

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΠΑΤΡΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ
ΒΕΛΒΙΤΣΙΟΥ ΣΤΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΗΣ ΑΝΘΟΥΠΟΛΗΣ ΤΟΥ
ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΗΣ ΠΑΤΡΑΣ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ :

ΜΑΡΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ

ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗΣ ΣΑΜΨΩΝ

ΕΠΟΠΤΕΥΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ :

ΚΑΡΑΘΑΝΑΣΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΠΑΤΡΑ 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή – κοσμογονία	6
ΚΕΦ. 1	
1.1. Νερό	8
1.2.1. Μια επιστήμη για το νερό	9
1.2.2. Υδραυλική ονομάζεται	10
1.3.1. Αρχιμήδης	11
1.3.2. Στο χώρο εφαρμοσμένης μηχανικής	13
ΚΕΦ. 2	
2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	14
ΚΕΦ. 3	
3.1 Η μεταφορά του νερού	17
3.1.1 Υδραυλικός σχεδιασμός	18
3.1.1.1. Στρωτή ροή	18
3.1.1.2. Τυρβώδης ροή	18
3.1.2. Κρίσιμη ταχύτητα	19
3.1.3. Ο αριθμός Reynolds	19
3.1.4. Συντελεστής τριβής	19
3.1.5. Ύψος απωλειών	21
3.1.6. Ύψος κινητικής ενέργειας	22
3.1.7. Γραμμή ενέργειας	22

3.1.8.	Πιεζομετρική γραμμή	22
3.1.9.	Hazen – Williams	23
3.1.10.	Υδραυλικό πλήγμα	25
3.1.11.	Επιτρεπόμενη ταχύτητα ροής	25
3.1.12.	Πολλαπλές γραμμές μεταφοράς	26
3.1.13.	Διατομές των αγωγών μεταφοράς	27
3.1.14.	Χάραξη	28
3.1.15.	Κάθετες και οριζόντιες καμπυλότητες	29
3.1.16.	Βάθος επικάλυψης	29
3.2.	Υλικά κατασκευής	30
3.2.1.	Ικανότητα παροχής	30
3.2.2.	Αντοχή	32
3.2.3.	Χρόνος ζωής	33
3.2.4.	Μεταφορά	34
3.2.5.	Ασφάλεια	36
3.2.6.	Ειδικευμένο προσωπικό	37
3.2.7.	Συντήρηση	37
3.2.8.	Διαρροές	38
3.2.9.	Τρόποι σύνδεσης σωλήνων πολυαιθυλενίου	39
3.2.9.1.	Διαδικασία μετωπικής συγκόλλησης	39
3.2.9.1.1.	Θέρμανση υπό πίεση	40
3.2.9.1.2.	Θέρμανση χωρίς πίεση	41
3.2.9.1.3.	Απομάκρυνση της θερμαντικής πλάκας	41
3.2.9.1.4.	Συγκόλληση υπό πίεση	41
3.2.9.1.5.	Ψύξη	42
3.2.9.2.	Διαδικασία ηλεκτροσυγκόλλησης	42
3.2.9.2.1.	Τοποθέτηση	43
3.2.9.2.2.	Τήξη	44

3.2.9.2.3.	Πτώση θερμοκρασίας – ψύξη	44
3.3.	Τεχνικά έργα και εξαρτήματα ενός εξωτερικού δικτύου ύδρευσης	45
3.3.1.	Αεροεξαγωγοί	45
3.3.2.	Εκκενωτές	45
3.3.3.	Βαλβίδες αντεπιστροφής	46
3.3.4.	Δικλείδες	46
3.3.5.	Υδραυλικές βαλβίδες	47

ΚΕΦ. 4

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	52
------------------------	----

ΚΕΦ. 5

Περιγραφή των εργασιών κατασκευής του αγωγού	55
Περιγραφικό τιμολόγιο	58
Προμετρήσεις έργου	75
Προϋπολογισμός έργου	79

ΚΕΦ. 6

Συνοδευτικά σχέδια μελέτης	86
----------------------------	----

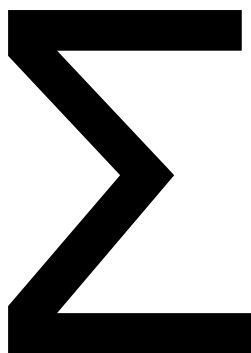
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ

Αισθανόμαστε την υποχρέωση να ευχαριστήσουμε την επιβλέπουσα – εισηγήτρια αυτής της εργασίας για την υπομονή της, σε όλο το διάστημα της προετοιμασίας, και την πολύτιμη βοήθειά της. Η κα Καραθανάση είναι Πολιτικός Μηχανικός M.Sc. , εργαστηριακή συνεργάτης Α.Τ.Ε.Ι. Πάτρας, όπως επίσης μηχανικός του τμήματος μελετών της ΔΕΥΑ Πάτρας. Ευχαριστίες ακόμη οφείλουμε στο προσωπικό της ΔΕΥΑ Πάτρας για το υλικό που μας πρόσφεραν.

Επίσης η εργασία αυτή δε θα παρουσίαζε ποτέ πρακτικό πνεύμα αν δεν είχαμε τη στήριξη του κου Γρηγόρη Γκερμπινή , Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού. Ο κος Γκερμπινής είναι διευθύνων σύμβουλος της ΥΔΡΑΥΛΙΣ Ε.Π.Ε. και μας διέθεσε την πολύχρονη εμπειρία του στα δίκτυα ύδρευσης και στα υλικά που τα αποτελούν.

Σας ευχαριστούμε θερμά όλους σας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΚΟΣΜΟΓΟΝΙΑ



τον πολιτισμό της αρχαίας Βαβυλώνας και της αρχαίας Αιγύπτου πίστευαν ότι το νερό περιβάλλει τον κόσμο. Αυτής της γνώμης ήταν και ο Θαλής ο Μιλήσιος , ένας από τους επτά σοφούς του αρχαίου γνωστού κόσμου. Είναι φανερό πως το υγρό στοιχείο κέντρισε το ενδιαφέρον του ανθρώπου που ψάχνει να ανακαλύψει τον κόσμο του. Το τοποθετεί σε περίοπτη θέση στη συνείδησή του καθώς αντιλαμβάνεται ότι από την ύπαρξη ή μη του νερού εξαρτάται η ίδια του η ζωή. Ας δούμε τις πεπτοιθήσεις ορισμένων σοφών ανδρών της αρχαιότητας.

Ο Θαλής θεωρεί το νερό ως αρχή των πάντων, ο δε Εμπεδοκλής το συγκαταλέγει στα 4 στοιχεία, ο Πλάτωνας το θεωρεί αγαθόν και την ψυχή του κόσμου, αλλά το ζήτημα είναι τι εννοούσαν. Ίσως δεν πρέπει να πιστέψουμε πως οι φιλόσοφοι μιλούσαν κυριολεκτικά αλλά ότι χρησιμοποιούν το υγρό στοιχείο για να περιγράψουν κάτι ανώτερο.

Οι τέσσερις ρίζες των πάντων , κατά την ελληνική μυθολογία ,είναι ο κεραυνοβόλος Ζευς, η ζωηφόρα Ήρα, ο Αιδωνεύς και η Νήστις, δακρυρροούσα υδροχόη των πηγών των θνητών. Ο Εμπεδοκλής προσεγγίζει την κατανόηση του κόσμου μάλλον με μαθηματικό τρόπο, αφού τα 4 στοιχεία του θυμίζουν την πυθαγόρεια τετρακτύδα. Ο Ζευς εδώ είναι η μονάδα και ο Αιθέρας, η Ήρα το δύο και η Γη, ο Αιδωνεύς το 3 η φωτιά και ο κάτω κόσμος, και η Νήστις το 4 και το νερό.

Γεωμετρικές αντιστοιχίες είναι το σημείο, η γραμμή, η επιφάνεια και το στερεό. Όλα αυτά μαζί συνθέτουν, ή καλύτερα αποτελούν έκφραση του ενός ή του Σφαιρίου, όπως το ονομάζει ο Εμπεδοκλής.

Ο Πλάτωνας από την άλλη κάνει το ίδιο πράγμα, αφού συνθέτει την ψυχή του κόσμου από τις μουσικές συμφωνίες που ενυπάρχουν στους 4 πρώτους αριθμούς, δηλαδή 1:2:3:4. Εδώ έχουμε τις συμφωνίες διαπασών ή 1:2, διαπέντε ή 3:2, δια τεσσάρων ή 4:3, και δις διαπασών 1:4, προσπαθώντας έτσι να αποδείξει μέσω των λόγων, πως πράγματι τα πολλά δεν είναι παρά μία έκφραση του ενός, σύμφωνα με τους προσωκρατικούς. Αυτοί λίγο πολύ είναι οι λογικοί τρόποι κατανόησης του ενός, ελλιπούς όμως παρ όλα αυτά. Ο Πλάτων το λέει καθαρά στον Τίμαιο με τα παρακάτω λόγια :

«Δηλαδή τον δημιουργό και πατέρα αυτού του Σύμπαντος και να τον βρούμε είναι έργο μας αλλά και γι αυτόν που θα τον βρει είναι αδύνατον να τον αποκαλύψει σε όλους».

Η Γένεση στην Παλαιά Διαθήκη ξεκινά όπως ακολούθως :

Εν αρχή εποίησε ο Θεός τον ουρανό και τη γήν

Η δε γη ήτο άμορφος και έρημος και σκότος επί του προσώπου της αβύσσου. Και πνεύμα Θεού εφέρετο επί της επιφανείας των υδάτων.

Τα ύδατα δηλαδή προϋπήρχαν και εδώ. Ακόμη και ο ίδιος ο άνθρωπος την περίοδο της κυοφορίας ζει μέσα σε ένα εξ ολοκλήρου υγρό περιβάλλον. Οι πρώτοι πολιτισμοί δημιουργήθηκαν και μεσουράνησαν δίπλα σε ποτάμια ή θάλασσες. Βλέπουμε λοιπόν ότι η αξία του νερού είναι τεράστια και διαχρονική σε όλη την ιστορία μας, το νερό είναι στο επίκεντρο. Τι είναι όμως το νερό, ποια η μορφή του , από τι αποτελείται ;

ΚΕΦ. 1

1.1. ΝΕΡΟ

Το νερό μέχρι το 18ο αιώνα θεωρούνταν ως στοιχείο. Πρώτος, ο πατέρας της νεότερης χημείας, Λαβουαζιέ, απέδειξε ότι είναι ένωση του υδρογόνου και του οξυγόνου. Κάθε μόριο νερού περιέχει δύο άτομα υδρογόνου και ένα άτομο οξυγόνου. Έτσι ο χημικός τύπος του νερού είναι H_2O και η σχετική αναλογία βαρών του υδρογόνου και του οξυγόνου είναι 2,016: 16,000.

Απαντάται σε τρεις μορφές: στερεή (πάγος, χιόνι), υγρή (νερό πηγών, ποταμών, θαλασσών) και αέρια (υδρατμοί στην ατμόσφαιρα). Επίσης, το νερό υπάρχει σ' όλους τους ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς. Στις τροφές υπάρχει σε μεγάλο ποσοστό. Στο ανθρώπινο σώμα το νερό περιέχεται σε ποσότητα 70% και στο αίμα 90%. Μερικές φορές προσκολλάται σε διάφορες χημικές ουσίες και σχηματίζει μ' αυτές ένυδρες ενώσεις, συνήθως κρυσταλλικές, όπως είναι ο ένυδρος θειικός χαλκός, ο γύψος, το θειικό ασβέστιο κ.ά. Το νερό αυτό ονομάζεται "κρυσταλλικό νερό". Άλλοτε πάλι το νερό ενώνεται σταθερά με τα μόρια των χημικών ενώσεων και σχηματίζεται νέα χημική ένωση.

Τα θεμελιώδη σωματίδια που συγκροτούν το νερό απέχουν μεταξύ τους περισσότερο απ' ότι συμβαίνει με τα σωματίδια των στερεών. Αυτό σημαίνει πως οι ελκτικές δυνάμεις εδώ είναι ασθενέστερες και τα σωματίδια αυτά μπορούν να κινηθούν σε μικρές αποστάσεις.

Έτσι το νερό «ρέει» λαμβάνοντας κάθε φορά το σχήμα του χώρου που βρίσκεται ή τοποθετείται, διατηρώντας πάντα τον ίδιο όγκο.

Παρόλη τη σημασία αυτού του αγαθού η ανθρώπινη δραστηριότητα , νόμιμη και παράνομη, έχουν επηρεάσει αρνητικά τους υπόγειους υδάτινους ορίζοντες, τις λίμνες, τους ωκεανούς, την ατμόσφαιρα, το ζωικό και φυτικό βασίλειο, δηλαδή τη ζωή μας ολόκληρη. Σε μια προσπάθεια αφύπνισης της κοινής γνώμης ορίστηκε από τη Γενική Συνέλευση του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών η 22η Μαρτίου κάθε έτους ως η παγκόσμια μέρα για το νερό.

Το νερό λοιπόν είναι η καρδιά του θέματός μας . Είναι τόσο πολύτιμο που δεν μας επιτρέπεται να το σπαταλάμε και γι' αυτόν τον λόγο θα χρησιμοποιήσουμε τις αρτιότερες μεθόδους ώστε να επιτύχουμε την καλύτερη ποιότητα , τις ελάχιστες απώλειες και το μικρότερο δυνατό κόστος.

1.2.1. Μια επιστήμη για το νερό

Αν θέλουμε να κατανοήσουμε πλήρως το θέμα μας, ας κάνουμε μερικές σκέψεις πάνω σε μια σπουδαία κατάκτηση του ανθρώπου , την επιστήμη.

Όμως, τι σημαίνει επιστήμη; Ο όρος επιστήμη δηλώνει αρχικά το οργανωμένο σώμα της εξακριβωμένης και τεκμηριωμένης γνώσης. Ο πρώτος αυτός ορισμός διατυπώνεται στο έργο Θεαίτητος του Πλάτωνα όπου ένας από τους συνομιλητές αναφέρει ότι **‘ΕΣΤΙΝ ΟΥΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΔΟΞΑ ΑΛΗΘΗΣ ΜΕΤΑ ΛΟΓΟΥ’** δηλαδή η επιστήμη αποτελεί βεβαιωμένη με λογικά επιχειρήματα γνώσης.

Στη σύγχρονη εποχή, Ο όρος δηλώνει περισσότερο το σύνολο ομοειδών και ταξινομημένων γνώσεων διακρίνουμε συνεπώς διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς που συνήθως εντάσσονται σε δύο μεγάλες ομάδες , τις θετικές και τις κοινωνικές επιστήμες .

ΟΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ μελετούν τις ανθρώπινες συμπεριφορές και τις ανθρώπινες κοινωνίες (αρχαιολογία, γλωσσολογία, φιλοσοφία, ψυχολογία).

ΟΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ μελετούν τα φυσικά φαινόμενα, προσδιορίζουν τις αρχές , διεξάγουν παρατηρήσεις , πειράματα και σχηματίζουν υποθέσεις (αστρονομία , βιολογία , γεωλογία , μαθηματικά , τεχνολογία , φυσική , ιατρική , χημεία)

Εξαιρετικά ενδιαφέροντα όλα αυτά, αλλά που μπορούν να μας βοηθήσουν στο να μεταφέρουμε νερό από τις πηγές του Χαράδρου στην Ανθούπολη; Μπορούν, αν ρίξουμε μια βαθύτερη ματιά στη φυσική.

Η φυσική λοιπόν αποτελείται από πολλούς τομείς όπως η αστροφυσική, η βιοφυσική η γεωφυσική ο ηλεκτρομαγνητισμός, η θερμοδυναμική, όπως είναι η αστροφυσική, η βιοφυσική, η γεωφυσική, ο ηλεκτρομαγνητισμός, η θερμοδυναμική, η κυματική, η μηχανική, η οπτική, η πυρηνική και η σωματιδιακή φυσική και πολλοί άλλοι. Σιγά σιγά γίνεται φανερό ότι εμάς μας ενδιαφέρει ο τομέας της μηχανικής και ειδικότερα η υδραυλική.

1.2.2. Υδραυλική ονομάζεται η εφαρμοσμένη υδρομηχανική η οποία αποτελεί τεχνική επιστήμη με κύριο αντικείμενο την εκμετάλλευση του ύδατος. Ενώ η υδροδυναμική (που περιέχει υδροστατική και υδροδυναμική) ασχολείται με τις ιδιότητες, τους νόμους, που διέπουν τα υγρά εν κινήσει και εν ηρεμία, η υδραυλική πραγματεύεται τους τρόπους χαλιναγώγησης, αξιοποίησης και εκμετάλλευσης των υδάτων στην επιφάνεια της γης. Τα αρδευτικά, τα αποστραγγιστικά και τα αντιπλημμυρικά έργα, η ύδρευση και η αποχέτευση, η παντός είδους εκμετάλλευση της υδραυλικής δύναμης, τα λιμενικά έργα, οι θαλάσσιες ποτάμιες και λιμναίες συγκοινωνίες, οι διώρυγες αποτελούν μερικά από τα αντικείμενα της υδραυλικής. Ο χώρος εφαρμογής της είναι τεράστιος και η συμβολή της στην ανάπτυξη του πολιτισμού είναι αδιαπραγμάτευτη.

