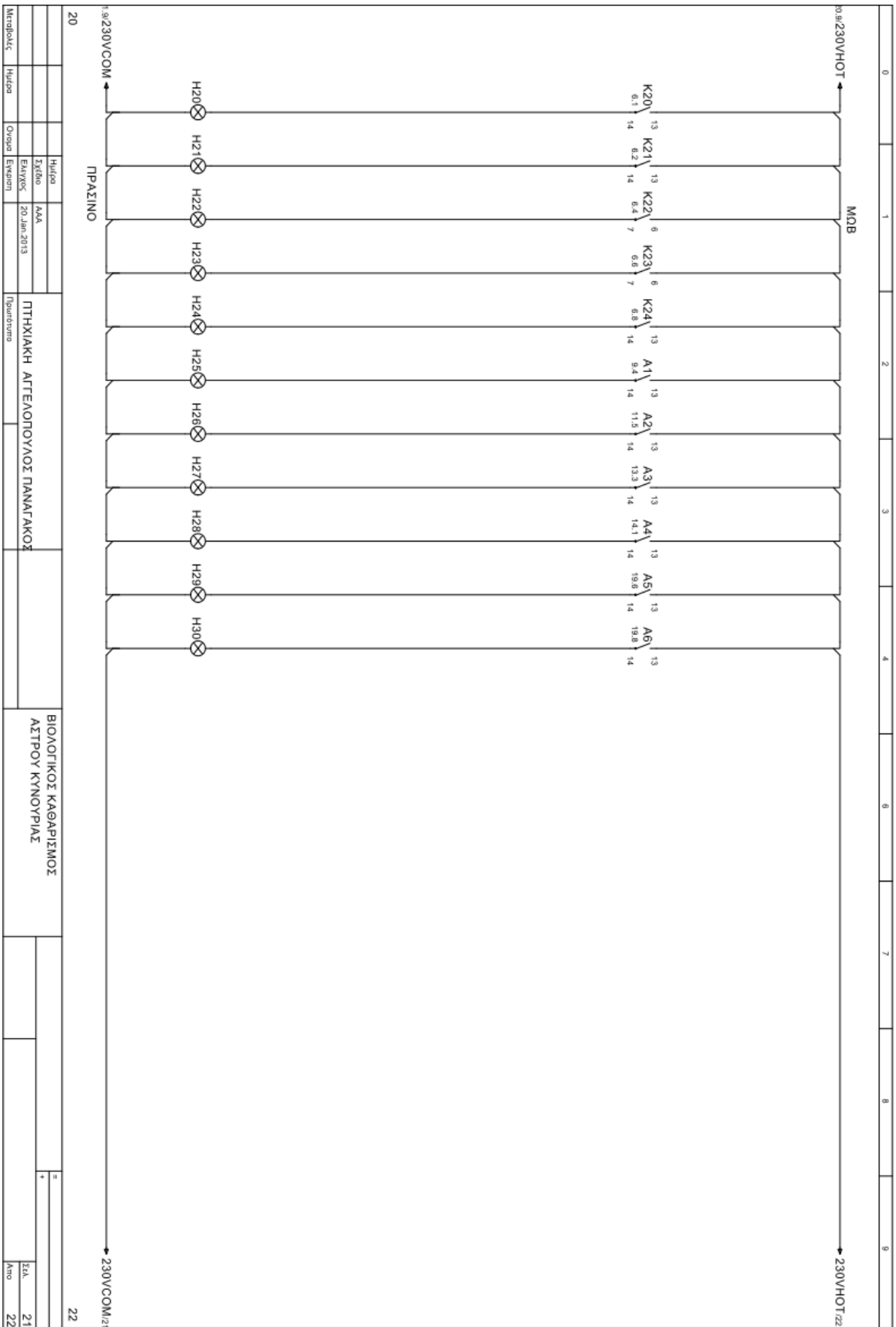
Σελ.	13
Αριθ.	22

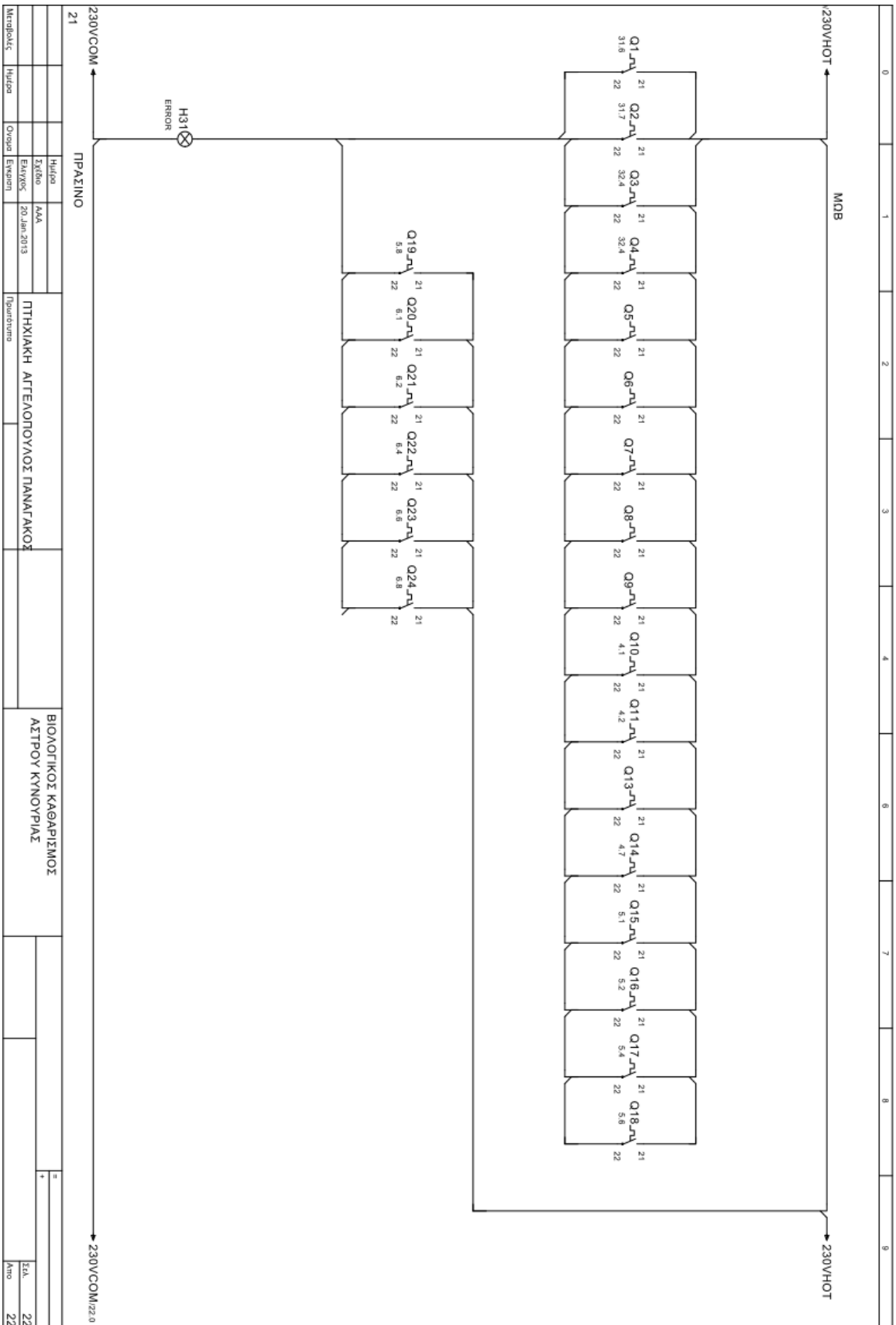








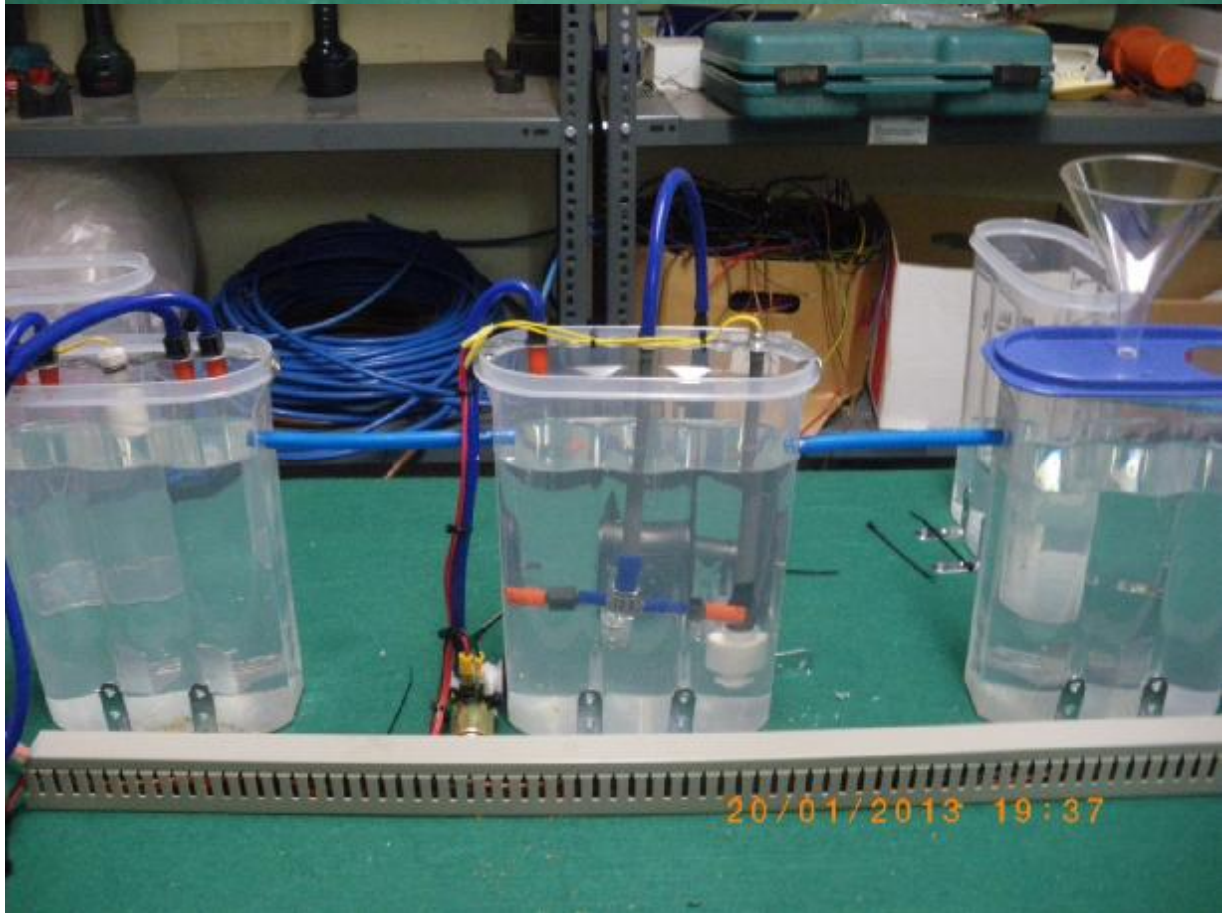




3.2 MAKETA



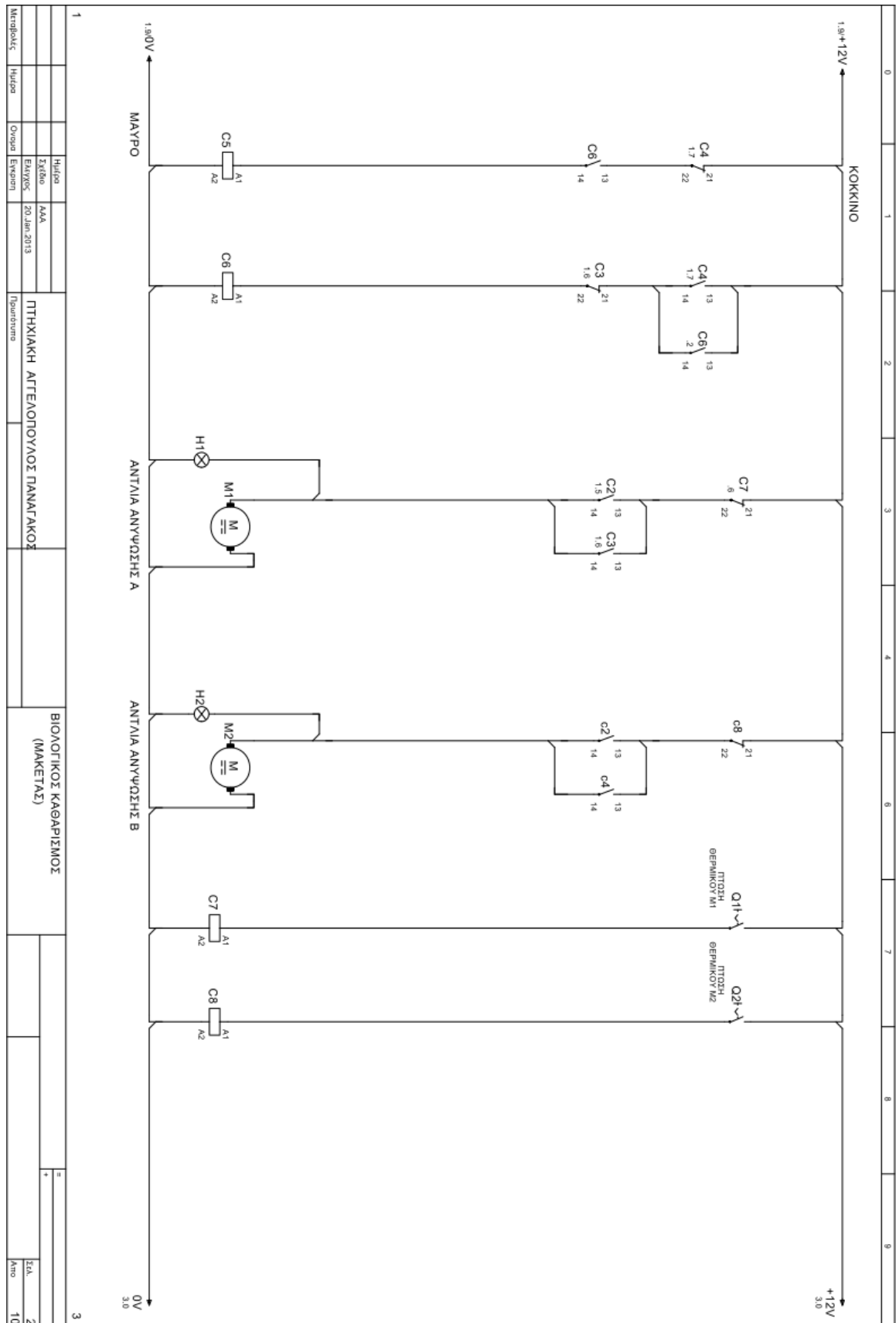


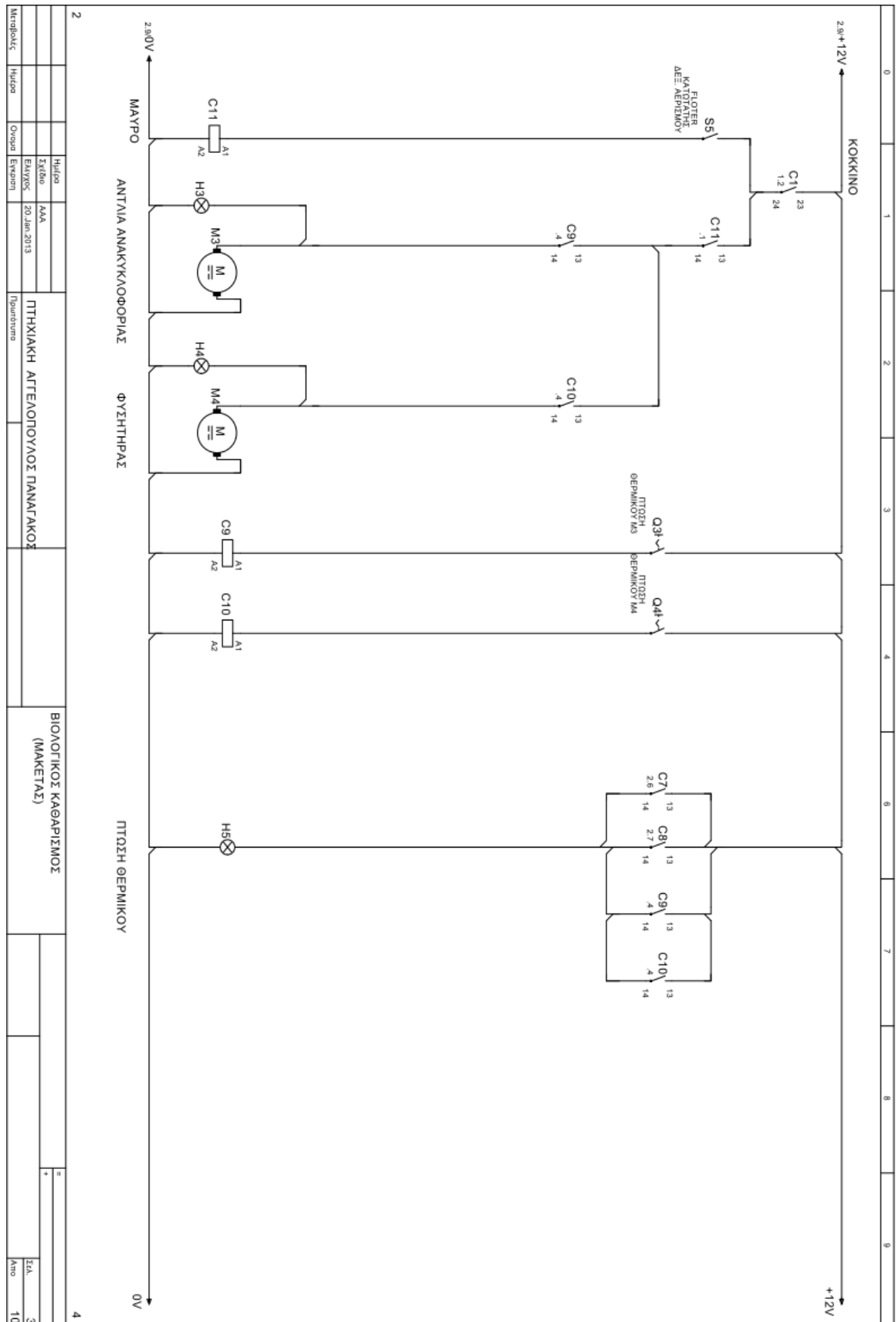




3.3 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΚΕΤΑΣ







ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΠΙΔΕΙΞΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

4.1 Η μεγάλη σημασία του νερού και των υδατικών πόρων

Κατά τον Αριστοτέλη «το ζωτικότερον γης ύδωρ», όπου αποτελούσε και εξακολουθεί να αποτελεί σημείο αναφοράς, καθόριζε και εν πολλοίς καθορίζει ακόμα τις σχέσεις και τις δραστηριότητες των ανθρώπων.

Δεν είναι τυχαίο, ότι στην ιστορική διαδρομή της ανθρωπότητας, οι οργανωμένες κοινωνίες και πολιτισμοί, αναπτύχθηκαν σταδιακά σε περιοχές με ηλιοφάνεια, τις οποίες περιοχές, η παρουσία του νερού, καθιστούσε ιδιαίτερα παραγωγικές και προσφιλείς. Το νερό θεωρήθηκε Θείο δώρο, αρκετοί ποταμοί θεοποιήθηκαν (Αχελώος, Ασωπός, Νείλος κλπ.) και οι καταστροφές των υδατικών πόρων, αντιμετωπίζονταν ως βέβηλοι. Κύρια δραστηριότητα των λαών που ανέπτυξαν μεγάλους πολιτισμούς, ήταν η αρχή της αειφορικής κάρπωσης.

Ο σύγχρονος άνθρωπος, με ιδιαίτερη βαρύτητα στους απαιτητικούς καταναλωτές, τείνει να μεγιστοποιήσει τις χρήσεις νερού, φθάνοντας συχνά σε επίπεδα υπερβολής. Αποτέλεσμα της εν λόγω ενέργειας, είναι η εξάντληση αρχικά των επιφανειακών και έπειτα των υπόγειων υδροφορέων, ώστε τελικά η κατάσταση να θεωρηθεί ανεξέλεγκτη. Παράλληλα, η κακή χρήση και μόλυνση των επιφανειακών νερών παίρνουν ανησυχητική διάσταση, ενώ απαραίτητα μέτρα επιβάλλεται να ληφθούν για άμεση αντιμετώπιση της κατάστασης (Κωτούλας, 2001).

Τα αίτια της εκρηκτικής αυτής κατάστασης παρατίθενται παρακάτω:

- η γιγάντωση των πόλεων, σε συνδυασμό με τις αυξημένες απαιτήσεις των κατοίκων και τις ανάγκες βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου.
