

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΩΝ ΓΡΕΒΕΝΩΝ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΚΟΥΡΕΛΛΑΣ ΑΧΙΛΛΕΑΣ Α.Μ.:5600

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΤΖΙΡΤΖΙΛΑΚΗΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ



ΠΑΤΡΑ 01/06/2016

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τ.Ε.Ι. Πάτρας. Πρόκειται για μια πτυχιακή που πραγματικά έχει μεγάλη σημασία όχι μόνο για εμένα ως σπουδαστή και κάτοικο Γρεβενών αλλά και για την υπηρεσία της Δ.Ε.Υ.Α Γρεβενών και πιο πολύ για την ίδια την πόλη, διότι προτείνει λύση σε ένα πρόβλημα που τα τελευταία 5 τουλάχιστον χρόνια προκαλεί απανωτές ζημιές και σημαντικές φθορές στον βιολογικό με αποτέλεσμα να κινδυνεύει ο υδροφόρος ορίζοντας του Νομού καθώς και ομαλή λειτουργία του βιολογικού. Με την επίτευξη της ομαλής λειτουργίας το όφελος δεν είναι μόνο η καθαριότητα αλλά υπάρχει και σημαντικό οικονομικό όφελος καθώς θα μειωθούν τα έξοδα συντήρησης.

Η εργασία περιλαμβάνει κατά βάση την μελέτη μιας εγκατάστασης καθαρισμού του λύματος από αιωρούμενα και πιο βαριά σκουπίδια πριν το λύμα φτάσει στο κεντρικό αντλιοστάσιο του βιολογικού. Επιπλέον, θα γίνει μια εικονική αναβάθμιση στα σημεία της εγκατάστασης, ένας εκσυγχρονισμός με σκοπό την πιο ομαλή λειτουργία αλλά και σημαντικές προτάσεις για την βελτίωση της συντήρησης. Ο βασικός στόχος της εργασίας είναι να καθαρίζεται επαρκώς το λύμα για την αποφυγή προβλημάτων κυρίως στην αντλίες του βιολογικού. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την υπηρεσία της Δ.Ε.Υ.Α Γρεβενών, πιο συγκεκριμένα την αντιπρόεδρο Φωτεινή Τζιουβαρα, τον διευθυντή Τοττίδη Επαμεινώνδα, την επιβλέπον μηχανικό Πούλιο Θεόδωρο αλλά και τον συντηρητή του βιολογικού καθαρισμού Σιδέρη Άρη.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής

(Ονοματεπώνυμο)

.....

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή εργασία , μπορούμε να πούμε ότι διαθέτει βασικούς δυο κλάδους οι οποίοι έχουν έναν κοινό σκοπό, την βελτίωση της λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού της πόλης των Γρεβενών.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας , γίνεται μια ιστορική αναδρομή στα αποχετευτικά συστήματα και τους λόγους που οδήγησαν στην δημιουργία τους. Κυρίως σε αυτά που εμφανίστηκαν πρώτα στον κόσμο αλλά και σε αυτά που παρουσίασαν καινοτομίες στον τομέα, όσα έφεραν νέα πράγματα και τεχνολογίες στον κλάδο των αποχετευτικών συστημάτων. Μετά τις αναφορές για τα αποχετευτικά της αρχαιότητας, περνάει σε πιο πρόσφατες τεχνολογίες οι οποίες ήρθαν στο προσκήνιο με σκοπό να καλύψουν ανάγκες που παρουσιάστηκαν μεταγενέστερα. Καθώς ο πληθυσμός των πόλεων αυξανόταν παρουσιάστηκαν νέα προβλήματα, νέα μεγέθη (όγκος λυμάτων) επομένως ήταν επιτακτική η ανάγκη για εξέλιξη. Αρχικά τροποποιώντας τα ήδη υπάρχοντα δίκτυα αποχέτευσης αλλά και προσθέτοντας νέες εγκαταστάσεις.

Παρόλα αυτά, έπρεπε να γίνει κάτι ώστε τα λύματα να περνάνε από μια επεξεργασία. Διότι οι οσμές, τα βακτήρια και οι διάφορες ουσίες που υπάρχουν στο λύμα μόνο θετικές επιπτώσεις δεν είχαν στο περιβάλλον και τον άνθρωπο. Η λύση ήρθε με την κατασκευή εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων. Με άλλα λόγια τον βιολογικό καθαρισμό. Γίνεται λοιπόν μια αναφορά στους λόγους που συντέλεσαν και οδήγησαν στην εξέλιξη της επεξεργασίας των λυμάτων, αλλά και στους τρόπους που γινόταν η επεξεργασία και πως εξελίχθηκαν.

Στην συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο επικεντρωνόμαστε στην πόλη των Γρεβενών και πιο συγκεκριμένα στον αποχετευτικό σύστημα της πόλης. Γίνεται μια μικρή παρουσίαση του συστήματος από την αρχή της κατασκευής του, αναφέρονται τα πρώτα νούμερα που έδωσαν τις πληροφορίες για να γίνει η μελέτη και μετέπειτα να πραγματοποιηθεί το έργο.

Ακολουθεί το 3^ο κεφάλαιο , το οποίο αφορά την εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της πόλης. Δίνονται λεπτομέρειες από την μελέτη που είχε γίνει. Παρουσιάζονται τα σχέδια της εγκατάστασης καθώς διάφορες πληροφορίες για τον τρόπο λειτουργίας. Μπορεί να θεωρηθεί ως το πιο σημαντικό της εργασίας. Είναι το κεφάλαιο όπου αναφερόμαστε στα σημαντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει η εγκατάσταση. Προβλήματα που όταν είχε γίνει η μελέτη δεν υπήρχαν, προβλήματα τα οποία παρουσιάστηκαν ξαφνικά μερικά χρόνια αργότερα και που με την που επικρατεί κατάσταση είναι δύσκολο να επιλυθούν.

Στο 4^ο κατά σειρά κεφάλαιο, γίνεται μια πιο αναλυτική προσέγγιση στην εγκατάσταση. Αναφέρονται οι εργασίες συντήρησης που απαιτούνται, για κάθε μηχανολογικό εξάρτημα. Έχουμε μια εις βάθος ανάλυση του προβλήματος που αναφέρθηκε στον προηγούμενο κεφάλαιο και στις σημαντικές επιπτώσεις του στον βιολογικό. Κλείνοντας παρουσιάζονται οι υπάρχοντες τρόποι και ο εξοπλισμός για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Προχωρώντας (Κεφάλαιο 5^ο) και έχοντας κατανοήσει το μείζων θέμα που «σαμποτάρει» την εγκατάσταση έρχονται δυο πρώιμες προτάσεις που ευελπιστούσαμε να δώσουν μια αξιόλογη λύση. Παραθέτονται λοιπόν δυο διαφορετικές λύσεις μια με χαμηλό κόστος και εύκολη τοποθέτηση και μια δεύτερη με αυξημένο κόστος και σαφώς μεγαλύτερο χρονοδιάγραμμα, η δεύτερη λύση μπορεί εύκολα να θεωρηθεί ο πρόγονος της τελικής. Αμφότερες απερρίφθησαν καθώς μετά από λεπτομερή έλεγχο , διαπιστώθηκαν αδυναμίες που εν τέλει οδήγησαν στην ματαίωση των σχεδίων.

Φτάνουμε στο 6^ο κεφάλαιο, εδώ που γίνεται η παρουσίαση του τελικού σχεδίου της εγκατάστασης προεπεξεργασίας λυμάτων. Εδώ λοιπόν δίνεται μια λύση μέσα από την εργασία. Η μελέτη για μια εγκατάσταση προεπεξεργασίας του λύματος πριν αυτό φτάσει στο αντλιοστάσιο κεντρικής ανύψωσης του βιολογικού καθαρισμού. Η εγκατάσταση αυτή έχει σκοπό τον καθαρισμό του λύματος από αιωρούμενα, από στερεά και κυρίως από μωρομάντηλα , ίσως την βασικότερη αιτία των προβλημάτων της εγκατάστασης. Μετά την εισαγωγή στην ιδέα ακολουθούν όλες οι απαραίτητες λεπτομέρειες με την μορφή σχεδίων και αριθμών. Βλέπουμε την εγκατάσταση από μια πιο τεχνική σκοπιά , καθώς υπάρχουν ζωτικής σημασίας υπολογισμοί για την λειτουργία της εγκατάστασης. Παρουσιάζεται ο τεχνικός εξοπλισμός με λεπτομέρειες.

Το τελευταίο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στην μελέτη που απαιτείται είναι το πιο τεχνικό από όλα τα προηγούμενα. Πρόκειται ουσιαστικά για την τεχνική περιγραφή του έργου με όλα τα συναφή. Από την περιγραφή των εργασιών του εξοπλισμού και των μηχανημάτων έως τις απαιτούμενες ποσότητες υλικών και το κατά προσέγγιση τελικό κόστος.

Επίσης γίνεται αναφορά για εκσυγχρονισμό των εγκαταστάσεων του βιολογικού χωρίς πολλές και ριζικές αλλαγές, αλλά μικρές τροποποιήσεις που ευελπιστούμε να βελτιώσουν σημαντικά την λειτουργία. Καθώς και να κάνουν πιο εύκολο το έργο της συντήρησης. Για την επίτευξη του στόχου υπήρξε συνεργασία με τον επί χρόνια συντηρητή του βιολογικού, με τον επιβλέπων μηχανικό της Δ.Ε.Υ.Α.Γ.

Στο τέλος του κεφαλαίου γίνεται μια αποτίμηση των όσων προαναφέρθηκαν . Αν η εγκατάσταση όντως θα βοηθούσε την κατάσταση και προφανώς αν πρόκειται για μια λύση που μπορεί να εφαρμοστεί άμεσα η όχι. Επιπλέον αν ο εκσυγχρονισμός είναι απαραίτητος ή όχι την δεδομένη στιγμή.

Για την καλύτερη και ευκολότερη κατανόηση του θέματος της εργασίας θα ακολουθήσουν μερικές διευκρινήσεις, ορολογίες και περιγραφές εξαρτημάτων.

Υγρά απόβλητα: Είναι νερό που έχει χρησιμοποιήσει ο άνθρωπος σε διάφορες εφαρμογές. Προέρχονται κυρίως από κατοικίες, ιδρύματα, εμπορικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, τα αστικά λύματα και τα βιομηχανικά απόβλητα.

Αστικά λύματα, προέρχονται από σπίτια, χώρους υγιεινής, κουζίνες, πλυντήρια, γενικά από διαδικασίες καθαρισμών σπιτιών , καταστημάτων , γραφείων κλπ. .

Αστικά λύματα επίσης υπάγονται και αυτά των εστιατορίων, ξενοδοχείων, δημοσίων υπηρεσιών, καταστημάτων, γραφείων κ.λπ.

Βιομηχανικά απόβλητα, απορρίπτονται από κτίρια και χώρους που χρησιμοποιούνται για οποιαδήποτε εμπορική ή βιομηχανική δραστηριότητα, τα οποία δεν είναι ούτε οικιακά ούτε όμβρια ύδατα. Είναι δηλαδή τα υγρά απόβλητα των βιομηχανικών ή βιοτεχνικών εγκαταστάσεων, που δημιουργούνται κατά την παραγωγική διαδικασία και μπορεί να περιέχουν υπολείμματα των υλικών που χρησιμοποιούνται. Δεν συμπεριλαμβάνονται τα λύματα του προσωπικού τα οποία κατατάσσονται στα αστικά λύματα

Βιολογικός καθαρισμός , τι είναι ? Ο σκοπός μια εγκατάστασης επεξεργασίας αστικών λυμάτων (στην περίπτωση μας αυτή των Γρεβενών) είναι η απομάκρυνση των βλαβερών συστατικών που περιέχουν τα απόβλητα. Έτσι τα απόβλητα η καλύτερα το λύμα που έχει υποστεί επεξεργασία είναι σε κατάσταση να επιστρέψει στο περιβάλλον χωρίς να προκαλέσει μολύνσεις. Ο βαθμός απόδοσης ενός τυπικού συστήματος είναι περίπου στο 90%. Η διαδικασία χωρίζεται σε τρία στάδια στα οποία θα εμβαθύνω αργότερα.

Αφού λοιπόν αποκτήσαμε μια γενική εικόνα για τον τι εστί βιολογικός καθαρισμός, θα εστιάσουμε σε μερικά εξαρτήματα που στην συνέχεια της εργασίας θα μας απασχολήσουν, καθώς βρίσκονται και στην εγκατάσταση προεπεξεργασίας του λυματος.

Αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα: Αποτελείται από κάθετες ράβδους τοποθετημένες η μία δίπλα στην άλλη και καθώς το λύμα περνά μέσα από αυτή συγκρατούνται τα αιωρούμενα (υφάσματα, μωρομάντηλα). Λέγεται αυτοκαθαριζόμενη διότι ένα χτένι περνά κατά μήκος των ράβδων και αφαιρεί όσα έχουν συγκρατηθεί. Στην πορεία της εργασίας θα υπάρχουν και λεπτομερή σχέδια.

Εσχαροκάδος: Πρόκειται για έναν ορθογωνικό κάδο , μεταλλικό με διάκενα διαφόρων διατομών. Σκοπός του είναι η αφαίρεση σκουπιδιών, κλαδιά δέντρων, ρούχα, παιχνίδια που φτάνουν με το λύμα στην εγκατάσταση. Για τον ερχαροκάδο θα υπάρξουν στην συνέχεια της εργασίας σχέδια.



Εικ.1.1: Εσχαροκάδος

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:

Βιολογικός καθαρισμός, μελέτη βελτίωσης, διάταξη φιλτραρίσματος βιολογικού καθαρισμού

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1^ο	σελ.3
Ιστορική αναδρομή στα συστήματα υδροδότησης και αποχέτευσης	
1.1 Μεσοποταμία «η αρχή της αποχέτευσης»	σελ. 3
1.1.2 Μοχένζο-ντάρο	σελ. 3
1.1.3 Βαβυλωνία	σελ. 5
1.2 Μινωικός πολιτισμός	σελ. 5
1.2.1 Μέσο-μινωική περίοδος	σελ. 6
1.2.2 Μινωικές τεχνολογίες	σελ. 6
1.2.3 Αποχετευτικό	σελ. 8
1.2.4 Βίλα Αγίας Τριάδας	σελ. 8
1.2.5 Μινωική τουαλέτα	σελ. 8
1.3 Ρώμη	σελ. 9
1.4 Τα μαύρα χρόνια την υγιεινής	σελ. 12
1.5 Άνθιση της υγιεινής	σελ. 12
1.5.1 Η εξέλιξη της τουαλέτας	σελ. 12
1.6 Η αρχή της επεξεργασίας των λυμάτων	σελ. 13
1.6.1 Εξέλιξη της βασικής επεξεργασίας	σελ. 14
1.6.2 Βιολογικά φίλτρα	σελ. 17
1.6.3 Ενεργός ιλύς	σελ. 18
1.6.4 Η μεταπολεμική περίοδος	σελ. 18
1.6.5 Αφαίρεση θρεπτικών από το λύμα και επεξεργασία ιλύος	σελ. 18
1.6.6 Εκσυγχρονισμός βιολογικού καθαρισμού	σελ. 19

Κεφάλαιο 2^ο	σελ. 21
Αποχετευτικό σύστημα των Γρεβενών	
2.1 Αποχετευτικό της πόλης των Γρεβενών	σελ.21
Κεφάλαιο 3^ο	σελ. 23
Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της πόλης των Γρεβενών	
3.1 Εισαγωγή	σελ. 23
3.1.1 Υποδοχή λύματος	σελ. 24
3.1.2 Χαρακτηριστικά ακατέργαστου λύματος	σελ. 24
3.1.3 Οργανικά συστατικά	σελ. 25
3.1.4 Άζωτο	σελ. 26
3.1.5 Φώσφορος	σελ. 27
3.1.6 Παθογόνοι μικροοργανισμοί	σελ. 27
3.1.7 Θερμοκρασία	σελ. 27
3.1.8 Αλκαλικότητα και pH	σελ. 27
3.1.9 Χλωριούχα, βαριά μέταλλα , θείο	σελ. 28
3.2 Πρωτοβάθμια επεξεργασία	σελ. 29
3.3 Δευτεροβάθμια επεξεργασία	σελ. 30
3.3.1 Φρεάτιο μερισμού βιολογικής βαθμίδας	σελ. 30
3.3.2 Βιοεπιλογέας	σελ. 30
3.3.3 Μονάδα βιολογικής αποφωσφόρησης	σελ. 31
3.3.4 Μονάδα απονιτροποίησης	σελ. 31
3.3.5 Δεξαμενές αερισμού και οξειδωτικές τάφροι (δεύτερο στάδιο)	σελ. 31
3.3.6 Αντλιοστάσιο νιτροποιημένου ανάμεικτου υγρού	σελ. 33

3.3.7 Μονάδα μερισμού παροχής καθιζήσεων	σελ. 33
3.3.8 Δεξαμενές καθίζησης	σελ. 33
3.3.9 Μονάδα διύλισης	σελ. 35
3.3.10 Απολύμανση (τρίτο στάδιο)	σελ. 35
3.3.11 Μονάδα βιομηχανικού νερού	σελ. 35
3.3.12 Μονάδα μεταερισμού- διάθεση επεξεργασμένου λύματος	σελ. 36
3.3.13 Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και απομακρύνσεως περίσσεια ιλύος	σελ. 36
3.3.14 Επεξεργασία ιλύος , Πάχυνση και αφυδάτωση	σελ. 36
3.3.15 Διάθεση ιλύος	σελ. 38
3.3.16 Όργανα και μηχανήματα (τεχνική περιγραφή)	σελ. 38

Κεφάλαιο 4^ο σελ. 42

Συντήρηση, προτάσεις βελτίωσης και αποτελέσματα

4.1 Βελτίωση λειτουργίας Βιολογικού καθαρισμού (εισαγωγή)	σελ. 42
4.1.1 Βασική συντήρηση	σελ. 43
4.1.2 Αντλίες	σελ. 43
4.1.3 Φρεάτιο αερισμού	σελ. 44
4.1.4 Δεξαμενή συλλογής λιπιδίων (λιποσυλλογή)	σελ. 44
4.1.5 Μονάδα εσχάρωσης	σελ. 45
4.1.6 Δεξαμενή Βιοεπιλογέα	σελ. 45
4.1.7 Μονάδα αερισμού (οξειδωτικές τάφροι)	σελ. 46
4.1.8 Δεξαμενές καθίζησης	σελ. 46
4.1.9 Απολύμανση	σελ. 46
4.1.10 Μονάδα επεξεργασίας περίσσειας ιλύος	σελ. 48
4.2 Παρουσίαση του προβλήματος	σελ. 49
4.2.1 Επιπτώσεις	σελ. 51

4.2.2 Υπάρχοντες τρόποι αντιμετώπισης	σελ. 53
Κεφάλαιο 5^ο	σελ. 55
Μελέτη προεγκατάστασης καθαρισμού λύματος	
5.1 Αρχικές προτάσεις	σελ. 55
5.2 Αιτίες απόρριψης	σελ. 57
Κεφάλαιο 6^ο	σελ. 59
Παρουσίαση εγκατάστασης προεπεξεργασίας λυμάτων(τεχνική περιγραφή)	
6.1 Εισαγωγή	σελ. 59
6.1.1 Διαστάσεις και διάταξη	σελ. 59
6.1.2 Υπολογισμός ωφέλιμης διατομής και παροχών	σελ. 60
6.1.3 Εσχάρες	σελ. 62
6.1.4 Συλλογή και απομάκρυνση εσχαρισμάτων	σελ. 64
6.1.5 Λοιπές πληροφορίες	σελ. 65
Κεφάλαιο 7^ο	σελ. 67
Μελέτη εγκατάστασης	
7.1 Περιγραφή εργασιών και πίνακας μηχανολογικού και τεχνικού εξοπλισμού	σελ. 67
7.1.1 Σκυροδέματα	σελ. 68
7.1.2 Περιγραφή εκσκαφής	σελ. 69
7.1.3 Υπολογισμός όγκου δάνειων υλικών (επίχωση)	σελ. 71
7.1.4 Κοιτόστρωση	σελ. 71
7.1.5 Υπολογισμός όγκου σκυροδέματος , δαπέδου και τοιχίων	σελ. 72
7.1.6 Οπλισμός	σελ. 74

7.2 Χρονοδιάγραμμα και αιτιολογική έκθεση	σελ. 75
7.3 Προϋπολογισμός έργου	σελ. 77
7.4 Προτάσεις βελτίωσης λειτουργίας	σελ. 79
Συμπεράσματα-επίλογος	σελ. 80
Βιβλιογραφία	σελ 81

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία ξεκινά με μία αναδρομή στο παρελθόν του ανθρώπου στον τομέα της υδροδότησης, της αποχέτευσης και μετέπειτα τον βιολογικό καθαρισμό. Αρχικά μεταφερόμαστε στην περιοχή του Ινδού ποταμού , στην Μεσοποταμία εκεί που ανασκαφές έφεραν στο φώς ίσως το αρχαιότερο σύστημα υδροδότησης και αποχέτευσης. Εκεί θα δούμε μια από τις αρχαιότερες προσπάθειες για απομάκρυνση του λύματος από τις κατοικημένες περιοχές, με καινοτόμες λύσεις. Η πόλη του Μοχεντζο-Ντάρο ήταν το επίκεντρο της υδραυλικής και την υγιεινής . Με τα σπίτια να διαθέτουν μπάνια και αποχωρητήρια συνδεδεμένα σε ένα κεντρικό δίκτυο με πήλινους σωλήνες. Φεύγοντας από τον Ινδό και την ευρύτερη περιοχή , ερχόμαστε στην Ελλαδικό χώρο και πιο συγκεκριμένα στην Κρήτη, στην Κρήτη του μινωικού πολιτισμού. Εκεί που οι αρχαίοι Έλληνες προσέφεραν στον τότε γνωστό κόσμο, τεχνολογίες άγνωστες, ευρηματικές που ακόμα και σήμερα προκαλούν έκπληξη. Τα προηγμένα συστήματα συλλογής βρόχινου νερού, οι τεχνικές αποθήκευσης, τα δίκτυα σωληνώσεων εντός και εκτός των ανακτόρων. Η αυξημένη ευαισθησία ως προς την ανθρώπινη υγιεινή, με μοναδικές λύσεις στα αποχωρητήρια, παροχή νερού έξω από ιερούς χώρους για όλους όσους τους επισκεπτόντουσαν. όπως χαρακτηρίστηκα λέγεται οι Μινωίτες μηχανικοί είχαν άριστη γνώση της μηχανικής των ρευστών, με δίκτυα σχεδιασμένα για να είναι τέλεια, οι σωλήνες είχαν συγκεκριμένο τρόπο κατασκευής , συγκεκριμένο σχήμα και τρόπο ένωσης, και όλα αυτά για να ελέγχεται με ακρίβεια η ροή του νερού.

Μετά την Κρήτη ακολουθεί η Ρώμη, ο Ρωμαϊκός πολιτισμός που έχει να επιδείξει το πιο γνωστό αποχετευτικό, την Cloaca Maxima. Οι Ρωμαίοι πήραν τα όσα δίδαξε η Κρήτη και τα πήγαν στο επόμενο επίπεδο. Με αγωγούς υδροδότησης που ήταν υπερυψωμένοι και εξαιρετικές μελέτες για τον τρόπο κατασκευής έτσι ώστε να βελτιστοποιείται η ροή. Πολλά από τα σπίτια διέθεταν δικό τους μπάνιο και αποχωρητήριο, εκτός αυτών υπήρχαν και οι δημόσιες τουαλέτες που όμως δεν ήταν ανοιχτές για όλους. Πράγμα που μαζί με κάποιους άλλους παράγοντες οδήγησαν τους πολίτες να γεμίσουν τους δρόμους με λύματα. Θα δώσουμε όμως έμφαση και σε κάποιες ατέλειες στο φαινομενικά τέλει αποχετευτικό των Ρωμαίων.

Μετά την Ρώμη ακολουθεί η μαύρη εποχή της υγιεινής , μετά από αιώνες υπήρξαν εξελίξεις. Θα πρέπει να φτάσουμε σχεδόν στον 18^ο αιώνα, όπου η πληθυσμιακή αύξηση οδηγεί τους επιστήμονες στην αναζήτηση λύσεων. Διότι μαζί με τον πληθυσμό αύξηση σημειώθηκε και στην ποσότητα των αστικών αλλά και βιομηχανικών λυμάτων. Ο όγκος ήταν τέτοιος που προκαλούσε έντονη δυσοσμία γύρω από τα ποτάμια που συνήθως κατέληγε το λύμα, επίσης μετά από προσπάθειες η μόλυνση από τις ακαθαρσίες συνδέθηκε με την έξαρση ασθενειών. Ήταν λοιπόν ένας σημαντικότερος λόγος για να ενεργοποιηθεί ο κόσμος και να ψάξει λύσεις , όχι μόνο για την αποχέτευση, αλλά και για την επεξεργασία των ακαθαρσιών. Αυτή ήταν λοιπόν η αρχή για την δημιουργία των πρώτων εγκαταστάσεων

επεξεργασίας λυμάτων , η εξέλιξη αυτών «γέννησε» τον σύγχρονο βιολογικό καθαρισμό. Προφανώς μετά από πειράματα, τροποποιήσεις φτάσαμε στον τελικό αποτέλεσμα, μια εγκατάσταση που δέχεται λύμα, το επεξεργάζεται και επιστρέφει στο περιβάλλον νερό που δεν προκαλεί ζημιές και στον άνθρωπο εκμεταλλεύσιμα παραπροϊόντα.