Η υδραυλική δεν είχε πάντα τη σημασία που της έπρεπε. Ο άνθρωπος από αρχαίους χρόνους προβληματίσθηκε και ασχολήθηκε με την τεχνική αυτή επιστήμη, υπάρχουν αναφορές ακόμη και στην Ελληνική μυθολογία (η εκτροπή του Πηνειού και του Αλφειού ήταν ο πέμπτος άθλος του Ηρακλή). Ακόμη, τους τρεις τελευταίους αιώνες συντέλεσε τα μέγιστα στη μεταμόρφωση της οικονομίας πολλών χωρών, ιδίως της δύσης. Εν τούτοις παρά τη μακρά αυτή ιστορία της υδραυλικής, μόλις τις τελευταίες δεκαετίες κατάφερε να ελευθερωθεί από τον εμπειρικό της χαρακτήρα και να καταστεί μία αληθινή τεχνική επιστήμη.

Εν όψει μάλιστα της παράλληλης επιστημονικής και τεχνικής προόδου του ανθρώπου αφενός αλλά και της συνεχιζόμενης αύξησης των αναγκών του αφετέρου, το μέλλον της υδραυλικής διαγράφεται λαμπρό, αφού αυτοί οι δύο παραπάνω λόγοι – αιτίες, είναι οι συντελεστές όλων των γιγάντιων υδραυλικών έργων αλλαγής της φύσεως, που στόχο έχουν την καλύτερη αξιοποίηση υδάτινων πόρων σε άγονες περιοχές.

Από όλες λοιπόν τις επιστήμες αυτή που θα μας βοηθήσει είναι η υδραυλική. Στους δικούς της νόμους θα υπακούσουμε, τις δικές της αρχές θα αποδεχθούμε, στις ιδιοφυίες της θα δώσουμε προσοχή και μία από αυτές είναι ο Αρχιμήδης.

1.3.1. ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ

Ο Αρχιμήδης έζησε από το 287 μέχρι το 212 π.χ. και αναγνωρίζεται ως μία από τις μεγαλύτερες ευφυΐες του κόσμου. Γεννήθηκε, έζησε πέθανε σε μία ελληνική πόλη της Σικελίας, τις Συρακούσες. Πατέρας του ήταν κατά πάσα πιθανότητα ο αστρονόμος Φειδίας, ο οποίος είχε δεσμούς φιλίας με το βασιλικό γένος των Συρακουσών και ιδιαίτερα με τον τύραννο Ιέρωνα Β'. Το τελευταίο είναι σημαντικό γιατί υποδηλώνει την οικονομική άνεση του Αρχιμήδη , προϋπόθεση να αφιερωθεί στη μελέτη και την έρευνα.

Δεν είμαστε βέβαιοι για τη χρονική περίοδο που πέρασε ο Αρχιμήδης στην Αίγυπτο (Αλεξάνδρεια), αλλά εκεί έκανε γνωριμίες με τον κύκλο των επιστημόνων που δημιούργησε ο Ευκλείδης. Συνδέθηκε με το Σάμιο μαθηματικό Κόνωνα , το μαθητή του τελευταίου Δοσίθεο , καθώς και με τον διευθυντή της Αλεξανδρινής βιβλιοθήκης Ερατοσθένη τον Κυρήναιο.

Αξίζει να αναφερθεί ότι ο Ερατοσθένης τον 3^ο αιώνα π.χ. υπολόγισε , με τη βοήθεια μιας ράβδου, ότι η περιφέρεια της γης είναι 39690 Km. Η αληθής τιμή είναι 40009. Το σφάλμα ήταν 0,8%...Εκτός από τη γεωγραφία καταπιάστηκε με την αστρονομία , τα μαθηματικά , με χρονολογικές και φιλολογικές μελέτες.



Κατά τη διάρκεια παραμονής του στην Αλεξάνδρεια , ο Αρχιμήδης επινόησε ένα μηχανήμα κατάλληλο για την άντληση νερού από ποτάμια και φρεάτια , το οποίο ονομάστηκε Αιγυπτιακός κοχλίας και χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα σε περιοχές της Βόρειας Αφρικής.

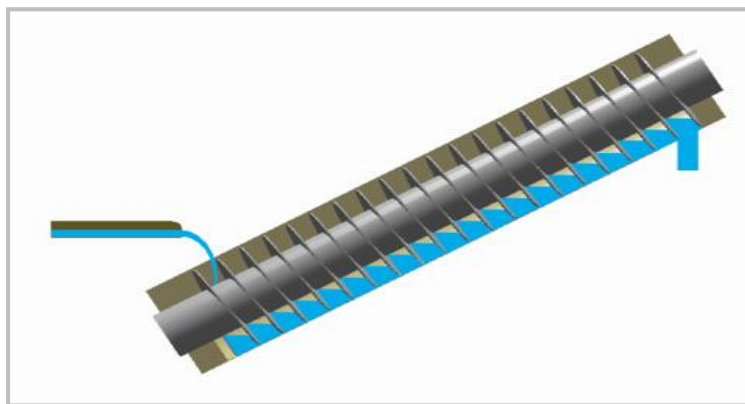
Επιστρέφοντας στις Συρακούσες αφοσιώθηκε σε τέτοιο βαθμό στις επιστημονικές μελέτες ώστε , σύμφωνα με τον Πλούταρχο , είχε λησμονήσει την τροφή και την περιποίηση

του σώματος. Ο ίδιος μας λέει για τον Αρχιμήδη , ότι βρισκόμενος κάποτε μέσα στο λουτρό , από την υπερχείλιση του νερού που εκτόπιζε το σώμα του , συνέλαβε τη λύση του προβλήματος της εξακρίβωσης της γνησιότητας του χρυσού στεφάνου του Ιέρωνα , τότε πήδησε από το λουτρό σαν άνθρωπος που τον κυρίευσε μανία και βιάδιζε στους δρόμους φωνάζοντας ΕΥΡΗΚΑ!!!

Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΗ ΕΙΝΑΙ : Οποιοδήποτε σώμα βυθιζόμενο σε ένα ρευστό , δέχεται μία δύναμη προς τα πάνω, η δύναμη λέγεται άνωση και είναι ίση με το βάρος του εκτοπιζόμενου ρευστού. Το σημείο εφαρμογής αυτής λέγεται κέντρο άνωσης και βρίσκεται στο κέντρο βάρους του εκτοπιζόμενου ρευστού.

Κατά την πολιορκία των Συρακουσών , ως συμμάχου της Καρχηδόνας , από τους Ρωμαίους το 214 π.χ (στα πλαίσια του Β΄ Καρχηδονιακού πολέμου) , προστάτεψε την πόλη του για διάστημα τριών ετών με κατασκευές που αναφέρονται παρακάτω. Εδώ είχαμε και το μοναδικό φαινόμενο όπου μία ιδιοφυΐα αναντιώνεται στο Ρωμαϊκό στρατό με πρωτοφανή επιτυχία. Τελικά και αυτή η πόλη έπεσε από προδοσία. Όταν τελικά οι Ρωμαίοι στρατιώτες εισήλθαν στη πόλη ο στρατηγός Μάρκελλος έδωσε διαταγή να μην πειράξουν τον εφευρέτη και το σπίτι του , ένας οπλίτης όμως λέγεται ότι βρήκε τον Αρχιμήδη να προσπαθεί να επιλύσει ένα γεωμετρικό πρόβλημα. ‘μη μου τους κύκλους ταράττε’ πρόλαβε να φωνάξει πριν τον σκοτώσει με το ξίφος του ο στρατιώτης.

Εικ. 2



Το έργο του Αρχιμήδη υπήρξε τεράστιο , τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά και η ερευνητική του ματιά κάλυψε πολλούς τομείς όπως γεωμετρία, οπτική , υδραυλική , μηχανική , αρχιτεκτονική , πολιορκητική.

Συνέδεσε το όνομα του με τη γέννηση της μηχανικής στην αρχαία Ελλάδα και με τη λύση περίφημων μαθηματικών προβλημάτων , καθώς και με τις αμυντικές εφευρέσεις του όσο οι Ρωμαίοι πολιορκούσαν την πατρίδα του.

1.3.2. ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ επινόησε ιδιοφυείς μηχανές κάθε είδους. Εφηύρε το Ρωμαϊκό ζυγό (καντάρι) , το τρίσπαστο (ανυψωτική τροχαλία) και τον ατέρμονα κοχλία ή αλλιώς <<ΕΛΙΞ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ>> που παρουσιάζεται στην εικόνα. Ακόμη κατασκεύασε υδραυλικό ρολόι το οποίο υπολόγιζε με μεγάλη ακρίβεια τις ώρες και ειδοποιούσε για την αλλαγή της ώρας.

Μεγάλη φήμη απέκτησαν οι πολεμικές μηχανές του Αρχιμήδη: Αρχιτρόνιο (πυροβόλο ατμού), Καταπέλτες, Άρπαγες (μηχανισμός που ανύψωνε και αναποδογύριζε πλοία), Καυστικά κάτοπτρα για την καύση των εχθρικών πλοίων (με παραβολικά κάτοπτρα), είναι κατασκευές που μας εκπλήσσουν 22 αιώνες μετά.

Όπως το Πολύσπαστον ,μια σύνθετη τροχαλία, που συρόταν με πολλά σχοινιά. Με την τροχαλία αυτή ο Αρχιμήδης καθήλκυσε τριάρμενο πλοίο, μαζί με το πλήρωμα και μεγάλο φορτίο, καθισμένος σε μακρινή απόσταση.

Παρόμοιο μηχανήμα ήταν και ο Χαριστίων. Ο Αρχιμήδης περηφανευόταν ότι μπορούσε να μετακινήσει εύκολα οτιδήποτε, ακόμα και τη Γη, αν υπήρχε άλλο μέρος για να την πάει. Γνωστή είναι και η φράση του: *Δός μοι πά στώ και την γην κινήσω* (δώσε μου μέρος να σταθώ και θα μετακινήσω τη γη).

Ο Αρχιμήδης επηρέασε σε πολύ μεγάλο βαθμό την Ευρωπαϊκή επιστημονική σκέψη καθώς και τους Άραβες επιστήμονες οι οποίοι αντέγραψαν όλα τα έργα στη γλώσσα τους, στην οποία και διασώθηκαν αρκετά αφού τα πρωτότυπα είχαν χαθεί.

ΚΕΦ. 2

2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

A

φήνοντας τα εισαγωγικά περνάμε στη ανάπτυξη του ουσιαστικού μας προβλήματος. Πρέπει να μεταφερθεί νερό από τις πηγές του Χάραδρου , νοτιοανατολικά της πόλης της Πάτρας προς την περιοχή της Ανθούπολης. Το υψόμετρο της πηγής είναι 418 m και της δεξαμενής είναι 68 m. Η απόσταση από την πηγή μέχρι τη δεξαμενή είναι 8345 μέτρα , όλη σε γαιώδες έως ημιβραχώδες έδαφος, και έχει τμηθεί σε 90 εγκάρσιες διατομές που διευκολύνουν τη μελέτη και παρουσιάζονται αναλυτικά στην επισυναπτόμενη μηκοτομή. Η χάραξη κατευθύνεται βοριοδυτικά μέχρι να συναντήσει την εθνική οδό Αθηνών – Πατρών και συνεχίζει κατά μήκος αυτής μέχρι το ύψος της Ανθούπολης όπου κατευθύνεται νότια πλέον, προς τη δεξαμενή. Στη διατομή 70 εμφανίζεται το χαμηλότερο υψόμετρο της ερυθράς, το οποίο είναι 23 m.

Το δυναμικό που έχουμε λοιπόν να διαχειριστούμε είναι 350 m στήλης νερού. Θα χρησιμοποιηθεί αγωγός πολυαιθυλενίου 3^{ης} γενιάς, αντοχής 10 ατμοσφαιρών. Το κόστος θα εκτοξευόταν κατακόρυφα σε περίπτωση που τοποθετούνταν αγωγός αντοχής 16 ατμοσφαιρών και δεν υπάρχει κανείς λόγος που να δικαιολογεί αυτήν την επιλογή. Το κάθε τεμάχιο σωλήνα έχει μήκος 12 μέτρα και η ένωση γίνεται με μετωπική συγκόλληση ή με ηλεκτρομούφες, εξαρτήματα τα οποία θα δούμε αναλυτικά στη συνέχεια.

Διαφαίνεται λοιπόν το πρόβλημα της διακοπής της πίεσης και αυτό μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους , είτε με πιεζοθραυστικά φρεάτια είτε με υδραυλικές βαλβίδες ρυθμισμένες να μειώνουν την πίεση , ήτοι μειωτές πίεσης.

Η πρώτη περίπτωση ξεκίνησε από την Αμερική πριν από περίπου 120 χρόνια, είναι απλή στη σύλληψη και στην εφαρμογή της. Κατά μήκος της χάραξης ο αγωγός καταλήγει σε φρεάτιο οι διαστάσεις του οποίου έχουν μελετηθεί. Εκεί το νερό αποκτά πίεση ίση με την

ατμοσφαιρική αφού ουσιαστικά βρίσκεται εντός ανοικτού δοχείου, και συνεχίζει προς τα κατάντη.

Εικ.3



Μειωτές πίεσης άρχισαν να κατασκευάζουν πολλές χώρες το δεύτερο μισό του εικοστού αιώνα (Ενωμένες Πολιτείες, Γαλλία, Ιταλία, Κίνα), τα ηνία όμως διατηρεί μέχρι σήμερα το κράτος του Ισραήλ. Ένας τυπικός μειωτής εμφανίζεται στη διπλανή εικόνα. Η κατασκευή τους απαιτεί προηγμένες μεθόδους χύτευσης και βαφής οπότε σαν εξάρτημα είναι ακριβό. Ο λόγος μείωσης της πίεσης μπορεί να φτάνει τον αριθμό 14 . Αυτό σημαίνει ότι αν η πίεση του νερού στην είσοδο της βαλβίδας είναι 14

ατμόσφαιρες , στην έξοδο θα είναι 1 ατμόσφαιρα. Αυτή η εντυπωσιακή επίδοση συμβαίνει με υδραυλικό τρόπο σε βαλβίδα αξονικής ροής και έχει μειωμένη διάρκεια ζωής (σε σχέση με έναν μειωτή που λειτουργεί με λόγο 4), κάτι φυσιολογικό αν αναλογιστεί κανείς τις αυξημένες καταπονήσεις που θα δέχεται το σώμα και οι μηχανισμοί της βαλβίδας. Ένα ακόμη πλεονέκτημα των μειωτών πίεσης είναι ότι απαιτούν λιγότερο χώρο για να τοποθετηθούν στο δίκτυο. Στην περίπτωση μας βέβαια δεν αντιμετωπίζουμε πρόβλημα έλλειψης χώρου.

Δεν θα χρησιμοποιηθεί η λύση του μειωτή πίεσης αλλά αυτή του πιεζοθραυστικού φρεατίου. Μάλιστα θα τοποθετηθούν 3 πιεζοθραυστικά φρεάτια που θα διακόπτουν την πίεση λίγο πριν φτάσει στο ανώτατο όριο αντοχής του σωλήνα, ήτοι τις 10 ατμόσφαιρες. Τα πιεζοθραυστικά φρεάτια που θα τοποθετηθούν είναι κυκλικά ενός θαλάμου μιας και η τοπογραφία της περιοχής επιτρέπει αυτή τη λύση, παρέχοντάς μας αρκετό χώρο.

Η ροή είναι απαραίτητο να διακόπτεται διότι τις ώρες που η κατανάλωση είναι μειωμένη δεν μπορεί το νερό να υπερχειλίζει. Συνεπώς πρέπει να φτάνει λιγότερο ή καθόλου νερό στη δεξαμενή της Ανθούπολης. Η διακοπή της ροής θα πραγματοποιείται μέσω υδραυλικής βαλβίδας άνω κάτω στάθμης , μιας διάταξης που επιτρέπει τη διέλευση ή μη του νερού ανάλογα με τη στάθμη του νερού μέσα στο φρεάτιο. Επίσης η βαλβίδα θα έχει τον κατάλληλο εξοπλισμό για να διατηρεί σταθερή την ανάντη πίεση. Για την προστασία αυτού του σημαντικού εξαρτήματος του δικτύου, θα προηγηθεί πάντα μεταλλικό φίλτρο

τύπου 'Υ', το οποίο συγκρατεί τα φερτά και δεν τους επιτρέπει να εισέλθουν στο διάφραγμα της βαλβίδας.

Ας υπογραμμίσουμε ότι η λειτουργία όλου του συστήματος επαφίεται στην απρόσκοπτη λειτουργία των εξαρτημάτων αυτών και η περιοδική συντήρησή τους από ειδικευμένους τεχνικούς καθίσταται αναγκαία. Να σημειωθεί εδώ πως γι' αυτόν το λόγο έχει προβλεφθεί αρκετός χώρος γύρω από τις βαλβίδες ώστε να εξασφαλίζει την άνετη συντήρηση.