- η επέκταση των αρδευόμενων εκτάσεων και η εισαγωγή υδροαπαιτητικότερων ειδών.
- η υπερκατανάλωση, η αλόγιστη χρήση βασικών ειδών και οι απώλειες δικτύων.
- η ανεξέλεγκτη μάζευση και η δραματική απομείωση των υδατικών αποθεμάτων (επιφανειακών και υπόγειων).

- η έλλειψη σχεδιασμού σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο.
- η άσκηση συνεκτικής και οργανωμένης υδατικής πολιτικής.

Λαμβάνοντας υπόψη μια σειρά από διαπιστώσεις, όπως ότι η σπανιότητα του νερού αποτελεί πρόβλημα βιωσιμότητας για αρκετές χώρες, ιδίως για αυτές που χαρακτηρίζονται άνυδρες . ότι η αύξηση των αναγκών σε νερό λόγω της αύξησης των δραστηριοτήτων, της εξέλιξης της τεχνολογίας και της μεγάλης ανάπτυξης οδήγησαν τον κόσμο σε μια ‘ψευδαίσθηση’ αφθονίας νερού που είναι υπεύθυνη για καταστάσεις λειψυδρίας . ότι διεθνώς η ζήτηση του νερού αυξάνεται τρεις φορές πιο γρήγορα από την αύξηση του πληθυσμού . ότι η συνολική ποσότητα του νερού κάθε χώρας παραμένει περίπου σταθερή . ότι οι υδατικοί πόροι είναι ούτως ή άλλως πεπερασμένοι , γίνεται ξεκάθαρη η ανάγκη επαναπροσδιορισμού της πολιτικής του νερού προς την κατεύθυνση της εξοικονόμησης και προστασίας του (Κολοκύθα , 2000).

Χωρίς την χρήση του νερού πολλές από τις ανθρώπινες δραστηριότητες κυρίως για παραγωγή τροφίμων και ανάπτυξη, δεν θα ήταν εφικτές. Το νερό, σε γενικά πλαίσια κατέχει τον σημαντικότερο ρόλο σε γεωργικό και βιομηχανικό επίπεδο:

- Χρησιμοποιείται για άρδευση γεωργικών εκτάσεων και αντίστοιχη παραγωγή τροφίμων
- Χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας όπως για παράδειγμα της υδροηλεκτρικής
- Χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων
- Χρησιμοποιείται ως ψυκτικό υλικό, για μεταφορά θερμότητας και ως υγρό εμβάπτισης για ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση, ηλεκτροφόρηση
- Χρησιμοποιείται στις συσκευές ψύξης