Το επόμενο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στην πόλη των Γρεβενών και πιο συγκεκριμένα στο δίκτυο αποχέτευσης. Γίνεται μια αναδρομή και αναφορά στις πρώτες μελέτες, στον τρόπο κατασκευής και στο υπάρχον δίκτυο. Πως εκπονήθηκε το έργο ποιες παραμέτρους έπρεπε να πληροί, την νομοθεσία αλλά και μελλοντικά σχέδια επέκτασης και βελτίωσης του. Θα παρατεθούν πραγματικοί αριθμοί που περιγράφουν το δίκτυο και αυτό γιατί η Δ.Ε.Υ.Α Γρεβενών μας έδωσε πρόσβαση σε επίσημα έγγραφα που περιέχουν όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες και πληροφορίες επόμενη εγκατάσταση που λειτουργεί στην πόλη, είναι ο βιολογικός καθαρισμός. Βρίσκεται εκτός πόλης (περίπου 4χλμ.) και το λύμα φτάνει με φυσική ροή. Η εγκατάσταση λειτουργεί περίπου 12 χρόνια. Η μελέτη προέβλεπε ότι ο βιολογικός θα έχει ορίζοντα λειτουργίας τα 20 χρόνια και μετέπειτα τα 40 καθώς εσκεμμένα έχει μένει χώρος μέσα στην εγκατάσταση για επέκταση. Ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά του βιολογικού, είναι ότι πρόκειται για μια μονάδα με μέγιστη λειτουργική απλότητα και ελάχιστο λειτουργικό έλεγχο, κάτι που μέσα από την πτυχιακή θα επιχειρήσω να πάω ένα βήμα παραπέρα. Στα πρώτα χρόνια λειτουργίας αυτό που χαρακτήριζε την εγκατάσταση ήταν το μικρό κόστος λειτουργίας, πράγμα που ήταν μέσα στους στόχους της μελέτης. Το πρόβλημα είναι πως όπως σε όλες τις μελέτες, μπορεί με το πέρασ του χρόνου να παρουσιαστούν μεταβλητές που κανείς δεν περίμενε. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, τα μωρομάνηλα που εισχωρούν στον βιολογικό και προκαλούν συχνά βλάβες και πιθανόν μικρή αναστολή λειτουργίας, θέτοντας υπό αμφισβήτηση πλέον το στόχο του μικρού κόστους λειτουργίας. Εδώ θα φανεί χρήσιμη η προεγκατάσταση που αποτελεί το βασικό θέμα της πτυχιακής. Μια εγκατάσταση που θα απαλλάξει το λύμα από τα αιωρούμενα και κατ'επέκταση θα κάνει τον βιολογικό πιο «ανεξάρτητο» και στην πορεία αφού μειωθεί ο αριθμός και η συχνότητα των βλαβών, ελπίζουμε στην τελική μείωση του κόστους λειτουργίας. Για να βελτιστοποιηθεί η λειτουργία, εκτός της προεγκατάστασης θα προβούμε και σε αλλαγές στα ενδότερα του βιολογικού. Αλλαγές στα σημεία, σε πράγματα που το κόστος θα είναι σχετικά χαμηλό αλλά η προσφορά σημαντική. Αλλαγές που θα βοηθήσουν το προσωπικό να κάνει την δουλειά του πιο εύκολα, πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ασφάλεια. Στο τέλος της εργασίας θα γίνει μια αξιολόγηση των όσων προβλέπει η εργασία και το όφελος που θα αποκομίσει η εγκατάσταση του βιολογικού καθαρισμού.

Κεφάλαιο 1^ο

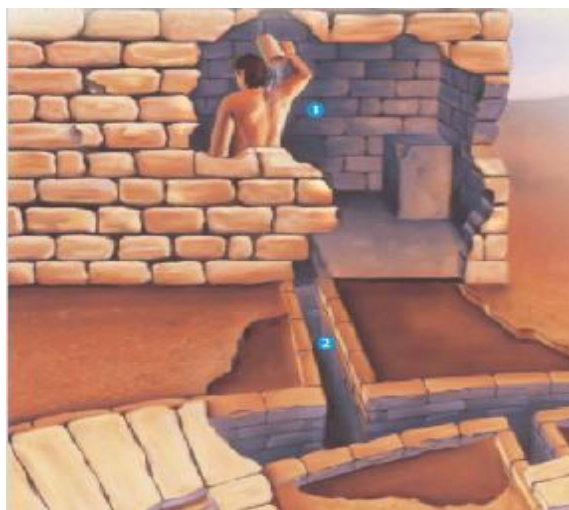
Ιστορική αναδρομή στα συστήματα υδροδότησης και αποχέτευσης

1.1 Μεσοποταμία «η αρχή της αποχέτευσης»

Στην περιοχή της Μεσοποταμίας (350 Π.Χ – 2500Π.Χ) οι ανασκαφές ανέδειξαν ένα δίκτυο αποστράγγισης νερού στο οποίο ήταν συνδεδεμένα σπίτια, με σκοπό την απομάκρυνση των λυμάτων. Στην πόλη Ενσούνα η οποία με τον σημερινό χάρτη βρίσκεται 50 χλμ. Βορειοανατολικά της Βαγδάτης ανασκαφές αποκάλυψαν υπονόμους κατασκευασμένους από τούβλα. Υπήρχαν πλευρικές ενώσεις με τα αποχωρητήρια των σπιτιών που οδηγούσαν το λύμα στον αποχέτευση. Η πόλη όμως που ξεχώρισε για τις προηγμένες εγκαταστάσεις ήταν η Μοχένζο-ντάρο.

1.1.2 Μοχένζο-ντάρο

Τοποθετημένη στην κοιλάδα του Ινδού και στην επαρχία του Σίντιχ στο Πακιστάν βρίσκεται η πόλη με ένα από τα πιο εξελιγμένα συστήματα αποχέτευσης στην ιστορία. Σχεδόν όλα τα σπίτια διέθεταν μπάνιο και αποχωρητήριο. Ήταν πάντα τοποθετημένα στον τοίχο που «έβλεπε» στον δρόμο και αυτό για να διευκολυνθεί η σύνδεση τους στο κεντρικό σύστημα αποχέτευσης. Σε όσα σπίτια το μπάνιο και το αποχωρητήριο βρισκόταν στον δεύτερο όροφο η ένωση του με το κεντρικό σύστημα γινόταν με πήλινους σωλήνες με χωνευτή ένωση, η οποίοι ήταν τοποθετημένοι στους τοίχους των σπιτιών.

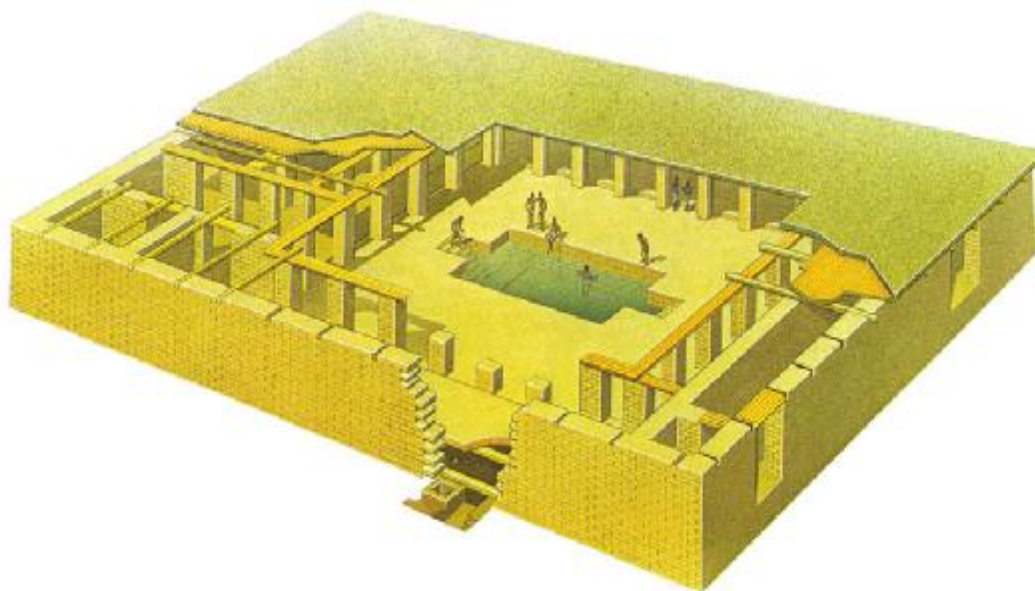


Εικ.2.1: Αποχωρητήριο στη Μοχενζο-ντάρο

Οι πήλινοι σωλήνες είναι σχεδόν ανέγγιχτοι και αποτελούν τον πρόγονο των σύγχρονων σωλήνων V.C.P (πήλινοι σωλήνες που έχουν υποστεί υαλοποίηση). Τα στραγγιστικά από τις οροφές, τα μπάνια, τις τουαλέτες, τα αποχωρητήρια δεν έφταναν αμέσως στο κεντρικό σύστημα των δρόμων, αλλά περνούσαν σε αυτά μέσω ενός πηγαδιού το οποίο ήταν κατασκευασμένο από τούβλα. Το πηγάδι διέθετε εξόδους που βρισκόταν 2 εκατοστά πάνω από τον πάτο του. Εικάζεται πως αυτές οι κατασκευές αποτέλεσαν τον πρόγονο της σύγχρονης καταβόθρας.

Ο κάθε δρόμος είχε δυο κανάλια αποστράγγισης με καλύμματα είτε από πέτρα είτε από τούβλο, τα οποία μπορούσαν να αφαιρεθούν για τον καθαρισμό του καναλιού. Οι διαστάσεις των καναλιών κυμαίνονταν από 30 εκ. βάθος και 23εκ. πλάτος έως 60εκ. βάθος και 46εκ πλάτος, συνήθως ήταν τοποθετημένα 45εκ. με 60εκ. κάτω από το επίπεδο του δρόμου.

Άλλο ένα ξεχωριστό εύρημα στην ίδια περιοχή είναι τα κοινά μπάνια. Μια κατασκευή που για την εποχή μπορεί να χαρακτηριστεί εξαιρετική, αν λάβουμε υπόψη τα υλικά, τα εργαλεία αλλά και την τοποθεσία, μάλιστα για την αδιαβροχοποίηση των τοιχωμάτων τοποθετήθηκε πίσσα. Είχε το μέγεθος μιας πισίνας, παρόλα αυτά δεν χρησιμοποιούνταν για καθαρισμό, αλλά για τελετές θρησκευτικού ενδιαφέροντος.



Εικ. 2.2: Δημόσια λουτρά

Γενικά τα ερείπια της πόλης αντικατοπτρίζουν μια κοινωνία με ευαισθησία στην προσωπική υγιεινή και κανόνες για την διατήρηση καθαρού νερού.

1.1.3 Βαβυλωνία

Στη περιοχή της Βαβυλωνίας βρέθηκαν αποχωρητήρια τα οποία ήταν συνδεδεμένα με καταβόθρες χρησιμοποιώντας, για την μεταφορά του λύματος, αγωγούς διαμέτρου 450 χιλιοστών που συνδέονταν με διάτρητους σωλήνες πριν τελικά το λύμα καταλήξει στην καταβόθρα. Παρά της εγκαταστάσεις που διέθεταν οι Βαβυλώνιοι πετούσαν σκουπίδια και περιττώματα στους δρόμους, αυτό οδηγούσε κατά περιόδους στην κάλυψη των δρόμων με πηλό. Η επαναλαμβανόμενη αυτή κατάσταση προκάλεσε την ύψωση των δρόμων σε σημείο που ανάγκαζε τους κατοίκους στην κατασκευή σκαλών για να μπουν στα σπίτια.

1.2 Μινωικός πολιτισμός

Το 1.700 Π.Χ ήταν το έτος που χρονολογείται η ραγδαία άνθηση των Κριτών υπό τον βασιλιά Μίνωα. Οι ανασκαφές που έγιναν τόσο στο ανάκτορο της Κνωσού αλλά και στις γύρω περιοχές αποκάλυψαν πολύπλοκα συστήματα υδροδότησης και αποχέτευσης. Το ανάκτορο της Κνωσού, είχε στις υποδομές του σωλήνες πήλινους που κατέληγαν σε υπονόμους κατασκευασμένους από πέτρα και τσιμέντο. Δεξαμενές βρόχινου νερού και πέτρινα υδραγωγεία αποτελούσαν πηγές διαθέσιμου νερού για να εξασφαλίζουν συνεχή ροή που περνούσε από τουαλέτες και αποχωρητήρια. Νερά που έβρισκαν τον δρόμο τους για τον ποταμό Καίρατο.



Εικ 1.2: Δεξαμενή αποθήκευσης νερού

1.2.1 Μέσο-μινωική περίοδος

Σε αυτή την περίοδο δηλαδή μεταξύ 2^{ης} και 3^{ης} χιλιετίας Π.Χ σημειώθηκε η σημαντικότερη πρόοδος . Έκαναν την εμφάνιση τους προωθημένες υδραυλικές και υγειονομικές τεχνικές στην διαχείριση των νερών των οικισμών. Ο Σερ Άρθουρ Τζον Έβανς βρετανός αρχαιολόγος ήταν αυτός που προσδιόρισε τρία δωμάτια στα ανάκτορα της Κνωσού που χρησιμοποιούνταν σαν λουτρά. Ίσως ένα από τα πιο εντυπωσιακά χαρακτηριστικά ήταν το ξύλινο κάθισμα τουαλέτας, η οποία μάλιστα διέθετε σύστημα έκπλυσης παρόμοιο με τα σύγχρονα. Με το νερό να φτάνει στον σωλήνα έκπλυσης από έναν αγωγό που βρισκόταν έξω από την τουαλέτα. Η τουαλέτα μπορούσε να ξεπλυθεί με νερό από δοχείο, που έπεφτε στην αγωγό μπροστά από την είσοδο. Η προηγμένη αρχιτεκτονική και υδραυλική λειτουργία επισφραγίζεται με την ύπαρξη περίπου 40 υδραγωγείων, τα πρώτα βρέθηκαν στην Μινωική Κρήτη, 5 στέρνες καθώς και πηγάδια που βρέθηκαν στην περιοχή του ανακτόρου της Κνωσού αλλά η χρήση τους ήταν πιο εκτεταμένη στην ανατολική Κρήτη λόγω έλλειψης επιφανειακών υδάτινων πόρων.

1.2.2 Μινωικές τεχνολογίες

Οι Μινωικές τεχνολογίες που ξεχώρισαν μπορούν να διακριθούν σε τρία μέρη :

1. Σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, στις οποίες υπήρχε και έλλειψη υδάτινων πόρων, η ανάγκη για νερό ικανοποιούνταν με την συλλογή και αποθήκευση βρόχινου νερού σε υπόγειες δεξαμενές. Η διευθέτηση ανοιχτών χώρων (όπως αυλές, πλατείες), ο καθαρισμός και τροποποίηση των χώρων, με αυλάκια η πήλινους σωλήνες, γίνονταν πριν την περίοδο των βροχοπτώσεων. Το νερό αποθηκευόταν σε υπόγειες προστατευόμενες δεξαμενές, πριν όμως φτάσει σε αυτές το νερό περνούσε μέσα από αμμοδιυλλυστήρια. Ο καθηγητής Δέφνερ έκανε λόγο για υδραυλικά φίλτρα, πήλινες μακρόστενες κατασκευές με οπές στο ένα άκρο. Η λειτουργία τους ήταν απλή αλλά αποτελεσματική, η στροβιλώδης ροή σε συνδυασμό με την μεγάλη ταχύτητα ροής δημιουργούσαν σχετικά χαμηλές πιέσεις στα τοιχώματα της κατασκευής απαλλάσσοντας την εκροή από αιωρούμενα στερεά.
2. Η κατασκευή σωληνώσεων απαιτεί τον έλεγχο της απώλειας πίεσης του ρευστού. Οι Μινωίτες φαίνεται να είχαν κατανοήσει το φαινόμενο και βρήκαν έναν ευφυέστατο τρόπο για τον έλεγχο του. Το κωνικό σχήμα των σωληνώσεων ήταν αυτό που έδωσε την λύση. Οι Webster και Hughes (2010) μέτρησαν απώλειες πίεσης έως και 90% που οφείλονται αποκλειστικά στο κωνικό σχήμα των αγωγών. Αναφέρετε μάλιστα ότι η απώλεια πίεσης αυξανόταν μαζί με την ταχύτητα ροής με προβλέσιμο τρόπο. Δεν έχει διευκρινιστεί ποιος ακριβώς ήταν

ο λόγος που επιλέχθηκε το κωνικό σχήμα αλλά συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι οι λόγοι που συντέλεσαν σε αυτή την επιλογή ήταν οι εξής :

- Ευκολία στη κατασκευή
 - Εξυπηρετεί την συνδεσμολογία (οι ενώσεις ενισχύονταν με τσιμέντο)
 - Έλεγχος πίεσης σε ανώμαλες επιφάνειες
 - Ευκολότερος σχεδιασμός δικτύων
 - Αποφυγή εναπόθεσης ιζημάτων σε περιοχές με υψηλό Ph στο νερό
3. Σε περιοχές με υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες όπως το ανάκτορο του Ζάκρου και του Παλιοκάστρου η τεχνολογία ανόρυξης και εξόρυξης νερού με την χρήση πηγαδιών ήταν ιδιαίτερα εξελιγμένη. Τα βάθος των πηγαδιών ήταν 12.5 μέτρα και η διάμετρος τους 1m.

Επιπλέον τα λουτρά και οι δεξαμενές νερού ήταν απαραίτητα για τους Μινωίτες γιατί η θρησκεία τους απαιτούσε από τους πιστούς να είναι καθαροί, για τον λόγο αυτό στην κύρια είσοδο του ανακτόρου της Κνωσού υπήρχε πάντα διαθέσιμο νερό από το υδραγωγείο για να καθαρίζονται και οι επισκέπτες(η γνωστή «ιερά κρήνη).



Εικ 2.3: Πηγάδι Μινωικής Κρήτης

1.2.3 Αποχετευτικό

Το αποχετευτικό σύστημα των Μινωιτών χαρακτηρίζεται από την αξιοπρόσεκτη αρχιτεκτονική και υδραυλική του λειτουργία. Οι Έβανς, Μακ Ντόναλντ και Ντρίσεν σχεδίασαν την πιθανή αρχική μορφή του συστήματος στο ανάκτορο της Κνωσού. Το συνολικό μήκος των αγωγών ξεπερνά τα 150 μέτρα αλλά το μέγεθος των σωληνώσεων και οι κλίσεις και οι γωνίες δεν επιτρέπουν την λεπτομερή εξέταση του.

Τα δίκτυα αποχέτευσης και μεταφοράς υδάτων ήταν σχεδιασμένα «τέλεια» όπως χαρακτηρίστηκα αναφέρεται. Στο ανάκτορο του Μίνωα υπάρχει ένα μεγάλο πέτρινο τούνελ που περνά κάτω από το κτίσμα και καταλήγει στην βόρεια είσοδο, στο τούνελ αυτό κατέληγαν όλα τα νερά του ανακτόρου καθώς και τα υγρά απόβλητα από διάφορες συνοικίες. Κάτω από το ανάκτορο και στις γύρω συνοικίες υπάρχει το πιο καλά εξερευνημένο δίκτυο που σχηματίζει κύκλο και το υψηλότερο σημείο του είναι μια δεξαμενή αποθήκευσης ανατολικά του ανακτόρου. Οι αγωγοί ήταν κατασκευασμένοι από κατεργασμένες πέτρες και είχαν μέγεθος αρκετά μεγάλο ώστε να διευκολύνεται η συντήρησή τους, μάλιστα υπήρχαν ειδικά ανοίγματα που βοηθούσαν στην εξαέρωση και τον καθαρισμό. Για τον καθαρισμό των κατώτερων πατωμάτων (υπήρχαν και τουαλέτες εκεί) χρησιμοποιούσαν βρόχινο νερό, το νερό έφτανε εκεί μέσα από σωλήνες που ξεκινούσαν από την οροφή του κτίσματος.

1.2.4 Βίλα Αγίας Τριάδας

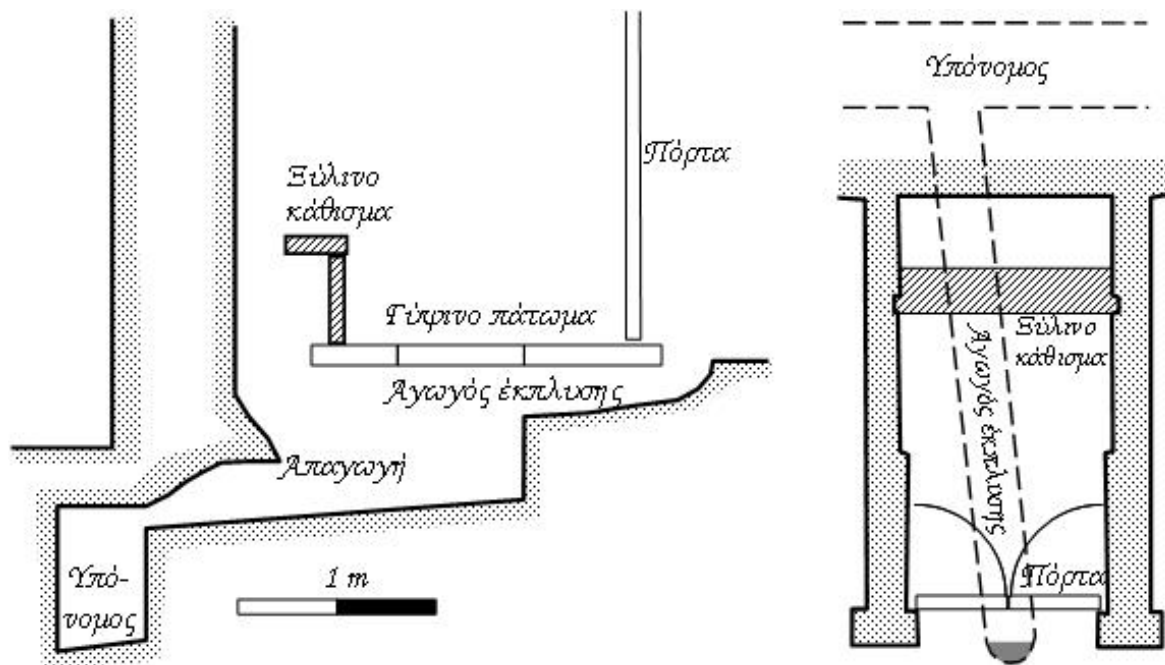
Ένα λαμπρό παράδειγμα προηγμένου αποχετευτικού βρίσκεται στην Βίλα της Αγίας Τριάδας. Ο συγγραφέας Άντζελο Μόσο βρέθηκε στον χώρο της βίλας στις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Βρέθηκε την βίλα κατά διάρκεια νεροποντής και παρατήρησε ότι το αποχετευτικό όχι απλά λειτούργησε, αλλά λειτούργησε τέλεια λόγω της υδροδυναμικής προώθησης που δημιουργήθηκε από την τις υψομετρικές διαφορές και το σχήμα του αγωγού.

1.2.5 Μινωική τουαλέτα

Στο ανάκτορο της Κνωσού, της Φαιστού και στα Μάλια υπήρχαν τουαλέτες που θυμίζουν πολύ τις σύγχρονες, με κάθισμα, μάλιστα στα Μάλια το κάθισμα είναι σε σχεδόν άριστη κατάσταση αφού ήταν κατασκευασμένο από πέτρα και όχι από ξύλο. Η περίπτωση της Κνωσού παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς δε βρισκόταν

στον κατώτερο επίπεδο και έτσι ο καθαρισμός απαιτούσε μια διαφορετική λύση. Το νερό έφτανε στην τουαλέτα μέσω ενός καναλιού έξω από την πόρτα, ένας αγωγός κάτω από το πάτωμα συνδέει το άνοιγμα της λεκάνης με την πήλινο αγωγό κάτω από αυτή. Με αυτό τον τρόπο το νερό περνούσε κάτω από την λεκάνη καθαρίζοντας τη. Να σημειωθεί ότι η Μινωική τουαλέτα μοιάζει περισσότερο με Αιγυπτιακή και όχι με Τούρκικη.

Τέλος, ενδεικτικό της προηγμένης διαχείρισης υδάτινων πόρων είναι πως τα περισσότερα λουτρά της Μινωικής περιόδου συνδεόταν με εξωτερικά σηπτικά συστήματα. Κάτι που αναδεικνύει το γεγονός ότι στην Κρήτη εκείνης της εποχής ο τρόπος σκέψης και διαχείρισης του λύματος ήταν ιδιαίτερα εξελιγμένος, είναι πως τμήμα του λύματος χρησιμοποιούνταν στον αγροτικό τομέα.



Εικ. 2.4: Μινωική τουαλέτα

1.3 Ρώμη

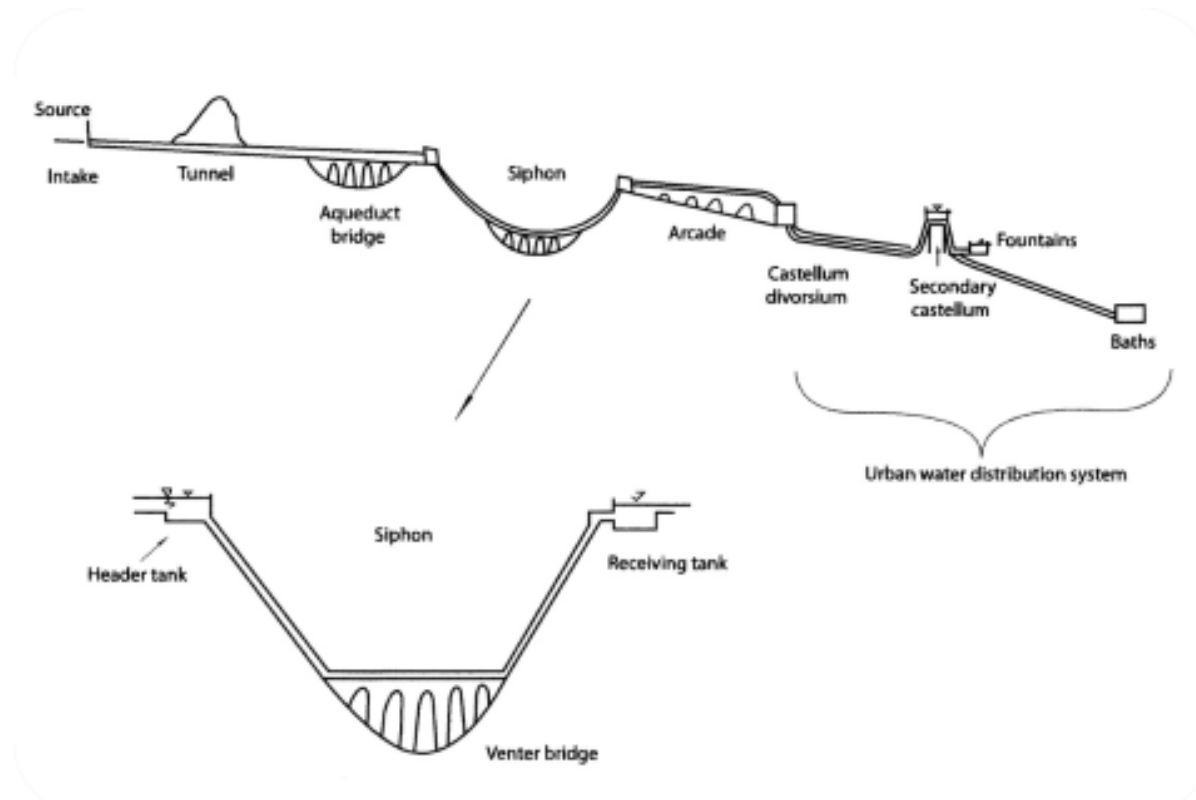
Τα κεντρικό αποχετευτικό σύστημα πάνω στο οποίο χτίστηκε η Ρώμη ήταν το Cloaca Maxima. Έχει μείνει στην ιστορία ως ένα από τα καλύτερα αποχετευτικά, μια πιο προσεκτική ματιά όμως αποκαλύπτει ότι αρκετές φορές «αγνοούσε» κάποιες βασικές αρχές υγιεινής. Όταν κατασκευάστηκε είχε μορφή ανοιχτού αγωγού και στην συνέχεια «έκλεισε». Βέβαια πρέπει να αναφέρουμε ότι σκοπός του συστήματος αυτού ήταν η αποστράγγιση βρόχινου νερού και όχι λυμάτων όπως συνέβη στην πορεία.

Την παροχή νερού της πόλης ανέλαβαν 11 υδραγωγεία, το νερό που εν τέλει έφτανε στην Ρώμη διαχωριζόταν σε νερό καλής ποιότητας που προοριζόταν για πόση και νερό κακής ποιότητας που οδηγούνταν στις τουαλέτες και στο αποχετευτικό. Στον τομέα της υδροδότησης οι Ρωμαίοι μηχανικοί χρησιμοποίησαν τεχνικές και λύσεις . Οι αγωγοί νερού, αρκετοί από αυτούς ήταν κατασκευασμένοι από μολύβδο, όταν υπήρχε η δυνατότητα ακολουθούσαν φυσική ροή. Το 5% του συστήματος υδροδότησης υποστηριζόταν από οδογέφυρες.