ΚΕΦ. 3

3.1 Η ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

T

ο νερό μεταφέρεται από τις πηγές στους τόπους κατανάλωσης με κλειστούς ή ανοιχτούς αγωγούς και η απαραίτητη ενέργεια προέρχεται από τη βαρύτητα ή από άντληση.

Η τοπογραφία και τα διαθέσιμα υλικά παίζουν πρωταρχικό λόγο στην εκλογή των κατάλληλων αγωγών και της διαδρομής. Και για τα δύο είδη αγωγών , ανοικτούς και υπό πίεση , η υδραυλική κλίση , η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής , είναι συνάρτηση της αντίστασης τριβής της ροής για ένα δεδομένο μήκος αγωγού. Η γραμμή ενέργειας βρίσκεται ψηλότερα από την πιεζομετρική γραμμή , σε μία απόσταση ίση με την ενέργεια , ένεκα ταχύτητας , ανηγμένη σε μονάδες μήκους. Η παραπάνω πρόταση αποτελεί ουσιαστικά την εξίσωση Bernoulli που συνοπτικά μπορούμε να δούμε εδώ

$$\bullet \quad Z_1 + V_1^2/2g + P_1/\gamma = Z_2 + V_2^2/2g + P_2/\gamma + hf_{1-2} \quad \bullet$$

Όπου Z_i : το τοπογραφικό ύψος της διατομής που εξετάζουμε σχετιζόμενο με ένα επίπεδο αναφοράς που ορίζουμε

$V^2/2g$: το ύψος κινητικής ενέργειας στη διατομή

P/γ : το ύψος πίεσης της διατομής

hf_{1-2} : το ύψος απωλειών μεταξύ των διατομών 1 και 2 του αγωγού

Γενικά το νερό μεταφέρεται από τόπο σε τόπο υπό πίεση κατά κανόνα , ενώ η ροή στα συστήματα αποχέτευσης και στα άλλα συστήματα αποστράγγισης είναι γενικά ροή με ελεύθερη επιφάνεια

Μέσα τα οποία χρησιμοποιούμε στη μεταφορά του νερού είναι οι διώρυγες , υπέργειοι υδαταγωγοί , υδραγωγεία , σήραγγες και σωλήνες. Οι τελευταίοι μπορεί να είναι από πολυαιθυλένιο ή πολυβινιλοχλωρίδιο , το γνωστό σε μας PVC, ακόμη κι από χαλυβδοσωλήνες, σωλήνες από χυτοσίδηρο ή υαλοπλισμένο σκυρόδεμα (GRP). Επίσης, οι

σωλήνες ακολουθούν τη μορφή του εδάφους και για τη ροή χρησιμοποιούνται αντλίες ή η βαρύτητα.

3.1.1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Η αρχή της διατήρησης της ενέργειας εφαρμόζεται από τους μηχανικούς για την επίλυση πρακτικών προβλημάτων ροής σε σωλήνες. Η ροή ενός πραγματικού ρευστού είναι πιο πολύπλοκη από αυτή ενός ιδεατού ρευστού. Από τη συνεκτικότητα των πραγματικών ρευστών δημιουργούνται διατμητικές δυνάμεις μεταξύ των στρώσεων του ρευστού αλλά και μεταξύ ρευστού και του τοιχώματος του αγωγού. Οι διαφορικές εξισώσεις με μερικές παραγώγους, που διέπουν την κίνηση ενός ρευστού (εξισώσεις Euler), είναι δύσκολο να λυθούν γενικά. Για να λύσουμε προβλήματα ροής πρέπει να χρησιμοποιήσουμε πειραματικά δεδομένα και ημειμπειρικές μεθόδους.

Υπάρχουν δύο τύποι μόνιμης ροής πραγματικών ρευστών και πρέπει να κατανοηθούν και να μελετηθούν, η στρωτή ροή και τυρβώδης ροή και τις διέπουν διαφορετικοί νόμοι.

3.1.1.1. ΣΤΡΩΤΗ ΡΟΗ

Στη στρωτή ροή τα μόρια του ρευστού κινούνται κατά μήκος παραλλήλων τροχιών κατά στρώσεις. Τα μέτρα ταχυτήτων γειτονικών στρώσεων δεν είναι ίδια. Η στρωτή ροή διέπεται από το νόμο που συσχετίζει τις διατμητικές τάσεις με τη μεταβολή της γωνιακής παραμόρφωσης, δηλαδή το γινόμενο της συνεκτικότητας του ρευστού και της κλίσης της ταχύτητας $\tau = \mu \, dv / dy$. Η συνεκτικότητα του υγρού κυριαρχεί και έτσι αποτρέπει κάθε τάση για τυρβώδεις συνθήκες. Για να δούμε όμως και το άλλο είδος ροής.

3.1.1.2. ΤΥΡΒΩΔΗΣ ΡΟΗ

Στην τυρβώδη ροή τα σωματίδια του ρευστού κινούνται ακανόνιστα προς όλες τις κατευθύνσεις. Είναι αδύνατο να προσδιορίσει κανείς την κίνηση ενός συγκεκριμένου σωματιδίου. Η σχέση για τις διατμητικές τάσεις στην τυρβώδη ροή είναι :

$$\tau = (\mu + n) \, dv / dy$$

Όπου n είναι ένας συντελεστής που εξαρτάται από την πυκνότητα και την κίνηση του ρευστού. Ο πρώτος συντελεστής μ αντιπροσωπεύει τις επιδράσεις της συνεκτικότητας και ο δεύτερος συντελεστής n αντιπροσωπεύει τις επιδράσεις της τυρβώδους κίνησης.

Οφείλουμε να αναφέρουμε τη σχέση του Prandtl :

$$\tau = \rho l^2 (dv / dy)^2$$

όπου το l είναι το μήκος μείξης , αλλά και τη σχέση του von Karman :

$\tau = \tau_0 (1 - y / r_0) = \rho k^2 (dv / dy) / (d^2 v / dy^2)^2$ αν και το k δεν είναι σταθερό , ο αδιάστατος αυτός αριθμός είναι περίπου ίσος με 0,40.

3.1.2. • ΚΡΙΣΙΜΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ

Η κρίσιμη ταχύτητα που μας ενδιαφέρει πρακτικά είναι η ταχύτητα κάτω από την οποία όλοι οι στροβιλισμοί αποσβένονται από τη συνεκτικότητα του ρευστού. Έχει βρεθεί ότι το πάνω όριο για στρωτές ροές αντιστοιχεί σε ένα αριθμό Reynolds περίπου 2000 . Τι είναι όμως ο αριθμός Reynolds και πως μπορούμε να τον υπολογίσουμε ;

3.1.3. • Ο ΑΡΙΘΜΟΣ Reynolds

Ο αριθμός Reynolds είναι αδιάστατος , παριστάνει το λόγο των δυνάμεων αδράνειας προς τις δυνάμεις συνεκτικότητας. Για σωλήνες κυκλικής διατομής γεμάτους από ρευστό ο αριθμός υπολογίζεται από τη σχέση :

$$RE = V d \rho / \mu$$

Όπου V η μέση ταχύτητα σε m / s

d η διάμετρος του αγωγού σε m

ν η κινηματική συνεκτικότητα του ρευστού σε m^2 / s

ρ η πυκνότητα του ρευστού σε kg / m^3

μ η απόλυτη συνεκτικότητα σε $Pa \cdot s$

3.1.4. • ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ

Ο συντελεστής τριβής μπορεί να βρεθεί με μαθηματικό τρόπο για τη στρωτή ροή αλλά δεν υπάρχει απλή μαθηματική σχέση για τη μεταβολή του f σε σχέση με τον αριθμό Reynolds στην τυρβώδη ροή. Εκτός από αυτό ο Nikuradse και άλλοι ανακάλυψαν ότι η σχετική τραχύτητα του σωλήνα , (ο λόγος του μήκους των προεξοχών της εσωτερικής επιφάνειας του αγωγού ϵ , προς την εσωτερική διάμετρο του αγωγού d), επηρεάζει και αυτός την τιμή του f .

Για τη στρωτή ροή λοιπόν, σε όλους τους σωλήνες η τιμή του f θα είναι :

$$f = 64 / RE$$

Στην στρωτή ροή το ανώτατο όριο της τιμής του αριθμού RE είναι 2000.

Για την τυρβώδη ροή πολλοί έχουν προσπαθήσει να υπολογίσουν το f από πειραματικά αποτελέσματα είτε δικά τους είτε άλλων.

A) Για τυρβώδη ροή σε λείους και τραχείς σωλήνες γενικοί νόμοι για την αντίσταση μπορούν να βρεθούν από τη σχέση

$$f = 8\tau_o / \rho V^2 = 8V^2 / V^2$$

B) Για λείους σωλήνες και για αριθμούς Reynolds μεταξύ 3.000 και 100.000 ο Blasius προτείνει :

$$f = 0.316 / RE^{0.25}$$

Για τιμές του RE μέχρι περίπου 3.000.000 η εξίσωση του von Karman τροποποιημένη από τον Prandtl γίνεται :

$$1 / \sqrt{f} = 2 \log (RE \sqrt{f}) - 0.8$$

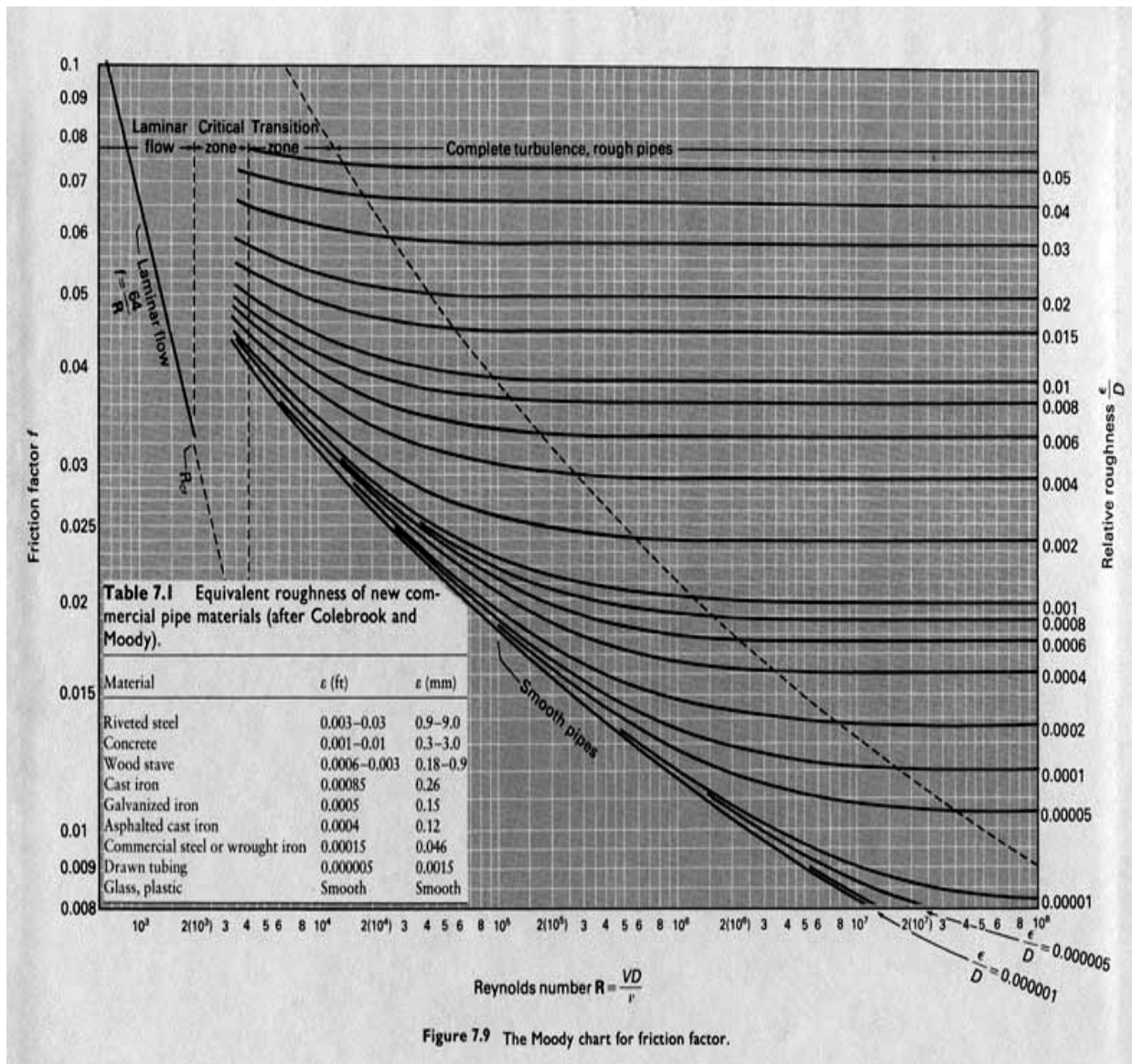
Γ) Για τραχείς σωλήνες :

$$1 / \sqrt{f} = 2 \log r_o / \varepsilon + 1.74$$

Δ) Για όλους τους σωλήνες το HYDRAULIC INSTITUTE και πολλοί μηχανικοί θεωρούν αξιόπιστη για τον υπολογισμό του f την εξίσωση του Colebrook . Η εξίσωση αυτή είναι :

$$1 / \sqrt{f} = -2 \log [\varepsilon / 3.7d + 2.51 / R_{\varepsilon} \sqrt{f}]$$

Επειδή η παραπάνω εξίσωση είναι δύσκολη στη λύση της , υπάρχουν διαγράμματα που δίνουν τη σχέση μεταξύ του συντελεστή τριβής f , του αριθμού Reynolds και της σχετικής τραχύτητας ε / d . Το ανάλογο διάγραμμα που θα χρησιμοποιήσουμε στο κεφάλαιο των υπολογισμών είναι το διάγραμμα του Moody και παρατίθεται στη συνέχεια.



ΕΙΚ.4

3.1.5. Ύψος απωλειών

Η σχέση DARCY – WEISBACH είναι η βάση για τον υπολογισμό του ύψους απωλειών για ροή ρευστών σε σωλήνες και αγωγούς. Η εξίσωση αυτή είναι :

$hf = f \cdot L / d \cdot V^2 / 2g$ όπου hf οι απώλειες , L το μήκος του αγωγού , d η διάμετρος του αγωγού, V η ταχύτητα και g η επιτάχυνση της βαρύτητας. Να σημειωθεί πως οι μονάδες των μεγεθών είναι σύμφωνες με το Systeme International (S.I.).

3.1.6. Ύψος κινητικής ενέργειας

Το ύψος κινητικής ενέργειας ή ύψος ταχύτητας παριστάνει την κινητική ενέργεια ανα μονάδα βάρους σε ένα συγκεκριμένο σημείο . Αν η ταχύτητα σε μια διατομή ήταν ομοιόμορφη ,τότε το ύψος ταχύτητας θα ήταν η πραγματική κινητική ενέργεια ανά μονάδα βάρους του ρευστού . Γενικά η κατανομή της ταχύτητας βέβαια , είναι ανομοιόμορφη. Αν επιθυμούμε τον υπολογισμό της πραγματικής κινητικής ενέργειας , ολοκληρώνουμε το διαφορικό της κινητικής ενέργειας από γραμμή ροής σε γραμμή ροής.. Ο συντελεστής συνόρθωσης της κινητικής ενέργειας που εφαρμόζεται στον όρο V^2 μέση/ $2g$ δίνεται από τη σχέση :

$$\alpha = 1/A \int_A (v/V)^3 dA$$

όπου V είναι η μέση ταχύτητα στη διατομή , v η ταχύτητα σε τυχόν σημείο της διατομής και A το εμβαδόν της διατομής . Οι μελέτες που έχουν γίνει μέχρι τώρα δείχνουν πως $\alpha = 1,02$ έως $1,15$ για τυρβώδη ροή , και $\alpha = 2,00$ για στρωτή ροή. Στους περισσότερους υπολογισμούς ο α λαμβάνεται ίσος με $1,0$ χωρίς αυτό να προκαλεί σοβαρό λάθος στο αποτέλεσμα. Αυτό ισχύει εφόσον το ύψος της κινητικής ενέργειας είναι γενικά ένα μικρό ποσοστό του ολικού ύψους ενέργειας.

3.1.7. • Γραμμή ενέργειας

Η γραμμή ενέργειας είναι μια γραφική απεικόνιση της ενέργειας σε κάθε διατομή κατά μήκος της ροής . Σε σχέση με ένα δεδομένο επίπεδο αναφοράς , η συνολική ενέργεια (αν τη μετρούσαμε σε μονάδες μήκους) θα μπορούσε να σχεδιαστεί σε κάθε αντιπροσωπευτική διατομή και η γραμμή που προκύπτει με αυτόν τον τρόπο είναι πολύ χρήσιμη στα προβλήματα ροής. Η γραμμή ενέργειας θα φθίνει κατά μήκος της ροής , με εξαίρεση τα σημεία που προστίθεται ενέργεια όπως λ.χ. αντλίες.