- Χρησιμοποιείται για την μεταφορά των πρώτων υλών με πλοία, σκάφη και ατμόπλοια
- Χρησιμοποιείται στην διάθεση των υγρών αποβλήτων όπως για παράδειγμα λάσπη αστικής, βιομηχανικής ή γεωργικής προέλευσης (Rowe and Abdel – Magid, 1995) .

Ωστόσο, είναι πλέον προφανές, ότι η μόνη θετική διέξοδος από την υπάρχουσα οριακή κατάσταση, είναι η αειφορική κάρπωση, η ανανέωση, ο εμπλουτισμός και η προστασία των υδατικών πόρων. Ο εν λόγω τρόπος διαχείρισης, θα επιφέρει την σταθερή ανανέωση και διατήρηση των υδατικών πόρων και θα σταθεροποιήσει μια νέα λογική επίβλεψη, ορθολογική, κοινωνικά δόκιμη και περιβαλλοντικά υπεύθυνη (Κωτούλας, 2001).

4.2 Η σημασία της ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης των Υ.Α.Α.

Η έλλειψη νερού τα τελευταία χρόνια έχει οδηγήσει την διεθνή κοινότητα στην προσπάθεια εξεύρεσης νέων πηγών νερού, όπως είναι τα επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα. Τα επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα, όταν αποφεύγεται η διάθεσή τους σε υδάτινους αποδέκτες, μπορούν να αξιοποιηθούν με διάφορους τρόπους, σημαντικότεροι των οποίων είναι άρδευση γεωργικών και αστικών εκτάσεων με σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη (Angelakis et al, 2002), η χρήση αυτών στην βιομηχανία και ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων (Σακελαρίου – Μακραντωνάκη κα, 2004)

Η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αστικών αποβλήτων βιολογικών σταθμών, αποτελεί μία διεθνής πρακτική, η οποία βρίσκει εφαρμογή στα εδάφη, σε καλλιεργούμενες και προβληματικές εκτάσεις, σε εγκαταστάσεις και σε χρήσεις εντός των αστικών συγκροτημάτων (Asano, 1998)(Asano, 2002).

Η εφαρμογή της προτεινόμενης επαναχρησιμοποίησης στην Χώρα μας μέχρι σήμερα αφορά κυρίως την άρδευση εκτάσεων καλλιεργήσιμων και μη, στην πραγματικότητα όμως κινείται ερευνητικά, χωρίς να υπάρχει ένας εθνικός ολοκληρωμένος σχεδιασμός.