Εικ. 2.5 : Αγωγός παροχής νερού στην Ρώμη

Οι κατασκευές αυτές όμως αποδείχτηκαν εν μέρει ανεπαρκής έως και αποτυχημένες. Ο λόγος ήταν πως παρουσίαζαν συχνά βλάβες, απαιτούσαν τακτική και χρονοβόρα συντήρηση ,για τον λόγο αυτό διέθεταν αεραγωγούς η αλλιώς τρύπες επιθεώρησης.



Εικ. 2.6: Γραφική απεικόνιση πορείας αγωγού

Οι πολύπλοκες κατασκευές των Ρωμαίων δεν τελείωναν στους αγωγούς. Τα λουτρά και τα μπάνια τους είναι μάρτυρες μοναδικής αρχιτεκτονικής. Μάλιστα τα λουτρά διέθεταν περίοπτη θέση στην κουλτούρα τους, χιζόντουσαν δίπλα στις βιβλιοθήκες και αποτελούσαν μέρος συνάντησης και ψυχαγωγίας.

Τα λύματα της πόλης όπως προαναφέρθηκε, συγκεντρωνόταν στην Cloaca Maxima η οποία κατέληγε στον ποταμό Tibet, με το πέρας των χρόνων η αυξημένη παροχή λυμάτων είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ροής του ποταμού. Οι τουαλέτες των σπιτιών βρισκότουσαν στο ισόγειο για ευκολότερη σύνδεση με την αποχέτευση. Έτσι οι κάτοικοι της πόλης που έμεναν σε όροφο κα όσοι δεν διέθεταν τουαλέτα στο σπίτι για τις ανάγκες τους είχαν ένα δοχείο απόδευσης. Τα δοχεία αυτά τα άδειαζαν στους δρόμους της πόλης, με το περιεχόμενό τους να πετιέται ακόμα και από το παράθυρο του ορόφου χαρίζοντας δυσάρεστες εκπλήξεις στους περαστικούς. Ως δείγμα Ρωμαϊκής φιλοξενίας στις εισόδους της πόλης, έδιναν στους επισκέπτες από ένα τέτοιο δοχείο. Το παραπάνω φαινόμενο απέτυχαν να εξαλείψουν και οι δημόσιες τουαλέτες, γιατί πρώτων ήταν ανοιχτές, φτωχοί, ανάπηροι δεν επιτρεπόταν να μπουν μόνο για τους πλούσιους και του αστούς ήταν προσβάσιμες και δεύτερον για την χρησιμοποίησή τους ο πολίτης έπρεπε να καταβάλει αντίτιμο. Μαζί με την κατάρρευση της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας ήρθε και η κατάρρευση την υγιεινής.

1.4 Τα μαύρα χρόνια την υγιεινής

Από το τέλος της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας και για πάρα πολλά χρόνια ο τομέας της προσωπικής και δημόσιας υγιεινής έμοιαζε εντελώς εγκαταλελειμμένος. Η πρόοδος που σημειώθηκε στους επόμενους αιώνες ήταν σχεδόν μηδενική. Οι υπόνομοι, τα αποχετευτικά κατά την διάρκεια του Μεσαίωνα δεν εξελίχθηκαν. Εγκαταστάσεις υπήρχαν, ότι δηλαδή είχε ήδη εμφανιστεί κατά το παρελθόν, επιφανειακές εκροές, καταβόθρες και τα λύματα απλά τα μετέφεραν εκτός πόλης, σε αγροτικές περιοχές για να λειτουργήσουν ως λίπασμα χωρίς να έχει υποστεί το λύμα κάποιου είδους κατεργασία. Αυτή η πρόχειρη λύση οδήγησε στην άνθιση του παραεμπορίου. Την εμφάνιση του έκανε στην Αγγλία όταν επιτήδριοι άδειαζαν τις καταβόθρες, έπαιρναν το λύμα και στην συνέχεια το πουλούσαν σε αγρότες.

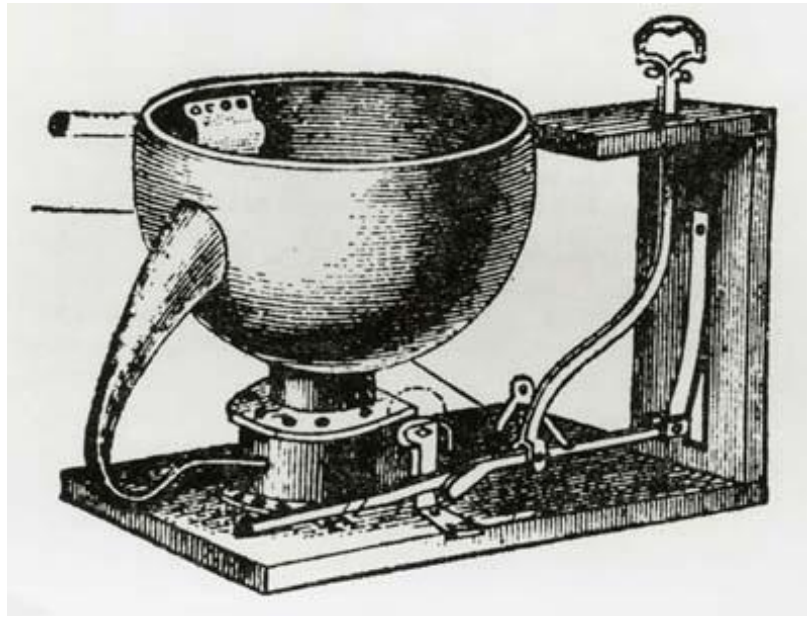
1.5 Άνθιση της υγιεινής

Η αύξηση του πληθυσμού οι βιομηχανίες οδήγησαν σταδιακά στην αύξηση της μόλυνσης με αστικά αλλά και βιομηχανικά πλέον λύματα. Ο μεγάλος αριθμός αποβλήτων έφερε ασθένειες που αποδείχτηκαν θανατηφόρες έτσι έγινε προφανές πως έπρεπε να έρθουν αλλαγές.

Οι Βρετανοί ήταν από τους πρώτους στην μεταγενέστερη Ευρώπη που ξεκίνησαν την κατασκευή υπονόμων με σκοπό την βελτίωση της ποιότητας ζωής. Χρειάστηκε όμως να χάσουν την ζωή τους χιλιάδες άνθρωποι πριν να εστιάσουν στον τομέα της διαχείρισης των λυμάτων. Ο Δρ. Τζον Σνόου ήταν ίσως ο πρώτος που μέσα από το έργο του πάλεψε να συνδέσει, μέσω ενδελεχούς έρευνας, ότι αρρώστιες όπως η χολέρα που αφαιρούσε χιλιάδες ζωές συνδεόταν άμεσα με την κακή ποιότητα νερού που έφτανε στα σπίτια των Λονδρέζων. Έτσι το 1848 ξεκινά η κατασκευή του πρώτου περιεκτικού συστήματος αποχέτευσης, με εμπνευστή του τον Άγγλο Williams Ledley, στην πόλη του Αμβούργου. Το δίκτυο τέθηκε σε λειτουργία το 1853 και μέχρι το 1860 το σύμπλεγμα των αγωγών είχε φτάσει τα 48 χιλιόμετρα σε μήκος.

1.5.1 Η εξέλιξη της τουαλέτας

Μετά την πρώτη εμφάνιση καθίσματος στην Μινωική Κρήτη και τις όποιες βελτιώσεις και τροποποιήσεις που υπέστη το σχέδιο αυτό στην πορεία, φτάνουμε στην πιο σύγχρονη μορφή της τουαλέτας, με καζανάκι. Πρώτος ο Cummings παρουσίασε το καζανάκι με ένα σχέδιο το οποίο βελτιστοποίησε στην συνέχεια ο Joseph Bramah και το κατέστησε ως το κυρίαρχο σχέδιο για επόμενα 80 με 100 χρόνια .



Εικ. 2.7: Το σχέδιο του Joseph Bramah

Το βασικότερο όμως πρόβλημα αυτής της κατασκευής ήταν το κόστος και η υγιεινή. Στον ίδιο τομέα, μια έκθεση από τον Edwin Chadwick για τα προβλήματα στην δημόσια υγεία που προκύπτουν από την κακομεταχείριση των λυμάτων προτρέπει τον Henry Doulton στην δημιουργία μιας γραμμής παραγωγής σωλήνων αποχέτευσης .

Φτάνουμε στο 1848 όταν και έγινε πρώτη πράξη δημόσιας υγιεινής, με την οποία στην πόλη του Λονδίνου γίνεται υποχρεωτική η προσθήκη εγκατάστασης υγιεινής σε όλα τα σπίτια , περιλαμβάνεται και η τουαλέτα με καζανάκι. Το 1858 ήταν η χρονιά του «The Great Stink» , ο ποταμός Τάμεσης είναι ο κύριος παραλήπτης λυμάτων και η δυσοσμία στις περιοχές γύρω από τον ποταμό φτάνουν σε πρωτόγνωρα επίπεδα. Αρκετά χρόνια αργότερα το 1900 έχουμε την επόμενη πραγματική βελτίωση της τουαλέτας, αυτή με το κρεμαστό καζανάκι καθώς και την τουαλέτα με σιφόνι και 30 χρόνια αργότερα έρχεται η το διπλό σιφόνι.

1.6 Η αρχή της επεξεργασίας των λυμάτων

Η ανάγκη για κάποιου είδους επεξεργασίας των λυμάτων είχε αρχίσει να γίνεται επιτακτική καθώς οι ασθένειες, η δυσοσμία και γενικότερα η δυσφορία που προκαλούσαν τα απόβλητα επηρέαζε την ζωή των ανθρώπων αρνητικά. Μεταξύ 1850 και 1910 εμφανίστηκαν πολλές πατέντες και συνταγές για χημική επεξεργασία

και σε αυτό συντέλεσαν δύο βασικοί λόγοι. Πρώτων έπρεπε να μειωθούν τα ποσοστά μόλυνσης του νερού, σε βαθμό που η επανένταξη τους στον υδροφόρο ορίζοντα να μην προκαλέσει προβλήματα. Δεύτερον, ενώ από αρχαιοτάτων χρόνων τα λύματα είχαν αγροτική χρήση, πλέον ο στόχος είναι η παραγωγή τεχνητής κοπριάς. Προς τα τέλη του 1800 κάνει την εμφάνιση του ο βιολογικός καθαρισμός παίρνοντας για λίγο την θέση του χημικού, όμως το 1970 επιστρέφουμε στον χημικό καθαρισμό του λύματος για την αφαίρεση του φωσφορικού, διαδικασία που υπάρχει μέχρι και σήμερα.

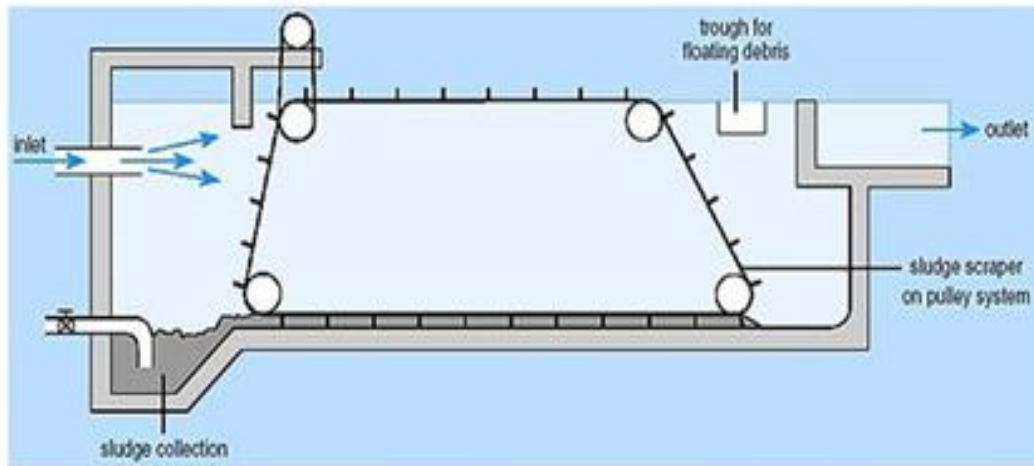
1.6.1 Εξέλιξη της βασικής επεξεργασίας

Όπως αναφέρω και σε προηγούμενα τμήματα της εργασίας , μια από τις πρώτες μορφές επεξεργασίας , ήταν η χρήση της αγροτικής γης. Μια από τις πρώτες εφαρμογές ήταν να δημιουργούν λάκκους και τάφρους για να θάψουν το λύμα , βέβαια για να διευκολύνουν το έργο της γης αφαιρούσαν τα βαρέα στερεά από τον χώρο ταφής.

Το επόμενο στάδιο ήταν οι δεξαμενές καθίζησης όπως τις γνωρίζουμε σήμερα. Πρόκειται για δεξαμενές με επίπεδο πυθμένα, και στην συνέχεια με κεκλιμένο, που το κατώτατο τμήμα τους είχε πηλίνη επένδυση. Σε αυτές τις δεξαμενές το λύμα ηρεμεί και διαχωρίζεται ανάλογα με την πυκνότητα των περιεχομένων του. Για τον καθαρισμό των δεξαμενών αφού πρώτα γινόταν «μετάγγιση» του νερού, στην συνέχεια με χειρονακτική εργασία και απλά εργαλεία απομακρυνόταν το ίζημα . Αργότερα περίπου στο 1850 πέρασαν σε πιο αναβαθμισμένα μέσα, κάδους με βίντσι και η ο όλη διαδικασία έγινε πιο εύκολη. Μεταγενέστερα, περίπου 50 χρόνια πιο μετά είχαν πραγματικά μηχανικά μέσα για την δουλεία αυτή.

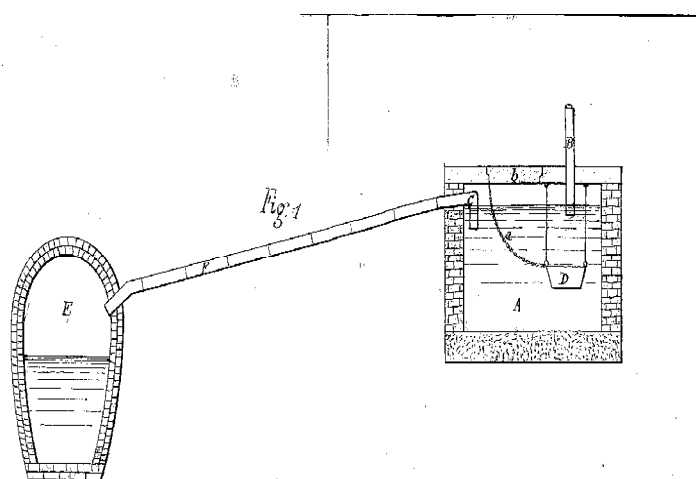
Type of sedimentation tanks

Rectangular horizontal flow



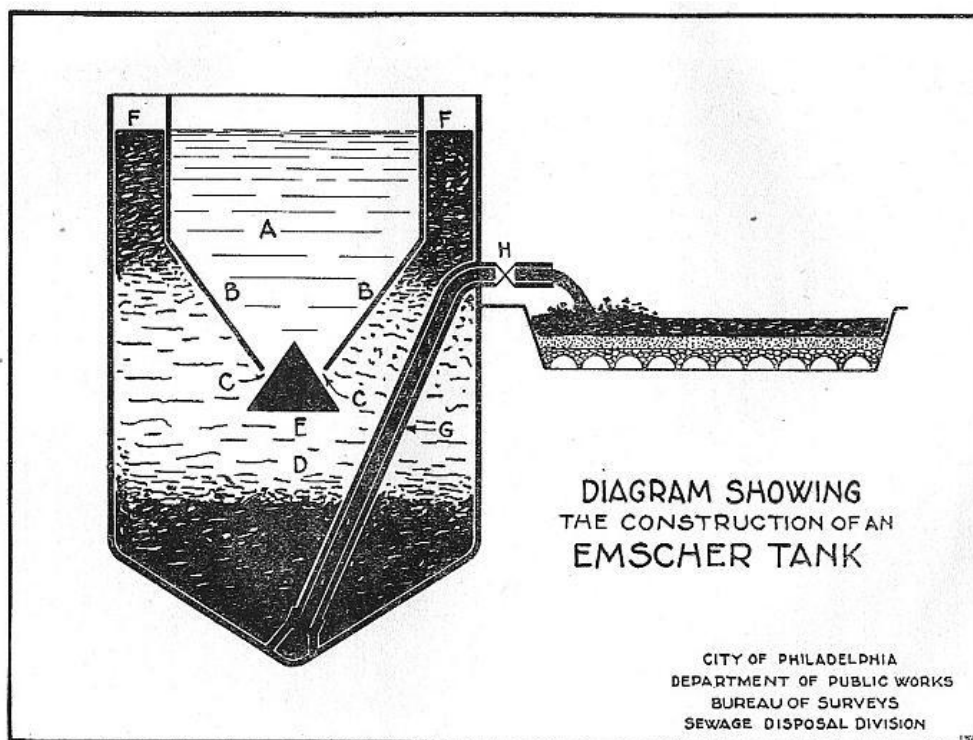
Εικ. 2.8 : Δεξαμενή καθίζησης με επίπεδο πυθμένα

Το 1860 L. H. Mouras σχεδίασε ένα είδος καταβόθρας στο οποίο οι αγωγοί εισόδου και εξόδου ήταν τοποθετημένοι κάτω από την επιφάνεια του νερού. Με τον τρόπο αυτό δημιουργήθηκε ένα «καπάκι» από νερό. Πρόκειται ουσιαστικά για τον πρόγονο της σύγχρονης σηπτικής δεξαμενής, η υγροποίηση των στερεών που συνέβαινε σε αυτή την δεξαμενή αποδείχτηκε ότι συνέβαλε στην αναερόβια δράση.



Εικ. 2.9: Καταβόθρα L. H. Mouras

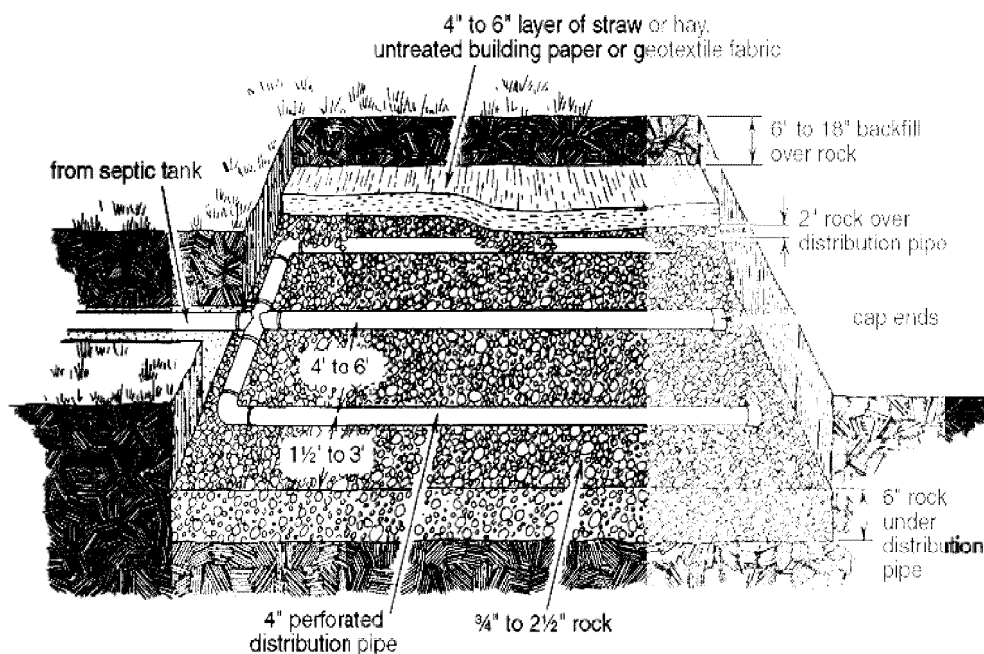
Την σκυτάλη από την Mouras πήρε ο Γερμανός Karl Imhoff. Ο συγκεκριμένος έφερε μπορούμε να πούμε την επανάσταση στον χώρο , γιατί το σχέδιο που επινόησε και εφάρμοσε υπάρχει μέχρι και σήμερα. Παρουσίασε ένα επαναστατικό σχέδιο με δυο θαλάμους χωρίζοντας με αυτό τον τρόπο την διαδικασία την καθίζησης και την διάσπαση της λάσπης.



Εικ. 2.10: Imhoff tank

1.6.2 Βιολογικά φίλτρα

Ο πρώτος που έκανε λόγο για φιλτράρισμα βιολογικό ήταν ο Edward Frankland καθιέρωσε τις βασικές αρχές του φιλτραρίσματος με χώμα, που ήταν και η βάση όλων όσων ακολούθησαν σε αυτό τον τομέα. Το επόμενο στάδιο αποτέλεσε η πρόταση του Wannington, αντί να μείνουν στην χρήση απλού χώματος, να τοποθετήσουν πιο πορώδη υλικά (χαλίκι ή άμμο). Η θεωρία αυτή είχε αποτέλεσμα καθώς στην πράξη αποδείχτηκε ότι το λύμα όντως καθαρίζει αν περάσει μέσα από αυτά τα υλικά. Έτσι έχουμε τα πρώτα «στρώματα επαφής» (contact bed), στις δεξαμενές που διέθεταν στρώμα επαφής, το λύμα παρέμενε για ένα χρονικό διάστημα, εωσότου στραγγίσει και μείνει η λάσπη, μαζί με τους μολυσματικούς μικροοργανισμούς. Το υλικό που έμενε, το αφήναν να αεριστεί. Το στρώμα επαφής βρήκε απήχηση στην Αμερική, εκεί εξελίχθηκε και απεδείχθη ότι η όσο μεγαλύτερη ήταν η επιφάνεια επαφής τόσο πιο ευνοϊκές ήταν οι συνθήκες για την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Με τον αερισμό και τους μικροοργανισμούς η λάσπη καθαριζόταν και μπορούσε να επιστρέψει στο οικοσύστημα. Μετά τα στρώματα επαφής με φυσικά φίλτρα, ακολούθησε το τεχνητό έδαφος και αυτό οδήγησε εν τέλει στα σύγχρονα φίλτρα. Στην Αμερική επίσης μετά από την παραδοσιακή πλέον μέθοδο φιλτραρίσματος, που απαιτούσε το λύμα να μείνει για ώρες στην δεξαμενή, εξελίχθηκαν τα φίλτρα συνεχούς ροής.



Εικ. 2.11: Contact bed

1.6.3 Ενεργός ιλύς

Μετά από μια σειρά πειραμάτων από τον Gilbert Fowler του πανεπιστημίου του Manchester και τους συνεργάτες του, πρώτα σε μικρή κλίμακα, απεδείχθη πως αν το λύμα αεριστεί για ένα επαρκές χρονικό διάστημα επιτυγχάνετε η αζωτοποίηση. Ο Lockett λοιπόν, ένας εκ των συνεργατών, άφησε λύμα προερχόμενο από τους υπονόμους του Λονδίνου να αεριστεί επί εβδομάδες παίρνοντας το θεμιτό αποτέλεσμα. Πιο συγκεκριμένα αφού επέτρεψε στο λύμα να ηρεμίσει και να καθιζήσει αφαίρεσε το περισσευούμενο νερό, αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μείνει η ενεργός ιλύς. Σταδιακά ακολουθώντας και ταυτόχρονα τροποποιώντας την διαδικασία (αφαιρώντας και προσθέτοντας) λύμα κατάφεραν να μειώσουν το απαιτούμενο χρόνο οξείδωσης σε 24 ώρες. Ίσως η πρώτη εγκατάσταση βιολογικού καθαρισμού με ενεργό ιλύ ήταν το Σέφιλντ το έτος 1920 και μέχρι το 1938 που πλέον είχε εξαπλωθεί σε μεγάλο ποσοστό του κόσμου, είχαμε πλέον παραγωγή εκατομμυρίων λίτρων.

1.6.4 Η μεταπολεμική περίοδος

Ο δεύτερος παγκόσμιος πόλεμος προκάλεσε την στάση της εξέλιξης στον τομέα της επεξεργασίας των λυμάτων, μέχρι το 1948 τα πράγματα ήταν στάσιμα. Μετά το τέλος του λοιπόν ξεκίνησε η αναζήτηση για βελτίωση των εγκαταστάσεων. Στο προσκήνιο έρχεται και μένει η επεξεργασία της ενεργού ιλύος, που αποτελεί το δεύτερο στάδιο επεξεργασίας και είχε το μεγαλύτερο αντίκτυπο από οποιαδήποτε άλλη διεργασία στον τομέα της περιβαλλοντολογικής έρευνας. Με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος βελτιστοποιούνται οι διαδικασίες αφαίρεσης από την ιλύ, του νιτρικού και φωσφορικού άλατος και του αμμωνιακού αζώτου.

Από το 1965 έως και το 2000 ήταν η περίοδος που δόθηκε έμφαση στην αφαίρεση του B.O.D (βιοχημική απαίτηση οξυγόνου, δηλαδή η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς προκειμένου να αποικοδομήσουν τα βιολογικά απόβλητα.), του T.S.S (το καθαρό βάρος των σωμάτων που εγκλωβίζει το φίλτρο η αλλιώς αιωρούμενα) και επίσης στην απολύμανση.

1.6.5 Αφαίρεση θρεπτικών από το λύμα και επεξεργασία ιλύος

Ένας από τους κυριότερους λόγους ύπαρξης ενός βιολογικού καθαρισμού είναι το νερό που μένει να είναι σε κατάσταση να επανενταχθεί στον υδροφόρο ορίζοντα χωρίς να προκαλέσει προβλήματα. Η αφαίρεση λοιπόν των θρεπτικών παίζει σημαντικό ρόλο, γιατί έτσι προλαμβάνεται το φαινόμενο του ευτροφισμού στις

περιοχές γύρω από τον βιολογικό, επίσης τα νερά της ευρύτερης περιοχής προστατεύονται από την υψηλή συγκέντρωση αζώτου.

Εκτός από το νερό, ο βιολογικός «παράγει» ιλύ. Είναι το βασικότερο παραπροϊόν ενός βιολογικού και αυτό που προκαλεί τα περισσότερα προβλήματα αναφορικά με τον τρόπο διαχείρισης. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 90, κατέληγε στην θάλασσα αλλά μετά από αλλαγές στην νομοθεσία απαγορεύτηκε η απόρριψη ιλύος στην θάλασσα, τουλάχιστον στην Ευρώπη. Πλέον το παραπροϊόν αυτό, χρησιμοποιείται και πάλι στον τομέα της αγροτικής καλλιέργειας, αφού όμως έχει περάσει την διαδικασία της αφυδάτωσης πριν απομακρυνθεί από τον χώρο της εγκατάστασης.