3.1.8. •Πιεζομετρική γραμμή

Η πιεζομετρική γραμμή βρίσκεται κάτω από τη γραμμή ενέργειας κατά μία ποσότητα ίση με το ύψος της κινητικής ενέργειας στη διατομή. Οι δύο γραμμές είναι παράλληλες για κάθε διατομή ίσου εμβαδού. Η τεταγμένη μεταξύ του άξονα της ροής και της πιεζομετρικής γραμμής είναι το ύψος πίεσης στη διατομή, δηλαδή το μέγεθος P/γ .

3.1.9. • Hazen - Williams

Επειδή ο τύπος του Weisbach παρουσιάζει κάποια δυσκολία στην πρακτική του εφαρμογή, για μια προκαταρκτική διαστασιολόγηση χρησιμοποιείται ένας εκθετικός τύπος. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα αυτού του μαθηματικού τύπου είναι ότι το C εξαρτάται μόνο από τη σχετική τραχύτητα. Για αγωγούς υπό πίεση ή πλήρους ροής χρησιμοποιείται λοιπόν ο τύπος των Hazen – Williams με τον ακόλουθο συμβολισμό :

$$Q = 0.2785C_1 d^{2.63} S^{0.54}$$

Q: παροχή σε m³/s ή millions gallons per day (mgd) όπου 1 mgd = 0.0438 m³/s

d: διάμετρος αγωγού σε m

S : η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής

C₁: ο συντελεστής της σχετικής τραχύτητας των Hazen – Williams

Το αδύνατο σημείο της εξίσωσης αυτής είναι ο υπολογισμός του συντελεστή C₁, όταν δεν υπάρχουν μετρήσεις των απωλειών πίεσης και της παροχής, ή της ταχύτητας. Οι τιμές του C₁ διαφέρουν ανάλογα με το υλικό και τη σχετική φθορά που έχει υποστεί. Στον κάτωθι πίνακα διατίθενται αντιπροσωπευτικές τιμές, περισσότερο εμπειρικές, όπως και η φύση του εν λόγω συντελεστή.

ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ C₁ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΤΩΝ HAZEN - WILLIAMS

Υλικό αγωγού	Συντελεστής C ₁
Τελείως λείοι και ευθύγραμμοι σωλήνες	140
Καινούριοι λείοι χυτοσιδηροί σωλήνες, πλαστικοί σωλήνες	130
Τυπικοί χυτοσιδηροί, καινούριοι ηλωτοί σωλήνες	110
Αργιλοπυριτικοί σωλήνες υπονόμων	110
Χυτοσιδηροί σωλήνες, μερικά χρόνια σε λειτουργία	100

Χυτοσιδηροί σωλήνες, σε άσχημη κατάσταση	80
--	----

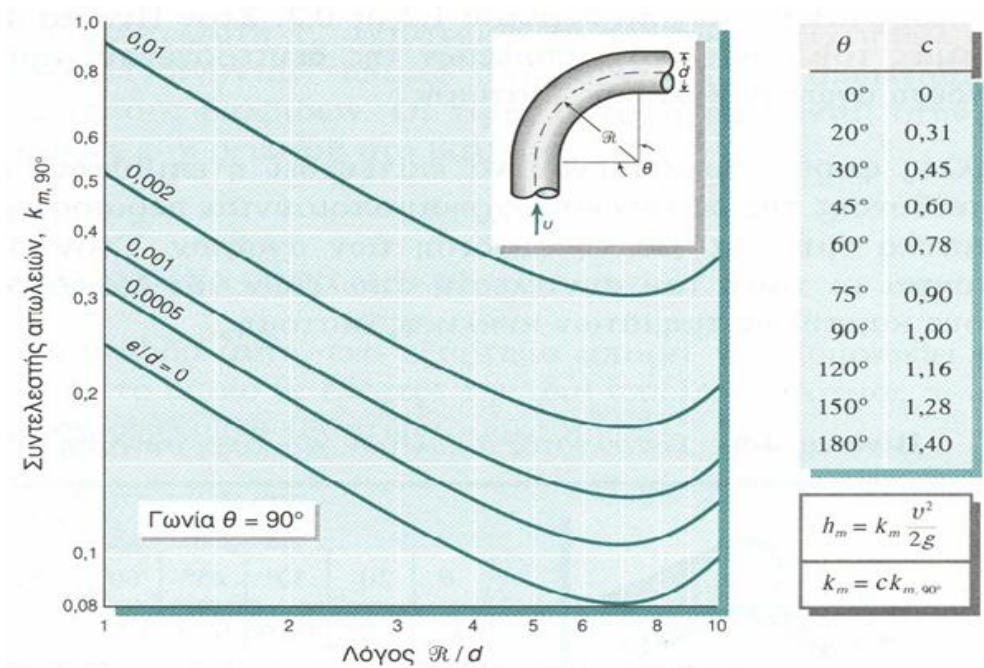
Τοπικές απώλειες

Τα μεταβατικά τμήματα και τα εξαρτήματα του δικτύου προσθέτουν τοπικές αντιστάσεις

στην επιφανειακή αντίσταση. Απώλειες φορτίου προκαλούνται επίσης από αλλαγές στη γεωμετρία της διατομής και μεταβολές στη διεύθυνση της ροής.

.Διαστολές και συστολές είναι

χαρακτηριστικά παραδείγματα γεωμετρικής αλλαγής της διατομής, γωνίες και διακλαδώσεις παραδείγματα αλλαγής κατεύθυνσης. Όργανα μέτρησης, υδραυλικές βαλβίδες πιθανόν να προκαλούν τέτοιου είδους μεταβολές συνεπώς και απώλειες. Στα παρακείμενα διαγράμματα παρουσιάζονται τέτοιες παράμετροι ροής και μάλιστα διαθέτουν μαθηματικοί τύποι



Συντελεστές απωλειών για καμπύλα τμήματα αγωγών

Εικ.5

υπολογισμού του ύψους των απωλειών αυτών. Καμπύλα τμήματα ο αγωγός μας έχει σε αρκετά τμήματα που αλλάζει διεύθυνση, μέσα στα πιεζοθραυστικά φρεάτια πχ. Συστολή χρειάζεται πριν τη βαλβίδα άνω κάτω στάθμης, όπως θα δούμε παρακάτω.

3.1.10. • Υδραυλικό πλήγμα

Οι αγωγοί μεταφοράς υπόκεινται σε πολύ μεγάλες πιέσεις. Αν για κάποιο λόγο μεταβληθεί απότομα η ταχύτητα ροής, τότε η πίεση αυξάνεται δραματικά, δημιουργώντας ένα μέτωπο το οποίο κλυδωνίζει ολόκληρο τον αγωγό, αφού η κινητική ενέργεια πρέπει να αποθηκευτεί με ελαστική παραμόρφωση του συστήματος. Αυτό το φαινόμενο καλείται υδραυλικό πλήγμα και είναι εξαιρετικά ζημιογόνο. Το νερό καθώς ταξιδεύει στον αγωγό, προσπίπτει πάνω σε μια κλειστή βαλβίδα και επιστρέφει προς τα πίσω όπου συναντά την επερχόμενη μάζα νερού. Το αποτέλεσμα συνήθως είναι να σπάξει ο αγωγός.

Το υδραυλικό πλήγμα είναι ένας λόγος που η ταχύτητά μας δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 2,0 m/s, όπως συνιστούν οι περισσότεροι οίκοι κατασκευής υδραυλικών εξαρτημάτων.

Μια άλλη αιτία εμφάνισης υδραυλικού πλήγματος μπορεί να είναι η διακοπή της λειτουργίας μιας αντλίας που ανεβάζει το νερό σ' ένα υψόμετρο. Όταν σταματήσει να λειτουργεί, το νερό επιστρέφει στα κατάντη και εκεί πρέπει να προνοήσουμε διάταξη απόσβεσης του πλήγματος. Τέτοια μπορεί να είναι ένα ζεύγος αντιπληγματικών βαλβίδων που έχοντας ανιχνεύσει τη διακοπή ρεύματος, μέσω ηλεκτρικής επαφής, ανοίγουν, ώστε να δοθεί διέξοδος για το επερχόμενο πλήγμα. Πειράματα έχουν παρουσιάσει αύξηση της πίεσης κατά 10 % με αυτή την μέθοδο, ποσοστό χαμηλό αν συγκριθεί με το 60 % που θα ήταν η αύξηση αν δε λαμβάναμε κανένα μέτρο. Αξίζει να σημειωθεί και πάλι η ανάγκη ετήσιας συντήρησης αυτών των ευαίσθητων εξαρτημάτων. Δεν ενεργοποιούνται συχνά και γι' αυτό είναι εύκολο να αστοχήσουν.

3.1.11. • Επιτρεπόμενη ταχύτητα ροής

Όταν είναι γνωστή η ποσότητα κατανάλωσης νερού και οι ανάγκες πυρόσβεσης, η παροχρησιμότητα κάθε αγωγού τροφοδοσίας εξαρτάται από τη θέση του στο σύστημα υδροδότησης και από την εκλογή του μελετητή για την κατασκευή ενός αγωγού για την παροχή σχεδιασμού ή δύο παράλληλων αγωγών, που κατασκευάζονται σταδιακά, ανάλογα με την ανάπτυξη της κατανάλωσης.

Το κατασκευαστικά ελάχιστο μέγεθος, είναι ένας αποφασιστικός συντελεστής για την κατασκευή σηράγγων. Για τους υπόλοιπους αγωγούς το μέγεθος καθορίζεται βάσει υδραυλικών και οικονομικών παραγόντων.

Υδραυλικοί παράγοντες είναι το διαθέσιμο φορτίο και οι επιτρεπόμενες ταχύτητες. Οι απαιτήσεις φορτίου περιλαμβάνουν κατάλληλες ανοχές για τη πτώση στάθμης σε δεξαμενές ή υδροταμιευτήρες και ανάλυση των αναμενόμενων πιέσεων στα διάφορα τμήματα κατανάλωσης κάτω από κανονικές συνθήκες αλλά και από συνθήκες πυρκαγιάς. Φορτία μεγαλύτερα απ' ό,τι είναι αναγκαίο μπορούν να μετατραπούν σε ισχύ όταν αυτό είναι οικονομικότεχνικά εφικτό.

Οι επιτρεπόμενες ταχύτητες εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του νερού που μεταφέρεται και το μέγεθος των μεταβατικών υδραυλικών φαινομένων. Για νερά με φερτά υπάρχει ανώτατο και κατώτατο όριο για την ταχύτητα. Για καθαρό νερό, που είναι η περίπτωση μας, υπάρχει μόνο ανώτατο όριο. Η ελάχιστη ταχύτητα προλαμβάνει την απόθεση φερτών και κυμαίνεται μεταξύ 0,75 και 0,85 m/s. Η μέγιστη ταχύτητα δεν μπορεί να καταπονεί τον αγωγό με μεγάλες τιμές του υδραυλικού πλήγματος, να προκαλεί διάβρωση ή φθορές.

Συνήθεις τιμές της ταχύτητας είναι 1,4 με 2,0 m/s αλλά το ανώτατο όριο βρίσκεται μεταξύ 3,3 και 6,6 m/s για τα περισσότερα υλικά, με τα οποία είναι κατασκευασμένοι οι περισσότεροι αγωγοί και τις περισσότερες ποιότητες νερού που μεταφέρεται.

Διώρυγες χωρίς επένδυση έχουν περισσότερους περιορισμούς. Η καθίζηση και η διάβρωση εξετάζονται επίσης σε σχέση με την ταχύτητα αυτοκαθαρισμού των υπονόμων και με το σχεδιασμό των χώρων απόθεσης της άμμου.

3.1.12. • Πολλαπλές γραμμές μεταφοράς

Υδραγωγοί και τούνελ όλων των ειδών σχεδιάζονται για τη μέγιστη αναμενόμενη παροχή σχεδιασμού του συστήματος. Αυτό δεν είναι αναγκαίο για σωλήνες. Παράλληλοι σωλήνες που κατασκευάζονται με μερικά χρόνια διαφορά ο ένας από τον άλλο (ο δεύτερος συμπληρώνει τον πρώτο), αποδεικνύονται περισσότερο οικονομικοί. Αλλά και το κόστος δεν είναι ο μόνος αποφασιστικός παράγοντας.

Είναι σκόπιμο να υπάρχουν περισσότερες από μια γραμμές στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Όταν οι απαιτήσεις δεν ικανοποιούνται με το μεγαλύτερο αγωγό που διατίθεται στην αγορά.

- Όταν πιθανή βλάβη θα έθετε εκτός λειτουργίας τον αγωγό για μεγάλο χρονικό διάστημα
- Όταν η θέση των αγωγών δημιουργεί πρόσθετους κινδύνους λ.χ. πλημμύρες , παγετός , άγκυρες πλοίων

Οι δίδυμες γραμμές μεταφοράς στοιχίζουν από 30 έως 50 % περισσότερο από μια γραμμή ίσης χωρητικότητας. Εάν είναι αρκετά κοντά οι δύο γραμμές ώστε να αλληλοσυνδέονται σε μικρά διαστήματα, πρέπει να τοποθετούνται θυροβαλβίδες στους αγωγούς γεφύρωσης ώστε να βρίσκεται σε λειτουργία όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος του δικτύου κατά την επισκευή κάποιου τμήματος της γραμμής. Εν τούτοις αν η βλάβη της μίας γραμμής θέτει σε κίνδυνο την άλλη, δεν πρέπει να τοποθετούνται στην ίδια τάφρο. Οι χυτοσιδηροί αγωγοί μπορούν να πάθουν βλάβες τόσο ξαφνικά ώστε ένα μεγάλο μήκος αγωγού να αχρηστευθεί προτού σταματήσει η παροχή του νερού.

Ένας άλλος λόγος που επιλέγουμε δίδυμη γραμμή είναι η επιθυμητή τροφοδότηση του συστήματος από δύο αντίθετα σημεία - άκρα. Αυτό επιτρέπει τη διανομή του νερού από δύο διευθύνσεις με μικρότερη πτώση πίεσης ,ή σε μεγαλύτερες παροχές με την ίδια πτώση πίεσης.

3.1.13. • Διατομές των αγωγών μεταφοράς

Η υδραυλική απόδοση και η συμπεριφορά σε κάθε λογής καταπόνηση επηρεάζουν την εκλογή της διατομής. Επειδή η υδραυλική χωρητικότητα είναι συνάρτηση πρώτου βαθμού της υδραυλικής ακτίνας και ο κύκλος και το ημικόκλιο δίνουν τη μεγαλύτερη υδραυλική ακτίνα ή τη μικρότερη επιφάνεια τριβής για μια δοσμένη παροχή, γι' αυτό η κυκλική διατομή είναι προτιμότερη για κλειστούς αγωγούς και η ημικυκλική για τους ανοιχτούς. Θα πρέπει βέβαια να μας το επιτρέπουν οι κατασκευαστικές συνθήκες. Αμέσως μετά έρχονται οι διατομές οι οποίες είναι περιγεγραμμένες κύκλων, όπως :

- Για διώρυγες εκσκαφής , τραπεζοειδείς διατομές , ημιεξάγωνα εφόσον το επιτρέπουν οι κλίσεις των πρανών.
- Για διώρυγες σε βράχο και υπέργειους υδαταγωγούς , λιθοδομή ή ξύλο ,ορθογωνικές διατομές με σχέση πλάτους προς βάθος 2:1.
- Για ξύλινους ή χαλύβδινους υδαταγωγούς ημικυκλικές διατομές.
- Για υδραγωγεία , τούνελ , κλειστούς αγωγούς υπό πίεση , κυκλικές διατομές.
- Για υδραγωγεία και τούνελ με ελεύθερη επιφάνεια ροής , πεταλοειδής διατομές.

Οι εσωτερικές πιέσεις φέρονται καλύτερα από κυλινδρικούς σωλήνες και υλικά με αντοχή στον εφελκυσμό. Εξωτερικές πιέσεις που δεν αντισταθμίζονται από την εσωτερική πίεση, φέρονται καλύτερα από πεταλοειδείς διατομές και υλικά σε συμπίεση. Οι υδραυλικές ιδιότητες των πεταλοειδών διατομών είναι πολύ λίγο κατώτερες απ' εκείνες των κυκλικών. Επιπλέον ο σχετικά επίπεδος πυθμένας κάνει εύκολη τη μεταφορά των υλικών εκσκαφής και κατασκευής μέσα και έξω από τον αγωγό.

3.1.14. • Χάραξη

Οι αγωγοί μεταφοράς χαράσσονται με τον ίδιο τρόπο που χαράσσονται οι αυτοκινητόδρομοι και οι σιδηροδρομικές γραμμές . Σε ροή με ελεύθερη επιφάνεια ο πυθμένας ακολουθεί την κλίση της πιεζομετρικής γραμμής. Στην αρχαία Ρώμη , αν ο αγωγός έπρεπε να διασχίσει κοιλάδες ή ποταμούς τότε κατασκευάζονταν γέφυρες. Σήμερα αυτό δεν συμβαίνει παρά μόνο αν συνδυαστεί με γέφυρα για την κυκλοφορία.