Η άρδευση των καλλιεργειών είναι ο πιο ενδεδειγμένος τρόπος επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αστικών αποβλήτων, διότι α) αποφεύγεται η υποβάθμιση των υδατικών αποδεκτών, β) επιτυγχάνεται η φυσική τροφοδοσία του εδάφους και των φυτών με θρεπτικά στοιχεία, γεγονός που μπορεί να μειώσει την ανάγκη προσθήκης χημικών λιπασμάτων (Πανώρας και Ηλίας, 1999) και γ) αποτελούν ένα επιπλέον υδατικό πόρο, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό σε περιοχές όπου οι βροχοπτώσεις είναι ιδιαίτερα ανεπαρκής (Σακελαρίου – Μακραντωνάκη κα, 2004)

Η μελέτη της δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης των υγρών αστικών λυμάτων σε εδάφη, θα πρέπει να λαμβάνει υπ' όψιν της όλες τις παραμέτρους από άποψη χωροταξίας, χημικής, γεωλογικής, γεωχημικής, περιβαλλοντικής και υγεινολογικής, ώστε να εξασφαλιστεί η επιθυμητή, ασφαλής επαναχρησιμοποίηση (Καλαβρουζιώτης κα, 2004)

Η βασική θεώρηση της όλης αναζήτησης χρήσεων για την προτεινόμενη ασφαλή επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αστικών λυμάτων βιολογικών σταθμών, είναι η αποτροπή διάθεσής τους σε υδάτινους αποδέκτες (χειμάρρους, ποταμούς, λίμνες, θάλασσες) και αυτό για περιβαλλοντικούς λόγους. Γενικά η ασφαλής επαναχρησιμοποίηση έχει ως στόχο:

- Την απαραίτητη αύξηση των αρδευόμενων στρεμμάτων που αντιμετωπίζουν έλλειψη ικανών ποσοτήτων νερού άρδευσης, είτε περιοχών στις οποίες υπάρχουν και είναι

καταγεγραμμένα προβλήματα σχετικά με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αρδευτικών νερών (υψηλές τιμές SAR αλλά και βαρέων μετάλλων), (Kalavrouziotis et al, 2001).

- Στην δημιουργία πρασίνου και χώρων αναψυχής στα αστικά κέντρα (πάρκα, γήπεδα, κοινόχρηστοι χώροι αστικών συγκροτημάτων), (Δρακάτος, 1997).
- Στην αποφυγή κάθε δυνατότητας ρύπανσης σε υδάτινα και χερσαία οικοσυστήματα κυρίως, όπου δεν τηρούνται ασφαλής κανόνες και διαδικασίες λειτουργίας των βιολογικών σταθμών.
- Στην προσπάθεια για αποκατάσταση προβληματικών εδαφών με την εγκατάσταση και ανάπτυξη επιλεγμένων φυτικών ειδών ελεγχόμενης αντοχής σε βαρέα μέταλλα και στην συνέχεια άρδυσή τους, με υγρά επεξεργασμένα λύματα (Drakatos et al, 2000);(Drakatos et al, 2002).
- Στην δυνατότητα για επαναχρησιμοποίηση εντός οικιστικών συγκροτημάτων, όπου θα είναι δυνατή υπό προϋποθέσεις, για άλλες δευτερεύουσες χρήσεις αλλά και πυροπροστασία. Είναι γνωστόν άλλωστε ότι στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις οι κάτοικοι καταναλώνουν νερό περί τα 2000 lt/ημέρα/κάτοικο για όλες τις χρήσεις (Papadopoulos et al, 1993).

Για να είναι δυνατός ένας ολοκληρωμένος σχεδιασμός στις μεγαλουπόλεις της επαναχρησιμοποίησης των υγρών επεξεργασμένων λυμάτων αλλά και της παραγόμενης λάσπης από τις εγκαταστάσεις των βιολογικών σταθμών, κρίνεται αναγκαίος ο συνεχής έλεγχος της ποιοτικής συμπεριφοράς των λυμάτων και ειδικότερα:

- Το μικροβιολογικό φορτίο που ενδεχόμενα φέρουν τα υγρά επεξεργασμένα λύματα και συγκεκριμένα η περιεκτικότητά τους σε:

α) Βακτήρια: *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Shigella* spp

β) Πρωτόζωα: *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*

γ) Helminths: *Ascaris* spp., *Necator americanus*, *Toxocana canis*

- Τις συγκεντρώσεις λυμάτων σε μέταλλα
- Τις συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων όπως: As, Zn, Cd, Mn, Ag, Be, Cr, Cu, Li, Se. Η παρουσία των μετάλλων αυτών σε υψηλές συγκεντρώσεις αναμφίβολα περιορίζει την δυνατότητα της επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων για διάφορες χρήσεις (Pettygrove and Asano, 1984)
- Συγκεντρώσεις οργανικών ουσιών όπως βενζόλιο, φαινόλες, αλδεύδες, όπου κρίνεται απαραίτητο να προσδιορίζονται δεδομένου της τοξικής συμπεριφοράς τους απέναντι στο περιβάλλον.

4.3 Εφαρμογές Επαναχρησιμοποίησης Υγρών Αποβλήτων

Η εφαρμογή του ανακτημένου νερού, στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση της ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης του νερού, καθορίζει την απαίτηση επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων για την προστασία της δημόσια υγείας και του περιβάλλοντος καθώς και το βαθμό αξιοπιστίας που απαιτείται για την μέθοδο και την λειτουργία της επεξεργασίας (Metcalf & Eddy, 2003). Στον Πίνακα 4.3α παρουσιάζονται οι επτά κυριότερες κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης των αστικών υγρών αποβλήτων όπου αναλύονται παρακάτω:

- Η πρώτη κατηγορία, η άρδευση αγροτικών εκτάσεων, είναι προς το παρόν η μεγαλύτερη κατηγορία όπου χρησιμοποιείται το ανακτημένο νερό. Επίσης, αυτή η κατηγορία προσφέρει σημαντικές προοπτικές και για μελλοντικές εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης του νερού. Με βάση τα δεδομένα άρδευσης γεωργικών εκτάσεων, στην Καλιφόρνια καταναλώνεται με διαφορά το μεγαλύτερο ποσοστό νερού άρδευσης σε σχέση με τις υπόλοιπες πολιτείες, καταλώνοντας περίπου 110 εκατομμύρια m³/d (29Bgal/d), ποσότητα που αντιστοιχεί στο 22% του συνόλου της χώρας.
- Η δεύτερη κατηγορία άρδευσης, περιλαμβάνει την άρδευση πάρκων, γηπέδων γκολφ, κοινόχρηστων χώρων και ακάλυπτων χώρων γύρω από εμπορικά καταστήματα, γραφεία και βιομηχανίες. Σε πολλές από τις εφαρμογές της συγκεκριμένης κατηγορίας άρδευσης χρησιμοποιείται το διπλό σύστημα διανομής, ένα για πόσιμο νερό και ένα για το ανακτημένο νερό.
- Η τρίτη κατηγορία χρήσης του ανακτημένου νερού, περιλαμβάνει τις βιομηχανικές δραστηριότητες, κυρίως για ψύξη και ανάγκες διαφόρων διεργασιών. Το νερό ψύξης είναι η επικρατέστερη εφαρμογή βιομηχανικής επαναχρησιμοποίησης, το οποίο είτε σε πύργους ψύξης είτε σε δεξαμενές ψύξης αποτελεί την μεγαλύτερη απαίτηση πολλών βιομηχανιών σε νερό. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία βιομηχανικών χρήσεων, όπου εκτός από τη δευτεροβάθμια επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, απαιτείται καλύτερη επεξεργασία για την εξασφάλιση κατάλληλης ποιότητας ανακτημένου νερού.
- Η τέταρτη εφαρμογή επαναχρησιμοποίησης του ανακτημένου νερού είναι ο εμπλουτισμός των υπόγειων νερών, είτε μέσω λεκανών διασποράς είτε με απευθείας έκχυση στον υπόγειο υδροφόρο. Ο εμπλουτισμός των υπογείων νερών σχετίζεται με την ενσωμάτωση του ανακτημένου νερού στο υπόγειο νερό, την αποθήκευση στον υπόγειο υδροφόρο ή την δημιουργία υδραυλικού φράγματος για την παρεμπόδιση της διείσδυσης και ανάμιξης του θαλασσινού νερού με το γλυκό νερό των παράκτιων υδροφόρων.
- Η πέμπτη χρήση ανακτημένου νερού, χρήσεις αναψυχής/περιβαλλοντικές, περιλαμβάνουν έναν αριθμό μη πόσιμων χρήσεων που σχετίζονται με δραστηριότητες που έχουν ως βάση το νερό, όπως υγρότοποι αναψυχής, εμπλουτισμός υγροβιότοπων και ενίσχυση χειμάρρων. Η συλλογή του ανακτημένου νερού μπορεί να ενσωματωθεί στο χωροταξικό σχεδιασμό των αστικών περιοχών. Τεχνητές λίμνες, λεκάνες αποθήκευσης σε γήπεδα γκολφ και επιφανειακοί ταμιευτήρες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγές τροφοδοσίας νερού. Η χρήση του ανακτημένου νερού σε υγροτόπους έχει εξυπηρετήσει

διάφορους σκοπούς, όπως την δημιουργία υγροτόπου, την αποκατάσταση ενός υγροτόπου και τον εμπλουτισμό του οικοσυστήματος.