1.6.6 Εκσυγχρονισμός βιολογικού καθαρισμού

Σε συνδυασμό με την εξέλιξη της τεχνολογίας, ήρθε και η εξέλιξη του βιολογικού καθαρισμού. Στην δεκαετία του 1970 η εμφάνιση της ηλεκτροβαλβίδας έδωσε την δυνατότητα για αυτοματισμούς στην διαδικασία της επεξεργασίας. Στις επόμενες δεκαετίες η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή απλοποίησε την διαδικασία ελέγχου των εγκαταστάσεων. Αργότερα δημιουργήθηκαν και συστήματα ελέγχου , τα οποία συνεργάζονται με συσκευές plc για μια σχεδόν αυτοματοποιημένη λειτουργία. Πράγμα το οποίο είναι και το ζητούμενο σε αυτές τις υποδομές, να λειτουργεί ο βιολογικός με την ελάχιστη παρέμβαση από τον άνθρωπο, να είναι δηλαδή μια πλήρως αυτοματοποιημένη εγκατάσταση. Πάνω σε αυτό το χαρακτηριστικό θα στηριχθεί και η πτυχιακή , προσπαθώντας να συμβάλλει στην ολοκληρωτική ίσως επίτευξη αυτού του στόχου.

Κεφάλαιο 2^ο

Αποχετευτικό σύστημα των Γρεβενών

2.1 Αποχετευτικό της πόλης των Γρεβενών

Η πρώτη ουσιαστικά ολοκληρωμένη μελέτη που να αφορά το αποχετευτικό σύστημα της πόλης των Γρεβενών συντάχθηκε αρχικά από το τεχνικό γραφείο Δημοσθένη Κων. Χατζή, το 1980, θεωρήθηκε από το Υπ. Εσ. το 1983 (14-6-1983, πρακτικό 7/1983 του Συμβουλίου Δημοτικών και Κοινοτικών Έργων και εγκρίθηκε. Τα έργα τα οποία προέβλεπε η αρχική μελέτη, θεωρητικά κάλυπταν τις ανάγκες του πληθυσμού αλλά και τις ανάγκες που θα προέκυπταν από τυχόν επεκτάσεις.

Ωστόσο η προαναφερθείσα μελέτη απερρίφθη καθώς κατά την επανεξέταση της αποδείχτηκε πως αδυνατούσε να εκπονηθεί για τους παρακάτω λόγους. Κατά πρώτον το τότε υπάρχον εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο καθώς και τα σχέδια επέκτασης αυτού, για τον προϋφιστάμενο οικισμό της πόλης των Γρεβενών, είχε σημαντικές διαφοροποιήσεις με την ισχύουσα ρυμοτομία και τους όρους δόμησης για κάθε περιοχή. Κατά δεύτερον εντοπίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στα υψόμετρα των οδών εντός του προϋφισταμένου οικισμού, αυτοί λοιπόν οι λόγοι είχαν ως αποτέλεσμα την απόρριψη του σχεδίου. Εν τέλει η παραπάνω μελέτη ανασυντάχθηκε στις 30-07-2001 στην σύμβαση μεταξύ της Δ.Ε.Υ.Α. Γρεβενών και της κατασκευαστικής εταιρίας ΔΙΚΤΥΟ Α.Ε. .

Για την παρούσα μελέτη έπρεπε να ληφθούν υπόψη ορισμένες παράμετροι και δεδομένα, όπως η αρχική μελέτη αποχέτευσης της πόλης Γρεβενών. Τα τοπογραφικά και κτηματολογικά διαγράμματα του εγκεκριμένου σχεδίου πόλης Γρεβενών κλίμακας 1:500, τα οποία συντάχθηκαν από το τεχνικό γραφείου του ΕΜΜ. Βασιλείου, οι μετρήσεις για τα διαγράμματα έγιναν το 1988. Το γενικό πολεοδομικό σχέδιο της πόλης. Το διάταγμα Γ/23741/00 περί εγκρίσεως πολεοδομικής μελέτης τμημάτων του Δήμου Γρεβενών και τροποποίησης του εγκεκριμένου ρυμοτομικού σχεδίου στα σημεία σύνδεσης με τη περιοχή επέκτασης. Τέλος τα κατασκευαστικά σχέδια των υφισταμένων έργων και ειδικότερα των έργων που διατηρούνται και εντάσσονται στο σχεδιασμό της παρούσας μελέτης. Το έργο λοιπόν που λειτουργεί έως σήμερα στην πόλη , είναι ένα δίκτυο αποχέτευσης όμβριων και ακαθάρτων , δηλαδή παντοροϊκό.

Στην μελέτη του έργου έχει προβλεφθεί η αύξηση του πληθυσμού της πόλης από τους περίπου 14.000 κατοίκους στους σχεδόν 30.000 μέχρι το 2041 , πάντως το δίκτυο που βρίσκεται σε λειτουργία τώρα χρονολογείται στο 1982 , έχει τσιμεντοσωλήνες και σταδιακά γίνονται αντικαταστάσεις με PVC. Για να καλυφθούν οι ανάγκες που πιθανότατα θα προκύψουν , υπάρχει νέα μελέτη.

Το νέο δίκτυο θα είναι χωριστικό, δηλαδή το δίκτυο των ακαθάρτων υδάτων θα είναι ξεχωριστό από αυτό των όμβριων που θα χρησιμοποιούν το υπάρχον. Επιλέχθηκε το χωριστικό δίκτυο γιατί διαθέτει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα . Μικρότερες διατομές αγωγών άρα αυξημένα ταχύτητα ροής , θα διέρχεται από όλες τις οδούς πράγμα απαραίτητο σε αντίθεση με το δίκτυο όμβριων που δεν είναι υποχρεωτικό να περνά από παντού γιατί τα όμβρια μπορούν να ρέουν και επιφανειακά. Επίσης η ποσότητα των λυμάτων προς επεξεργασία είναι μικρότερη γιατί τα όμβρια μπορούν να εκβάλλουν απευθείας σε φυσικό αποδέκτη. Με βάση την νέα μελέτη το υπάρχον δίκτυο δεν θα μπορούσε να ενταχθεί στο καινούριο και αυτό γιατί οι μεγάλες διατομές των αγωγών έχουν ως αποτέλεσμα χαμηλές ταχύτητες ροής, που θα προκαλέσουν στασιμότητα, εμφράξεις και δυσσομία. Επιπλέον το παλιό δίκτυο έχει κατασκευαστεί τμηματικά και δεν προέκυψε από εφαρμογή ολοκληρωμένης μελέτης.

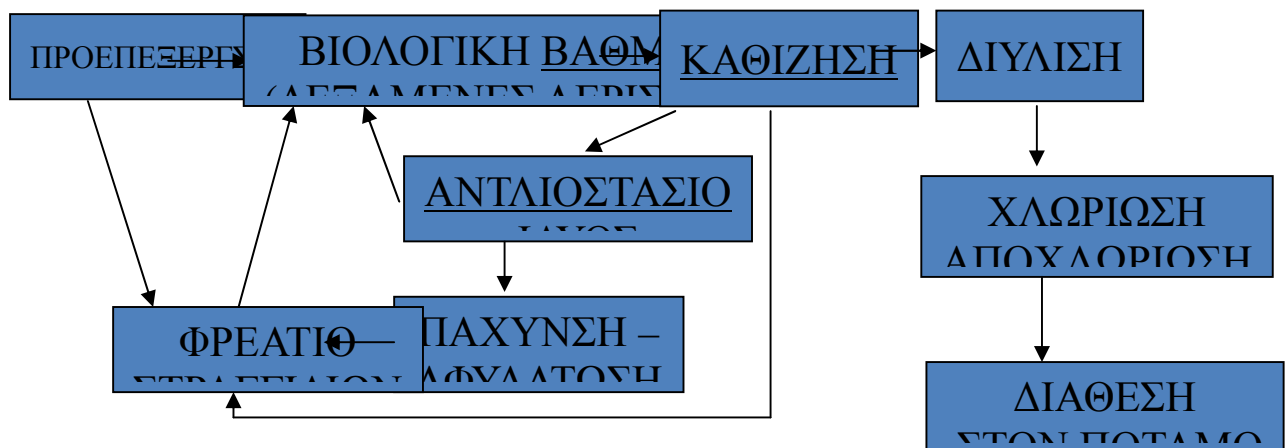
Παρόλα αυτά έπειτα από συνεννόηση μεταξύ Δήμου και Δ.Ε.Υ.Α Γρεβενών αποφασίσθηκε να διατηρηθούν μερικά από τα τμήματα του παλαιού δικτύου. Έτσι η γενική διάταξη της αποχέτευσης είναι η ακόλουθη. Το δίκτυο ακαθάρτων είχε ως οδηγό την τοπογραφική διαμόρφωση της περιοχής, έτσι ώστε οι αγωγοί να έχουν την κατάλληλη κλίση χωρίς να χρειαστεί να γίνουν μεγάλες εκσκαφές και το λύμα να ρέει με ταχύτητες εντός των επιτρεπτών ορίων. Για την έκταση και την χάραξη του δικτύου ελήφθησαν υπόψη η παρούσα κατάσταση της πόλης και το ρυμοτομικό με όλες τις πρόσφατες αλλαγές. Εν κατακλείδι το δίκτυο αποτελείται από πρωτεύοντες, δευτερεύοντες και τριτεύοντες αγωγούς και ως συλλεκτήρες χρησιμοποιούνται οι βασικοί και κύριοι υπάρχοντες αγωγοί.

Κεφάλαιο 3^ο

Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της πόλης των Γρεβενών

3.1 Εισαγωγή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων των Γρεβενών είναι σχεδιασμένη για να καλύπτει τις ανάγκες 30.000 κατοίκων, με ημερήσια κατανάλωση 200 λίτρα ανά κάτοικο. Στα περίπου 14 χρόνια της λειτουργίας της, μπορούμε εμπειρικά να πούμε ότι καθημερινά επεξεργάζεται, κατά μέσο όρο 3.000 κυβικά νερού, δηλαδή περίπου 145 κυβικά λύματος ανά ώρα. Η ποσότητα αυτή είναι υπό κανονικές συνθήκες, γιατί σε περίοδο έντονων βροχοπτώσεων η κατά την περίοδο μετά τον χειμώνα όταν λιώνουν τα χιόνια η παροχή αυξάνεται δραματικά, σχεδόν διπλασιάζεται και τότε είναι που παρουσιάζονται σοβαρά προβλήματα. Στόχος του έργου είναι η εγγύηση της προστασίας της υγείας των κατοίκων της πόλης των Ιωαννίνων, η προστασία του υδροφόρου ορίζοντα, πιο συγκεκριμένα του Γρεβενίτη ποταμού όπου εκβάλλει το πλεονάζων νερό και έμμεσα του Αλιάκμονα καθώς ο Γρεβενίτης είναι παραπόταμος του. Η είσοδος του λύματος γίνεται από το αντλιοστάσιο κεντρικής ανύψωσης, διότι ο βιολογικός βρίσκεται σε ελαφρώς μεγαλύτερο υψόμετρο από τον αγωγό που έρχεται από την πόλη. Στην συνέχεια ακολουθεί μια σειρά διεργασιών μέχρι το τελικό στάδιο.



Εικ. 2.12 : Διάγραμμα λειτουργίας βιολογικού

3.1.1 Υποδοχή λύματος

Η υποδοχή του λύματος γίνεται στο αντλιοστάσιο κεντρικής ανύψωσης, όπως προαναφέρθηκε εξαιτίας της υψομετρικής διαφοράς είναι απαραίτητη η ανύψωση του λύματος έτσι ώστε στα επόμενα στάδια να έχουμε φυσική ροή. Στην υποδοχή υπάρχει ένας εσχαροκάδος από ανοξείδωτο χάλυβα με οπές διατομής 50mm με σκοπό την συγκράτηση αιωρούμενων όπως , ξύλα , πλαστικά κλπ. . Εντός του αντλιοστασίου υπάρχουν πέντε αντλίες με συνδιαστική παροχή 160 m³/h, εκ των οποίων οι δύο είναι εφεδρικές. Για την αποφυγή εναπόθεσης ιζήματος στον πυθμένα της δεξαμενής έχει τοποθετηθεί ένας αναδευτήρας. Τέλος υπάρχει θυρόφραγμα που απομονώνει το αντλιοστάσιο για σύντομες εργασίες.

3.1.2 Χαρακτηριστικά ακατέργαστου λύματος

Τα βασικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων τα οποία καθορίζουν τον σχεδιασμό μιας Εγκατάστασης Επεξεργασίας Ανεπεξέργαστων Αποβλήτων (ΕΕΑΑ) είναι τα ακόλουθα:

- Παροχές
- Στερεά συστατικά
- Οργανικά συστατικά
- Άζωτο
- Φώσφορος
- Παθογόνοι μικροοργανισμοί
- Θερμοκρασία
- Αλκαλικότητα και pH

Παροχές : Οι τρεις κυριότερες κατηγορίες υγρών που καταλήγουν στους υπονόμους είναι οι εξής :

1. Αστικά λύματα
2. Βιομηχανικά λύματα
3. Νερά από υπόγειες παροχές που εισήλθαν στο αποχετευτικό λόγω ατελειών

Βέβαια όπως προαναφέραμε στην περίπτωση της πόλης των Γρεβενών , στο αποχετευτικό σύστημα της πόλης καταλήγει και σημαντική ποσότητα όμβριων υδάτων με ότι αυτό συνεπάγεται.

Στερεά συστατικά : Τα στερεά συστατικά (total solids TS) χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες

1. Αιωρούμενα στερεά (Suspended Solids ,S.S)
2. Διαλυμένα στερεά (Dissolved solids , D.S)

Από τις παραπάνω κατηγορίες αυτή που προκαλεί τα πιο πολλά προβλήματα στο περιβάλλον αλλά και στον εγκατάσταση του βιολογικού είναι τα αιωρούμενα στερεά. Συνήθως προκύπτουν στο νερό από ανθρώπινη χρήση. Τα αστικά υγρά απόβλητα περιέχουν σημαντικές ποσότητες αιωρούμενων στερεών, κυρίως οργανικής φύσεως. Από τη βιομηχανική χρήση του νερού, είναι δυνατόν να προκύψει μεγάλη ποικιλία αιωρούμενων προσμίξεων, οργανικής η ανόργανης φύσης. Μη αναμίξιμα οργανικά υγρά όπως λάδια και λιπαντικά αποτελούν επίσης συνήθη αιωρούμενα συστατικά των υγρών αποβλήτων. Η παρουσία αιωρούμενων στερεών δεν είναι αποδεκτή στο νερό για πολλούς λόγους. Πρώτα απ' όλα είναι θέμα αισθητικής και δεύτερον προσφέρουν θέσεις για την προσρόφηση ανεπιθύμητων χημικών και βιολογικών παραγόντων. Αιωρούμενα οργανικά στερεά μπορούν να αποικοδομηθούν βιολογικά με πιθανότητα να δημιουργηθούν ανεπιθύμητα παραπροϊόντα. Βιολογικώς ενεργά αιωρούμενα στερεά μπορούν να περιέχουν μικροοργανισμούς που προκαλούν ασθένειες ή και μικροοργανισμούς (π.χ. φύκι) που παράγουν ανεπιθύμητες ουσίες. Σε περιοχές όπου η συγκέντρωση είναι μεγάλη, προκαλούνται αναερόβιες συνθήκες που είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς για το περιβάλλον. Σε όλα τα παραπάνω προστίθενται και αιωρούμενα τα οποία είναι ορατά και γυμνό μάτι, ο λόγος για τα απλά και κοινά σκουπίδια, είτε αυτά βρίσκουν τον δρόμο τους προς το αποχετευτικό συνοδευόμενα από τα όμβρια είτε από τις τουαλέτες των σπιτιών. Τα διαλυμένα στερεά είναι υπαίτια για την θολότητα του νερού, αλλά δεν προκαλούν ούτε κατά προσέγγιση τους «μπελάδες» που επιφέρουν τα αιωρούμενα.

3.1.3 Οργανικά συστατικά

Το οργανικά συστατικά που συναντάμε στα λύματα είναι τα εξής :

- Πρωτεΐνες, η ονομασία προέρχεται από το ρήμα πρωτεύω. Είναι τα πιο διαδεδομένα και πολυδιάστατα μακρομόρια, τόσο στην μορφή αλλά και στην λειτουργία τους. Αποτελούνται κυρίως από άνθρακα, οξυγόνο και άζωτο, αποσυντίθενται από τους μικροοργανισμούς και είναι μια από τις τροφές τους.
- Υδρογονάνθρακες, είναι απλούστατες χημικές ενώσεις που αποτελούνται από υδρογόνο και άνθρακα, ανάλογα με τον τρόπο σύνταξης των ατόμων του άνθρακα οι υδρογονάνθρακες διακρίνονται σε αλειφατικούς, αλεικυκλικούς και αρωματικούς. Κάποιοι εξ αυτών διασπώνται εύκολα από τους μικροοργανισμούς και άλλοι δύσκολα.
- Λιπίδια, βρίσκονται στις τροφές του ανθρώπου. Δεν διαλύονται σε νερό παρά μόνο οργανικούς διαλύτες όπως ο αιθέρας ή το χλωροφόρμιο. Από χημικής άποψης μπορούν να ανήκουν σε πολλές κατηγορίες ενώσεων, κύριο

συστατικό τους είναι οι υδρογονάνθρακες. Συνήθως απαρτίζουν το 10% της συνολικής μάζας των αποβλήτων.

- Επιφανειακές ενεργές ουσίες, χαρακτηριστικό παράδειγμα τα απορρυπαντικά, είναι ουσίες που δεν διασπώνται εύκολα. Είναι η κύρια αιτία δημιουργίας αφρών στην επιφάνεια του λύματος.
- Φαινόλες, είναι μια τοξική οργανική ένωση περιέχονται σε βιομηχανικά απόβλητα και η διάσπαση τους είναι εξαιρετικά δύσκολη, ειδικά όταν έχει μεγάλη συγκέντρωση.
- Εντομοκτόνα και φυτοφάρμακα, σε περιοχές με έντονη αγροτική και κτηνοτροφική δραστηριότητα βρίσκουν πολύ εύκολα πρόσβαση στον υδροφόρο ορίζοντα και στην συνέχεια στο αποχετευτικό μέσω των γεωργικών απορροών. Είναι τοξικές και επικίνδυνες ουσίες για κάθε μορφή ζωής αλλά και γενικότερα για το περιβάλλον. Οι επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων στο περιβάλλον δεν είναι πάντα ορατές εκ πρώτης όψεως ούτε μετρήσιμες, αλλά μόλις εισχωρήσει στο έδαφος μπορεί να προκαλέσει αλλαγή στους πληθυσμούς των μικροοργανισμών.

Γενικότερα οι οργανικές ουσίες είναι ένας σημαντικός παράγοντας μόλυνσης του υδάτινου φορέα. Οι μικροοργανισμοί που βρίσκονται στο νερό χρησιμοποιούν τις οργανικές ουσίες ως τροφή αλλά για την διάσπαση τους απαιτείται οξυγόνο. Είναι η λεγομένη βιοχημική αποδόμηση που μας οδηγεί σε μία ήδη γνωστή ορολογία, το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο. Όταν λοιπόν ο ρυθμός κατανάλωσης του διαλυμένου οξυγόνου, που βρίσκεται στον φορέα (ποτάμι, λίμνη), είναι μεγαλύτερος από τον ρυθμό ανανέωσης του (επανοξυγόνωση) και η τιμή του διαλυμένου οξυγόνου πέσει πολύ, η ισορροπία του οικοσυστήματος αλλάζει και παρουσιάζονται σηπτικές συνθήκες.

3.1.4 Άζωτο

Το άζωτο στα υγρά απόβλητα συναντάται σε τέσσερις μορφές, οργανικό άζωτο, αμμωνία, νιτρικά και ως νιτρώδη. Το 40% του συνολικού αζώτου στα υγρά απόβλητα είναι οργανικό και το 60% είναι με τη μορφή της αμμωνίας. Είναι σημαντική η αφαίρεση του αζώτου από το επεξεργασμένο λύμα διότι αποτελεί τον κύριο λόγο για το φαινόμενο του ευτροφισμού. Τα νιτρικά είναι απειλή για τον άνθρωπο, καθώς όταν βρίσκονται στο νερό αντιδρούν με άλλες ενώσεις και σχηματίζουν καρκινογόνες ουσίες. Επίσης τα νιτρώδη είναι άλλος ένας λόγος εμφάνισης καρκινογόνων ουσιών. Έτσι πριν το επεξεργασμένο λύμα εκβάλει σε κάποιον υδάτινο φορέα, το οργανικό άζωτο μετατρέπεται αερόβια ή αναερόβια βακτήρια σε αμμωνιακό. Αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη και τελικά σε αέριο άζωτο από αερόβια – αναερόβια βακτηρίδια.

Η αγωγή γίνεται κυρίως σε αέριο άζωτο σε αναερόβιες συνθήκες και σε μικρό ποσοστό σε αμμωνία.

3.1.5 Φώσφορος

Ο φώσφορος εμφανίζεται στα αστικά λύματα κατά την οικιακή χρήση , περίπου 4 γραμμάρια ανά κάτοικο ημερησίως. Είναι άλλος ένας παράγοντας που προκαλεί ευτροφισμό και γι' αυτό η αφαίρεση του από το λύμα πριν αυτό επανέλθει στον φορέα είναι ζωτικής σημασίας. Γιατί εντός του βιολογικού καθαρισμού ο φώσφορος είναι απαραίτητος. Αποτελεί βασικό συστατικό για τη σύνθεση του κυτταρικού ιστού των μικροοργανισμών της ενεργού λάσπης και για την μεταφορά ενέργειας. Διακρίνεται σε δύο κατηγορίες, οργανικός και ανόργανος.

3.1.6 Παθογόνοι μικροοργανισμοί

Είναι απόρροια αποβλήτων ασθενών και φορέων ασθενειών. Επίσης ο προσδιορισμός στα απόβλητα είναι πρακτικά πολύ δύσκολος. Κατά βάση έχουν την μορφή, ιών, πρωτόζωων και βακτηριδίων. Επειδή λοιπόν ο ποσοτικός προσδιορισμός τους είναι πρακτικά αδύνατος, γίνεται ένας ενδεικτικός προσδιορισμός μικροοργανισμών που καθιστά πιθανή την ύπαρξη παθογόνων.

3.1.7 Θερμοκρασία

Σημαντική παράμετρος για το σχεδιασμό και τη λειτουργία των βιολογικών διεργασιών στις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων. Η αυξημένη θερμοκρασία του λύματος επιφέρει αυξημένη κατανάλωση οξυγόνου, αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ταχύτερη ανάπτυξη μικροοργανισμών πράγμα που αλλάζει το πρόγραμμα του βιολογικού και δεν έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα. Υπάρχουν όμως και διεργασίες εντός της εγκατάστασης που επωφελούνται από τις υψηλές θερμοκρασίες όπως η καθίζηση και η απολύμανση.

3.1.8 Αλκαλικότητα και pH

Η αλκαλικότητα του λύματος ορίζεται ως το μέτρο της ρυθμιστικής ικανότητας των υγρών αποβλήτων (της ικανότητάς τους να εξουδετερώνουν οξέα). Ενώ το pH είναι το μέτρο οξύτητας ή της αλκαλικότητας των υγρών αποβλήτων. Το pH των αποβλήτων παίζει σημαντικό ρόλο καθώς επηρεάζει ένα πλήθος φυσικοχημικών διεργασιών και βιοχημικών που πραγματοποιούνται στο υδάτινο περιβάλλον. Εντός της εγκατάστασης η οξύτητα του λύματος επηρεάζει ακόμα και τον σχεδιασμό της

εγκατάστασης διότι αναγκάζει τους σχεδιαστές να επιλέξουν υλικά που δεν θα επηρεάζονται από την υψηλή ή χαμηλή οξύτητα. Παρόλα αυτά επειδή η οξύτητα είναι μεταβλητή προκαλεί φθορές σε εξαρτήματα. Κυρίως στις αντλίες λόγω της διάβρωσης αλλά και σε διάφορα άλλα μεταλλικά εξαρτήματα , σαν τα θυροφράγματα.

3.1.9 Χλωριούχα, βαριά μέταλλα , θείο

Χλωριούχα: περιέχονται σε αστικά και βιομηχανικά λύματα και είναι μια παράμετρος για την ποιότητα της επεξεργασμένης εκροής.

Βαριά μέταλλα: κατατάσσονται στις ανόργανες διαλυμένες ουσίες. Προέρχονται κυρίως από βιομηχανικά απόβλητα και είναι ιδιαίτερα επιβλαβή στον περιβάλλον. Είναι «εκτιμητές» της καταλληλότητας του εκβαλλόμενου νερού , για την καταλληλότητα της επαναχρησιμοποίησης του αλλά και της τοξικότητας. Παρόλα αυτά ίχνη ορισμένων μετάλλων είναι απαραίτητα για ορισμένες βιολογικές διεργασίες.

Θείο: είναι σχετικά εύκολος ο εντοπισμός του εξαιτίας της έντονης μυρωδιάς του. Η σημαντικότερη από τις ενώσεις του θείου είναι τα θειικά, γιατί η παρουσία τους στα απόβλητα δημιουργεί προβλήματα που οφείλονται στο σχηματισμό υδρόθειου και θει-κού οξέος. Σε αναερόβιες συνθήκες τα θειικά ανάγονται σε θειούχα και στη συνέχεια σε υδρόθειο και θειικό οξύ από βακτηρίδια



Εικ. 1.3 : Αντλιοστάσιο κεντρικής ανύψωσης

3.2 Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Εδώ το λύμα φτάνει μέσω δίδυμων καταθλιπτικών αγωγών. Σε αυτό το φρεάτιο φτάνει και ο αγωγός από το αντλιοστάσιο στραγγιδίων. Από το φρεάτιο της μονάδας προεπεξεργασίας διέρχεται ένας διαχύτης που διοχετεύει συνεχώς αέρα αναδεύοντας το λύμα. Έτσι αποφεύγεται η εναπόθεση στερεών στον πυθμένα του φρεατίου, αποφεύγονται οι οσμές και η ανάπτυξη αναερόβιων συνθηκών. Ακολουθούν οι διαδικασίες της εσχάρωσης, εξάμμωσης και απολίπανσης.

- Εσχάρωση: όσα αντικείμενα πέρασαν από τον εσχαροκάδο και τις εσχάρες που προηγήθηκαν , απομακρύνονται από εσχάρες με μικρότερα διάκενα.
- Εξάμμωση: στους αεριζόμενους εξαμμωτές τα σωματίδια της άμμου κατακάθονται στον πυθμένα. Μια αντλία τα απομακρύνει την άμμο και την οδηγεί σε κοχλίες που την μεταφέρουν σε ειδικούς κάδους.
- Απολίπανση: τα λίπη που συγκεντρώνονται στην επιφάνεια , με την βοήθεια ξέστρου οδηγούνται σε φρεάτιο.



Εικ. 1.4: Πρωτοβάθμια επεξεργασία

3.3 Δευτεροβάθμια επεξεργασία

3.3.1 Φρεάτιο μερισμού βιολογικής βαθμίδας

Το λύμα διαμοιράζεται σε τρεις ξεχωριστές γραμμές βιολογικής επεξεργασία. Εδώ καταλήγει και ο αγωγός ανακυκλοφορίας ιλύος από τις δεξαμενές καθίζησης. Το φρεάτιο μερισμού χωρίζεται σε δύο μέρη, τον θάλαμο εισόδου και τα φρεάτια φόρτισης εξόδου.