Οι αγωγοί υπό πίεση κινούνται ελεύθερα στις προς τα άνω κλίσεις του εδάφους. Η συντομότερη διαδρομή δεν είναι πάντα η οικονομικότερη. Ο αέρας που απελευθερώνεται από το νερό , παγιδεύεται στα ψηλότερα σημεία , μειώνει τη διαθέσιμη διατομή ροής , αυξάνει την τριβή και μπορεί να διακόψει τη ροή . Αυτός είναι ο λόγος που απαιτείται στο δίκτυό μας να τοποθετούνται εξαεριστικά. Ένας άλλος λόγος που πρέπει να τοποθετούνται εξαερωτικά είναι για να γεμίζει με αέρα το δίκτυο όταν αδειάζει ο αγωγός. Ειδάλλως τα τοιχώματα του αγωγού θα τσαλακωθούν σαν να είναι κατασκευασμένα από χαρτί.

Στην πράξη οι πιθανές θέσεις των αγωγών μεταφοράς εξετάζονται από τους διαθέσιμους χάρτες. Χάραξη της διαδρομής γίνεται κατόπιν επί τόπου. Η τοπογραφία και η μορφολογία του εδάφους επιβεβαιώνονται και βελτιώνονται στις επί μέρους λεπτομέρειες , ενδεχομένως και με αεροφωτογραφίες . Προσδιορίζονται επίσης τα όρια των προς απαλλοτρίωση εκτάσεων και η προσιτότητα των προτεινόμενων διαδρομών καθώς και η φύση των υπαρχόντων εμποδίων.

3.1.15. • Κάθετες και οριζόντιες καμπυλότητες

Σε μεγάλου μήκους αγωγούς τροφοδότησης, οι μεταβολές στη διεύθυνση και την κλίση γίνονται βαθμιαία, με σκοπό να διατηρηθεί το υδραυλικό φορτίο και να μετριασθούν οι δυνάμεις αλλαγής κατεύθυνσης της ροής. Οι αγωγοί από σκυρόδεμα κατασκευάζονται επί τόπου και μπορούν να παρακολουθήσουν οποιοδήποτε βαθμό καμπυλότητας με κατάλληλη διαμόρφωση. Στους χυτοσιδηρούς και άλλους σωλήνες η καμπυλότητα θα περιοριστεί από τη μέγιστη γωνία των προτύπων αγωγών , όπως κατασκευάζονται από τα εργοστάσια. Η

επιθυμητή καμπύλη επιτυγχάνεται από ένα αναγκαίο αριθμό εφαπτομενικών τμημάτων. Οξείες καμπύλες σχηματίζονται με μικρότερα τμήματα. Όσο μικρότερος είναι ο αγωγός τόσο οξύτερη μπορεί να είναι η καμπύλη. Συγκολλημένοι σωλήνες με διάμετρο μικρότερη των 15 in είναι αρκετά εύκαμπτοι , ώστε να μπορούν να κάμπτονται επί τόπου μετά τη συγκόλληση μερικών κομματιών. Τα άκρα των χαλύβδινων αγωγών πρέπει να κόβονται κατά μια γωνία, η οποία εξαρτάται από τον εγκάρσιο σύνδεσμο, το πάχος της χαλύβδινης πλάκας και το μέγεθος του αγωγού. Συνεχείς ξύλινοι αγωγοί κατασκευάζονται επί τόπου με ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας περίπου 50 φορές τη διάμετρο του αγωγού. Για οξείες καμπύλες , μεταβατικά τμήματα και διακλαδώσεις , κατασκευάζονται ειδικά κομμάτια προσαρμογής, συνήθως από το ίδιο υλικό όπως ο αγωγός.

3.1.16. • Βάθος επικάλυψης

Οι αγωγοί που ακολουθούν την επιφάνεια του εδάφους τοποθετούνται συνήθως κάτω από τη γραμμή του παγετού, αν και η θερμοχωρητικότητα και η λανθάνουσα θερμότητα του νερού , είναι τόσο μεγάλες ώστε να υπάρχει πολύ μικρός κίνδυνος παγώματος , όσο το νερό παραμένει σε κίνηση. Για να μειώσουμε το εξωτερικό φορτίο του αγωγού, αρκεί το κάτω ήμισυ να τοποθετηθεί κάτω από τη γραμμή παγετού. Κατά μήκος του 42^{ου} παράλληλου ο παγετός σπάνια διεισδύει κάτω από τα 1,65 m βάθους. Κατά μήκος του 45^{ου} παράλληλου το βάθος αυξάνει σε 2,3 m. Η ακόλουθη εξίσωση μπορεί να δώσει προσεγγιστικά το βάθος του παγετού :

$$d = 1.65 F^{0.468}$$

όπου d είναι το βάθος του παγωμένου εδάφους σε in και F ο δείκτης παγετού που είναι η αλγεβρική διαφορά μεταξύ των μέγιστων θετικών και αρνητικών αθροιστικών αποκλίσεων , $\Sigma (T_d - 32)$ των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών (Td) από τους 32° F. Η άθροιση αρχίζει από την πρώτη ημέρα που καταγράφεται θερμοκρασία παγετού.

Αγωγοί που βρίσκονται σε βάθος 0,8 – 1,0 m είναι ασφαλείς από ακραίες τιμές θερμοκρασίας και τις συνήθεις μηχανικές βλάβες αλλά πρέπει να τοποθετούνται σε βάθος 1,5 m σε δρόμους που κυκλοφορούν βαριά οχήματα. Διαφορετικά τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του αγωγού καθορίζουν το επιτρεπόμενο βάθος της επικάλυψης ή το βάρος της επίχωσης.

3.2. Υλικά κατασκευής

Η εκλογή των υλικών των αγωγών μεγάλου μήκους πρέπει να βασίζεται στους ακόλουθους παράγοντες :

Την αρχική ικανότητα παροχής του αγωγού και τη μείωσή της με την πάροδο του χρόνου.

Την αντοχή του αγωγού όπως μετράται από την ικανότητά του να ανθίσταται σε εσωτερικές πιέσεις και εξωτερικά φορτία.

Το χρόνο ζωής ή την ανθεκτικότητα του αγωγού όπως προσδιορίζεται από την αντίσταση στην οξειδωση του χυτοσιδήρου και του χαλύβδινου αγωγού, την αντίσταση στην οξειδωση και το σάπισμα των ξύλινων ενισχυμένων με χαλύβδινες ραβδώσεις αγωγών, την αντοχή στη διάβρωση και το θρυμματισμό των αγωγών από σκυρόδεμα και αμιαντοτσιμέντο, την αντοχή σε θρυμματισμό και ράγισμα των αγωγών πολυαιθυλενίου και PVC.

Την ευκολία ή τη δυσκολία μεταφοράς, χειρισμού και τοποθέτησης του αγωγού κάτω από διαφορετικές συνθήκες γεωλογίας, τοπογραφίας και επικοινωνίας.

Την ασφάλεια, οικονομία και διαθεσιμότητα των τυποποιημένων μεγεθών κατασκευής.

Τη διαθεσιμότητα πεπειραμένου εργατικού δυναμικού στην κατασκευή μεγάλων αγωγών διαφορετικών ειδών.

Τις απαιτήσεις συντήρησης και επιδιόρθωσης , απώλειες νερού από διαρροές και άλλους παράγοντες από τη συμπεριφορά και την καταλληλότητα του αγωγού.

3.2.1. • Ικανότητα παροχής

Η αρχική τιμή του συντελεστή C των Hazen – Williams κυμαίνεται γύρω στο 140 για όλα τα είδη αγωγών , εφόσον έχουν τοποθετηθεί καλά. Ο συντελεστής έχει λίγο υψηλότερη τιμή για αγωγούς από οπλισμένο σκυρόδεμα και αμιαντοτσιμέντο, ενώ πέφτει στο 130 για τους μη επικαλυμμένους χυτοσιδηρούς αγωγούς. Οι χαλύβδινοι ηλωτοί αγωγοί διπλής ραφής χάνουν περίπου 12 μονάδες επιπροσθέτως αλλά σπάνια χρησιμοποιούνται σήμερα συνδέσεις με διαμήκη ήλωση καθώς έχουν αντικατασταθεί με συγκολλήσεις ή μηχανικές συνδέσεις.

Η απώλεια παροχοϊκανότητας με την πάροδο του χρόνου ,ή ακριβέστερα με τη χρήση, εξαρτάται από :

Τις ιδιότητες του μεταφερόμενου νερού

Τα χαρακτηριστικά του αγωγού

Οι σύγχρονες μέθοδοι κατασκευής των υλικών, υπόσχονται μειωμένη οξείδωση των μετάλλων και θρυμματισμό του οπλισμένου σκυροδέματος.

Η απώλεια της ικανότητας παροχής είναι περισσότερο έντονη στους μικρούς παρά στους μεγάλους αγωγούς. Ακόμη σε δυσμενέστερη θέση είναι σιδερένιοι και χαλύβδινοι αγωγοί διότι οι σκουριές και άλλες επικαθίσεις εμποδίζουν τη ροή του νερού και αυξάνουν την τραχύτητα των τοιχωμάτων.

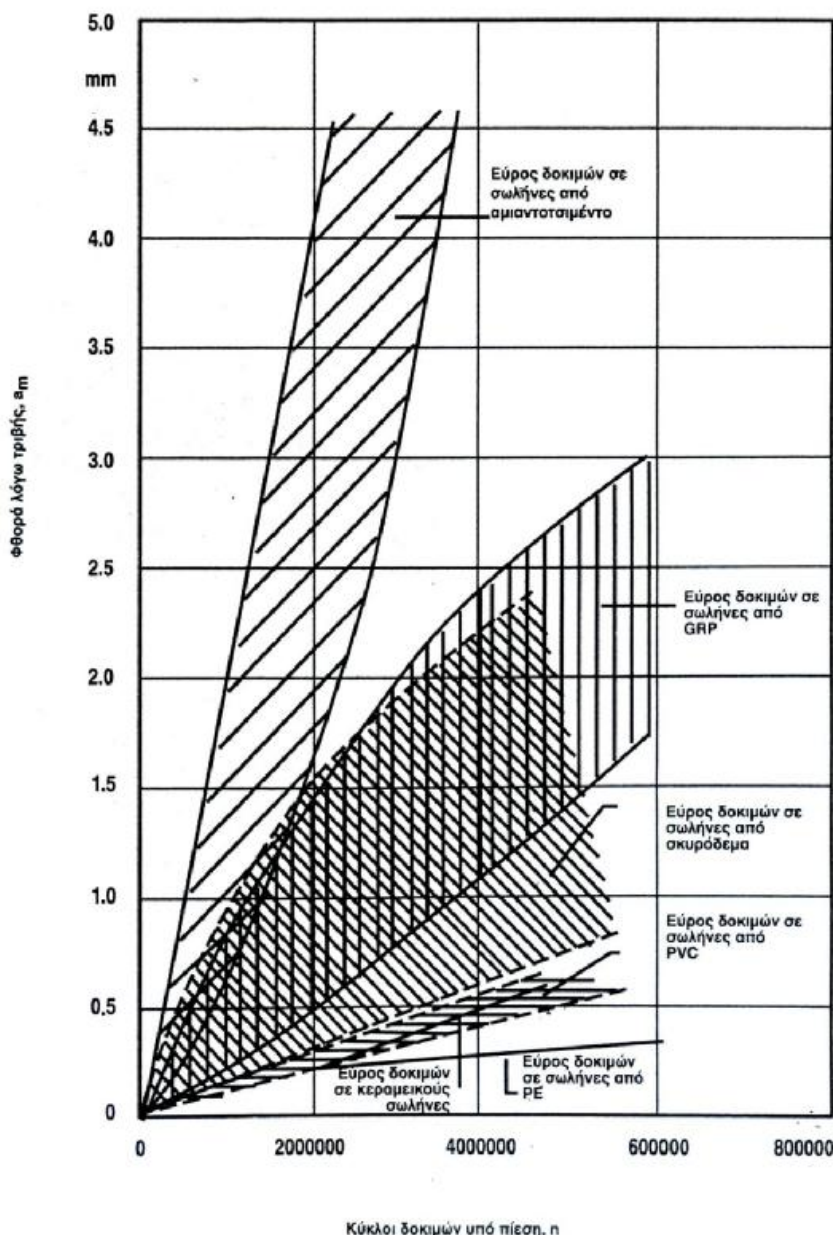
Τέλος, η ικανότητα παροχής είναι αυξημένη στους αγωγούς τροφοδοσίας παρά στους αγωγούς διανομής, λόγω του ότι στους δεύτερους υπάρχουν περισσότερα ειδικά τεμάχια,

πιο πολλές συνδέσεις που δυσχεραίνουν το πρόβλημα.

Ένα διάγραμμα που εμφανίζει τα πλεονεκτήματα του πολυαιθυλενίου έναντι των υπολοίπων υλικών κατασκευής αγωγών είναι και το διπλανό.

Στους αγωγούς ρέει μίγμα νερού και άμμου, με υψηλή πίεση και καταγράφονται οι

μέσες τιμές φθοράς. Παρατηρούμε ότι μετά από 200000 επαναλήψεις η μέση φθορά των σωλήνων από αμιαντοτσιμέντο είναι 2,5 mm, αυτών από GRP είναι 1,0 mm,

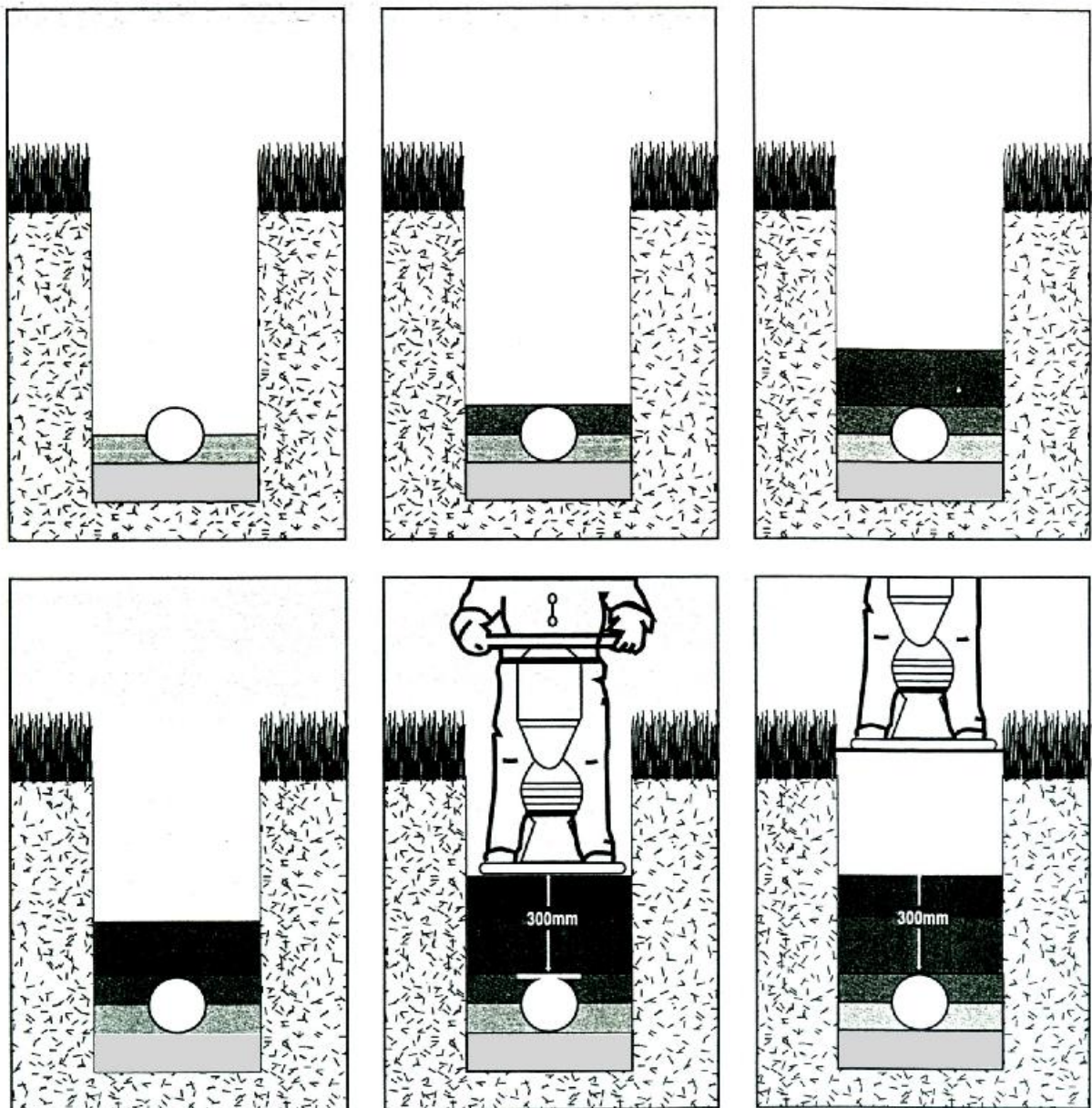


Μέσες τιμές φθοράς λόγω τριβής, $a_{\text{πη}}$, για σωλήνες διαφόρων υλικών, με βάση τη δοκιμή Darmstadt, που συνίσταται στη πολλαπλή διάθεση μέσα στο σωλήνα μίγματος νερού και άμμου σε υψηλές πιέσεις.