- Η έκτη κατηγορία επαναχρησιμοποίησης, μη πόσιμο νερό για αστικές χρήσεις, περιλαμβάνει χρήσεις όπως η πυρόσβεση, κλιματισμός, καθαρισμός τουαλετών και νερό για οικοδομική χρήση. Τυπικά για οικονομικούς λόγους, αυτές οι χρήσεις καθίσταται δευτερεύουσες και εξαρτώνται από την απόσταση που βρίσκεται η μονάδα επεξεργασίας και ανάκτησης του νερού από το σημείο εφαρμογής και κατά πόσο μπορεί να συνδυασθεί η επαναχρησιμοποίηση του νερού με άλλη πιο διαδεδομένη εφαρμογή, όπως για άρδευση.

- Η τελευταία κατηγορία επαναχρησιμοποίησης, περιλαμβάνει την χρήση για πόσιμο νερό, η οποία εφαρμόζεται μέσω ανάμιξης του ανακτημένου νερού με το ακατέργαστο πόσιμο ενός ταμιευτήρα πόσιμου νερού ή σπανιότερα, μέσω άμεσης διοχέτευσης του ανακτημένου νερού στο δίκτυο πόσιμου (επαναχρησιμοποίηση για πόσιμο νερό, “ripe-to-ripe”) (Metcalf & Eddy, 2003).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3α κυριότερες κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης των αστικών υγρών αποβλήτων.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ
1. Άρδευση αγροτικών εκτάσεων Άρδευση καλλιεργειών Φυτώρια	- Ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων νερών εάν δεν γίνει κατάλληλη διαχείριση. - Εμπορευσιμότητα των καλλιεργειών και αποδοχή του κοινού
2. Άρδευση κοινόχρηστων χώρων Πάρκα Σχολικές αυλές Ακάλυπτοι χώροι Γήπεδα γκολφ Νεκροταφεία Πράσινες ζώνες Κήποι	- Επίδραση της ποιότητας του νερού, ιδιαίτερα των αλάτων, στο έδαφος και στα φυτά. - Θέματα δημόσιας υγείας που σχετίζονται με τους παθογόνους οργανισμούς (π.χ. βακτήρια, ιοί και παράσιτα). - Η χρήση ελεγχόμενων περιοχών, που περιλαμβάνει ουδέτερες ζώνες, μπορεί να αυξήσει το κόστος χρήσης
3. Βιομηχανική Ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση Νερό ψύξης Τροφοδοσία Λεβητών Νερό διεργασιών Βαριά βιομηχανία	- Συστατικά στο ανακτημένο νερό που μπορεί να προκαλέσουν επικαθίσεις, διάβρωση, ανάπτυξη μικροοργανισμών και διάφορες επιστρώσεις - Θέματα δημόσιας υγείας, κυρίως μεταφορά παθογόνων οργανισμών μέσω σταγονιδίων νερού

	<p>που προέρχονται από πύργους ψύξης</p> <ul style="list-style-type: none"> - Διασταύρωση μεταξύ αγωγών ανακτημένου και πόσιμου νερού.
<p>4. Εμπλουτισμός υπόγειου υδροφορέα Συμπλήρωση νερού Αντιμετώπιση της διείσδυσης Θαλασσινού νερού Αντιμετώπιση καθιζήσεων</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Συστατικά στο ανακτημένο νερό που μπορεί να προκαλέσουν επικαθίσεις, διάβρωση, ανάπτυξη μικροοργανισμών και διάφορες επιστρώσεις - Θέματα δημόσια υγείας, κυρίως μεταφορά παθογόνων οργανισμών μέσω σταγονιδίων νερού που προέρχονται από πύργους ψύξης - Διασταύρωση μεταξύ αγωγών ανακτημένου και πόσιμου νερού.
<p>5. Αναψυχή / περιβαλλοντικές χρήσεις Λίμνες Εμπλουτισμός υγροβιότοπων Εμπλουτισμός επιφανειακών Υδάτινων ρευμάτων Αλιεία Τεχνητό χιόνι</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Θέματα υγείας που σχετίζονται με την παρουσία βακτηρίων και ιών (π.χ. εντερικές μολύνσεις) - Φαινόμενα ευτροφισμού, λόγω της ύπαρξης αζώτου και φωσφόρου στο ανακτημένο νερό - Τοξικότητα σε υδρόβιους οργανισμούς
<p>6. Αστικές μη πόσιμες χρήσεις Πυρασφάλεια Κλιματισμός Καθαρισμός τουαλετών</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Θέματα υγείας που σχετίζονται με την μεταφορά παθογόνων οργανισμών μέσω σταγονιδίων νερού - Η ποιότητα του νερού μπορεί να προκαλέσει επικαθίσεις, διάβρωση, ανάπτυξη μικροοργανισμών και διάφορες επιστρώσεις - Διασταύρωση μεταξύ αγωγών ανακτημένου και πόσιμου νερού.
<p>7. Επαναχρησιμοποίηση για πόσιμο νερό Ανάμιξη με ακατέργαστο πόσιμο νερό Υδροδότηση μέσω αγωγών</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Παρουσία συστατικών στο ανακτημένο νερό, κυρίως υπολείμματα οργανικών ουσιών και η τοξική τους δράση - Αισθητική και αποδοχή του κοινού - Θέματα υγείας που σχετίζονται με τη μεταφορά παθογόνων οργανισμών, κυρίως εντερικών ιών

Στην συνέχεια παρατίθενται στοιχεία που αφορούν την κατανομή των διαφόρων κατηγοριών επαναχρησιμοποίησης προ – επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων όπως καταγράφονται για την πολιτεία της California. Όπως φαίνεται, η άρδευση αποτελεί την κύρια χρήση ανακτώμενων υγρών αποβλήτων. Η αυξημένη ζήτηση του νερού των κατοίκων της πολιτείας αυτής, προκαλεί την ανάγκη για αύξηση των εγκαταστάσεων για ανάκτηση των υγρών αποβλήτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3β Επαναχρησιμοποίηση προ – επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στην California το 1977.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ	ΌΓΚΟΙ ΝΕΡΟΥ ΕΚΑΤ. m ³ / έτος	%
- Άρδευση		
Φυτά μεγάλης καλλιέργειας	128,71	58
Κοινόχρηστοι χώροι	29,50	13
Δενδρώδεις καλλιέργειες	10,01	4
Άλλες καλλιέργειες	6,14	3
- Εμπλουτισμός υδροφορέων	32,06	14
- Βιομηχανική χρήση	10,63	5
- Αναψυχή	3,03	1
- Κατασκευές και έλεγχος σκόνης	0,23	<1
- Υδατοκαλλιέργειες	0,002	<1
- Άλλες	0,77	<1

4.3.1 Γεωργική Επαναχρησιμοποίηση

Το βασικότερο ίσως χαρακτηριστικό της πρακτικής της άρδευσης είναι το εάν αυτή είναι περιορισμένη, δηλαδή εφαρμόζεται για ορισμένα είδη καλλιεργειών ή είναι απεριόριστη. Στην περιορισμένη άρδευση περιλαμβάνονται τα δάση και περιοχές όπου η πρόσβαση στο κοινό είναι περιορισμένη, καλλιέργειες που προορίζονται για ζωοτροφή, βιομηχανικά φυτά, λιβάδια, δενδρώδεις καλλιέργειες (κατά την διάρκεια συλλογής τα φρούτα δεν έρχονται σε επαφή με το έδαφος), συγκομιδές σπόρου, καλλιέργειες που παράγουν προϊόντα που υποβάλλονται σε επεξεργασία πριν από την κατανάλωση. Όσον αφορά στις μεθόδους άρδευσης, η άρδευση ψεκασμού δεν θα πρέπει να επιτρέπεται.

Η απεριόριστη άρδευση περιλαμβάνει όλες τις άλλες καλλιέργειες όπως τα λαχανικά, αμπελώνες, φρούτα που καταναλώνονται ωμά. Η απεριόριστη άρδευση επιτρέπει τις διαφορετικές μεθόδους άρδευσης συμπεριλαμβανομένης και της άρδευσης ψεκασμού.