3.3.2 Βιοεπιλογέας

Παίζει τον κρίσιμο ρόλο της επιλογής των κατάλληλων μικροοργανισμών, για τις βιολογικές διεργασίες που ακολουθούν. Ο χρόνος παραμονής στον βιοεπιλογέα είναι

περίπου 20 λεπτά. Προκειμένου να εξασφαλίζεται η εναιώρηση και η ομογενοποίηση του μίγματος, ο κάθε βιοεπιλογέας, εξοπλίζεται με έναν αναδευτήρα, ο οποίος είναι τοποθετημένος στον πυθμένα της δεξαμενής.

3.3.3 Μονάδα βιολογικής αποφωσφόρησης

Αποτελείται από τρεις ισοδύναμες δεξαμενές. Η τροφοδοσία τους γίνεται μέσω υποβρύχιας θυρίδας από τον βιοεπιλογέα. Τα τοιχεία των δεξαμενών έχουν διαμορφωθεί έτσι ώστε να υποβοηθάτε η κίνηση του λύματος. Η βιολογική απομάκρυνση γίνεται από ένα ρεύμα που φτάνει από τον βιοεπιλογέα και είναι εμπλουτισμένο από μια κατηγορία βακτηρίων που περιέχουν αποθηκευμένες ποσότητες πολυφωσφορικών. Στο τέλος της διαδικασίας παράγεται λάσπη με αυξημένα ποσοστά φωσφόρου.

3.3.4 Μονάδα απονιτροποίησης

Οι τρεις δεξαμενές της απονιτροποίησης βρίσκονται από την κάτω μεριά των δεξαμενών της βιολογικής αποφωσφόρησης. Κάθε δεξαμενή αποτελείται από δύο ανεξάρτητα διαμερίσματα, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται εμβολοειδής ροή. Η τροφοδοσία τους γίνεται από μια υποβρύχια θυρίδα που τις ενώνει με τις δεξαμενές αποφωσφόρησης. Στην ίδια είσοδο καταλήγει και ο αγωγός από το αντλιοστάσιο απονιτροποιημένου υγρού. Η κάθε δεξαμενή διαθέτει δύο αναδευτήρες και έχει ειδική κατασκευή που ευνοεί την συνεχή κίνηση του λύματος. Η απονιτροποίηση γίνεται από χημικοτροφικά και ετεροτροφικά βακτήρια που βρίσκονται στο λύμα σε συνθήκες χωρίς οξυγόνο, στις οποίες υπάρχουν νιτρικά που εξασφαλίζουν την συνεχή ροή και ανακυκλοφορία του υγρού. Μετά την απονιτροποίηση το λύμα οδηγείται μέσω υποβρύχιας θυρίδας στις δεξαμενές αερισμού.

3.3.5 Δεξαμενές αερισμού και οξειδωτικές τάφροι (δεύτερο στάδιο)

Ο βιολογικός διαθέτει τρεις δεξαμενές αερισμού. Εδώ ουσιαστικά ξεκινάει το δεύτερο στάδιο της επεξεργασίας. Στις δεξαμενές αυτές επιτυγχάνεται η οξείδωση του οργανικού φορτίου, που αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό των αιωρούμενων στερεών. Οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται στις δεξαμενές, τρέφονται από το οργανικό φορτίο και αναπαράγονται, το οξυγόνο που απαιτείται για την διαδικασία το παρέχουν οι αεριστήρες. Το αποτέλεσμα της δράσης είναι η μετατροπή των ενώσεων

του αζώτου και του φωσφόρου σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό, άζωτο, νιτρικά , θειικά και αδρανές υλικό. Παράλληλα οξειδώνονται τα ανόργανα συστατικά του λύματος και παράγουν διοξείδιο του άνθρακα, νερό και άζωτο. Η συνεχής ανάμειξη είναι ιδιαίτερα σημαντική για να υπάρχει: Πρώτον, ομοιόμορφη κατανομή μικροοργανισμών, οξυγόνου και άλλων ενώσεων, αλλά και για να έρχονται σε επαφή με το οργανικό φορτίο όλοι οι μικροοργανισμοί. Δεύτερον, για να εξασφαλίζεται το απαιτούμενο διαλυμένο οξυγόνο για την επιβίωση των μικροοργανισμών.

Νιτροποίηση, γίνεται από τα αερόβια , χημικοτροφικά και αυτοτροφικά βακτήρια που υπάρχουν στο λύμα. Κατά την διάρκεια της νιτροποίησης έχουμε μετατροπή του οργανικού και αμμωνιακού αζώτου σε νιτρώδη, και στην συνέχεια την μετατροπή των νιτρώδων σε νιτρικά , ως ενέργεια για την διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται το οξυγόνο που παρήχθει στις δεξαμενές αερισμού. Οι οξειδωτικές τάφροι είναι εξοπλισμένες με σύστημα εκκένωσης που οδηγούν το υγρό στην δεξαμενή στραγγιδίων της εγκατάστασης. Σύμφωνα με τα στοιχεία της διαστασιολόγησης, ο συνολικός όγκος κάθε οξειδωτικής τάφρου είναι 1386 m^3 . Η κάθε δεξαμενή έχει διαμόρφωση που βοηθά την συνεχή ανάδευση του υγρού, στο έργο αυτό συμβάλλουν και οι δύο προωθητήρες ροής. Σε κάθε μία εκ των οξειδωτικών τάφρων θα εξοπλισθεί με δύο επιφανειακούς αεριστήρες των 22 KW έκαστος, διαστασιολογημένους ώστε να προσδίδουν τα απαιτούμενα ποσά οξυγόνου στα λύματα. Ο έλεγχος της οξυγόνωσης γίνεται με αισθητήρια διαλυμένου οξυγόνου που βρίσκονται σε κάθε δεξαμενή.



Εικ. 1.5: Δεξαμενές αερισμού και οξειδωτικές τάφροι

3.3.6 Αντλιοστάσιο νιτροποιημένου ανάμεικτου υγρού

Από την πάνω μεριά κάθε υπερχειλιστή οξειδωτικής τάφρου, έχει τοποθετηθεί το αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας νιτρικού. Αποτελείτε από δύο αντλίες , η μία βρίσκεται σε λειτουργία και η άλλη είναι εφεδρική. Συνολικά στην εγκατάσταση υπάρχουν έξι αντλίες επανακυκλοφορίας. Σκοπός της επανακυκλοφορία είναι η αύξηση των νιτρικών στην δεξαμενή απονιτριποίησης .

3.3.7 Μονάδα μερισμού παροχής καθιζήσεων

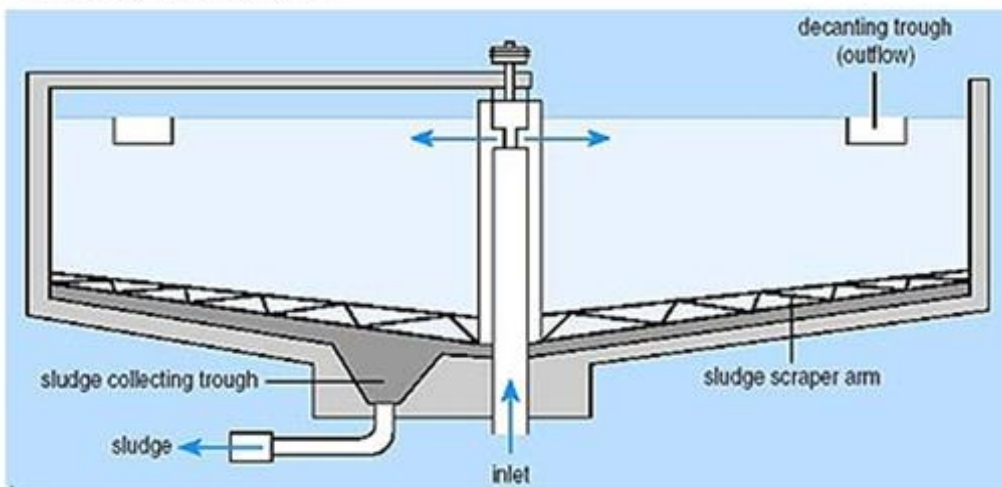
Η μονάδα μερισμού τροφοδοτείται από ανεξάρτητους αγωγού, που έρχονται από τις δεξαμενές αερισμού. Στα φρεάτια τροφοδοσίας για τις δεξαμενές καθιζησης φτάνει το λύμα από ισομήκεις υπερχειλιστές, που είναι εξοπλισμένοι με θυροφράγματα σε περίπτωση που χρειαστεί να απομονωθούν οι δεξαμενές. Τέλος η ισομερισμένη παροχή φτάνει με αγωγό στις δεξαμενές καθιζησης.

3.3.8 Δεξαμενές καθιζησης

Ίσως η σημαντικότερη διεργασία που συμβαίνει στον βιολογικό είναι αυτή που γίνεται στις δεξαμενές καθίζησης. Στον βιολογικό υπάρχουν τρεις δεξαμενές κυλινδρικού σχήματος εσωτερικής διαμέτρου 19.5m και βάρους τοιχώματος 3,5 m με κωνικό πυθμένα κλίσης 8 % για να διευκολύνεται η συγκέντρωση της λάσπης στο κέντρο. Διαθέτουν περιστρεφόμενο ξέστρο λάσπης και σύστημα συνεχούς απομάκρυνσης αφρών . Η κάθε δεξαμενή θα τροφοδοτείται από τον μεριστή παροχής με αγωγό διαμέτρου Φ400, διερχόμενο κάτω από τον πυθμένα των δεξαμενών και με κάθετη ανοδική πορεία εσωτερικά και ομοαξονικά της κεντρικής κολώνας της δεξαμενής. Για την αποφυγή αναταράξεων που πιθανόν να προκαλέσει το εισερχόμενο λύμα υπάρχει διάταξη θραύσεως ενέργειας. Κατά την διάρκεια της καθίζησης τα στερεά του λύματος διαχωρίζονται από τα υγρά , είναι ιδιαίτερης σημασίας η διαδικασία γιατί η απόδοση των δεξαμενών καθορίζει την τελική εκροή. Το λύμα όταν εξέρχεται από τον αερισμό, έχει σημαντικό μικροβιακό φορτίο και αρκετά στερεά . Αυτός είναι και ο λόγος που οδηγείται στην καθίζηση, η σχεδίαση των δεξαμενών είναι τέτοια που συμβάλλει στον διαχωρισμό της υγρής από την στερεά φάση μέσω της καθίζησης των στερεών. Οι ζώνες διαστρωμάτωσης ουσιαστικά είναι τέσσερις. Ξεκινώντας από την επιφάνεια, πρώτη ζώνη είναι η ζώνη διαύγασης με ελάχιστο απαιτούμενο βάθος 50 εκατοστά και μεταβαλλόμενο έως 1,20 μέτρα. Ακολουθεί η ζώνη καθίζησης, όπου επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός, η συσσωμάτωση και η κατακάθιση των στερεών. Το ίζημα στον πυθμένα είναι αυτό που αποκαλούμε ενεργός ιλύς και αποτελείται συσσωματώματα βιομάζας, λυμάτων και αιωρούμενων σωματιδίων. Η ενεργός ιλύς συμπυκνώνεται και μετά το μεγαλύτερο τμήμα της επανακυκλοφορεί στις δεξαμενές αερισμού για έρθει σε επαφή με καινούρια λύματα , ενώ ότι απομένει ανά τακτά χρονικά διαστήματα με αγωγούς οδηγείται στον παχυντή και στην αφυδάτωση.

Type of sedimentation tanks

Circular, radial-flow



Εικ. 2.13 : Δεξαμενή καθίζησης

3.3.9 Μονάδα διύλισης

Η μονάδα διύλισης αποτελείται από δύο κλίνες άμμου συνεχούς πλήσης μέσω παλινδρομικής γέφυρας. Η τροφοδοσία της μονάδας γίνεται μέσω βαρυτηκού αγωγού που έρχεται από τις δεξαμενές καθίζησης. Σε αυτό το στάδιο μέσω του φιλτραρίσματος με άμμο απομακρύνονται περεταίρω στερεά και παθογόνοι μικροοργανισμοί που απέτυχαν να συγκρατήσουν τα προηγούμενα στάδια. Η επόμενη διαδικασία που ακολουθεί είναι η απολύμανση.

3.3.10 Απολύμανση (τρίτο στάδιο)

Για την απολύμανση του το λύμα περνάει από δύο στάδια , την χλωρίωση και την αποχλωρίωση.

- **Χλωρίωση:** αφού το λύμα έχει πλέον περάσει το δεύτερο στάδιο επεξεργασίας και έχει απαλλαχθεί από το μεγαλύτερο τμήμα του μικροβιακού του φορτίου , εισέρχεται στην δεξαμενή χλωρίωσης όπου και παραμένει για 30 λεπτά. Έτσι εξασφαλίζεται η ολοκληρωτική απομάκρυνση του μικροβιακού φορτίου και των παθογόνων μικροοργανισμών. Η απολύμανση γίνεται με την χρήση υποχλωριώδους νατρίου και την παροχή του στην δεξαμενή έχουν αναλάβει δύο αντλίες παροχής 0-100 l/h, η μία από τις δύο είναι εφεδρική. Το υποχλωριώδες νάτριο αποθηκεύεται σε πλαστική δεξαμενή, χωρητικότητας 3m³, που είναι αρκετή ποσότητα για 15 ημέρες.
- **Αποχλωρίωση:** Το χλώριο είναι ιδιαίτερα επιβλαβές για το περιβάλλον, έτσι πριν οδηγηθεί το νερό στην εκβολή θα πρέπει οι εναπομείναντες ποσότητες να εξουδετερωθούν. Η εξουδετέρωση γίνεται με την χρήση διθειώδους νατρίου. Στο φρεάτιο αποχλωρίωσης βρίσκεται ένας αναδευτήρας ο οποίος αναμιγνύει το χλωριομένο λύμα με τον αποχλωριωτή. Το σύστημα αποχλωρίωσης βρίσκεται σε ένα κτήριο δίπλα στο φρεάτιο, και η παροχή του αποχλωριωτή γίνεται με δοσομετρική αντλία παροχής 0-145 mg/l, στο κτήριο υπάρχει και εφεδρική αντλία.

3.3.11 Μονάδα βιομηχανικού νερού

Σε ανεξάρτητο ημιυπόγειο χώρο του οικίσκου χλωρίωσης - αποχλωρίωσης βρίσκεται το πιεστικό συγκρότημα που τροφοδοτεί το δίκτυο βιομηχανικού νερού.

3.3.12 Μονάδα μεταερισμού- διάθεση επεξεργασμένου λύματος

Επειδή η απόρριψη του νερού, γίνεται σε ευαίσθητο αποδέκτη , τον ποταμό Γρεβενίτη, είναι πολύ σημαντικό να περάσει το νερό από το στάδιο του μεταερισμού για να μην αλλοιωθεί το τοπικό οικοσύστημα, έτσι όταν θα εκβάλλει στον ποταμό θα πρέπει να έχει την ίδια ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου.



Εικ. 1.6 : Απολύμανση

3.3.13 Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και απομακρύνσεως περίσσεια ιλύος

Για την καλή λειτουργία μίας μονάδας βιολογικού καθαρισμού , πρέπει να επιτευχθεί ο σωστός χρόνος παραμονής των στερεών που με την σειρά του καθορίζει την συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών στο υγρό. Για έχουμε λοιπόν το επιθυμητό αποτέλεσμα , τμήμα της ενεργού ιλύος από τις δεξαμενές καθίζησης πρέπει να επιστρέψει στον αερισμό. Μέσα στο αντλιοστάσιο είναι εγκατεστημένες συνολικά έξι αντλίες, οι τρεις είναι επανακυκλοφορίας ενεργού ιλύος και την μεταφέρουν προς τον μεριστή παροχής δεξαμενών βιολογικής διεργασίας. Οι άλλες τρεις είναι αντλίες απομάκρυνσης της περίσσειας της ιλύος προς τη μονάδα της πάχυνσης.

3.3.14 Επεξεργασία ιλύος , Πάχυνση και αφυδάτωση

Όπως προαναφέρθηκε τμήμα της ενεργού ιλύος καταλήγει στην επεξεργασία ιλύος. Η πάχυνση συμβάλει αρχικά στην μείωση του όγκου , καθώς απομακρύνεται μέρος του νερού και εν συνεχεία η βελτίωση των χαρακτηριστικών της γιατί σε πρώτη φάση η ιλύς περιέχει υγρασία σε ποσοστό 99% , κάτι το οποίο την καθιστά ασταθή ως προς το μικροβιακό της φορτίο. Επίσης είναι δύσσομη και ελκυστική σε

λοιμογόνους παράγοντες , όπως κουνούπια και ποντίκια. Η πάχυνση επιτυγχάνεται με την προσθήκη πολυηλεκτρολύτη στην ιλύ.

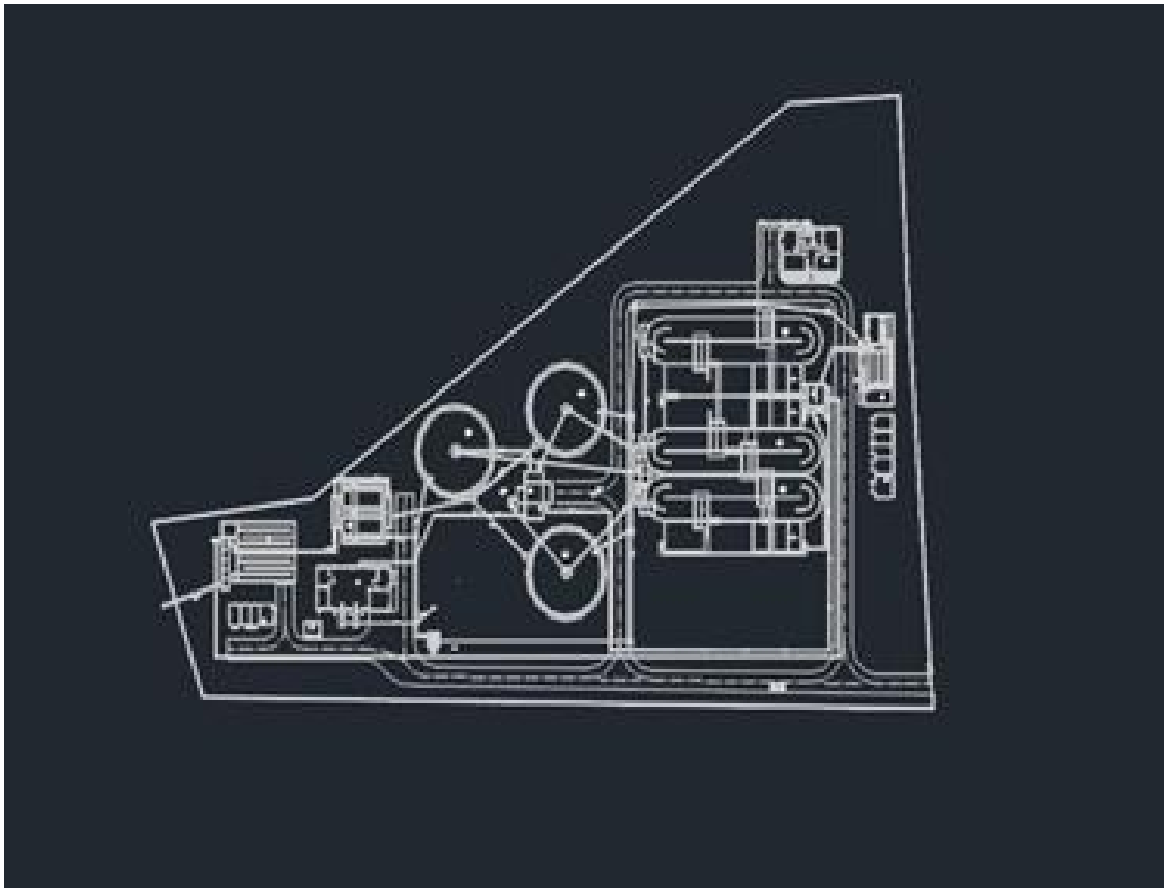
Επόμενη διαδικασία είναι η αφυδάτωση, που γίνεται με μηχανικά μέσα. Μέσω ενός σωλήνα η ιλύς φεύγει από την δεξαμενή πάχυνσης και οδηγείται στην ταινιοφιλτροπρέσα. Η λάσπη περνά μέσα από την πρέσα, συμπιέζεται και το νερό διηθείται αρχικά με την βοήθεια της βαρύτητας και μετέπειτα από την συμπίεση ανάμεσα στις ταινίες. Η ιλύς μόλις βγει από την πρέσα , πέφτει σε ένα μεταλλικό ανοιχτό κανάλι, και με την βοήθεια ενός κοχλία (τον οποίο κινεί ηλεκτροκινητήρας) οδηγείται σε ειδικό κάδο.



Εικ. 1.7 : Επεξεργασία ιλύος

3.3.15 Διάθεση ιλύος

Το σημαντικότερο παραπροϊόν της Ε.Ε.Λ. (Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων) Γρεβενών είναι η αφυδατωμένη ιλύς. Η ιλύς μεταφέρεται με φορτηγά στον τοπικό ΧΥΤΑ όπου και διατίθεται. Η Δ.Ε.Υ.Α Γρεβενών συνεργάζεται με την Μεσόγειος Α.Ε , αφού λοιπόν ο ειδικός κουβάς που περιέχει την ιλύ , ζυγιστεί (κατά μέσο όρο κάθε φορτίο ζυγίζει 8 τόνους) μεταφέρεται στην περιοχή της Αριδαίας όπου και θα εκτεθεί στον ήλιο, μόλις στεγνώσει περνά μια σειρά διαδικασιών και διατίθεται για αγροτική χρήση.



Εικ. 2.14 : Γενική διάταξη εγκατάστασης

3.3.16 Όργανα και μηχανήματα (τεχνική περιγραφή)

- **Αντλίες :** Υπάρχουν πέντε αντλίες στον αντλιοστάσιο κεντρικής ανύψωσης της εταιρίας ABS, η μία εκ των οποίων είναι εφεδρική. Η κάθε αντλία στηρίζεται σε ράβδους οδηγούς , που είναι πακτωμένοι στην πυθμένα, διαθέτουν και πέλμα συγκράτησης έτσι ώστε η αντλία να μην κάρφεται στην

βάση της δεξαμενής. Η ανάρτηση των αντλιών γίνεται με αλυσίδα και βαρούλκο. Οι ηλεκτροκινητήρες όπως προείπαμε είναι της ABS ,είναι κατακόρυφοι, ασύγχρονοι, επαγωγικού τριφασικοί με βραχυκυκλωμένο δρομέα. Η ισχύς είναι 11kw ,συχνότητα 50 Hz, τάση 400V και έχουν την δυνατότητα 15 εκκινήσεων ανά ώρα. Η λειτουργία τους ελέγχεται από αισθητήρες στάθμης καθώς και από το αυτόματο σύστημα κυκλικής εναλλαγής.

- **Αναδευτήρας** : Αποτελείται από δύο κύρια μέρη , τον έλικα και τον κινητήρα. Διαθέτει επίσης κινητήρα από την ABS ασύγχρονο, επαγωγικό τριφασικό με βραχυκυκλωμένο δρομέα , ισχύος 1,5kw, 400V, συχνότητα 50 Hz και η διάμετρος της προπέλας είναι 300mm.
- **Ηλεκτρογεννήτρια** : Έχει ισχύ 72.5KVA και είναι της εταιρίας Perkins. Ο κινητήρας είναι υδρόψυκτος και αυτόματο σύστημα εκκίνησης. Η δεξαμενή καυσίμου είναι χωριστά από την γεννήτρια και η χωρητικότητα της επαρκεί για συνεχής ημερήσια λειτουργία από 6 έως 8 ώρες.



Εικ. 1.8 : Γεννήτρια βιολογικού

- **Εσχαροκάδος :** Βρίσκεται στην μονάδα υποδοχής του λύματος. Διαθέτει οπές διαμέτρου 5mm , είναι κατασκευασμένος από ανοξείδωτο χάλυβα. Η ανύψωση του γίνεται χειροκίνητα με βαρούλκο και αλυσίδα , αδειάζει τα εσχαρίσματα σε κάδο και από εκεί απομακρύνονται από την εγκατάσταση.

Κεφάλαιο 4^ο

Συντήρηση, προτάσεις βελτίωσης και αποτελέσματα

4.1 Βελτίωση λειτουργίας Βιολογικού καθαρισμού (εισαγωγή)

Ο βιολογικός καθαρισμός στα Γρεβενά μετρά πλέον 12 χρόνια λειτουργίας καθώς το έργο ολοκληρώθηκε και τέθηκε σε λειτουργία το 2004. Μέχρι το 2010 περίπου η λειτουργία μπορούσε να χαρακτηριστεί ομαλή , διότι οι μοναδικές απαιτήσεις της μονάδας ήταν η συντήρηση των μηχανολογικών εξαρτημάτων της. Υπήρχαν και καταστάσεις δύσκολες , κυρίως όταν κατά την χειμερινή περίοδο όπου οι παροχή εξαιτίας των όμβριων αυξανόταν κατακόρυφα. Αλλά η κατάσταση παρέμενε ελεγχόμενη, με ένα αριθμό βλαβών και αστοχιών που όμως ήταν εντός προγράμματος.

Σύμφωνα με τον συντηρητή του βιολογικού αλλά και του υπευθύνου τροφοδοσίας της Δ.Ε.Υ.Α Γρεβενών από το 2010 και μετά παρουσιάστηκε ένας παράγοντας που όπως φαίνεται εκ των πραγμάτων δεν είχε υπολογιστεί. Ακόμα όμως και αν είχε ληφθεί υπόψη ,δεν φαντάστηκε κανείς το πρόβλημα που θα προκαλούσε . Εκτός των συνηθισμένων στερεών (κλαδιά δέντρων, αρουραίοι), και ασυνήθιστων (μπλούζες, πάνες, παιδικά παιχνίδια) εμφανίστηκαν και τα μωρομάντηλα. Τα οποία σε αντίθεση με το συμβατικό χαρτί τουαλέτας δεν διαλύονται στην διαδρομή του λύματος μέχρι τον βιολογικό.



Εικ. 1.9 : Στοίβα από μωρομάντηλα

4.1.1 Βασική συντήρηση

Όπως σημειώθηκε και στην εισαγωγή η βασική συντήρηση είχε στο επίκεντρο της τον μηχανολογικό εξοπλισμό.

4.1.2 Αντλίες

Όλες οι αντλίες είναι υποβρύχιες, εντελώς αδιάβροχες όπως και καλωδίωση τους, επομένως η μόνη ουσιαστικά ενέργεια που μπορεί να κάνει ο συντηρητής, είναι να συμπληρώσει παχύρευστο γράσο, χρησιμοποιώντας ένα ειδικό μηχάνημα. Το οποίο διοχετεύει το λιπαντικό στην αντλία μέσω ενός ειδικά κατασκευασμένοι στομίου. Επιπλέον αν κάποιο αντικείμενο μπει εντός του σαλιγκαριού της φτερωτής, ο μόνος τρόπος για να αφαιρεθεί είναι να βγει η αντλία από το λύμα και με συμβατικά εργαλεία, όπως η πένσα, να απομακρυνθεί.