αυτών από σκυρόδεμα είναι επίσης 1,0 mm , αυτών από PVC είναι 0,35 mm και των σωλήνων πολυαιθυλενίου είναι 0,25 mm. Το πλέον εντυπωσιακό είναι η μικρή αύξηση της φθοράς του πολυαιθυλενίου ακόμη και μετά από 600000 επαναλήψεις της δοκιμής.

3.2.2. • Αντοχή

Οι χαλύβδινοι αγωγοί αντέχουν σε υψηλές εξωτερικές πιέσεις αλλά οι μεγάλοι αγωγοί δε μπορούν να αντέξουν βαριά εξωτερικά φορτία, όταν είναι άδειοι ή



Εικ.7

λειτουργούν υπό μερικό κενό. Κατά συνέπεια το βάθος επίχωσης τους πρέπει να είναι μικρό ή πρέπει να περιβάλλονται από σκυρόδεμα. Οι χυτοσιδηροί και οι αμιαντοσιμεντένιοι

σωλήνες είναι καλοί για μέτριες πιέσεις νερού και αξιόλογα εξωτερικά φορτία, με την προϋπόθεση ότι είναι κατάλληλα τοποθετημένοι. Οι αγωγοί από οπλισμένο σκυρόδεμα μπορούν να αντέξουν σε πολύ ισχυρά φορτία.

Όσον αφορά στους αγωγούς από πολυαιθυλένιο, για την προστασία από εξωτερικά φορτία, αφού έχει προηγηθεί η τοποθέτηση του σωλήνα ακολουθούν 6 στάδια. Αυτά φαίνονται στο παραπάνω σκίτσο και είναι τα εξής:

Πλευρική επιχωμάτωση με τα χέρια μέχρι τη μέση της διαμέτρου του σωλήνα και συμπύκνωση με κτυπήματα του ποδιού.

Επιχωμάτωση μέχρι την κορυφή του σωλήνα με τα χέρια και συμπύκνωση ξανά με κτυπήματα του ποδιού.

Τοποθετείται στρώμα 3 Α μέχρι 150 mm από την επιφάνεια του σωλήνα. Συμπιέζεται με ειδικό μηχάνημα μόνο εκατέρωθεν του αγωγού.

Επιχωμάτωση μέχρι 150 mm από την κορυφή του αγωγού μπορεί να τοποθετηθεί μονομιάς εάν χρησιμοποιηθεί ελεύθερη ροή κοκκώδους υλικού 3 Α.

Για το υπόλοιπο της επιχωμάτωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν υλικά εκσκαφής, τα οποία θα τοποθετηθούν και θα συμπιεστούν σε στρώματα όχι παχύτερα από 250 mm και όχι πάνω από την κορυφή του σωλήνα αν αυτή δεν απέχει πάνω από 300 mm.

Η επιχωμάτωση και η συμπύκνωση μπορεί να ολοκληρωθεί σε στρώματα ανάλογα με το απαιτούμενο τελείωμα της επιφάνειας.

3.2.3. • Χρόνος ζωής

Η εμπειρία μας σε αυτό το θέμα είναι περιορισμένη για όλους τους αγωγούς πλην των χυτοσιδηρών. Οι αλλαγές στην επεξεργασία του νερού είναι τόσες πολλές που δεν μπορούν να μας δώσουν αξιόπιστες τιμές για το χρόνο ζωής των διαφόρων υλικών. Ακολουθούν κάποια ενδεικτικά μεγέθη τα οποία είναι από την πλευρά της ασφάλειας.

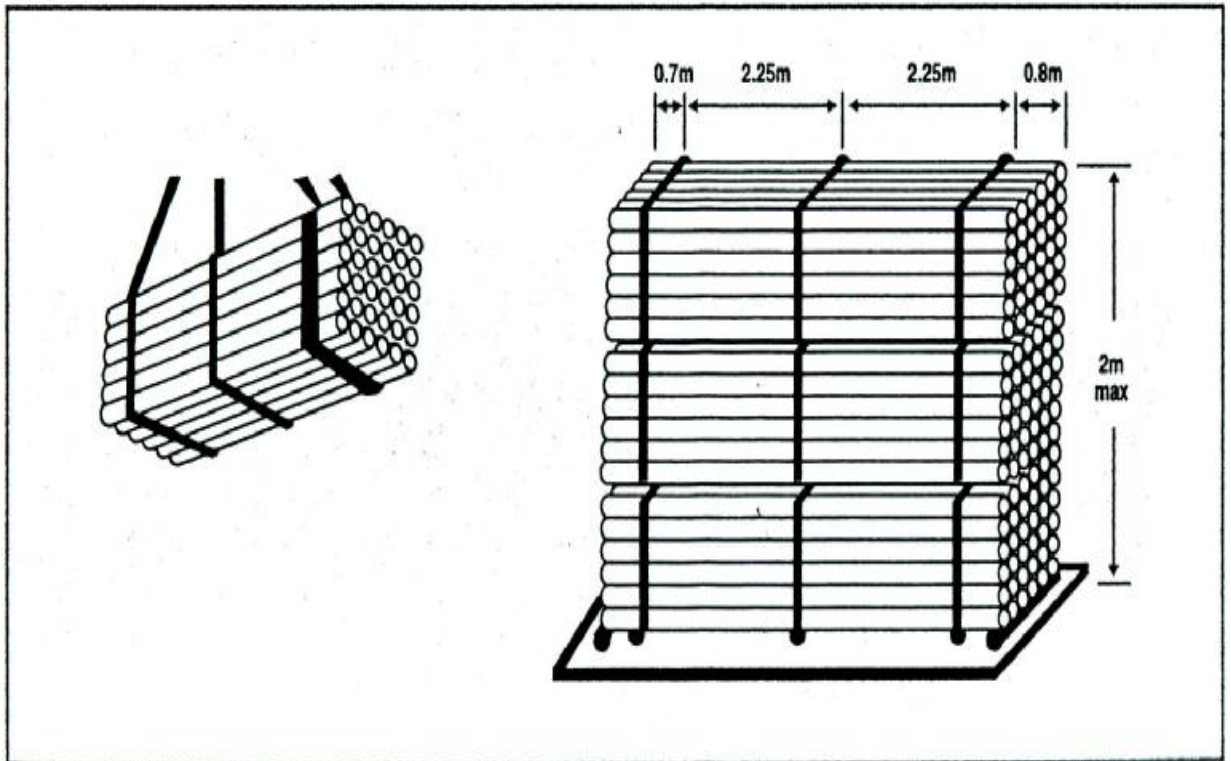
	Είδος αγωγού	Έτη ζωής
1	Χυτοσιδηρός αγωγός, επικαλυμμένος	100 έτη
2	Χαλύβδινος αγωγός, επικαλυμμένος	25 – 50 έτη
3	Αγωγός οπλισμένου σκυροδέματος	75 έτη
4	Αγωγός πολυαιθυλενίου	Πάνω από 70 έτη

Οι μεταλλικοί αγωγοί είναι καλύτεροι αγωγοί του ηλεκτρισμού και έτσι περισσότερο εκτεθειμένοι σε φθορές ένεκα ηλεκτρόλυσης. Η καθοδική προστασία μειώνει σημαντικά τις φθορές αυτές.

3.2.4. • Μεταφορά

Όταν οι αγωγοί πρόκειται να τοποθετηθούν σε δύσβατες περιοχές το μέγεθος και το βάρος παίζουν σπουδαίο ρόλο. Οι χυτοσιδηροί αγωγοί είναι βαρείς σε μεγάλα μεγέθη, ενώ οι χαλύβδινοι είναι ελαφρύτεροι αλλά μακρύτεροι. Το τυποποιημένο μέγεθος των χυτοσιδηρών αγωγών είναι 4 μέτρα και των χαλύβδινων 6,5 – 9 μέτρα. Οι αγωγοί από οπλισμένο σκυρόδεμα προκατασκευάζονται γενικά πλησίον της περιοχής τοποθέτησης. Τα τμήματα είναι μήκους 4 μέτρων και στις μεγάλες διαμέτρους το βάρος είναι ιδιαίτερα αυξημένο.

Για το πολυαιθυλένιο τα μεγέθη είναι πολύ διαφορετικά αφού ξεκινούν από διάμετρο της τάξης των 16 mm. Έτσι από Φ16 ως Φ 32 προσφέρονται σε ρολά των 250 μέτρων, από Φ40 ως Φ125 σε ρολά των 100 μέτρων και από Φ 140 και πάνω σε ευθέα μήκη των 12 μέτρων. Στη μεταφορά τους και στη στοίβαξή τους θα πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί και να τηρούμε τις οδηγίες που δίνουν τα εργοστάσια κατασκευής. Η συνήθης μέριμνα που λαμβάνεται για την πρόσδεση, τη μεταφορά και τη μετακίνηση παρουσιάζεται ικανοποιητικά στο σκαρίφημα που ακολουθεί :



ΕΙΚ.8

Ακόμη οι σωλήνες αυτοί θα πρέπει να στοιβάζονται με τάξη, όχι διαγώνια αλλά με τρόπο τέτοιο που το βάρος τους να ισοκατανέμεται.

Σημαντικό είναι να γνωρίζουμε πως η παραμονή στις υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με φόρτιση, αξονική ή εγκάρσια, μπορεί να προκαλέσει παραμόρφωση (πλάτυνση - ovality) της διαμέτρου. Επίσης ανομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας περιφερειακά στη διατομή μπορεί να προκαλέσει στο σωλήνα στρέβλωση ή λυγισμό. Οι συνθήκες αυτές πρέπει να αποφεύγονται κατά τη μεταφορά ή την αποθήκευση.

Επίσης οι σωλήνες πολυαιθυλενίου κινδυνεύουν να χαραχθούν από αιχμηρά αντικείμενα. Δεν πρέπει να σέρνονται, να ρίχνονται ή να στοιβάζονται σε ανώμαλες επιφάνειες όπως λ.χ. βράχοι ή κοφτερές ακμές. Αν φορτώνονται με συρματόσχοινα ή αλυσίδες πρέπει να προστατεύονται κατάλληλα από το γδάρισμα ή χάραξη.

Για την καλύτερη προστασία στη διακίνηση τα ευθέα μήκη πρέπει να εφάπτονται, όπως στο σχήμα, σε επίπεδη καθαρή επιφάνεια και καθ' όλο το μήκος τους. Αν υπάρχουν διαχωριστικά ξύλινα δοκάρια, θα πρέπει να σχηματίζουν κυψέλες ύψους 1-1,5 m και πλάτους 1,5 – 2 m.

Η τοποθέτηση του ενός σωλήνα μέσα σε άλλο μεγαλύτερης διαμέτρου (nesting) μπορεί να λάβει χώρα κατά τη μεταφορά αλλά όχι κατά την αποθήκευση. Επίσης,

αναφορικά με τις μικρές διαμέτρους, τα ρολά καλό είναι να τοποθετούνται οριζόντια και δεμένα. Σε περίπτωση που χρειαστεί να μετακινηθούν, να προστατεύονται από τυχόν χτυπήματα.

Μέριμνα πρέπει να ληφθεί και για την αποφυγή της σκόνης μέσα και έξω από το σωλήνα διότι δυσχεραίνει το έργο της συγκόλλησης, όπως επίσης και για την αποφυγή χτυπημάτων στο торνιρισμένο άκρο του σωλήνα. Τα φαινόμενα αυτά αντιμετωπίζονται με συσκευές που συνοδεύουν το υλικό και επαναφέρουν τη διατομή στην επιθυμητή κατάσταση.

3.2.5. • Ασφάλεια

Τα σπασίματα σε χυτοσιδηρούς αγωγούς είναι συχνά πολύ καταστρεπτικά. Αντίθετα οι χαλύβδινοι αγωγοί καταστρέφονται σταδιακά από τη διάβρωση κυρίως. Το κέλυφος τρυπά σε σποραδικά σημεία και η επισκευή είναι απλή. Εν τούτοις, οι χαλύβδινοι αγωγοί μπορούν να συνθλιβούν όταν δημιουργείται κενό κατά την αποστράγγιση. Με την κατάλληλη διαδικασία λειτουργίας αυτό συμβαίνει σπάνια. Οι αγωγοί από οπλισμένο σκυρόδεμα καταστρέφονται επίσης σταδιακά ενώ αυτοί από αμιαντοσιμέντο καταστρέφονται απότομα. Στο πολυαιθυλένιο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είτε μηχανικές σέλλες επισκευής (η στεγανοποίηση γίνεται με μηχανικό τρόπο) και τις υδραυλικές σέλλες επισκευής, όπου στεγανοποιούν τον αγωγό με την ίδια πίεση του νερού.



ΕΙΚ.9

Παραθέτουμε στην επόμενη παράγραφο προδιαγραφές που θα πρέπει να πληρούν οι σύγχρονες μηχανικές σέλλες επισκευής αγωγών για να διορθώσουν βλάβες όπως αυτή της εικόνας.

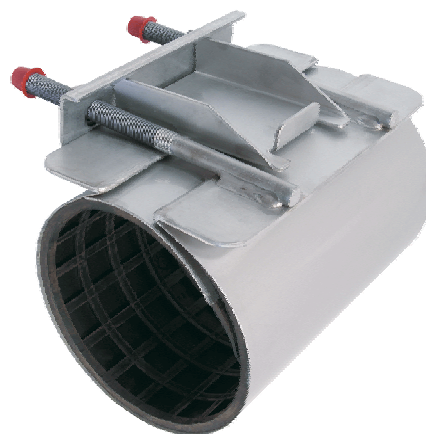
Οι σέλλες θα είναι σχεδιασμένες ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλους τους τύπους σκληρών σωλήνων (PVC, αμιαντοσιμέντου, χυτοσιδηρούς), θα μπορούν να στεγανοποιούν διαρροές ακόμη και σε τραχιές επιφάνειες σωλήνων. Ακόμη θα πρέπει να είναι κατασκευασμένες εξωτερικά από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304 κατά DIN 14301 ή καλύτερο, το δε πάχος του να κυμαίνεται από 0,7 έως 2mm, ανάλογα με τη διάμετρο και την

πίεση λειτουργίας. Πρέπει να διαθέτουν εσωτερικά ελαστικό μανδύα στεγανοποίησης τύπου γκοφρέ, από υλικό EPDM, προσκολλημένο στο εσωτερικό της σέλλας.

Εικ. 10



Διαθέτουν μία σειρά (style 381 DN32-DN300) ή δύο σειρές (style 382 DN80-DN300) βιδών M12 οι οποίες θα είναι συγκολλημένες επί του σώματος. Η στεγανοποίηση θα μπορεί να εξασφαλίζεται με τη σύσφιξη των βιδών και την πίεση που



εφαρμόζεται επί του μανδύα, και με την τύπου γκοφρέ δομή του θα πραγματοποιεί τη στεγανοποίηση της διαρροής. Η μεταφορά της πίεσης στο μανδύα θα επιτυγχάνεται από την ορθογώνια λάμα επί της οποίας εδράζονται τα παξιμάδια των βιδών, η οποία μεταφέρει την πίεση κατά τη σύσφιξη, επί του ανοξείδωτου περιβλήματος

ΕΙΚ. 11

και κατ' επέκταση στο μανδύα. Οι σέλλες επισκευής θα πρέπει να διατίθενται σε διαμέτρους από DN32 έως DN600 και σε διαφορετικά μήκη π.χ. 150, 200, 300 και 400mm .

3.2.6. • Ειδικευμένο προσωπικό

Οι σύγχρονοι μηχανικοί και προκατασκευασμένοι σύνδεσμοι έχουν απλοποιήσει την τοποθέτηση των αγωγών. Πριν την εισαγωγή τους οι συγκολλητοί και χυτοί σύνδεσμοι δημιουργούσαν την ανάγκη ύπαρξης ειδικευμένου και έμπειρου προσωπικού.

3.2.7. • Συντήρηση

Οι μεγάλες γραμμές τροφοδότησης πρέπει να επιθεωρούνται συχνά και να συντηρούνται καλά. Όλα τα μεγέθη και είδη αγωγών πρέπει να επιθεωρούνται για τυχόν διαρροές ή απώλειες πίεσης και για εξωτερικά δείγματα καταστροφής. Υπάρχουν μικρά περιθώρια επιλογών σε αυτή την περίπτωση. Επισκευές σε προκατασκευασμένους αγωγούς από σκυρόδεμα είναι βεβαίως πολύ δύσκολες, αλλά σπάνιο απαιτείται να γίνει κάτι τέτοιο. Χυτοσιδηροί και χαλύβδινοι αγωγοί μπορούν να καθαριστούν με λειαντικές μηχανές

και να επιστρωθούν επιτόπου με τσιμέντο, για να αποκατασταθεί η χωρητικότητά τους. Οι καινούριες και οι επισκευασμένες γραμμές πρέπει να απολυμαίνονται πριν τεθούν σε λειτουργία.