Σύμφωνα με τους Adreadakis et al., (2003), η ελάχιστη επεξεργασία που απαιτείται για την περιορισμένη άρδευση, είναι δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία και απολύμανση, με παραγωγή εκροής BOD5 και συγκεντρώσεις SS μικρότερες των 25 και 35 mg/l αντίστοιχα για το 95% των δειγμάτων και συγκεντρώσεις κολοβακτηριδίων εντερικής προέλευσης μικρότερη από 200 FC/100ml, σαν μέση τιμή και μη υπερβαίνοντας τα 800 FC/100ml για το 95% των δειγμάτων. Απαιτείται μια εκροή για συγκέντρωση αζώτου χαμηλότερη των 30mg/l, μέσω της μερικής απονιτροποίησης, όπου είναι αναγκαίο. Εάν προβλέπεται μακροπρόθεσμη αποθήκευση σε επιφανειακές δεξαμενές για το ανακτώμενο νερό, η προηγμένη αφαίρεση θρεπτικών ουσιών απαιτείται για την παραγωγή αποβλήτων με συγκεντρώσεις αζώτου χαμηλότερες από 15mg/l και φωσφόρου λιγότερο από 4mg/l. Οι συνιστώμενες μέθοδοι για την δευτεροβάθμια επεξεργασία περιλαμβάνουν τους διάφορους τύπους ενεργού ιλύος, βιολογικά φίλτρα και περιστρεφόμενους βιολογικούς επαφείς.

Άλλα συστήματα, συμπεριλαμβανομένων των φυσικών συστημάτων που παράγουν απόβλητα ισοδύναμης ποιότητας (BOD/SS = 25/30) μπορούν να γίνουν αποδεκτά βάσει της επαρκούς τεκμηρίωσης. Μια τέτοια ποιότητα εκροής θα μπορούσε να επιτευχθεί με ένα απλό σύστημα ενεργού ιλύος. Λαμβάνοντας υπόψη αυτήν την κατάσταση, στην Ελλάδα, η περιορισμένη επαναχρησιμοποίηση είναι μια ήδη υπάρχουσα δυνατότητα της συμμόρφωσης ακόμη και με τα ακριβή πρότυπα.

Η ελάχιστη επεξεργασία που απαιτείται για την απεριόριστη άρδευση είναι δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία, ακολουθούμενη από τριτοβάθμια επεξεργασία και απολύμανση, έτσι ώστε να παράγονται απόβλητα με BOD5 και συγκεντρώσεις SS μικρότερες από 10mg/l για 80% των δειγμάτων και θολότητας μικρότερης των 2 NTU σαν μέση τιμή. Οι συγκεντρώσεις κολοβακτηριδίων εντερικής προέλευσης πρέπει να είναι μικρότερη από 15 FC/100ml για το 80% των δειγμάτων, μικρότερες από 15FC/100ml για το 95% των δειγμάτων, και να μην υπερβαίνουν τα 100 FC/100ml σε οποιοδήποτε δείγμα.

Οι απαιτήσεις αζώτου είναι οι ίδιες όπως και στην περίπτωση της περιορισμένης άρδευσης. Οι συνιστώμενες μέθοδοι για την δευτεροβάθμια επεξεργασία είναι επίσης οι ίδιες όπως στην περίπτωση της περιορισμένης άρδευσης. Η τριτοβάθμια επεξεργασία μπορεί να περιοριστεί στην άμεση διήθηση (συσσωμάτωση, κροκίδωση, διήθηση), ή διήθηση επαφής (συσσωμάτωση, διήθηση ακολουθούμενη από απολύμανση), υπό τον όρο ότι τα απόβλητα

που παράγονται μετά από την δευτεροβάθμια επεξεργασία έχουν συγκεντρώσεις SS χαμηλότερες από 20mg/l για το 80% των δειγμάτων. Άλλες μέθοδοι τριτοβάθμιας επεξεργασίας, μπορούν να υιοθετηθούν, υπό τον όρο ότι είναι τεκμηριωμένο ότι παράγουν απόβλητα ισοδύναμης ποιότητας. Συγκεκριμένα για την Ελλάδα, η ποιότητα που απαιτείται για την απεριόριστη επαναχρησιμοποίηση μπορεί να επιτευχθεί με ένα μέτριο κόστος, μέσω της αναβάθμισης των ήδη υπαρχουσών εγκαταστάσεων.

Τα πρότυπα για την περιορισμένη και απεριόριστη άρδευση, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.1α.

	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΑΡΔΕΥΣΗ	ΑΠΕΡΙΟΡΙΣΤΗ ΑΡΔΕΥΣΗ
Κολοβακτηρίδια Εντερικής Προέλευσης	200 ως μέση τιμή 800 για το 95% των δειγμάτων	5 για το 80% των δειγμάτων 15 για το 95% των δειγμάτων 100 μέγιστη τιμή
BOD5 (mg/l)	25 για το 95% των δειγμάτων	10 για το 80% των δειγμάτων
SS (mg/l)	35 για το 95% των δειγμάτων	10 για το 80% των δειγμάτων
Θολότητα NTU		2 ως μέγιστη τιμή
Συνιστώμενη Επεξεργασία	Β'/βαθμια Επεξεργασία - Απολύμανση	Β'/βαθμια Βιολογική Επεξεργασία Γ'/βαθμια Επεξεργασία - Απολύμανση

Εκτός από τις παραπάνω απαιτήσεις, θα πρέπει επιπλέον να τηρούνται τα όρια ιχνοστοιχείων όπως το αλουμίνιο, το αρσενικό, μαγγάνιο, ψευδάργυρος, υδράργυρος κ.λ.π. , ενώ η καταλληλότητα του ανακτώμενου υγρού απόβλητου πρέπει να αξιολογηθεί επίσης με βάση τα γενικά χαρακτηριστικά του νερού άρδευσης, όπως η αλατότητα (ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC_w) ή TDS), διηθητικότητα (αναλογία προσρόφησης νατρίου SAR), ιονική τοξικότητα (χλωριόντα, βόριο), άζωτο, pH κ.λ.π. (βάσει των όσων προτείνονται από την FAO Πίνακας 4.3.1β) (Adreadakis et al., 2003).

ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΒΑΘΜΟΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΧΡΗΣΗΣ		
		Μηδαμινός	Μικρός-Μέτριος	Σηπτικός
Αλατότητα (επηρεάζει κυρίως την διαθεσιμότητα του νερού στην καλλιέργεια)				
EC	dS/ m	< 0.75	0,75-3,0	> 3,0
TDS	mg/L	< 450	450-2,000	> 2,000
Διαπερατότητα (επηρεάζει Την ταχύτητα διήθησης του νερού στο έδαφος και εκτιμάται με συνδυασμένη θεώρηση των EC)				
SAR _α ή SAR _{adjα}				
SAR = 0-3 και EC		> 0.7	0,7-0,2	< 0,2
= 3-6 και EC		> 1.2	1,2-0,3	< 0,3
= 6-12 και EC	dS/ m dS/ m	> 1.9	1,9-0,5	< 0,5
= 12-20 και EC	dS/ m dS/ m	> 2.9	2,9-1,3	< 1,3

= 20-40 και EC	dS/ m	> 5.0	5,0-2,9	< 2,9
Ειδική τοξικότητα ιόντων (επιρεάζει κυρίως ευαίσθητες καλλιέργειες)				
- Νάτριο (Na ⁺)β α. Επιφανειακή άρδευση (SAR) β. Άρδευση με καταιονισμό	mg/L	< 3.0 < 70	3-9 < 70	> 9
- Χλώριο (Cl ⁻)β α. Επιφανειακή άρδευση (SAR) β. Άρδευση με καταιονισμό	mg/L mg/L	< 140 < 100	140-350 >100	>350
- Βόριο (Br ⁺ 3) σε ίχνη Διάφορες άλλες επιδράσεις (αφορούν κυρίως ευαίσθητες καλλιέργειες)	mg/L	< 0.7	7,0-3,0	> 3,0
- Άζωτο (NO ₃ -N)1 Δισανθρακικά (HCO ₃ -), μόνο για αρδεύσεις με καταιονισμό	mg/L mg/L	< 5.0 < 90	5-30 90-500	> 30 > 500
- pH		Κανονική διακύμανση: 6,5-8		
- Υπόλειμμα χλωρίου, μόνο για αρδεύσεις με καταιονισμό	mg/L		1,0-5,0	> 5,0
α Λόγος προσρόφησης Νατρίου				

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στις συγκεντρώσεις των ιόντων Na⁺ και Cl⁻, κυρίως σε περιπτώσεις άρδευσης με καταιονισμό, εξαιτίας της δυνατότητας προσρόφησης τους από το φύλλωμα διαφόρων καλλιεργειών.