Εικ.1.10 : Αντλία εξάμμωσης

4.1.3 Φρεάτιο αερισμού

Συγκαταλέγεται στην πρωτοβάθμια επεξεργασία, οι διαστάσεις του είναι 1.8 μέτρα σε μήκος και πλάτος με συνολικό βάθος 4.44m, αλλά ενεργό 3.53m. Παρά την ύπαρξη διαχύτη χοντλής φυσαλίδας κατά μήκος του φρεατίου για την συνεχή ανάδευση του λύματος, τμήμα της λάσπης κατακάθεται στον πυθμένα, εκτός εμβέλειας του διαχύτη. Για την απομάκρυνση της λάσπης υπάρχει αντλία που όμως δεν καταφέρνει πάντα να απομακρύνει την λάσπη, έτσι κατά καιρούς τίθεται σε λειτουργία το δίδυμο φρεάτιο για να αδειάσει το κύριο. Μόλις αδειάσει, φορώντας ειδική στολή, γάντια, μάσκα προστασίας, εισέρχεται ο συντηρητής και με φτυάρι απομακρύνει την λάσπη.

4.1.4 Δεξαμενή συλλογής λιπιδίων (λιποσυλλογή)

Όταν η συγκέντρωση των λιπιδίων φτάσει σε μια συγκεκριμένη στάθμη, καλείται αποφρακτικό από την περιοχή της Φλώρινας, καθώς το αποφρακτικό της πόλης μας δεν διαθέτει την απαραίτητη ισχύ, και καθαρίζει την δεξαμενή.



Εικ. 1.11 : Αποφρακτικό μηχάνημα

4.1.5 Μονάδα εσχάρωσης

Την απαρτίζουν δύο εσχάρες, η μονάδα της εσχάρωσης αποτελείται από δύο κανάλια, το κανάλι της αυτοκαθαριζόμενης εσχάρας και το παρακαμπτήριο κανάλι της χειροκαθαριζόμενης. Όταν για οποιοδήποτε λόγο η αυτοκαθαριζόμενη δεν λειτουργεί (διακοπή ρεύματος), με πιρούνια (εργαλείο χειρός) αφαιρούνται τα όσα συγκράτησε η εσχάρα, η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και για την χειροκίνητη εσχάρα.

4.1.6 Δεξαμενή Βιοεπιλογέα

Πρόκειται για δεξαμενές χωρητικότητας $68,89 \text{ m}^3$, που εξασφαλίζουν χρόνο παραμονής στο λύμα είκοσι λεπτών. Αυτά υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, όταν όμως η διαδικασία κωλυσιεργεί ή είναι στάσιμη, τα αιωρούμενα δημιουργούν ένα παχύ στρώμα λάσπης που είναι ανεπιθύμητο. Η διάσπαση του γίνεται μια φορητή αντλία που είναι συνδεδεμένη με ένα κομμάτι ευκάμπτου σωλήνα αποχέτευσης. Το αντλούμενο νερό προέρχεται από τις δεξαμενές αερισμού.



Εικ.1.12 : Δεξαμενή Βιοεπιλογέα με στρώμα λάσπης

4.1.7 Μονάδα αερισμού (οξειδωτικές τάφροι)

Οι οξειδωτικές τάφροι είναι εξοπλισμένες με επιφανειακούς αεριστήρες. Η συντήρηση και η επίβλεψη των αεριστήρων πρέπει να είναι συχνή. Απαιτούν συμπλήρωση γράσου για την λίπανση των κινούμενων μερών. Η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα μεταφέρεται στον φλαντζωτό κοίλο άξονα, με πτερύγια που είναι μονταρισμένα επάνω του, με ιμαντοκίνηση, πιο συγκεκριμένα τρεις συνθετικούς ιμάντες (καουτσούκ) ανά αεριστήρα. Οι ιμάντες αυτοί αντικαθίστανται τακτικά. Μια πιο ακραία περίπτωση συντήρησης η οποία έχει προκύψει ως τώρα 3 φορές είναι η αντικατάσταση του άξονα. Χαρακτηρίζεται ως ακραία πρώτον διότι είναι σπάνια, αλλά όταν συμβεί, ο άξονας σπάει και πέφτει μέσα στην δεξαμενή. Για την ανάσυρση του, πρέπει πρώτα να αδειάσουν οι δεξαμενές μέσω αγωγού εκκένωσης που συνδέεται με ειδικά διαμορφωμένο φρεάτιο εκκένωσης από όπου με αγωγή οι εκκενώσεις οδηγούνται στο δίκτυο στραγγισμάτων της εγκατάστασης. Στην συνέχεια με την βοήθεια γερανοφόρου απομακρύνεται ο κατεστραμμένος άξονας και τοποθετείται νέος.

4.1.8 Δεξαμενές καθίζησης

Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας δεν υπάρχουν ιδιαίτερα προβλήματα, όταν όμως υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση αφρών στην καθίζηση και το φρεάτιο καθαρισμού υπολειπόμενα το πρόβλημα μεταφέρεται στο υπόγειο φρεάτιο ανακυκλοφορίας. Προέχει βέβαια ο καθαρισμός του φρεατίου καθαρισμού, όταν όμως οι αφροί φτάσουν στο υπόγειο φρεάτιο και συγκεντρωθούν εκεί η διαδικασία γίνεται αυτομάτως πολύ πιο δύσκολη. Η συγκέντρωση αφρών βέβαια συνδέεται με την υπολειτουργία της ανακυκλοφορίας. Για τον καθαρισμό του φρεατίου, αφού αφαιρεθεί το καπάκι, με λάστιχο γίνεται η διάσπαση των αφρών, διαδικασία που μπορεί να διαρκέσει και ώρες. Τμήμα των αφρών διασπάται αλλά στην αρχή του καθαρισμού τμήμα τους ξεχειλίζει από το φρεάτιο και ο καθαρισμός του είναι επιτακτική ανάγκη καθώς πρόκειται για σχετικά ακατέργαστο λύμα. Γύρω από την κεντρική δεξαμενή υπάρχει το σύστημα υπερχειλίσης διαυγούς υγρού, ένα κανάλι ουσιαστικά που συλλέγει το πλεονάζων υγρό, ο καθαρισμός του καναλιού γίνεται με γάντια και κουβά. Τέλος όταν το τμήμα του ξέστρου που έρχεται σε επαφή με το λύμα, σπάσει η αλλοιωθεί αντικαθίσταται.

4.1.9 Απολύμανση

Πρώτο μέλημα είναι η παρακολούθηση της στάθμης του χλωρίου και ο προγραμματισμός του εφοδιασμού. Οι δύο αντλίες της χλωρίωσης (η μια είναι εφεδρική) χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής και μεταχείρισης γιατί το χλώριο τις διαβρώνει σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα και για την αποφυγή της αντικατάστασης η συντήρηση είναι πιο συχνή. Τακτικός έλεγχος του αισθητήρα στάθμης στην δεξαμενή αφού αυτός ουσιαστικά ορίζει την παροχή του χλωρίου βάσει προγραμματιζόμενης μαθηματικής συνάρτησης, ενός οργάνου ένδειξης της στιγμιαίας παροχής και αθροιστικού των εισερχομένων όγκων.



Εικ. 1.13 : Δεξαμενή αποθήκευσης χλωρίου και αντλία παροχής

4.1.10 Μονάδα επεξεργασίας περίσσειας ιλύος

Η σημαντικότερη μονάδα , είναι ο μηχανικός παχυντής (πρέσα). Είναι εξοπλισμένος με ένα από τα πιο ακριβά αναλώσιμα την εγκατάστασης, την ταινία του παχυντή που το κόστος της ανέρχεται στις 2000 ευρώ. Η συντήρηση της πρέσας προβλέπει κυρίως την επιθεώρηση της κατάστασης ταινίας, αλλά και την γενικότερη λειτουργία της πρέσας, διότι είναι εξοπλισμένη με αισθητήρες ευθυγράμμισης της ταινίας, οι οποίοι αν δεν λειτουργούν όπως προβλέπεται θα προκληθούν φθορές στην ταινία.



Εικ. 1.14 : Μηχανικός παχυντής (πρέσα)

Επίσης σημαντικό κομμάτι στην συντήρηση της ταινιοπρέσας είναι ο καθαρισμός των αισθητήρων, και σε περίπτωση βλάβης η αντικατάστασή τους. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας της αφυδάτωσης ο συντηρητής καθαρίζει επιμελώς την ταινία με νερό και τον χώρο που στεγάζονται τα μηχανήματα.

4.2. Παρουσίαση του προβλήματος

Σε μια τέτοια εγκατάσταση όπως ο βιολογικός, προβλήματα υπάρχουν πολλά.

Κάποια εξ αυτών προέρχονται από εξωγενείς παράγοντες, όπως :

- τα κονδύλια για την συντήρηση
- τα ανταλλακτικά
- ο χρόνος επισκευής μιας αντλίας
- ο αριθμός εργαζομένων
- ο Γρεβενίτης ποταμός
- αιωρούμενα, πανιά (μωρομάνηλα)

Για παράδειγμα γνωρίζοντας την κατάσταση που επικρατεί στην χώρα, δεδομένο ήταν πως τα έξοδα έπρεπε να μειωθούν, εφόσον τα παρεχόμενα κονδύλια ήταν πιο μικρά. Περικοπές λοιπόν έπρεπε να γίνουν παντού είτε αυτό σημαίνει την αγορά μεταχειρισμένων ανταλλακτικών είτε ανταλλακτικών χαμηλότερης ποιότητας. Στον τομέα των ανταλλακτικών υπάρχουν θέματα που αντιμετωπίζουν πολλές άλλες εγκαταστάσεις και επιχειρήσεις, δηλαδή καθυστέρηση παράδοσης και διαθεσιμότητα.

Σε ότι αφορά τον χρόνο επισκευής, επισημαίνουμε ότι οι αντλίες αποστέλλονται στην γειτονική Κοζάνη επομένως θα πρέπει να μεταφερθούν με όχημα της υπηρεσίας και μετά από την επισκευή που συνήθως διαρκεί 2 με 3 ημέρες, να πάει πάλι υπηρεσιακό να παραλάβει την αντλία.

Συνήθως στην εγκατάσταση εργάζονται ένας σταθερός συντηρητής και ένας ακόμα που δεν είναι πάντοτε παρών διότι πηγαίνει με απόσπαση κάποιες μέρες από την υπηρεσία. Η παρούσα κατάσταση καθιστά συχνά αδύνατη την συντήρηση της εγκατάστασης με έναν η δύο υπαλλήλους. Δεσμεύοντας έτσι εργαζομένους και μηχανήματα από την Δ.Ε.Υ.Α.Γ.

Για να φτάσει κανείς στον βιολογικό πρέπει να περάσει μέσα από ένα κομμάτι τσιμεντοστρωμένης κοίτης του ποταμού. Σε κανονικές καιρικές συνθήκες η στάθμη δεν ξεπερνά τους 10 πόντους επομένως είναι εύκολα προσπελάσιμο εμπόδιο. Κατά την χειμερινή περίοδο όμως, με βροχοπτώσεις, χιονοπτώσεις που έχουν ως αποτέλεσμα την δραματική αύξηση του όγκου νερού που μεταφέρει το ποτάμι (φούσκωμα), είναι αδύνατον να φτάσει κανείς στην εγκατάσταση.

Το λύμα όπως έχουμε αναφέρει και νωρίτερα είναι ένας συνδυασμός, αστικών λυμάτων, βιομηχανικών και όμβριων υδάτων. Τα αιωρούμενα που έρχονται με τα όμβρια ως επί το πλείστον είναι κλαδιά δέντρων, λάσπη, αντικείμενα δηλαδή που εύκολα συγκρατεί ο εσχαροκάδος. Υπήρξαν βέβαια και σπάνιες περιπτώσεις με νεκρά ζώα και ρούχα .



Εικ.1.15 : Γρεβενίτης άποψη εντός πόλης , χειμερινή περίοδος (στάθμη 2m)

Τα βιομηχανικά λύματα δεν φτάνουν ποτέ στον βιολογικό καθώς οι λίγες βιομηχανικές εγκαταστάσεις της πόλης διαθέτουν δικές τους μονάδες. Φτάνουμε λοιπόν στα αστικά λύματα, μερικά παραδείγματα είναι πάνες μωρών , σερβιέτες αλλά το κύριο πρόβλημα είναι τα μωρομάντιλα και κάθε άλλου είδους πανί το οποίο δεν διαλύεται στο νερό. Φτάνουν λοιπόν στην προεπεξεργασία άθικτα. Όταν η παροχή βρίσκεται σε φυσιολογικά επίπεδα ο εσχαροκάδος σε συνδυασμό με την μια αυτοκαθαριζόμενη και την μια χειροκίνητη εσχάρα προλαβαίνουν να απαλλάξουν το λύμα από τα στερεά. Με αυξημένη όμως παροχή παρουσιάζεται το φαινόμενο της έμφραξης, με πιο απλά λόγια βουλώνουν οι οπές του εσχαροκάδου και το λύμα περνάει στην δεξαμενή υποδοχής αφιλτράριστο. Εν συνεχεία φτάνει στις εσχάρες , που εκ του αποτελέσματος δεν έχουν την δυνατότητα ,να φιλτράρουν το λύμα. Έτσι συσσωρεύονται πανιά στην εσχάρα και την μπλοκάρουν. Πρόσφατα , έπειτα από δυνατή νεροποντή η αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα δεν άντεξε το βάρος των στερεών και έσπασε το χτένι της. Αφήνοντας την εγκατάσταση ευάλωτη για περίπου 10 ημέρες. Όπως είναι λογικό τα πανιά εισχώρησαν στα ενδότερα του βιολογικού προκαλώντας απανωτές βλάβες.

4.2.1 Επιπτώσεις

Βάση των όσων προαναφέραμε είναι κατανοητό πως υπάρχουν επιπτώσεις στην εγκατάσταση, επιπτώσεις που βαραίνουν εξοπλισμό, ανθρώπινο δυναμικό και περιβάλλον.

- a) Δεν υφίσταται αυτοματοποιημένη λειτουργία με αποτέλεσμα να χάνεται ο αρχικός στόχος για την δημιουργία ενός Β.Κ ως επί το πλείστον αυτόνομου. Οι συνεχόμενες διακοπές στην λειτουργία που προκαλούνται από βλάβες, για συντήρηση ή λόγω διακοπής της ηλεκτροδότησης αναγκάζουν τον βιολογικό σε μια πιο χειροκίνητη λειτουργία.
- b) Απόρροια των παραπάνω, είναι να χάνεται η απόδοση της εγκατάστασης. Σε συνδυασμό με μεγάλο θέμα των πανιών προκαλείται ένα φαινόμενο ντόμινο. Οι διεργασίες του βιολογικού εξαρτώνται η μια από την άλλη, έτσι αν κάτι υπολειτουργεί θα επηρεάσει άμεσα στην συνολική εικόνα. Παράδειγμα είναι η μικρή και αμφισβητούμενης ποιότητας ενεργός ιλύς που παράγεται, είναι αποτέλεσμα συνολικής κακής λειτουργίας. Η καθίζηση «βιώνει» αύξηση αφρών, που εν συνεχεία οδηγούνται στον αερισμό. Οι αφροί δημιουργούν αναερόβιες συνθήκες στον βιοεπιλογέα, μια κατάσταση μη επιθυμητή για τις προδιαγραφές λειτουργίας. Πράγματα που στα πρώτα χρόνια λειτουργίας ήταν άγνωστα.
- c) Ο φυσικός αποδέκτης είναι άλλο ένα θύμα, το νερό που εκβάλλει είναι μεν επεξεργασμένο και καθαρό μέχρι ένα σημείο αλλά δεν πιάνει τα νούμερα που κάποτε είχε.
- d) Διογκώνεται ο φόρτος εργασίας των συντηρητών. Σε συνθήκες άκρας ανθυγιεινές. Αναγκάζονται να απομακρύνουν τα εσχαρίσματα από όλα στάδια καθαρισμού χειροκίνητα, ή κάνοντας χρήση μη εξειδικευμένων εργαλείων.
- e) Η συχνή ανέλκυση αντλιών για συντήρηση, γίνεται όπως έχει σημειωθεί γίνεται χειροκίνητα με αλυσίδα και βαρούλκο. Η παραπάνω διαδικασία αφορά τις αντλίες του αντλιοστασίου ανυψώσεως και αυτή της εξάμμωσης που είναι μικρή σε μέγεθος. Για τις υπόλοιπες, όπως αυτές στην επανακυκλοφορία και στις οξειδωτικές τάφρους υπάρχουν μερικές ιδιαιτερότητες. Η ανέλκυση τους με το πρόβλημα των πανιών είναι πολύ χρονοβόρα. Τα πανιά προσκολλούνται στην αλυσίδα της αντλίας που πρέπει να καθαρίζεται σταδιακά κατά την διάρκεια της ανέλκυσης. Σε αντίθετη περίπτωση η αλυσίδα υποχωρεί από το συνδυασμένο βάρος, η αντλία επιστρέφει στον πυθμένα και για την ανάκτηση της, αδειάζουν εντελώς οι δεξαμενές αερισμού και με την βοήθεια τσάπας επανέρχεται στην αρχική της θέση.
- f) Με τις αντλίες να ρουφάν συνεχώς πανιά, σχηματίζεται ένα κουβάρι που μπλοκάρει την αντλία. Προκαλούνται σοβαρές βλάβες και φθορές. Πράγμα που σημαίνει πιο συχνό service και μειωμένη διάρκεια ζωής.

- g) Εφόσον το πρόβλημα εισχωρεί στα ενδότερα του βιολογικού, στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια επεξεργασία, είναι λογικό να απαιτείται ο καθαρισμός και άλλων μονάδων. Προσθέτοντας με επιπλέον φόρτο εργασίας το προσωπικό, που αναγκάζεται να καλέσει «ενισχύσεις» από την υπηρεσία, δεσμεύοντας έτσι εργαζομένους.

4.2.2 Υπάρχοντες τρόποι αντιμετώπισης

Στους ήδη υπάρχοντες τρόπους συγκαταλέγονται , οι μονάδες του εσχαροκάδου και των δύο εσχάρων στην εγκατάσταση, των οποίων η λειτουργία και τα μειονεκτήματα έχουν ήδη διατυπωθεί. Όπως και η χειρονακτική εργασία που απαιτείται.

Τα εσχαρίσματα αφού πρώτα εναποτίθενται σε ειδικούς κάδους απομακρύνονται είτε με απορριμματοφόρα είτε με εξιδανικευμένα φορητά για τους μεγάλους κάδους που διαθέτει ο βιολογικός καθαρισμός.

Η Δ.Ε.Υ.Α Γρεβενών με σκοπό την βελτίωση της κατάστασης που επικρατεί, προέβη σε ενημέρωση των πολιτών, με σχετική ανακοίνωση που πάνω στους φακέλους των λογαριασμών. Η ανακοίνωση προέτρεπε τους καταναλωτές να αποφεύγουν την ρήψη μωρομάντιλων και άλλων ειδών πανιών στις λεκάνες της τουαλέτας, διότι προκαλούν σοβαρά προβλήματα στις αποχετεύσεις και στον βιολογικό. Οι μέχρι τώρα δράσεις πάντως δεν έχουν δείξει κάποια σημάδια βελτίωσης η σύνεσης των καταναλωτών.

Κεφάλαιο 5°

Μελέτη προεγκατάστασης καθαρισμού λύματος

5.1 Αρχικές προτάσεις

Στην πρώτη φάση της προσέγγισης του προβλήματος, κύριο μέλημα ήταν με μια σειρά μικρών τροποποιήσεων να επιτύχουμε τον στόχο. Δεδομένης την ύπαρξης μονάδων που επωμίζονται τον καθαρισμό του λύματος μια απλή προσθήκη ίσως τελικά να έλυne το πρόβλημα. Έτσι η είχαμε την ιδέα να τροποποιήσουμε τις αντλίες , η να τις αντικαταστήσουμε. Η τροποποίηση είχε δύο μορφές:

1. Να προστατεύσουμε τον στόμιο εισαγωγής με μια σήτα, η με μια ειδικά διαμορφωμένη σχάρα έτσι ώστε να μην φτάνουν τα στερεά στην φτερωτή. Την εσχάρα θα την προσαρμόζαμε γύρω από το κέλυφος των εν ενεργεία αντλιών.
2. Προσαρμογή στο στόμιο της αντλίας εύκαμπτου πλαστικού σωλήνα αποχέτευσης μήκους που θα επαρκούσε για να φτάνει η άκρη του στην επιφάνεια του λύματος. Εκεί θα τοποθετούσαμε χοάνη για το φιλτράρισμα αλλά και συσκευές επίπλευσης για να μένει διαρκώς κοντά στην επιφάνεια.

Η τελευταία πρόταση που είχε να κάνει με την αντλίες, ήταν η αγορά νέων αντλιών με ενσωματωμένη σήτα, σε περίπτωση που αδυνατούσαμε να επιτύχουμε τον στόχο μας με ιδιοκατασκευή.



Εικ. 2.15 : Αντλία με σίτα

βελτίωση του υπάρχοντος σχεδίου αφαιρώντας αυτά τα δύο στοιχεία μένοντας ουσιαστικά μόνο με το κύριο φρεάτιο και τις εσχάρες για τον καθαρισμό.

5.2 Αιτίες απόρριψης

Σε ότι αφορά την πρόταση με τις αντλίες ο κύριος λόγος ήταν εύκολο και απλό να σημειωθεί. Εφόσον τα σκουπίδια (πανιά) εισέρχονται στην εγκατάσταση, η σχεδίαση της σήτας, της φιλτροχοάνης σε συνδυασμό με την τρόπο λειτουργίας των αντλιών θα είχαν ως αποτέλεσμα την έμφραξη τους. Η έμφραξη συνεπάγεται με άντληση μειωμένης ποσότητας λύματος, πράγμα που σημαίνει ότι δεν έφτανε στην επεξεργασία η απαιτούμενη ποσότητα. Επιπλέον από την στιγμή που δεν περνά λύμα μέσα από την φτερωτή η αντλία δεν ψύχεται σωστά, άρα έχουμε υπερθέρμανση του κινητήρα και σε συνδυασμό με την δυσκολία στην λειτουργία, πιθανές σοβαρές βλάβες. Εκτός των παραπάνω στην απόρριψη του πλάνου αυτού συνέβαλλε και το γεγονός πως τα πανιά θα μπαίνουν μέσα στην εγκατάσταση, ειδικά στην δεξαμενή του αντλιοστασίου. Δεν θα αφαιρούνταν από το λύμα, επομένως η δεξαμενή θα έπρεπε να αδειάζει για καθαρισμό.

Η δεύτερη πρόταση απερρίφθη για περισσότερους λόγους , οι οποίοι ήταν οι εξής:

1. Πολυπλοκότητα εγκατάστασης, έπρεπε να συνδυαστούν δύο δεξαμενές ουσιαστικά. Να έχουν ομαλή συνεργασία και λειτουργία. Το μεγάλο μέγεθος τους προσθέτει επιπλέον προκλήσεις στους συντηρητές. Για τον σωστό καθαρισμό τους , θα έπρεπε να αδειάζουν εναλλάξ ανά ορισμένο χρονικό διάστημα.

2. Αυξημένο κόστος, η κατασκευή ενός τέτοιου συγκροτήματος αποτελεί μεγάλη επένδυση, τόσο σε εργασία αλλά και υλικά. Μεγάλο χρονικό διάστημα κατασκευής.

3. Η παρούσα διάταξη και η θέση του αγωγού σημαίνει ότι η εγκατάσταση θα είχε περιορισμένο χώρο. Χωροταξικά δηλαδή το συνολικό μέγεθος αυτών των δεξαμενών θα ήταν οριακό για την περιοχή.

4. Πολύ πιθανό σενάριο σε αυτή την πρόταση είναι η αλλαγή θέσης του αγωγού που μεταφέρει το λύμα, κάτι που θέλουμε να αποφύγουμε μόνο και μόνο για να μην προστεθεί άλλη μια δυσκολία στην διεκπεραίωση του έργου.

5. Έχοντας μια δεξαμενή εξισορρόπησης ,ένα φρεάτιο με διάταξη μαιάνδρου η ταχύτητα του λύματος θα έπεφτε σημαντικά , αν αναλογιστούμε το σύνολο των απωλειών λόγω γεωμετρίας δεξαμενών και τις απώλειες που προσθέτουν οι εσχάρες. Μια τέτοια τροπή θα οδηγούσε στην χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού (προπέλα με ηλεκτροκινητήρα) για την επιτάχυνση του λύματος. Ενώ διατηρώντας την φυσική ροή απαλλασσόμαστε από αυτό το σενάριο.

Αυτοί ήταν λοιπόν οι βασικότεροι λόγοι που συντέλεσαν στην απόρριψη των δυο πρώτων προτάσεων. Η τρίτη πρόταση αν και βελτιωμένη είχε σοβαρές ατέλειες. Η γεωμετρία και οι διαμόρφωση του φρεατίου δεν επέτρεπαν την τοποθέτηση αυτοκαθαριζόμενης εσχάρας με την προοπτική της εύκολης απομάκρυνσης των σκουπιδιών. Η χειροκίνητη εσχάρα θα απαιτούσε συνεχής παρακολούθηση και επιπλέον χειρονακτική εργασία. Με την διάταξη να παραμένει σε σχήμα μαιάνδρου ήταν και πάλι βέβαιη η μείωση της ταχύτητας του λύματος, με πιθανά αποτελέσματα την δυσλειτουργία των εσχάρων.

Κεφάλαιο 6^ο

Παρουσίαση εγκατάστασης προεπεξεργασίας λυμάτων (τεχνική περιγραφή)

6.1 Εισαγωγή

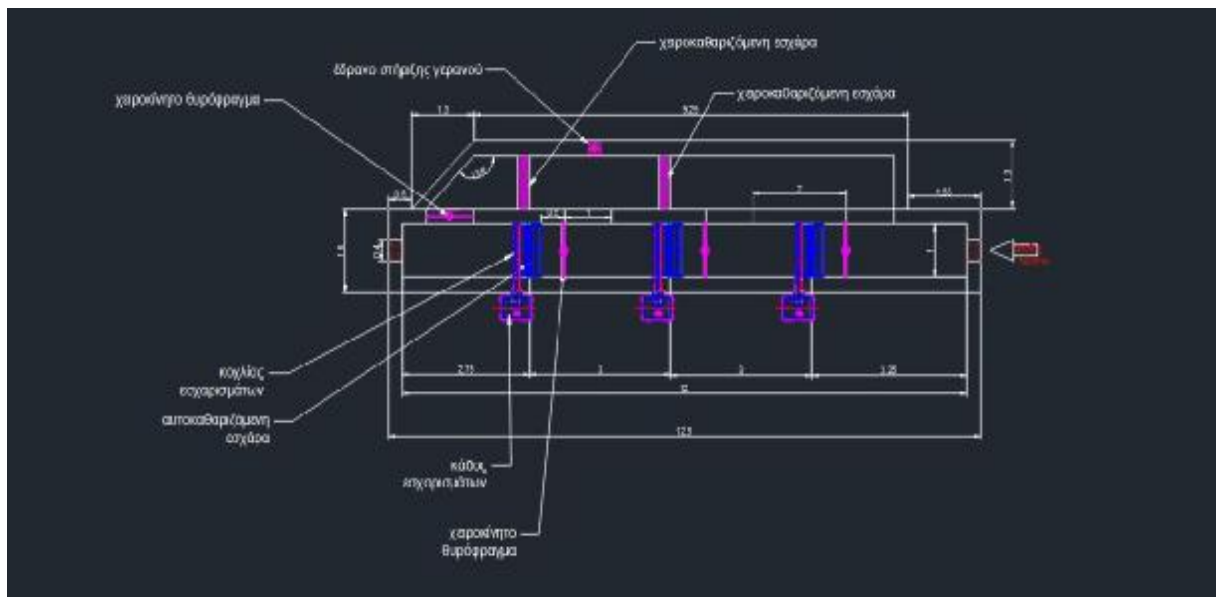
Η τελική λύση είναι η κατασκευή ενός κεντρικού φρεατίου καθαρισμού με ένα δεύτερο μικρότερο σε μέγεθος φρεάτιο υπερχειλίσης. Εντός του κυρίως φρεατίου θα τοποθετηθούν τρεις αυτοκαθαριζόμενες εσχάρες και στο φρεάτιο υπερχειλίσης δύο χειροκίνητες. Κατά την διάρκεια διεκπεραίωσης των εργασιών το λύμα θα περνά μέσα από εύκαμπτο σωλήνα αποχέτευσης για να μη σταματήσει η λειτουργία του βιολογικού. Η εποχή κατασκευής θα ήταν προτιμότερο να προγραμματιστεί για τους καλοκαιρινούς μήνες, εποχή με τα χαμηλότερα ποσοστά βροχόπτωσης, έτσι ώστε να αποφύγουμε μεγάλες παροχές που θα δυσκολέψουν την προσωρινή παράκαμψη των λυμάτων.