3.2.8. • Διαρροές

Θερμοκρασία (°C)	Έτη λειτουργίας	Επιτρεπτή πίεση λειτουργίας					
		PN 2,5	PN 3,2	PN 4	PN 6	PN 10	PN 16
10	1	3,4	4,3	5,4	8	13,4	21,4
	5	3,2	4,1	5,1	7,7	12,8	20,5
	10	3,2	4	5	7,6	12,6	20,2
	25	3,1	3,9	4,9	7,3	12,2	19,5
	50	3	3,8	4,8	7,2	12	19,2
20	1	2,9	3,6	4,6	6,8	11,4	18,2
	5	2,7	3,5	4,3	6,5	10,8	17,3
	10	2,7	3,4	4,2	6,4	10,6	17
	25	2,6	3,3	4,2	6,2	10,4	16,6
	50	2,5	3,2	4	6	10	16
30	1	2,5	3,1	3,9	5,9	9,8	15,7
	5	2,4	3	3,8	5,6	9,4	15
	10	2,3	2,9	3,7	5,5	9,2	14,7
	25	2	2,5	3,1	4,7	7,8	12,5
	50	1,7	2,2	2,7	4,1	6,8	10,9
40	1	2,1	2,7	3,4	5	8	13,4
	5	1,8	2,3	2,9	4,3	7,2	11,5
	10	1,6	2	2,5	3,7	6,2	9,9
	25	1,3	1,7	2,1	3,1	5,2	8,3
	50	1,2	1,5	1,8	2,8	4,6	7,4
50	1	1,7	2,2	2,7	4,1	6,8	10,9
	5	1,2	1,5	1,9	2,9	4,8	7,7
	10	1,1	1,3	1,7	2,5	4,2	6,7
	15	1	1,3	1,6	2,4	4	6,4
	20	1	1,2	1,5	1,9	2,9	4,8
60	1	1,2	1,5	1,9	2,9	4,8	7,7
	5	-	1,1	1,4	2	3,4	5,4
70	1	-	1	1,3	1,9	3,2	5,1

Όλες οι γραμμές πρέπει να ελέγχονται για τη στεγανότητά τους όταν κατασκευάζονται. Η πίεση δοκιμής πρέπει να αναφέρεται. Για να γίνει η δοκιμή ο αγωγός απομονώνεται με το κλείσιμο των βαλβίδων και τοποθετείται ένα πώμα στο τέλος του υπό δοκιμή τμήματος. Ο αγωγός πληρώνεται με νερό και μ' ένα συνηθισμένο όργανο, αφού τεθεί υπό πίεση, μετράται η ποσότητα του νερού που χρειάζεται για να κρατηθεί η πίεση. Όπου δεν υπάρχει

νερό μπορεί να αντικατασταθεί με αέρα. Οι απώλειες θεωρούνται ότι μεταβάλλονται με την τετραγωνική ρίζα της πίεσης όπως στις οπές.

Χαλύβδινοι και προκατασκευασμένοι σωλήνες από σκυρόδεμα πρέπει να στεγανοποιούνται με καλαφάτισμα.

Από τον προηγούμενο πίνακα μπορούμε να μάθουμε την επιτρεπτή πίεση λειτουργίας του αγωγού μας, ανάλογα με τη θερμοκρασία του αλλά και τα έτη λειτουργίας του δικτύου. Π.χ. ένας σωλήνας PN 10, σε θερμοκρασία 30 °C, μετά από 25 έτη λειτουργίας θα πρέπει να λειτουργεί μέχρι 7,8 atm.

3.2.9. • Τρόποι σύνδεσης σωλήνων πολυαιθυλενίου

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου είναι δυνατόν να συνδεθούν με διάφορους τρόπους, ο πιο συνηθισμένοι εκ των οποίων είναι οι εξής :

1. Θερμική αυτογενής συγκόλληση
2. Μηχανική σύνδεση

Το PE (πολυαιθυλένιο) συγκολλείται αυτογενώς. Σε κατάσταση τήξης, στους 220 °C και σε συνθήκες πίεσης δημιουργούνται νέοι δεσμοί μεταξύ των μορίων του PE και έτσι επιτυγχάνεται συγκόλληση μεταξύ δύο διαφορετικών τμημάτων σωλήνων PE. Με τον τρόπο αυτό έχουμε κατανομή των φορτίων σε όλο το μήκος της σωληνογραμμής, τη συνέχεια του απρόσβλητου του συστήματος του PE από τη διάβρωση, τη διατήρηση της λείας εσωτερικής επιφάνειας του σωλήνα και τη δυνατότητα συγκόλλησης παροχής στο δίκτυο, όσο είναι σε λειτουργία με τη βοήθεια ηλεκτροσυγκολλούμενης σέλλας παροχής. Υπάρχουν δύο τρόποι θερμικής συγκόλλησης PE.

3.2.9.1. Διαδικασία μετωπικής συγκόλλησης

Η σωστή προετοιμασία και τοποθέτηση των άκρων που πρόκειται να συγκολληθούν έχουν πολύ μεγάλη σημασία για την ποιότητα της συγκόλλησης. Οι σωλήνες με το ίδιο πάχος τοιχώματος πρέπει να τοποθετηθούν στις ειδικές σιαγόνες της μηχανής μετωπικής συγκόλλησης σωστά για να δώσουν σωστή ευθυγράμμιση διότι η πιθανή απόκλιση διαμέτρων των σωλήνων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 10 % του πάχους τοιχώματος του σωλήνα και σε κάθε περίπτωση τα 2 mm. Απόκλιση πέρα από αυτό το όριο πρέπει να αντιμετωπίζεται είτε με αύξηση της πίεσης των σφιγκτήρων είτε με επαναπροσαρμογή των

σωλήνων μέχρι να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή επαφή, δηλαδή η μικρότερη δυνατή απόκλιση.

Τα άκρα των σωλήνων πρέπει να πλαναριστούν με το ειδικό εξάρτημα πριν από τη συγκόλληση και να καθαριστούν με απορρυπαντικό από σκόνη, έλαια, υγρασία ή άλλες ξένες ουσίες. Η θερμαντική πλάκα πρέπει επίσης να καθαρίζεται από ξένα σώματα, σκόνη ή υπολείμματα PE όταν είναι ζεστή και να φυλάσσεται πάντα στην ειδική θήκη της , προς αποφυγή φθοράς της επικάλυψης.

Για να γίνει η συγκόλληση, βάζουμε σε λειτουργία τη θερμαντική πλάκα και πλησιάζουμε τα άκρα των δύο σωλήνων. Πριν την εκκίνηση της διαδικασίας πρέπει να ληφθεί υπόψη η ελάχιστη πίεση P_t ,η ελάχιστη πίεση που απαιτείται για την έλξη του βάρους των σωλήνων ,που βρίσκονται στην πλευρά του κινητού μέρους των σφιγκτήρων, ώστε να πλησιάσουν μεταξύ τους οι σφιγκτήρες, και να προστίθεται στις τιμές της πίεσης που αναγράφονται στους πίνακες της θερμαντικής πλάκας. Εδώ τελειώνει η προετοιμασία και περνάμε στα στάδια της συγκόλλησης.

3.2.9.1.1. Θέρμανση υπό πίεση

Η διαδικασία συγκόλλησης πρέπει να πραγματοποιηθεί σε ξηρό περιβάλλον, προφυλαγμένο από απόλυτες συνθήκες (υγρασία, ρεύματα αέρος, θερμοκρασίες χαμηλότερες από -5°C και υψηλότερες από 40°C). Η θερμαντική πλάκα πρέπει να εγγυάται ομοιόμορφη θερμοκρασία, έτσι ώστε να καλύπτει συμμετρικά τα άκρα των σωλήνων που πρόκειται να συγκολληθούν.

Οι θερμοκρασιακές τιμές που ρυθμίζονται στο θερμοστάτη είναι :

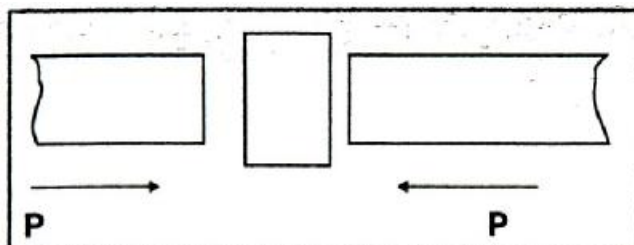
$210 \pm 10^{\circ}\text{C}$ για s μικρότερο των 12 mm

$200 \pm 10^{\circ}\text{C}$ για s μεγαλύτερο ή ίσο των 12 mm,

όπου s το εκάστοτε πάχος τοιχώματος και πρέπει να ελέγχονται από τον υπεύθυνο σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Εικ. 12

Τα άκρα προσαρμόζονται στη θερμαντική πλάκα σε πίεση που εξαρτάται από την εξωτερική διάμετρο και το πάχος του τοιχώματος του σωλήνα . η συγκόλληση του PE απαιτεί πίεση



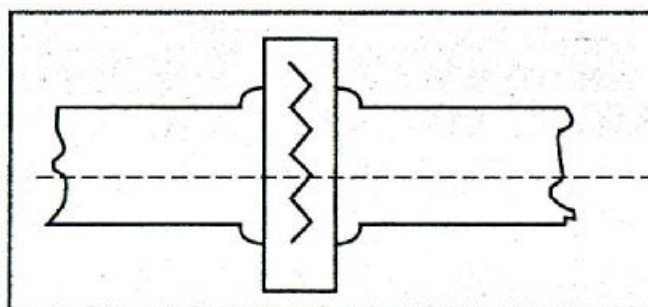
σύνδεσης $0,15 \text{ N} / \text{mm}^2$. Σύμφωνα με αυτή την παράμετρο, ο κατασκευαστής της μηχανής συγκόλλησης δίνει τιμές πίεσης ανάλογα με την εξωτερική διάμετρο στους αντίστοιχους πίνακες.

Η διαδικασία θέρμανσης υπό πίεση τελειώνει μετά από χρόνο t_1 που απαιτείται για το σχηματισμό μιας αναδίπλωσης τηγμένου υλικού (κορδόνι) στο άκρο του σωλήνα, το ύψος του οποίου ποικίλει, ανάλογα με το πάχος τοιχώματος του σωλήνα.

3.2.9.1.2. Θέρμανση χωρίς πίεση

Ο σχηματισμός αναδίπλωσης από πλαστικό υλικό που σχηματίζεται σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα, αποτελεί ένδειξη της τήξης του υλικού. Σ' αυτό το στάδιο μειώνουμε την πίεση στα $0,02 \text{ N/mm}^2$ περίπου, για να αποφύγουμε την υπερχείλιση του υλικού που θα καθιστούσε αδύνατη την καλή ποιότητα της συγκόλλησης. Εάν η διαδικασία πραγματοποιηθεί σωστά, σε αυτό το στάδιο που διαρκεί χρόνο t_2 , η επιφανειακή θέρμανση συνεχίζεται χωρίς να αυξάνεται το πάχος του σωλήνα.

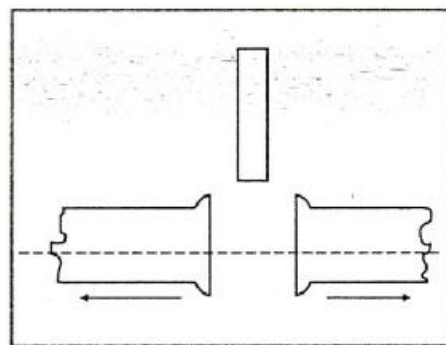
ΕΙΚ. 13



3.2.9.1.3. Απομάκρυνση της θερμαντικής πλάκας

Με τη λήξη του χρόνου t_2 , τα άκρα μετακινούνται για την απομάκρυνση της θερμαντικής πλάκας, και στη συνέχεια πλησιάζουν ξανά για τη σύνδεση. Αυτό το στάδιο είναι πολύ κρίσιμο στη διαδικασία της συγκόλλησης. Εάν τα δύο άκρα ενωθούν με πολύ μεγάλη δύναμη, όλο το τηγμένο υλικό μπορεί να ωθηθεί εκτός σύνδεσης και κρύο υλικό να έρθει σε επαφή, αλλοιώνοντας τη σύνδεση. Εάν χρησιμοποιηθεί μικρή δύναμη μπορεί να συνενωθούν μόνο τα τηγμένα τμήματα της αναδίπλωσης με πιθανό αποτέλεσμα τη μη ολοκληρωμένη συγκόλληση. Η διάρκεια της διεργασίας t_3 εξαρτάται από το πάχος τοιχώματος του σωλήνα.

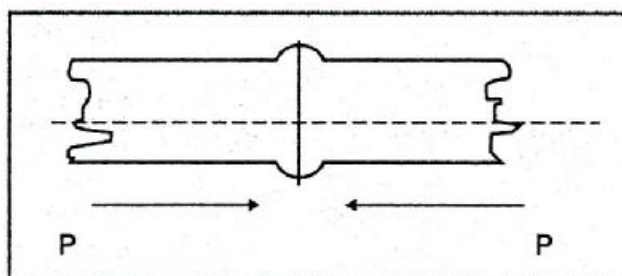
ΕΙΚ. 14



3.2.9.1.4. Συγκόλληση υπό πίεση

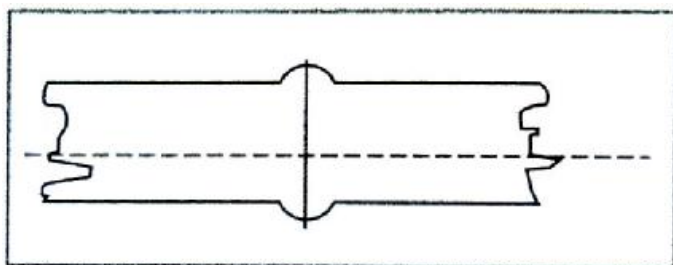
Η πίεση επανέρχεται σε τιμή ίδια με αυτή της θέρμανσης και διατηρείται για χρονικό διάστημα t_5 που εξαρτάται από τη

ΕΙΚ. 15



διάμετρο και το πάχος τοιχώματος του σωλήνα. Εάν ωστόσο η πίεση είναι υψηλότερη πρέπει να αποφύγουμε απότομη πτώση, που μπορεί να οδηγήσει σε καταπόνηση αποσυμπίεσης και καταστροφή της σύνδεσης.

3.2.9.1.5. Ψύξη



Εικ. 16

Με το πέρας του χρόνου t_5 , η δράση της πίεσης διακόπτεται και τα συνδεδεμένα τμήματα απομακρύνονται από τους σφιγκτήρες. Ωστόσο συνίσταται αναμονή χρόνου t_6 πριν από την

απομάκρυνση. Ο χρόνος αυτός είναι ο χρόνος ασφαλείας πριν την υδραυλική δοκιμή των σωλήνων.

Μέθοδοι απότομης ψύξης, όπως νερό, πεπιεσμένο αέρα ή οτιδήποτε άλλο αποφεύγονται σε κάθε περίπτωση.

Έτσι ολοκληρώνεται η διαδικασία της μετωπικής συγκόλλησης, στη συνέχεια θα εξετάσουμε την πιο διαδεδομένη ηλεκτροσυγκόλληση.

3.2.9.2. Διαδικασία ηλεκτροσυγκόλλησης

Αρχικά θα πρέπει να κοπούν οι άκρες του σωλήνα κάθετα στο διαμήκη άξονά του. Ακόμη θα πρέπει να καθαριστεί

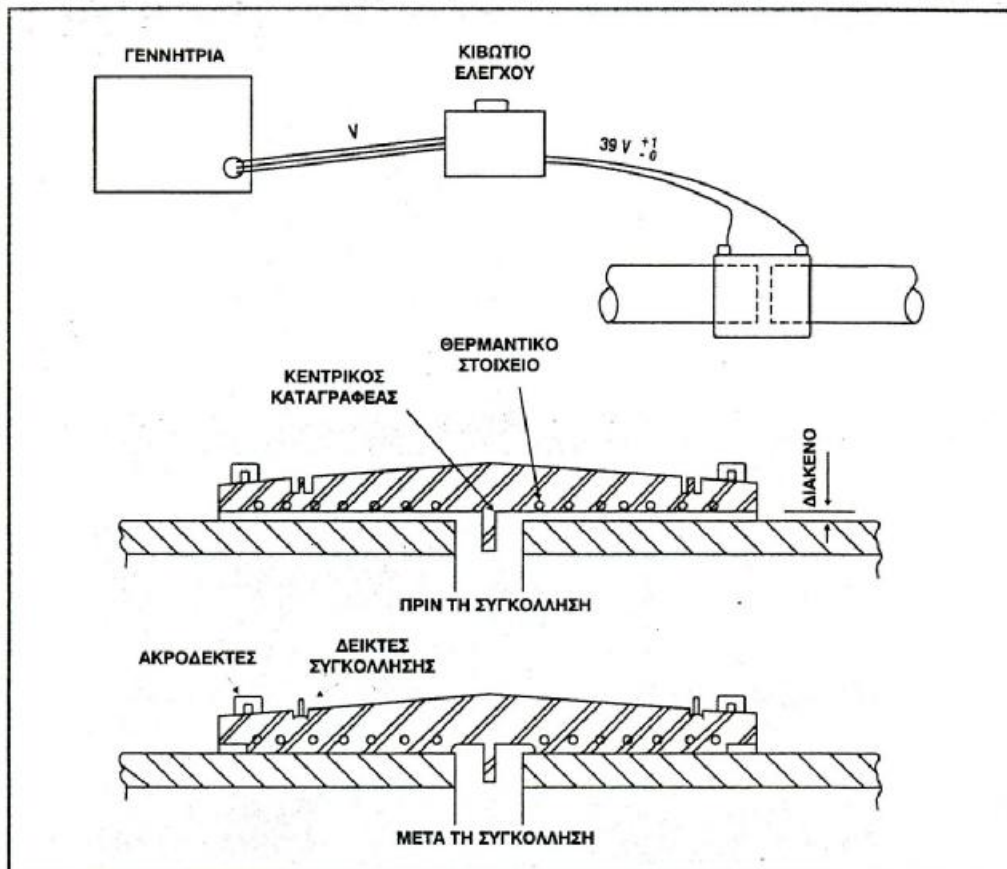
το επίστρωμα επιφανειακής οξειδωσης, χρησιμοποιώντας το ειδικό όργανο απόξεσης που συνήθως συνοδεύει τη μηχανή συγκόλλησης, ή κάποια ξύστρα αφαίρεσης χρωμάτων. Είναι σημαντικό ο καθαρισμός να είναι ομοιόμορφος και ολοσχερής και στα δύο τμήματα που πρόκειται να συγκολληθούν, σε μήκος όσο το μισό μήκος της ηλεκτρομούφας συν 10mm.