4.3.1.1 Μέθοδοι Άρδευσης

Η ορθολογική χρήση του αρδευτικού νερού είναι το κυρίαρχο ζήτημα στη γεωργία, ανεξαρτήτως της ποιότητας και την προέλευσή του. Στην περίπτωση της χρήσης αστικών αποβλήτων για αρδευτικούς σκοπούς είναι αυτονόητο, ότι ο τρόπος εφαρμογής στον αγρό έχει ακόμη μεγαλύτερη σημασία, γιατί συνδέεται άμεσα με πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον. Όσο μικρότερος είναι ο βαθμός της αρδευτικής αποδοτικότητας, τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος ρύπανσης ή μόλυνσης εδάφους και νερών (επιφανειακών ή υπογείων). Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου άρδευσης μπορεί να κατέχει σημαντικό ρόλο στην ορθολογική χρήση των προς άρδευση αποβλήτων (Πανώρας, 1999).

4.3.1.2 Σύντομη αναφορά στις μεθόδους άρδευσης

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την άρδευση των καλλιεργειών διακρίνονται στις επιφανειακές, τον καταιονισμό, την τοπική άρδευση (κυρίως την στάγδην άρδευση) και την υπάρδευση (U.S.D.A. 1956, FAO 1968, 1974, Keller and Karmeli 1974, U.S.D.A. 1974 α.β., Κωνσταντινίδης 1975, FAO 1980, Παπαζαφειρίου 1984, U.S.D.A. 1984, Πανώρας 1985, Walker and Skogerboe 1986, Πανώρας 1991, 1992, Τερζίδης και Παπαζαφειρίου 1998).

4.3.1.2.1 Επιφανειακές μέθοδοι Άρδευσης

Στην άρδευση με κατάκλιση, ο αγρός χωρίζεται με χωμάτινα αναχώματα σε λεκάνες, στις οποίες παροχετεύεται νερό με μεγάλη παροχή μέχρι να φτάσει σε κάποιο προκαθορισμένο ύψος, οπότε διακόπτεται η παροχή και το νερό αφήνεται να διηθηθεί κατακόρυφα.

Στην άρδευση με λωρίδες, ο αγρός χωρίζεται σε λωρίδες με παράλληλα αναχώματα χαμηλού ύψους κατά τη διεύθυνση της μέγιστης κλίσης. Η εγκάρσια κλίση των λωρίδων είναι σχεδόν μηδενική. Το νερό παροχετεύεται στο πάνω μέρος των λωρίδων και διηθείται στο έδαφος κατακόρυφα κατά την κίνησή του προς τα χαμηλότερα σημεία.

Στην άρδευση με αυλάκια, αυτά διαμορφώνονται οριζόντια, κεκλιμένα ή κατά τις ισοϋψείς. Το νερό παροχετεύεται με μικρές παροχές στο πάνω άκρο τους και διηθείται κατακόρυφα και πλευρικά.

4.3.1.2.2 Καταιονισμός

Στην άρδευση με καταιονισμό το νερό εφαρμόζεται στην επιφάνεια του αγρού σαν τεχνητή απομίμηση της βροχής και διηθείται στο έδαφος κατακόρυφα. Ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης και λειτουργίας, τα συστήματα καταιονισμού διακρίνονται σε μόνιμα , ημιμόνιμα και μεταφερόμενα. Ο ρυθμός εφαρμογής του νερού ρυθμίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μη λιμνάζει στην επιφάνεια του εδάφους.

4.3.1.2.3 Υπάρδευση

Στην υπάρδευση το νερό εφαρμόζεται κάτω από την ζώνη του ριζοστρώματος και ανέρχεται στο ριζόστρωμα με τριχοειδή ανύψωση. Βαθιά επιφανειακά κανάλια ή υπόγειοι σωλήνες χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτό.

4.3.1.2.4 Τοπική άρδευση

Στην τοπική άρδευση το νερό εφαρμόζεται με σταλακτήρες ή μικροεκτοξευτήρες σε κάθε φυτό ή ομάδα φυτών, διαβρέχοντας μέρος της επιφάνειας του αγρού. Οι αρδεύσεις γίνονται συχνά και με μικρές ποσότητες νερού με στόχο να ικανοποιηθούν οι ανάγκες εξατμισοδιαπνοής των φυτών χωρίς απώλειες βαθιάς διήθησης.

Τα συστήματα τοπικής άρδευσης, εφόσον είναι καλά σχεδιασμένα και συντηρούνται σωστά, έχουν υψηλούς βαθμούς αποδοτικότητας εφαρμογής του νερού στον αγρό, με αποτέλεσμα οι αποδόσεις των καλλιεργειών να είναι υψηλές και στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται αστικά απόβλητα εξασφαλίζεται υψηλός βαθμός προστασίας του κοινού, των καταναλωτών και των αγροτών. Τα συστήματα τοπικής άρδευσης θεωρούνται ιδανικά για άρδευση με υγρά αστικά απόβλητα επειδή : α) αποτελούν κλειστά συστήματα και δεν εκθέτουν σε κίνδυνο τους αγρότες , β) δεν προκαλούν διασπορά των αποβλήτων με τον άνεμο, όπως υπάρχει πιθανότητα να συμβεί με τον καταιονισμό ή τα συστήματα ψεκασμού και γ) δε δημιουργούν απώλειες απορροής προς γειτονικές περιοχές ή κινδύνους ρύπανσης των υπόγειων νερών από βαθιά διήθηση των αποβλήτων, όπως συμβαίνει με τις επιφανειακές μεθόδους. Βέβαια τα συστήματα αυτά, είναι ακριβά και συνιστούν υψηλής ποιότητας επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα, για να αποφευχθεί η έμφραξη των οπών εξόδου του

νερού. Στα δίκτυα άρδευσης με σταγόνες τα απόβλητα, ανεξάρτητα από το βαθμό επεξεργασίας τους, διέρχονται από σύστημα φίλτρων (χαλικόφιλτρα, φίλτρα σίτας κα.) (Πανώρας, 1999).

Στον Πίνακα 4.3.1.2.3, παρουσιάζονται οι πιθανοί κίνδυνοι έμφραξης ενός συστήματος άρδευσης με σταγόνες λόγω φυσικών, χημικών και βιολογικών αιτιών. Η ύπαρξη στερεών τεμαχιδίων στα υγρά αστικά απόβλητα που δέχθηκαν δευτεροβάθμια επεξεργασία και η ανάπτυξη μικροοργανισμών στους σταλακτήρες μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα που ξεπερνιούνται με την χρήση χαλικόφιλτρων και το συχνό καθάρισμά τους με άφθονο νερό (Papadopoulos and Stylianos 1988). Γενικά η χρήση αποβλήτων στην άρδευση με σταγόνες απαιτεί την ύπαρξη κατάλληλων φίλτρων στην αρχή του συστήματος (Gilbert et al 1979, Oron et al. 1979, 1980, 1982, Adin and Elimelech 1989, Massoud et al 1995). Οι Oron et al. συστήνουν φίλτρα με ανοίγματα μεγαλύτερα από 0,125 mm (120 mesh) για να αποφευχθούν πιθανές εμφράξεις. Οι Adin and Sacks (1991) και οι Massoud et al 1995 έδειξαν ότι η άρδευση των καλλιεργειών με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα με συστήματα σταγόνων, προϋποθέτει την ταυτόχρονη χρήση χαλικόφιλτρου, φίλτρου σίτας και έγχυσης χλωρίου στο σύστημα άρδευσης, για την αποφυγή εμφράξεων. Η έγχυση μπορεί να γίνεται συνεχώς κατά την διάρκεια της άρδευσης (0.4 mg/l υπολειμματικού χλωρίου). Οι Papadopoulos et al (1998), διαπίστωσαν ότι η συνδυασμένη χρήση χαλικόφιλτρων, φίλτρων σίτας και Treflan ως ριζοαπωθητικού σε υπόγειους σταλακτηφόρους αγωγούς συνέβαλε στην αποφυγή έμφραξης των σταλακτήρων. Επειδή η περιεκτικότητα ασβεστίου στα απόβλητα είναι συνήθως υψηλή, πρέπει να υπολογίζεται ο δείκτης LSI (Nakayama and Bucks 1985, Πανώρας κα. 1992), που εκφράζει τον πιθανό κίνδυνο έμφραξης των σταλακτήρων από την καθίζηση του ασβεστίου. Η άρδευση με σταγόνες έχει πολλά πλεονεκτήματα , πρέπει όμως πάντοτε να λαμβάνεται υπόψη το κόστος εγκατάστασης που είναι σημαντικό και ο υψηλός βαθμός συντήρησης που απαιτεί το σύστημα (Πανώρας κα. 1994β, Πανώρας 1995).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.1.2.3 πιθανοί κίνδυνοι έμφραξης ενός συστήματος.