6.1.1 Διαστάσεις και διάταξη

Ο πρώτος παράγοντας που ελήφθη υπόψη ήταν η θέση του κεντρικού αγωγού. Βρίσκεται 2 μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Άρα για να γίνει ευκολότερο το έργο μας, η θέση αυτή λήφθηκε ως σημείο αναφοράς.

Το συνολικό μήκος της κατασκευής είναι 12.6 m, πλάτος 1.6 m, οι εξωτερικές διαστάσεις του φρεατίου υπερχειλίσης είναι συνολικό μήκος 10.55 m με το σπάσιμο των 135 μοιρών να είναι στα 9.25 m, το πλάτος του είναι 1.3 m. Το συνολικό ύψος είναι 3.5 m εκ των οποίων τα 0.5 m βρίσκονται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

Για τον υπολογισμό των εσωτερικών διαστάσεων πρέπει απλά να αφαιρέσουμε το πάχος των τοιχίων που είναι 30 cm. Έτσι έχουμε για το κεντρικό φρεάτιο, ενεργό μήκος 12 m, πλάτος 1m, βάθος από το κατώτατο σημείο του αγωγού ως τον πυθμένα 1m. Το συνολικό εσωτερικό βάθος είναι 3.2 m. Οι υπερχειλιστές που οδηγούν στο βοηθητικό φρεάτιο έχουν πλάτος 1 m και είναι 1.5 m από τον πυθμένα του φρεατίου. Οι εσωτερικές διαστάσεις του βοηθητικού είναι μήκος 9.95 m και στα 8,95 m έχουμε το «σπάσιμο» 135 μοιρών, πλάτος ίδιο με αυτό του κεντρικού 1 m και ύψος ίδιο με το κυρίως φρεάτιο. Στην είσοδο και την έξοδο του φρεατίου υπάρχουν οπές διαμέτρου 400 mm.



Εικ. 3.2 : Κάτοψη προεγκατάστασης

6.1.2 Υπολογισμός ωφέλιμης διατομής και παροχών

Η ημερήσια παροχή υπο κανονικές συνθήκες είναι στα 3.000 m^3 , με μια πολύ εύκολη διαίρεση , βρίσκουμε την παροχή ανά ώρα :

$$\frac{3000}{24} = 125 \text{ m}^3/\text{h}$$

Συνεχίζοντας μετατρέπουμε την ωριαία παροχή σε m^3/sec .

$$\frac{125}{3600} \cong 0,035 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Όταν οι συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές , κατά την χειμερινή περίοδο , που η παροχή συχνά πυκνά διπλασιάζεται φτάνει δηλαδή τα 6.000 m^3 ημερησίως. Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με τους παραπάνω υπολογισμούς έχουμε μια ωριαία παροχή της τάξης των 250 m^3 ανά ώρα. Επομένως ο τύπος για την ωριαία παροχή υπό δυσμενείς καιρικές συνθήκες είναι :

$$\frac{250}{3600} \cong 0,07 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Το επόμενο στάδιο είναι να υπολογίσουμε τα εμβαδά των διατομών, του αγωγού αλλά και το ωφέλιμο εμβαδού του κυρίως φρεατίου. Ο αγωγός είναι κυλινδρικός, άρα το εμβαδόν της διατομής του είναι :

$$E_{\alpha\gamma\omega\gamma\omicron\upsilon} = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,4^2}{4} = 0,1256 \text{ m}^2$$

Το ωφέλιμο εμβαδόν του φρεατίου, υπό κανονικές συνθήκες, θεωρούμε ότι είναι :

$$E_{\phi\rho\epsilon\alpha\tau\iota\omicron\upsilon} = h \times b = 1 \times 1 = 1 \text{ m}^2$$

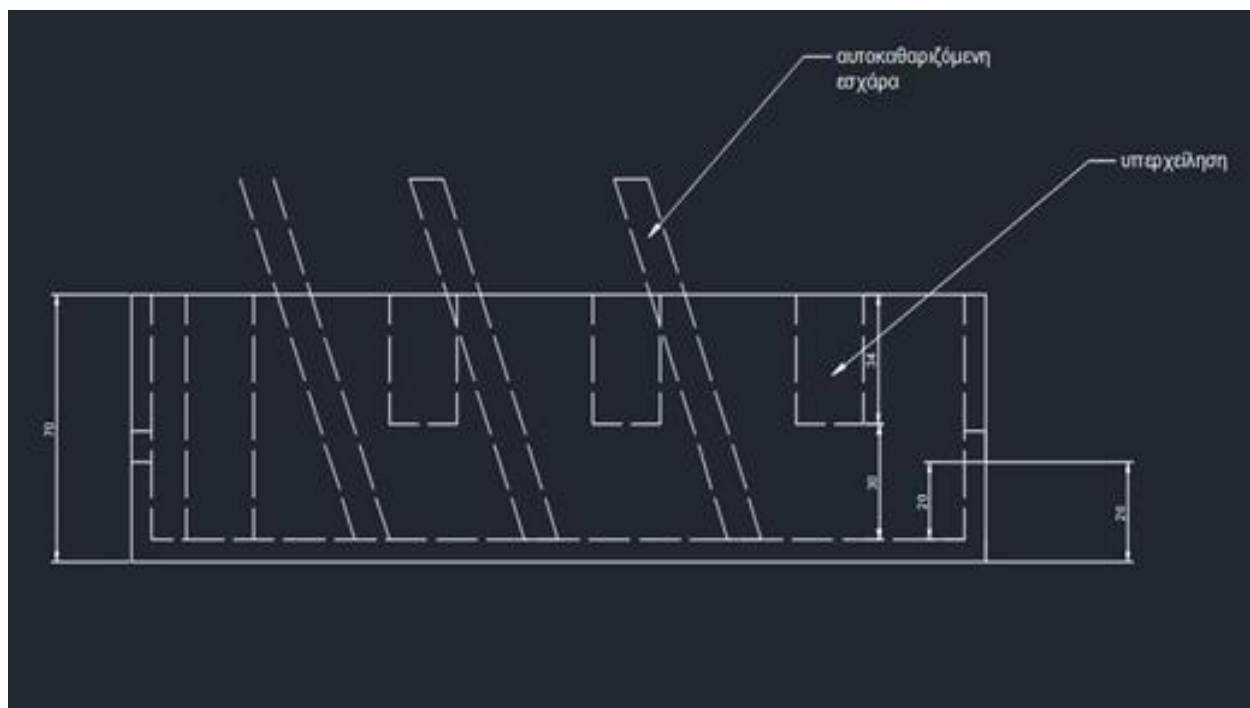
Με τους έως τώρα υπολογισμούς είναι εύκολα κατανοητό ότι το φρεάτιο είναι ικανό να φιλοξενήσει την παροχή του αγωγού. Επίσης αφού η διατομή του φρεατίου είναι σταθερή, αυτό σημαίνει ότι όταν η παροχή αλλάζει, αλλάζει και η ταχύτητα του λύματος. Για να βρούμε την ταχύτητα του λύματος χρησιμοποιούμε τον τύπο :

$$Q = A \times u$$

Λύνοντας ως προς την ταχύτητα u έχουμε

$$u = \frac{Q}{A}$$

Αντικαθιστώντας παίρνουμε πως υπό κανονικές συνθήκες και με παροχή 3.000 m^3 η ταχύτητα του λύματος είναι περίπου 0.3 m/s , ενώ με την παροχή να είναι στα 6.000 m^3 η ταχύτητα γίνεται σχεδόν 0.6 m/s . Για τον λόγο αυτό η πρώτη εσχάρα απέχει 3.25 m από το στόμιο εισόδου, έτσι ώστε να ηρεμεί το λύμα, χωρίς όμως να χάνει σημαντική ταχύτητα. Βάση υπολογισμών το κεντρικό φρεάτιο έχει χωρητικότητα 12 m^3 με βάθος 1 m , ενώ με βάθος 1.5 m που είναι και το ύψος υπερχείλισης η χωρητικότητα φτάνει τα 18 m^3 .



Εικ. 3.3 : Πλάγια όψη κυρίως φρεατίου

6.1.3 Εσχάρες

Στο κύριο φρεάτιο θα τοποθετηθούν τρεις αυτοκαθαριζόμενες εσχάρες. Να σημειωθεί ότι μετά από επικοινωνία με την κατασκευαστική εταιρία Ecotech, ενημερωθήκαμε πως αυτού του είδους οι εσχάρες είναι κατόπιν παραγγελίας και οι διαστάσεις επιλέγονται από τον πελάτη ανάλογα με τις ανάγκες του. Το ωφέλιμο εμβαδό εσχάρωσης θα είναι 1m επί 1.5m, δηλαδή 1.5 m². Μπορεί να φαίνεται μεγάλο σαν εμβαδό εσχάρωσης για μια παροχή όπως αυτή που έχουμε εδώ, αλλά λαμβάνω υπόψη τις αυξομειώσεις της παροχής όπως και την μελλοντική αύξηση της, σύμφωνα με την μελέτη του αποχετευτικού της πόλης. Το συνολικό ύψος θα είναι στα 4.5m , άρα η έξοδος των λυμάτων θα είναι 1.3 m πάνω από το έδαφος.

Τα διάκενα των εσχάρων θα είναι 15mm για την πρώτη, που θα συγκρατεί τα πιο ογκώδη στερεά, 10mm για την δεύτερη που θα αποτρέπει το πέρασμα πιο μικρών αντικειμένων και πανιών, η τρίτη θα διαθέτει το μικρότερο διάκενο από όλες, στα 5mm με σκοπό να μην περνάνε ούτε τα πανιά. Ο καθαρισμός τους γίνεται αυτόματα από ξέστρο που οι προεξοχές του εισέρχονται στα διάκενα, το ξέστρο μετακινείται με την βοήθεια αλυσίδας της οποίας την κίνηση έχει αναλάβει ένας ηλεκτροκινητήρας. Στην περίπτωση της υπερχειλίσης, το λύμα οδηγείται στο βοηθητικό φρεάτιο όπου θα συναντήσει δύο χειροκίνητες εσχάρες ευθύγραμμου τύπου (ευθύγραμμες ράβδοι). Τα διάκενα θα είναι 7mm και 5mm αντίστοιχα. Θα είναι

κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα. Ο καθαρισμός των σχαρών θα γίνεται χειροκίνητα με ειδικό ξέστρο που οι προεξοχές του εισέρχονται στα διάκενα τους.



Εικ. 1.16 : Αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα

Σε περίπτωση έμφραξης κάποιας από τις αυτοκαθαριζόμενες, θα υπάρχει μισό μέτρο πριν από κάθε εσχάρα χειροκίνητο θυρόφραγμα διαστάσεων, πλάτος 1m , ύψος 2 m που θα οδηγεί το λύμα στον βοηθητικό φρεάτιο. Με τον τρόπο αυτό ο καθαρισμός της εσχάρας θα είναι πιο εύκολος και ασφαλείς.

6.1.4 Συλλογή και απομάκρυνση εσχαρισμάτων

Η αυτοκαθαριζόμενες εσχάρες, διαθέτουν σημείο απόρριψης των εσχαρισμάτων, ο τρόπος όμως που τοποθετούνται στο φρεάτιο μας αναγκάζει να τοποθετήσουμε κοχλίες συλλογής εσχαρισμάτων. Ο κοχλίας θα ξεκινά ακριβώς κάτω από την έξοδο των εσχαρισμάτων και θα τα οδηγεί σε μεταλλικό κάδο, που θα τοποθετηθεί δίπλα στην εγκατάσταση. Η κάθε αυτοκαθαριζόμενη θα έχει δικό της κάδο χωρητικότητας περίπου ενός κυβικού. Τα εσχαρίσματα προφανώς τα είναι «ποτισμένα» και για να μην επιβαρύνεται ο κάδος έως ότου αδειάσει, στο κατώτερο μέρος του θα προσαρμοστεί ένας μικρός σωλήνας αποστράγγισης που σε συνεργασία με στραγγιστικό λούκι θα στέλνει τα υγρά στην δεξαμενή του αντλιοστασίου κεντρικής ανύψωσης.



Εικ. 2.16 : Κάδος εσχαρισμάτων

Για τις χειροκαθαριζόμενες ο καθαρισμός είναι πιο απλός. Θα τοποθετηθεί στο τοίχιο βάση για σύστημα ανύψωσης, ένας μικρός περιστρεφόμενος γερανός με σταθερή βάση, βίντσι και ηλεκτροκινητήρα. Ο συντηρητής στην συνέχεια με συμβατικά εργαλεία θα απομακρύνει τα εσχαρίσματα σε ένα κάδο όπως ο

παραπάνω. Η απομάκρυνση από την εγκατάσταση θα γίνεται με την χρήση συμβατικού απορριμματοφόρου.

6.1.5 Λοιπές πληροφορίες

Από την στιγμή που η εγκατάσταση βρίσκεται πριν το πέρασμα μέσα από το ποτάμι για τον βιολογικό ή πρόσβαση για συντήρηση και παρακολούθηση για την τήρηση ομαλής λειτουργίας είναι πάντα εφικτή. Δεν ακυρώνει τον υπάρχον εξοπλισμό καθαρισμού του λύματος αλλά συνεργάζεται με αυτόν.

Για λόγους ασφαλείας το φρεάτιο είναι σκεπασμένο με μεταλλικά κλείστρα που εξοπλίζονται με κλειδαριά ασφαλείας και θα αποφασισθεί μετά την ολοκλήρωση του έργου αν είναι απαραίτητη η περίφραξη του χώρου.

Κεφάλαιο 7^ο

Μελέτη εγκατάστασης

7.1 Περιγραφή εργασιών και πίνακας μηχανολογικού και τεχνικού εξοπλισμού

Αρχικά παραθέτουμε τον πίνακα ελαχίστου απαιτούμενου μηχανολογικού και τεχνικού εξοπλισμού για το έργο:

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ
ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ & ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟ:
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ**

Α/Α	ΕΙΔΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΤΕΜΑΧΙΑ
1.	Εκσκαφείς	1
2.	Φορτωτές	1
3.	Ανατρεπόμενα	3
4.	Ισοπεδωτής γαιών	1
5.	Συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος	1
6.	Πρέσσα	1
7.	Βαρέλες	2
8.	Οδοστρωτήρας	1
9.	Βυτίο	1
10.	JCB	1
11.	Παπαγαλάκι	1
12.	Γερανός	1

Να σημειωθεί ότι πριν ξεκινήσουν οι εκσκαφές ένας ισοπεδωτής γαιών (γκρέιντερ) θα διαμορφώσει τον δρόμο που οδηγεί στην εγκατάσταση και θα στρωθεί δάνειο υλικό (χαλίκι) , για την ομαλοποίηση του ένας οδοστρωτήρας θα πατήσει τον δρόμο. Το συνολικό μήκος του δρόμου υπολογίζεται στα 800m και το πλάτος στου

στα 5m , διότι αρχικά θα χρησιμοποιείται από βαρέα μηχανήματα και έπειτα από τα απορριμματοφόρα. Το πάχος της χαλικόστρωσης ορίστηκε στα 40cm . Έτσι με απλούς υπολογισμούς προκύπτει το εξής αποτέλεσμα "

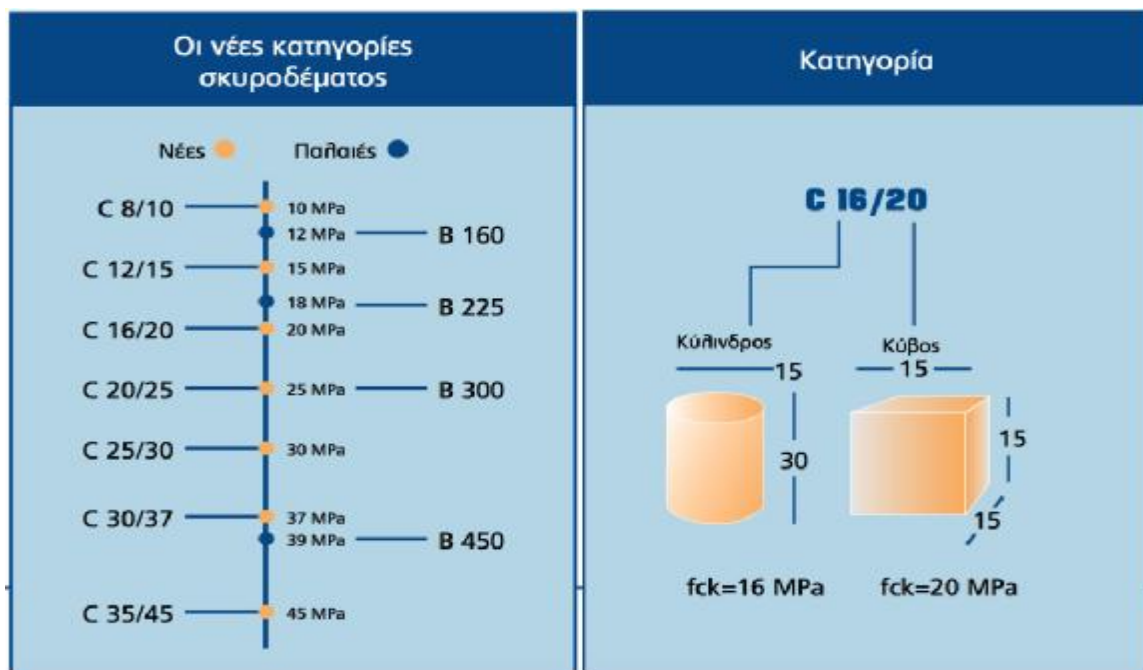
$$V_{\text{δανείου υλικού}} = (800m \times 5m) \times 0.4m = 1.600m^3$$

Άρα ο όγκος του δανείου υλικού για την χαλικόστρωση υπολογίζεται στα 1.600 m³. Ο χρόνος εργασιών για την κατασκευή του δρόμου είναι περίπου μια ημέρα.

7.1.1 Σκυροδέματα

Στο έργο αυτό θα χρησιμοποιηθούν συνολικά δύο διαφορετικού τύπου σκυροδέματος. Ο πρώτος τύπος είναι σκυρόδεμα c8/10 που αποτελείσει το υλικό κατασκευής της κατώστρωσης και σκυρόδεμα c20/25 το οποίο θα είναι το υλικό κατασκευής όλων των τοιχωμάτων της εγκατάστασης. Ο τύπος σκυροδέματος μας δίνει πληροφορίες για την αντοχή του υλικού.

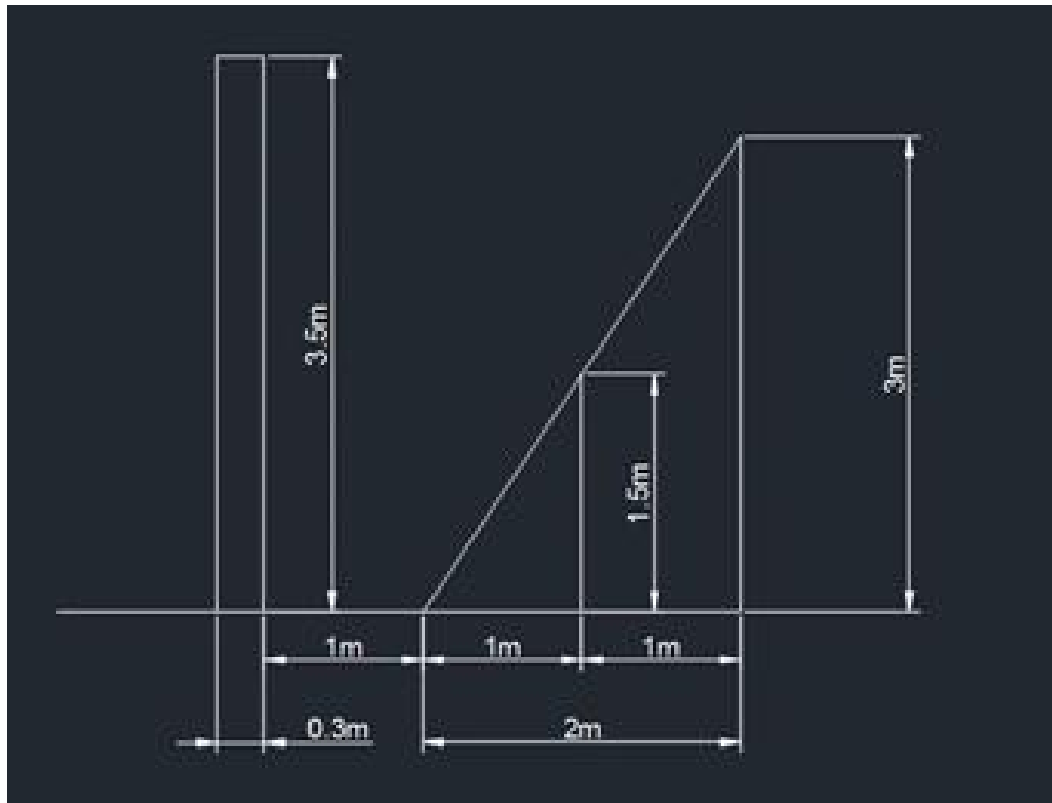
Από το 1985 και έπειτα ισχύουν ο νέος Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος , που το 1997 αναθεωρήθηκε και καταργήθηκαν οι παλιές κατηγορίες «B» . Οι νέες κατηγορίες περιγράφονται από αριθμούς όπως το c8/10, ο πρώτος αριθμός το 8 , αναφέρεται στην χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου σε θλίψη και ο δεύτερος το 10 στην χαρακτηριστική αντοχή κύβου σε θλίψη.



Εικ. 2.17 : Πίνακας κατηγοριών σκυροδέματος

7.1.2 Περιγραφή εκσκαφής

Για την ασφάλεια πρωτίστως των εργαζομένων και μετέπειτα του υπό κατασκευή έργου, η τρόπος εκσκαφής θα γίνει με ένα συγκεκριμένο τρόπο. Η «λακκούβα» που θα δημιουργηθεί θα έχει σχήμα που μοιάζει με την βάση μιας πυραμίδας, αλλά αναποδογυρισμένη. Από την κάτω στάθμη, εκεί όπου θα «πατάει» το φρεάτιο έως την επιφάνεια του εδάφους η εκσκαφή τα έχει κλίση 1m/1.5m. Δηλαδή για κάθε ένα μέτρο οριζόντιας απόστασης η κάθετη θα αυξάνεται κατά 1.5m .



Εικ 3.4 : Πλάγια τομή εκσκαφής

Για τον υπολογισμό του συνολικού όγκου χώματος που θα απομακρυνθεί , πρέπει να υπολογιστεί αρχικά το εμβαδό της χαμηλής στάθμης και μετέπειτα το εμβαδό της υψηλής στάθμης.

Με σκοπό να διευκολύνουμε τον υπολογισμούς μας , θεωρούμε ότι το περίγραμμα του φρεατίου είναι ορθογωνικό για να μην προβούμε σε υπολογισμούς αχρείαστων γεωμετριών. Άλλωστε η ποσότητα του σκυροδέματος που θα απαιτήσει αυτό το μικρό κομμάτι είναι σχεδόν αμελητέα. Βρίσκουμε το εμβαδόν της χαμηλής στάθμης. Να σημειωθεί ότι για την επίχωση «βγαίνουμε» ένα μέτρο εκτός της

περιμέτρου της εγκατάστασης ενώ για την κοιτώστρωση δέκα εκατοστά. Η υψηλή στάθμη είναι το επίπεδο του εδάφους.

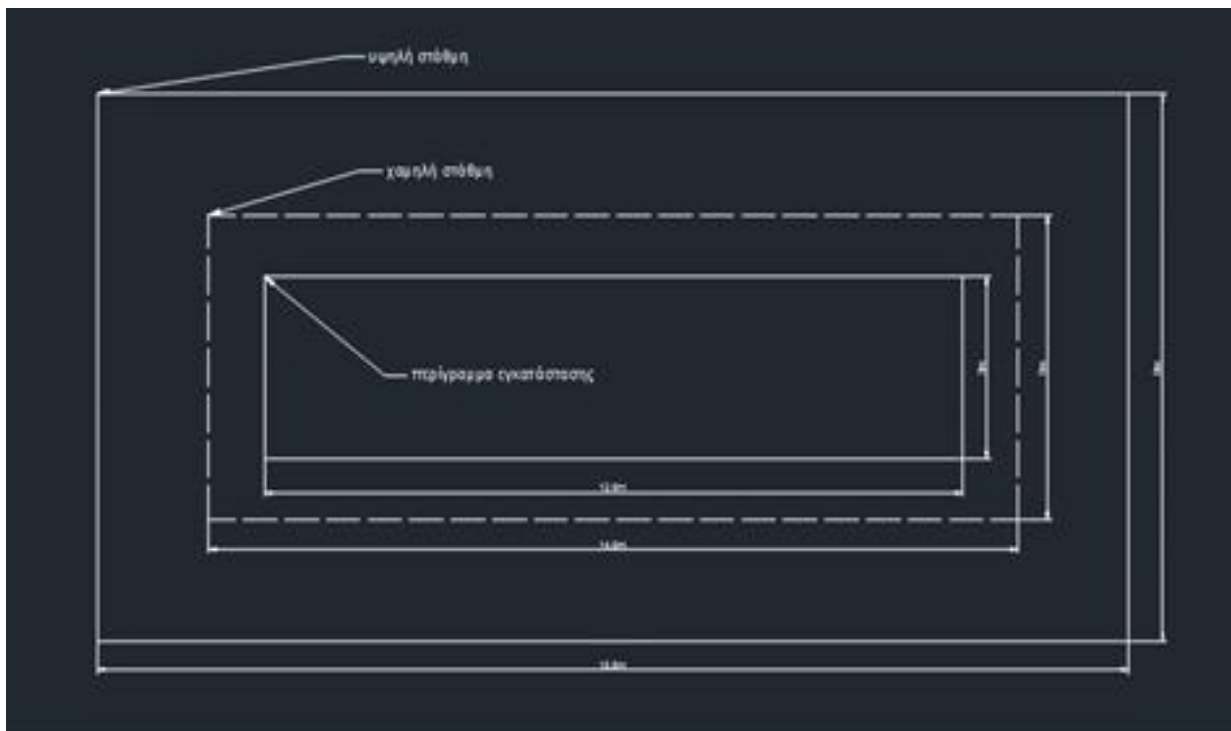
Υπολογισμός χαμηλής στάθμης:

$$E_{\text{χαμηλής στάθμης}} = l_{\text{low}} \times w_{\text{low}} = 14.6 \times 5 = 73m^3$$

Υπολογισμός υψηλής

$$E_{\text{υψηλής στάθμης}} = l_{\text{high}} \times w_{\text{high}} = 18.6 \times 9 = 167.6m^3$$

Για τις διαστάσεις της υψηλής στάθμης «βγήκαμε» τρία μέτρα από το περίγραμμα της εγκατάστασης. Τα σκαριφήματα 2 και 3 συμβάλουν στην κατανόηση της λογικής εύρεσης των διαστάσεων. Γνωρίζοντας πλέον τα εμβαδά αυτά μπορούμε να προχωρήσουμε στην εύρεση του όγκου του εδάφους που θα μετακινηθεί



Εικ. 3.5 : Κάτοψη εκσκαφής

Ο συνολικός όγκος εδάφους που θα αφαιρεθεί υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο :

$$V_{\text{εδάφους}} = \left(\frac{E_{\text{χαμ.στάθ.}} - E_{\text{υψ.στάθ.}}}{2} \right) \times h$$

Όπου h τα 3 μέτρα του βάθους , αντικαθιστώντας λοιπόν θα έχουμε :

$$V_{\text{εδάφους}} = \left(\frac{73 - 167,4}{2} \right) \times 3 = 360,6 \text{ m}^3$$

Η διαδικασία εκσκαφής έχει διάρκεια μιας ημέρας. Στην εκσκαφή συμμετέχουν , ο εκσκαφέας , τα ανατρεπόμενα και ο φορτωτής.

7.1.3 Υπολογισμός όγκου δάνειων υλικών (επίχωση)

Η επίχωση είναι μια εργασία που προηγείται της κοιτόστρωσης. Αυτό διότι δεν γνωρίζουμε τι έδαφος θα συναντήσουμε στο σημείο εκσκαφής. Στόχος μας είναι η δημιουργία μια σταθερής και επίπεδης βάσης για να στηριχθεί η εγκατάσταση, συνήθως τα δάνεια υλικά είναι χαλίκια σε τέτοιες περιπτώσεις. Το εμβαδό της επίχωσης είναι ίδιο με αυτό της χαμηλής στάθμης. Έχοντας ορίσει ως πάχος επίχωσης τα 20 cm , υπολογίζουμε τον όγκο :

$$V_{\text{επίχωσης}} = E_{\text{χαμ.στάθ.}} \times 0.20 = 1.46 \text{ m}^3$$

Ο όγκος του δάνειου υλικού επίχωσης είναι 1.46 m^3 . Στην διαδικασία χρησιμοποιούνται, ένα ανατρεπόμενο, ο φορτωτής και ο οδοστρωτήρας.

7.1.4 Κοιτόστρωση

Είναι η εκτεταμένη θεμελίωση και εφαρμόζεται κατά κανόνα όταν το έδαφος δεν είναι πολύ ανθεκτικό. Στην περίπτωση αυτή επιλέχτηκε η κοιτόστρωση χωρίς νευρώνες, δηλαδή χωρίς οπλισμό. Είναι η απλούστερη μορφή θεμελίωσης , και εύκολο καλούπωμα και σιδέρωμα. Για να βρεθεί ο συνολικός όγκος σκυροδέματος τύπου c8/10 πρέπει να προσθέσουμε σε κάθε πλευρά της περιμέτρου της εγκατάστασης μας, δέκα εκατοστά. Επομένως έχουμε μήκος :

$$L = 12.6 + 0.10 + 0.10 = 12.8 \text{ m}$$

Πλάτος :

$$W = 3 + 0.10 + 0.10 = 3.2 \text{ m}$$

Για τον τελικό υπολογισμό του όγκου , πολλαπλασιάζουμε τον εμβαδόν των νέων διαστάσεων με 0.10 m , που έχει οριστεί ως το πάχος της κοιτόστρωσης.

$$V_{\text{κοιτόστρωσης}} = (12.8 \times 3.2) \times 0.10 = 4.096 \text{ m}^3$$

Στρογγυλοποιώντας το τελικό αποτέλεσμα για λόγους ευκολίας , έχουμε όγκο κοιτόστρωσης $V_{\text{κοιτ.}}=4.1 \text{ m}^3$.

7.1.5 Υπολογισμός όγκου σκυροδέματος , δαπέδου και τοιχίων.

Οι υπολογισμοί γίνονται πάντα λαμβάνοντας υπόψη τις περιμετρικές διαστάσεις , με αυτό τον τρόπο μπορεί βέβαια να υπολογιστεί πλεονάζουσα ποσότητα υλικών, με μικρή απόκλιση, αλλά δεν θα έχουμε μικρότερη από την απαιτούμενη. Για το δάπεδο και τα τοιχία χρησιμοποιούμε σκυρόδεμα τύπου c20/25, σπλισμένο. Υπολογισμός δαπέδου , τώρα θα πρέπει να υπολογιστεί ακριβώς το εμβαδό και όχι όπως για την κοιτόστρωση, και την επίχωση. Για διευκόλυνση χωρίζω το εμβαδό, σε εμβαδό κυρίως φρεατίου, και φρεατίου υπερχείλισης.

Εμβαδό κυρίως φρεατίου:

$$E_{\text{κυρ.φρεατ.}} = 12.6 \times 1.6 = 20.16m^2$$

Εμβαδό φρεατίου υπερχείλισης :

$$E_{\text{φρεα.υπερ.}} = (9.25 \times 1.3) + \left(\frac{1.3 \times 1.3}{2} \right) = 12.87m^2$$

Για την εύρεση του όγκου του σκυροδέματος που απαιτείται για τον δάπεδο, προσθέτουμε τα δύο εμβαδά που βρήκαμε προηγουμένως , και τα πολλαπλασιάζουμε με το πάχος των τοιχίων της εγκατάστασης που έχει οριστεί στα 0.3m.

Εμβαδό δαπέδου :

$$E_{\text{δαπέδου}} = E_{\text{κυρ.φρεατ.}} + E_{\text{φρεατ.υπερ.}} = 33.03m^2$$

Όγκος σκυροδέματος δαπέδου :

$$V_{\text{δαπέδου}} = E_{\text{δαπέδου}} \times 0.3 = 9.909 \cong 10m^3$$

Έχοντας κάνει την στρογγυλοποίηση ο όγκος του απαιτούμενου σκυροδέματος για το δάπεδο είναι $10m^3$.

Εμβαδό τοιχίων, εδώ η διαδικασία δυσκολεύει, διότι αρχικά πρέπει να βρούμε το περιμετρικό εμβαδό των τοιχωμάτων , στην συνέχεια τα εμβαδά των υπερχειλίσεων,

του θυροφράγματος , των οπών εισόδου και εξόδου και έπειτα να γίνει η αφαίρεση που θα μας δώσει το τελικό εμβαδό. Ξεκινάμε βρίσκοντας το εμβαδό των τοιχωμάτων του κυρίως φρεατίου , χωρίς να αφαιρέσω τους υπερχειλιστές και το θυρόφραγμα.

Εμβαδό τοιχωμάτων κυρίως φρεατίου :

$$E_{\text{τοιχ.κυρ.φρ}} = \rho(12.6 \times 3.2) \times 2 + (1.6 \times 3.2) \times 2 = 90.88m^2 \cong 91m^2$$

Ακολούθως υπολογίζουμε το εμβαδό του εξωτερικού τοιχίου στο φρεάτιο υπερχείλισης .

Εμβαδό φρεατίου υπερχείλισης :

$$E_{\text{φρ.υπερ.}} = (1.3 \times 3.2) + (9.25 \times 3.2) + (2 \times 3.2) = 40.16m^2$$

Προσθέτουμε τα εμβαδά κυρίως φρεατίου και υπερχείλισης :

$$E_{\text{περ.τοιχιων}} = E_{\text{τοιχ.κυρ.φρ}} + E_{\text{φρ.υπερ.}} = 131.16m^2 \cong 131.2m^2$$

Το επόμενο βήμα είναι να υπολογίσουμε τα εμβαδά των υπερχειλιστών (η εγκατάσταση έχει τρείς), των δύο οπών και του θυροφράγματος.

Εμβαδό υπερχειλιστών:

$$E_{\text{υπερχειλιστων}} = (1.7 \times 1) \times 3 = 5.1m^2$$

Εμβαδό θυροφράγματος :

$$E_{\text{θυροφραγματος}} = 3.2 \times 1 = 3.2m^2$$

Το εμβαδό της διατομής του αγωγού, είναι ήδη γνωστό από τους υπολογισμούς που έγιναν για την ταχύτητα του λύματος . Επομένως έχουμε:

$$E_{\text{αγωγού}}=0.1256 m^2$$

Στην εγκατάσταση όμως, έχουμε δύο οπές ίδιας διαμέτρου για την εισαγωγή και την εξαγωγή του λύματος, πολλαπλασιάζοντας λοιπόν έχουμε :

$$E_{αγωγών} = 0.1256 \times 2 = 0.2512m^2$$

Αθροίζοντας τα παραπάνω εμβαδά παίρνουμε το εμβαδό που θα αφαιρέσουμε :

$$E_{αφαίρ.} = E_{υπερχειλιστών} + E_{θυροφράγματος} + E_{αγωγών} = 8.5512m^2 \cong 8.56m^2$$

Πλέον όλα τα ζητούμενα είναι γνωστά , κάνοντας μια απλή αφαίρεση θα έχω το τελικό εμβαδό τοιχωμάτων της εγκατάστασης :

$$E_{τελ} = E_{περ.τοιχίων} - E_{αφαίρ.} = 122.64m^2 \cong 122.7m^2$$

Με το τελικό εμβαδό γνωστό, το επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός απαιτούμενου όγκου σκυροδέματος (τύπου c20/25) για την κατασκευή. Πολλαπλασιάζουμε λοιπόν τον εμβαδό των τοιχωμάτων με το 0.3m που έχει οριστεί ως το πάχος τους .

$$V_{τοιχωμάτων} = 122.7 \times 0.3 = 36.81m^3 \cong 37m^3$$

Γνωρίζοντας τον απαιτούμενο όγκο σκυροδέματος για δάπεδο και τοιχώματα , αθροίζουμε τις δύο ποσότητες για να πάρω τον συνολικό απαιτούμενο όγκο.

$$V_{ολικό} = V_{τοιχωμάτων} + V_{δαπέδου} = 37 + 10 = 47m^3$$

Προαιρετικά αλλά και για να είμαστε πλήρως καλυμμένοι σε ότι αφορά την ποσότητα σκυροδέματος που θα χρειαστεί, πραγματοποιώ μια τελική στρογγυλοποίηση και το η τελική ποσότητα είναι 50m³ σκυροδέματος c20/25.

7.1.6 Οπλισμός

Το τελευταίο στάδιο είναι ο υπολογισμός του οπλισμού, σε συνεργασία με έμπειρο μηχανικό της εταιρίας Κόκκινος ΑΤΕΕ , αποφασίσαμε να επιλέξουμε οπλισμό 100kg ανά κυβικό μέτρο σκυροδέματος.

$$B_{οπλίσμου} = 100 \times 50 = 5.000kg$$

7.2 Χρονοδιάγραμμα και αιτιολογική έκθεση

Πίνακας 1.1 : Χρονοδιάγραμμα εργασιών

ΕΡΓΟ: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ (ΧΡΗΣΗ 2016).							
ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΟΥ							
Α/Α	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΠΟ - ΕΩΣ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΣΕ ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ			
				ΕΒΔ.1η	ΕΒΔ. 2η	ΕΒΔ. 3η	ΕΒΔ. 4η
1	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΔΡΟΜΟΥ	1/6/2017	1 Ημέρα	■			
2	ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΚΣΚΑΦΕΣ	2/6/2017	1 Ημέρα	■			
3	ΕΠΙΧΩΣΗ	3/6/2017	1 Ημέρα	■			
4	ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΕΙΣ	04/06/2017- 18/06/2017	14 Ημέρες	■			
5	ΟΠΛΙΣΜΟΣ	04/06/2017- 18/06/2017	14 Ημέρες	■			
6	ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΕΡΓΟΥ - ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ	19/06/2017- 20/06/2017	2,0 Ημέρες			■	

Μετά το χρονοδιάγραμμα εργασιών ακολουθεί η αιτιολογική έκθεση χρονοδιαγράμματος.

ΕΡΓΟ : ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ(ΧΡΗΣΗ 2017).

ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ :

- 1. Αιτιολογική έκθεση.**
- 2. Χρονοδιάγραμμα εργασιών Gantt.**

ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ (που συνοδεύει το χρονοδιάγραμμα εκτέλεσεως εργασιών)

ΓΕΝΙΚΑ

Παρουσιάζεται η χρονική διάρκεια που απαιτείται για την κατασκευή της εγκατάστασης προεπεξεργασίας λυμάτων η συνολική προθεσμία περάτωσης του έργου είναι 19 ημέρες από την έναρξη των εργασιών .

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η ανάλυση έγινε για κάθε ομάδα εργασιών με την μορφή Γραμμικής ανάλυσης GANT.

Οι δραστηριότητες περιγράφονται με τέσσερις (5) ομάδες εργασιών και αντιπροσωπεύουν το σύνολο των εργασιών. Αναφέρεται επίσης μία επιπλέον δραστηριότητα:

6: ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΕΡΓΟΥ

στο τέλος του χρονοδιαγράμματος.

ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΤΕΡΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Δραστηριότητες:

1. Διαμόρφωση δρόμου
2. Γενικές εκσκαφές
3. Επίχωση
4. Σκυροδετήσεις
5. Οπλισμός

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Όλες οι παραπάνω δραστηριότητες θα εξελιχθούν κατά το χρονικό διάστημα 01/06/2017 – 18/06/2017

Τέλος κατά το χρονικό διάστημα 19/06/2017-20/06/2017 θα γίνει η καθαριότητα καθώς και η παράδοση του έργου.

Η προμήθεια των απαιτούμενων υλικών ανάγεται στο χρόνο των δραστηριοτήτων και δεν απαιτείται επιπλέον χρόνος, καθώς επίσης οι δοκιμές και οι εργαστηριακοί έλεγχοι κλπ.

7.3 Προϋπολογισμός έργου

Ο προϋπολογισμός είναι ενδεικτικός για την εκπόνησης πτυχιακής εργασία , παρόλα αυτά μετά από επικοινωνία με τοπικούς εργολάβους και κατασκευαστικές εταιρίες τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν, είναι ικανά να δώσουν μια αντιπροσωπευτική εικόνα.

Για τις τιμές των υλικών συμβουλευτήκα άρθρα και διατάξεις του ΥΠΕΧΩΔΕ 2013 για έργα προϋπολογισμού μικρότερου του 1,5 εκατομμυρίου ευρώ. Παραθέτουμε λοιπόν τα άρθρα και τις σελίδες που βρίσκονται :

- A-2 σελ. 7125
- A-18.1 σελ. 7138-7139
- A-20 σελ. 7140
- B-29.1.1 σελ. 7175
- B-29.4.5 σελ. 7178
- B-30.2 σελ. 7189-7190 .

Πίνακας 1.2 : Κοστολόγιο υλικών

Α/Α	Ένδειξη εργασιών	Α.Τ.	Ποσότητες		Δαπάνη	
			Αρχικού Προϋπολογισμού	Μ.Μ.	Τιμή Μονάδος	Ολική
1	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες	A-2	361	m3	0,70	252,70 €
2	Συνήθη δάνεια υλικών κατηγορίας E1 έως E4	A-18.1	1600	m3	2,85	4.560,00 €
3	Κατασκευή επιχωμάτων	A-20	1.46	m3	1,05	1,53 €
4	Σκυρόδεμα C8/10 κοποστρώσεων	B-29.1.1	4.1	m3	72,30	296,43 €
5	Σκυρόδεμα C20/25 τοίχων	B-29.4.5	50	m3	133,00	6.650 €
6	Σιδηρός οπλισμός	B-30.2	5000	kgf	1,15	5.750 €
	Αθροισμα					17.650 €
	ΓΕ+ΟΕ 18%					3.152 €
	Αθροισμα					20.802 €

Συμπεριλαμβανομένου και το επιπρόσθετου φόρου αλλά και της προμήθειας του εργολάβου το συνολικό κόστος υλικών ανέρχεται στις 20.802 ευρώ.

Ακολουθεί ένα ενδεικτικός υπολογισμός του κόστους εργασιών ,πιο συγκεκριμένα οι μισθώσεις μηχανημάτων. Οι τιμές που ανα εργατοώρα που θα παρατεθούν είναι μετά από επικοινωνία με εργολάβους της πόλης των Γρεβενών

Χρεώσεις ανά εργατοώρα:

- Εκσκαφέας : 65 €/h
- Φορτωτής : 65 €/h
- Ισοπεδωτής γαιών : 55 €/h
- Ανατρεπόμενα : 35 €/h (χωρητικότητα καρότσας 20m³)
- Οδοστρωτήρας : 40 €/h
- Βυτίο : 30 €/h
- JCB : 35 €/h
- Παπαγαλάκι : 30€/h
- Γερανός : 30 €/h

Η χρέωση της πρέσας δεν είναι ανά ώρα αλλά ανά λειτουργία, 100 ευρώ για κάθε λειτουργία . Κάθε φορά επεξεργάζεται 20m³ , στην περίπτωση της εγκατάστασης που απαιτούνται 50 κυβικά σκυροδέματος c20/25 θα λειτουργήσει 3 φορές, επομένως το κόστος θα είναι 300 ευρώ.

Η βαρέλα για κάθε 20 κυβικά χρεώνει 70 ευρώ , άρα το κόστος θα είναι 210 ευρώ.

Για κάθε ημέρα λειτουργίας η επιβάρυνση θα είναι 8 ώρες .Επομένως βάση του χρονοδιαγράμματος ορίζουμε τις μέρες λειτουργίας του κάθε μηχανήματος.

- Εκσκαφείας : 1 ημέρα λειτουργίας , κόστος $8 \times 65 = 530\text{€}$
- Φορτωτής : 1 ημέρα λειτουργίας , κόστος $8 \times 65 = 530\text{€}$
- Ισοπεδωτής γαιών : 1 ημέρα λειτουργίας , κόστος $8 \times 55 = 440\text{€}$
- Ανατρεπόμενα : 1 ημέρα λειτουργίας , κόστος $8 \times 35 = 280\text{€}$
- Οδοστρωτήρας : 2 ημέρα λειτουργίας , κόστος $8 \times 40 = 640\text{€}$
- Βυτίο : 1 ημέρα λειτουργίας , κόστος $8 \times 30 = 240\text{€}$
- JCB : 1 ημέρα λειτουργίας , κόστος $8 \times 35 = 280\text{€}$
- Παπαγαλάκι : 1 ημέρα λειτουργίας , κόστος $8 \times 30 = 240\text{€}$

Συνολικό κόστος, εργασίας μηχανημάτων : 3.180 €

Μηχανολογικός εξοπλισμός εγκατάστασης, προμήθεια :

- Χειροκαθαριζόμενη εσχάρα : 1.100 €/τεμ. (2 τεμάχια)
- Αυτοκαθαριζόμενες εσχάρες : 15mm, 28.000 €/τεμ.
10mm, 35.000 €/τεμ.
5mm, 40.000 €/τεμ.
- Θυροφράγματα : 1.500 €/τεμ. (4 τεμάχια)
- Κοχλίας εσχарισμάτων : 3.200 €/τεμ. (3 τεμάχια)
- Ανυψωτικός μηχανισμός : 850 €/τεμ.
- Κάδος εσχарισμάτων : 500 €/τεμ. (4 τεμάχια)

Οι τιμές που αναφέρονται είναι χωρίς Φ.Π.Α , επιπλέον η μεταφορά θα κοστίσει 1.500 € και τα ηλεκτρολογικά-αυτοματισμοί 1.500 € . Αθροίζοντας τα παραπάνω ποσά καταλήγουμε το κόστος του μηχανολογικού εξοπλισμού που είναι 126.000 €

Για έχουμε μια συνολική εικόνα , αθροίζουμε το κόστος των υλικών, το κόστος εργασιών και το κόστος του μηχανολογικού εξοπλισμού.

Τελικό ποσό : 149.982 €

7.4 Προτάσεις βελτίωσης λειτουργίας

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της πόλης των Γρεβενών, είναι μια σχετικά σύγχρονη εγκατάσταση. Πράγμα που σημαίνει ότι οι βελτιώσεις μέσα σε λογικά πλαίσια είναι πολύ λίγες και πιο συγκεκριμένα τρεις. Επιλέχθηκαν αυτές τις τρεις βελτιώσεις αφού ο συγγραφέας φοιτητήε πέρασε 2 μήνες από την πρακτική του άσκηση στην εγκατάσταση, δηλαδή μέσα από προσωπική εμπειρία αλλά και μετά

από συζήτηση με τον επι χρόνια συντηρητή εξάχθηκαν οι ακόλουθες προτάσεις για βελτίωση :

1. Επίστρωση με χαλίκι του χωματόδρομου που οδηγεί στην εγκατάσταση, που προβλέπεται από την μελέτη. Κατασκευή οδογέφυρας για ευκολότερη πρόσβαση, του συντηρητή αλλά και των υπολοίπων μηχανημάτων που κατά καιρούς καλούνται στον βιολογικό για εργασίες. Διότι όπως έχει επισημανθεί, όταν οι καιρικές συνθήκες είναι δυσμενείς και η παροχή του ποταμού Γρεβενίτη αυξηθεί, το πέρασμα στη αντίπερα όχθη είναι απαγορευτικό.
2. Εξοπλισμός των γερανών της εγκατάστασης με βίντσι και ηλεκτροκινητήρα, για ευκολότερη και ασφαλή ανέλκυση αντλιών.
3. Τοποθέτηση συστήματος με γερανό και ηλεκτροκινητήρα, για την ανάκτηση του άξονα που έχουν οι αεριστήρες. Σε περίπτωση που αστοχήσει το υλικό του και ο άξονας βρεθεί εντός της δεξαμενής.

Συμπεράσματα-επίλογος

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται μία πρόταση για την επίλυση ενός βασικού προβλήματος που εμφανίζεται στον βιολογικό καθαρισμό τα πόλης των Γρεβενών. Αυτό είναι το πρόβλημα που προκαλούν τα αδιάλυτα πανιά στην εγκατάσταση. Η μελέτη που δίνεται λόγω της έκτασης του προβλήματος και του κόστους της επαναλαμβανόμενης συντήρησης πιστεύεται ότι αν εφαρμοστεί, αν δεν λύσει, θα ελαττώσει σε σημαντικό βαθμό τις επιπτώσεις του προβλήματος και για τον λόγο αυτό κρίνει υλοποίησης. Επιπλέον ο τρόπος που σχεδιάστηκε η προεπεξεργασία και τα φρεάτια, έχουν την δυνατότητα να καλύψουν τις ανάγκες της πόλης ακόμα και μετά πληθυσμιακή αύξηση που προβλεφθεί από την Δ.Ε.Υ.Α Γρεβενών όταν γινόταν η μελέτη για το νέο αποχετευτικό.

Βιβλιογραφία

Μελέτη διάθεσης έργου : Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων του Δήμου Γρεβενών .
Ανάδοχος : Μεσόγειος ΑΤΕΕ-Αθωνική Α.Ε.

Δ.Ε.Υ.Α. Γρεβενών, Τεύχος τεχνικής περιγραφής μηχανολογικών εξαρτημάτων,
Τεύχος υδραυλικών υπολογισμών

Α. Αγγελάκης. *Συν. Ερευνητής του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. και Τεχνικός Σύμβουλος της Ένωσης των ΔΕΥΑ, Τεχνολογίες Ύδρευσης και Αποχέτευσης στην Αρχαία Κρήτη με Έμφαση τη Μινωική Περίοδο.*

Διαχείριση Υδατικών Πόρων και Υγρών Αποβλήτων στη Μινωική Κρήτη: Μαθήματα και Παρακαταθήκες

Α.Ν. Αγγελάκης. Ινστιτούτο Ηρακλείου , Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικών Ερευνών.
Δ.Κουτσογιάννης. Πολιτικός μηχανικός *Η αποχέτευση στον Μινωικό Πολιτισμό*

Wiley-VHC *Historical Development of Wastewater Collection and Treatment*

Nazaroff & Alvarez Cohen, Section 6.E.3, *Anaerobic Digestion of Waste Water Sludge*

Harold Farnsworth Gray, "Sewerage in Ancient and Medieval Times," *Sewage Works Journal*, Volume 12, No. 5 (Sept. 1940), pp. 939 - 946. Reprinted with permission from *Sewage Works Journal*. Copyright 1940 Water Environment Federation, Alexandria, VA.

P.F. Cooper , *Historical aspects of wastewater Treatment*

ΕΥΔΑΠ (επίσημη ιστοσελίδα) , *Ιστορική αναδρομή αποχέτευσης*

New world encyclopedia , *Sewage*

Advanced Biotech (<http://www.adbio.com>) , *Wastewater collection and treatment*

Natural resources and environment (<http://www.fao.org/>) , *Wastewater treatment*

EuroConstructionCompany S.A. (<http://www.ecc.com.gr/>) , *Η επεξεργασία λυμάτων-υγρών αποβλήτων*

Roger D. Hansen , professor of international relations at Johns Hopkins University's Nitze School of Advanced International Studies in Washington , *Water and wastewater systems in Imperial Rome*

Richard Runion . President of Geostar Publishing & Services , *Contact beds for wastewater filtration*

Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας (<http://www.kee.gr/>) , Διαχείριση απόβλητων απορριμμάτων , υγρά απόβλητα

Γιώργος Παπαδιώτης , Ο Πρόεδρος του ΤΕΕ - Τμήματος Ηπείρου.
Γιώργος Σταμουλάκης, Χημικός Μηχανικός , (<http://teeserver.tee.gr/>) , Τριτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων

Δήμος Φαιστού (<http://www.dimosfestou.gr>) , Μελέτη: Επεξεργασία υγρών αποβλήτων Ζάρου Δήμου Φαιστού με φυσικά συστήματα.

Intrebeton , εγχειρίδιο σκυροδέτησης

Κτιριακά , (<http://www.ktiriaka.gr/>) , Κοιτόστρωση

Εικόνες :

2.1 : www.thinglink.com

2.2 : www.bbc.co.uk (primary history)

2.5 : www.courses.umass.edu (landscape architecture study tour)

2.6 : www.ancientwatertechnologies.com

2.7 : www.janeaustenslondon.com

2.8 , 2.13 : www.slideplayer.com (introduction to the treatment of tannery effluents)

2.10 : www.phillyh2o.org

2.11 : www.ag.ndsu.edu (publications, home & farm)

2.16 : www.polisnet.com

2.17 : www.interbeton.gr