ΑΙΤΙΑ ΈΜΦΡΑΞΗΣ	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ		
	ΜΙΚΡΟΣ	ΜΙΚΡΟΣ εώς ΜΕΣΟΣ	ΜΕΓΑΛΟΣ
Φυσικά Αιωρούμενα στερεά (mg/L)	<50	50-100	>100
Χημικά pH	<7	7.0-8.0	>8.0
Διαλυμένα στερεά (mg/L)	<500	500-2000	>2000
Μαγγάνιο (mg/L)	<0.1	0.1-1.5	>1.5
Σίδηρος (mg/L)	<0,1	0.1-1.5	>1.5
Υδροθείο (mg/L)	<0.5	0.5-2.0	>2.0
Βιολογικά Βακτηριακοί πληθυσμοί (μέγιστος αριθμός / ml)	<10 ⁴	10 ⁴ -5*10 ⁴	>5*10 ⁴

4.3.2. Βιομηχανική Επαναχρησιμοποίηση

Η επαναχρησιμοποίηση για βιομηχανικούς λόγους περιλαμβάνει την παραγωγή νερού ψύξης, την μεταποίηση και την βαριά βιομηχανία. Το είδος της επεξεργασίας που απαιτείται εξαρτάται από τις συγκεκριμένες απαιτήσεις κάθε εφαρμογής. Οι προτεινόμενες οδηγίες για ψυκτικά συστήματα χωρίς ανακυκλοφορία είναι ουσιαστικά οι ίδιες με εκείνες που συστήνονται για την περιορισμένη άρδευση, ενώ στην περίπτωση των συστημάτων ψύξης με ανακυκλοφορία, την μεταποίηση και τη βαριά βιομηχανία τα προτεινόμενα πρότυπα είναι ίδια με αυτά που ισχύουν στην απεριόριστη άρδευση.

4.3.3. Αστική μη πόσιμη επαναχρησιμοποίηση – Αποκατάσταση βιοτόπων – Χώροι αναψυχής

Οι επαναχρησιμοποιήσεις του προαναφερθέντος τύπου, περιλαμβάνουν την άρδευση κοινόχρηστων (π.χ. νεκροταφεία, άρδευση αυτοκινητόδρομων κ.τ.λ.) χώρων αναψυχής, πυροπροστασία, έλεγχος σκόνης, καθαρισμό δρόμων και πεζοδρομίων κα. Οι κανονισμοί αποτελούν μια διάκριση μεταξύ των περιορισμένων και απεριόριστων αστικών χρήσεων βάσει της ανθρώπινης επαφής και της συχνότητας επαφής με ανακτώμενο υγρό. Από την άποψη της επεξεργασίας, η περιορισμένη αστική επαναχρησιμοποίηση (όπως νεκροταφεία, άρδευση αυτοκινητόδρομων), μπορεί να πραγματοποιηθεί στηριζόμενη αποκλειστικά σε δευτεροβάθμια επεξεργασία και απολύμανση, ενώ η απεριόριστη επαναχρησιμοποίηση (όπως γήπεδα, πάρκα, σχολεία), απαιτεί τρίτοβάθμια επεξεργασία.

4.3.4. Εμπλουτισμός Υπόγειων Υδροφορέων

Ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων με ανακτώμενο νερό από τα υγρά απόβλητα, συνδυάζει τον τεχνητό εμπλουτισμό των υδροφορέων με την περαιτέρω επεξεργασία των εφαρμοζόμενων εκροών, δια μέσου των φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών που συμβαίνουν στο σύστημα έδαφος – υδροφορέας. Ο τεχνητός εμπλουτισμός των υδροφορέων στοχεύει κυρίως, στην αποθήκευση πλεονασμάτων επιφανειακών νερών ή / και στην ενίσχυση των αποθεμάτων νερού του υδροφορέα και προστασία τους από την υπεράντληση ή ρύπανση που πολλές φορές οφείλεται στην διείσδυση θαλάσσιου νερού σε παράκτιους υδροφορείς. Αναλυτικότερα ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων εφαρμόζεται για:

- Την ελάττωση της πτώσης του υδροφόρου ορίζοντα,
- Την προστασία του υπόγειου νερού σε παράκτιους υδροφορείς από την διείσδυση και ανάμειξή του με θαλάσσιο νερό,
- Την αποθήκευση νερού που ανακτάται κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ή άλλων επιφανειακών νερών για μελλοντική του χρήση (Todd, 1980) Επιπλέον, εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων επιτυγχάνεται και από τυχαία γεγονότα, όπως κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων με εφαρμογή τους στο έδαφος ή κατά την διάθεση εκροών υγρών αποβλήτων σε διάφορους αποδέκτες, δια μέσου της διήθησης και κατείδυσης στο έδαφος και σε βαθύτερους γεωλογικούς σχηματισμούς (Αγγελάκης Α. Ν., Tchobanoglous G 1995).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δρακάτος, Π.Α., Καλαβρουζιώτης, Ι.Κ., Βαρνάβας, Σ.Π., (1997), «Εκμετάλλευση Επεξεργασμένων Λυμάτων Βιολογικού Σταθμού Μεσολογγίου», 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης 15 – 18 Οκτωβρίου 1997, Πάτρα, pp. 511 – 516.

Πανώρας Α. και Ηλίας Α. (1999),” Άρδευση με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα”, Εκδόσεις Γιαχούδη - Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.

Αγγελάκης Α. Ν., Tchobanoglous G (1995), ‘Υγρά απόβλητα: Φυσικά συστήματα επεξεργασίας και ανάκτηση, επαναχρησιμοποίηση και διάθεση εκροών’, Ηράκλειο, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης.

Καλαβρουζιώτης Κ. Ιωάννης, Αποστολόπουλος Α. Χάρης και Δρακάτος Α. Παναγιώτης (2004), *Ολοκληρωμένος Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Επαναχρησιμοποίησης Επεξεργασμένων Υγρών Λυμάτων Βιολογικών Σταθμών στα Αστικά Κέντρα*, 1ο Πανελλήνιο Περιβαλλοντικό Συνέδριο 7 – 9 Μαΐου 2004, Νέα Ορεστιάδα, pp. 410 – 417.

Κωνσταντινίδης, Κ.Α., (1975), *Η μέθοδος αρδεύσεως δια καταιονήσεως*. Εκδόσεις Αφοι Π. Σάκουλα, Θεσσαλονίκη-Αθήνα.

Παπαδόπουλος, Α., Παπαδόπουλος, Φ., Παρισσόπουλος, Γ. (1993), «Επαναχρησιμοποίηση Επεξεργασμένων Λυμάτων για Άρδευση, 8ο σεμινάριο για την προστασία του περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, 22 – 25 Νοεμβρίου.

Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1984. *Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Τερζίδης, Γ.Α. και Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ. (1998). *Γεωργική υδραυλική*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας Δ., (2001), ‘ *Ορεινή Υδρονομική – Τα ρέοντα Ύδατα*, τόμος Ι, Θεσσαλονίκη, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Αριστοτελείου πανεπιστημίου.

<http://users.auth.gr/darakas/16ProtovathmiaEpexergasia.pdf>

<http://users.auth.gr/darakas/17DefterovathmiaEpexergasia.pdf>

<http://users.auth.gr/darakas/DEYA.pdf>

<http://invenio.lib.auth.gr/record/100560/files/gri-2008-968.pdf?version=1>

<http://www.diktioaigaiou.gr/contents/media/files/LIMNHPLASTHRA/KARTERIS.pdf>

<http://www.slideshare.net/kpevertisk/ss-2631985>

http://www.deyamyty.gr/erga_eisodou.html

<http://www.deyakallikrateias.gr/images/1.jpg>

<http://www.deyax.org.gr/images/zoom/biologikos/10.jpg>

http://2.bp.blogspot.com/_CmNbnlSRP18/S2P9bH9mgI/AAAAAAABhM/z4tR5xN7Aas/s400/PA070026.JPG

http://st3.xo.gr/files/1/Backoffice/customer_photos/GAVRIILOG LOU_N_MAROUDIAS_N_OE_STELNIC_4bbbd0.1.jpg

<http://htmlimg1.scribdassets.com/5zd7kq6apst9ryk/images/4-cd3a383c30.jpg>

<http://3.bp.blogspot.com/7Q9SpFk0cC4/T4KWwycwWtI/AAAAAAAAN6Q/4rd4JIZ4dTU/s400/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%82.jpg>

<http://www.ecotech.gr/images/products/tainiofiltropresses/DSC00369.jpg>