ΕΙΚ.17



Η λειτουργία της απόξεσης είναι σωστή αν δημιουργηθούν ρινίσματα στο πάνω άκρο του σωλήνα, τα οποία πρέπει να απομακρυνθούν με κάποιο ύφασμα ή μαλακό

Εικ.18



χαρτί
εμποτισμένο με
απορρυπαντικό.
Το
απορρυπαντικό
πρέπει να είναι
μια ουσία

που δε
διαβρώνει το
πολυαιθυλένιο,
εξατμίζεται
γρήγορα και είναι
αρκετά στεγνό
ώστε να μην
αφήνει λιπαρά
ίχνη στο

σωλήνα. Ποτέ δε χρησιμοποιείται διαλυτικό, τριχλωροαιθυλένιο, βενζίνη και αιθυλική αλκοόλη. Ακόμη η απόξεση δεν πρέπει να γίνεται με υλικά όπως το γυαλόχαρτο, η λίμα και ο τροχός λείανσης. Όσο για την ηλεκτρομούφα καλό είναι να παραμένει στη συσκευασία της μέχρι την τελευταία στιγμή για να αποφεύγεται η σκόνη. Όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί καθαρίζεται εσωτερικά με ασετόν.

3.2.9.2.1. Τοποθέτηση

Πρέπει να χρησιμοποιείται ο σφιγκτήρας ώστε τα συνδεδεμένα τμήματα να είναι σε ομοαξονική θέση κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης και κατά τη διάρκεια της ψύξης του εξαρτήματος. Κατά τη σύνδεση αποφεύγεται οποιαδήποτε μηχανική πίεση.

ΕΙΚ.19



3.2.9.2.2. Τήξη

Η μονάδα ηλεκτροσυγκόλλησης ρυθμίζεται ανάλογα με τη διάμετρο και την απαιτούμενη πίεση. Η εισαγωγή των δεδομένων γίνεται με barcode που είναι ανάγλυφο ή αυτοκόλλητο στο σώμα της ηλεκτρομούφας. Άλλος τρόπος είναι μέσω μαγνητικής κάρτας.

3.2.9.2.3. Πτώση θερμοκρασίας – ψύξη

Όταν τελειώσει ο χρόνος συγκόλλησης, δεν μετακινείται ο συνδετήρας ευθυγράμμισης, δεν ασκείται πίεση στο σημείο της σύνδεσης μέχρι να περάσει ο χρόνος που αναγράφουν οι οδηγίες για την ψύξη της σύνδεσης.

ΕΙΚ. 20

Ο χρόνος αυτός ποικίλει (ανάλογα με τη διάμετρο και το εργοστάσιο κατασκευής) ανάμεσα στα 10 και 30 λεπτά κυρίως.

Ο προαναφερθείς είναι και ο μοναδικός αποδεκτός τρόπος ψύξης στις μέρες μας. Πριν γίνει η δοκιμή του συγκολλημένου σωλήνα πρέπει να περάσουν τουλάχιστον δύο ώρες.

Γενικά όσον αφορά στη συγκόλληση σωλήνων, εξαρτημάτων αγωγών και φύλλων από PE θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η εξαιρετικά λεπτομερής γερμανική οδηγία DVS 2207-1 του 1995.

Ακόμη οι ηλεκτρομούφες διατίθενται σε πολλές διαφορετικές εφαρμογές, όπως στις εικόνες που προηγήθηκαν. Έτσι μπορεί να είναι απλές, συστολικές, υπό γωνία 11° , 30° , 45° ή 90° , stop, παροχής, ταυ, αρθρωτής γωνίας κ.α. Η συνήθης πίεση λειτουργίας τους είναι οι 16 atm και είναι εξαρτήματα πάρα πολύ ευέλικτα στη χρήση τους.

Η φιλοσοφία της λειτουργίας μιας ηλεκτρομούφας οποιασδήποτε διαμέτρου είναι η ακόλουθη: Αφού τοποθετηθούν τα δύο άκρα του σωλήνα μέσα στην ηλεκτρομούφα, εφαρμόζεται διαφορά τάσης στους δύο ακροδέκτες (είναι εμφανής στις προηγούμενες εικόνες) με αποτέλεσμα να διαρρέεται από ηλεκτρικό φορτίο η εσωτερική μεταλλική σπείρα του εξαρτήματος. Το υλικό κατασκευής της ηλεκτρομούφας είναι το PE και με την αύξηση της θερμοκρασίας λιώνει. Η θερμότητα μεταδίδεται και στο σωλήνα, λιώνει και αυτός, το ρεύμα διακόπτεται μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα, το σύστημα κρυώνει και πλέον είναι ένα σώμα η ηλεκτρομούφα με τα δύο άκρα του σωλήνα.



3.3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΝΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

3.3.1. Αεροεξαγωγοί



Εικ. 21

Οι αεροεξαγωγοί τοποθετούνται στα υψηλότερα σημεία του δικτύου και χρησιμεύουν στο να εισάγουν και να εξάγουν αέρα. Ο αέρας δημιουργείται από τα ειδικά τεμάχια που συναντάει το νερό, από τις συστολές και τις διαστολές, τις αλλαγές στην κλίση του αγωγού, από την τριβή με τα τοιχώματα και από την πίεση. Όταν δημιουργηθεί αέρας εγκλωβίζεται στα ψηλότερα σημεία και πρέπει να απομακρυνθεί γιατί προκαλεί σημαντικές φθορές στο δίκτυο. Ακόμη, στην περίπτωση που θέλουμε να αδειάσουμε τον αγωγό από το νερό που είναι μέσα στο δίκτυο, τη θέση του πρέπει να πάρει ικανοποιητική

ποσότητα αέρα ώστε να μη δημιουργηθεί κενό και καταστραφεί ο αγωγός από την υποπίεση.

Οι αεροεξαγωγοί τοποθετούνται εντός επισκέψιμου φρεατίου και είναι δύο τύπων, απλής και διπλής ενέργειας. Θεωρούνται πιο προηγμένοι αυτοί που λειτουργούν με δύο ενέργειες διότι ξεκινούν να απελευθερώνουν αέρα πριν συσσωρευτούν μεγάλες ποσότητες που ταλαιπωρούν το δίκτυο.

3.3.2. Εκκενωτές

Οι εκκενωτές βρίσκονται στα χαμηλότερα σημεία του δικτύου για να αδειάζουν

Εικ. 22

τον αγωγό, ώστε να επισκευαστεί ή να συντηρηθεί. Αποτελούνται από αγωγό μικρής διαμέτρου, διαθέτουν βαλβίδα αντεπιστροφής και διατάξεις που να απαγορεύουν την είσοδο ζώων ή σκουπιδιών στο δίκτυο. Καταλήγουν σε σημεία που το νερό παροχετεύεται με ασφάλεια, συνήθως ρέματα.



3.3.3. Βαλβίδες αντεπιστροφής

Τοποθετούνται στο δίκτυο για να εξασφαλίσουν την κατεύθυνση της ροής. Έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν είτε με μηχανικό τρόπο (όταν η πίεση ξεπερνά μια τιμή), είτε χειροκίνητα (με τιμόνι που χειρίζεται ο τεχνικός), είτε με ηλεκτρομηχανισμό. Η ποιότητα της κατασκευής τους φανερώνεται από τις διαρροές που τυχόν εμφανίζουν και από τη δύναμη που απαιτείται να εφαρμόσει κάποιος για να ανοίξει τη βαλβίδα.

3.3.4. Δικλείδες

Οι δικλείδες τοποθετούνται σε οποιοδήποτε σημείο θα χρειαστεί να διακόψουμε τη ροή. Πριν και μετά από μια υδραυλική βαλβίδα (που κάποτε θα συντηρηθεί) ή αμέσως μετά από μια αντλία, το εξάρτημα αυτό μας παρέχει ασφάλεια ώστε να πραγματοποιήσουμε τις εργασίες μας. Διατίθενται πολλοί τύποι, ελαστικής έμφραξης, μεταλλικής έμφραξης, πεταλούδας και χρησιμοποιείται ο καθένας για διαφορετική περίπτωση. Π.χ. οι βαλβίδες πεταλούδας έχουν πολύ μικρό μήκος σε σχέση με τις άλλες αλλά δε μπορούν να αντέξουν σε πολύ μεγάλες πιέσεις. Μπορούμε να τις χειριστούμε είτε μηχανικά είτε με ηλεκτρομηχανισμό.

Προσοχή απαιτείται κατά το χειρισμό διότι το απότομο κλείσιμο της βαλβίδας συνεπάγεται υδραυλικό πλήγμα. Στις σύγχρονες βαλβίδες το σώμα είναι από σφαιροειδή χυτοσίδηρο τουλάχιστον GGG-40- DIN 1693,

Εικ. 23



άξονας από ανοξείδωτο χάλυβα και η βαφή εποξεική κατά DIN 3476. Όσον αφορά στη γλώσσα πρέπει να περιβάλλεται με βουλκανισμένο ελαστομερές, κατάλληλο για πόσιμο νερό. Η χρήση του ελαστομερούς είναι απαραίτητη για να μην εμποδίζεται το σφράγισμα από τυχόν αδρανή υλικά του δικτύου.

Στη παραπάνω τομή (εικ. 23) εμφανίζονται ικανοποιητικά το σώμα (στην προκειμένη περίπτωση αποτελείται από ένα και μόνο τεμάχιο), ο άξονας και η γλώσσα με το ελαστομερές.

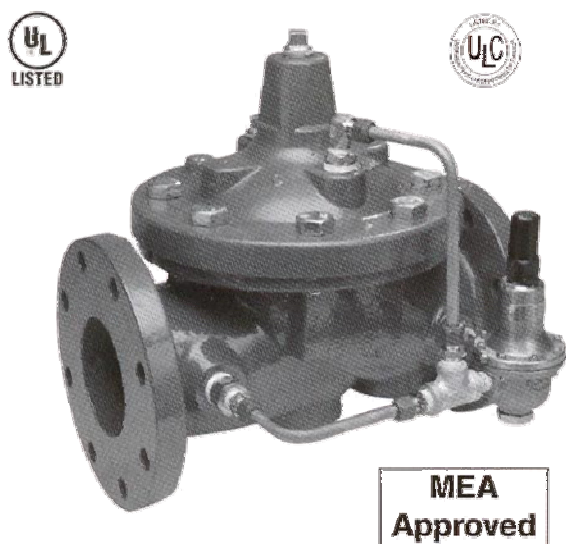
Στον κάτωθι πίνακα μπορούμε να δούμε την απαιτούμενη ροπή λειτουργίας και άλλα χρήσιμα δεδομένα από τυπικές βαλβίδες ελαστικής έμφραξης.

DN	Ροπή λειτουργίας	Στροφές μέχρι το στραγγαλισμό της ροής	Στροφές ανά λεπτό	Χρόνος μέχρι το στραγγαλισμό της ροής
150	55 Nm	30	16	1min53sec
200	80 Nm	34	16	2min08sec
250	100 Nm	42	16	2min38sec
300	140 Nm	50	22	2min16sec

3.3.5. Υδραυλικές βαλβίδες

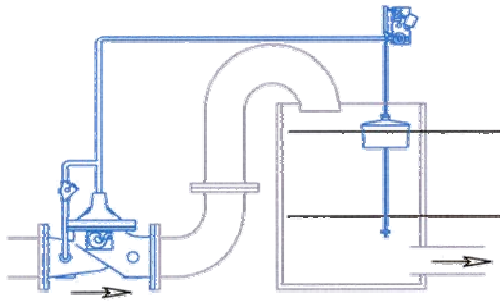
Οι υδραυλικές βαλβίδες έχουν απεριόριστες σχεδόν δυνατότητες και είναι πολύ χρήσιμα εξαρτήματα για τα δίκτυα ύδρευσης, άρδευσης και βιομηχανίας. Η βασική τους μορφή παρουσιάζεται δίπλα αλλά η διάταξη των σωληνώσεων και η τοποθέτηση διαφορετικού πιλότου είναι ικανά να αλλάξουν τελείως το ρόλο μιας υδραυλικής βαλβίδας.

Εικ. 24



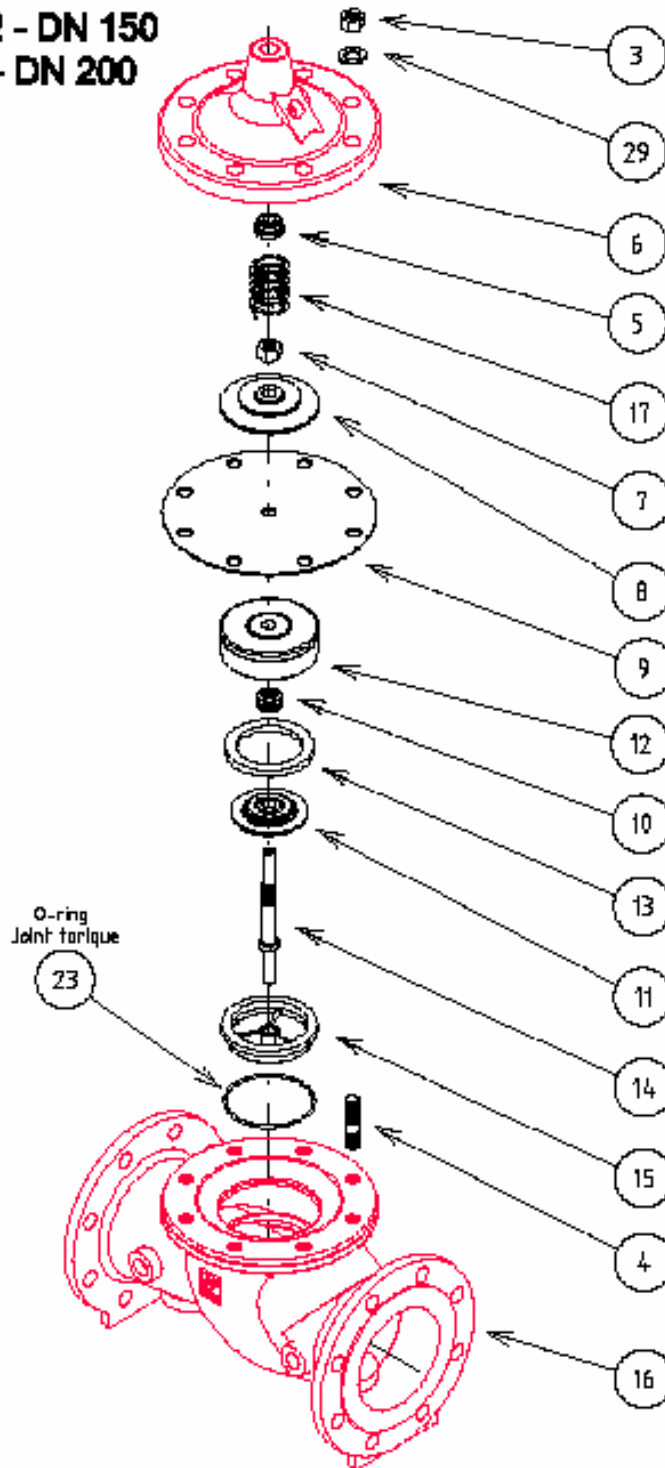
Η αρχή λειτουργίας τους είναι ότι χρησιμοποιώντας την πίεση του νερού που δέχεται η ίδια η βαλβίδα, μέσω του πιλότου, επιτρέπει μερικώς, πλήρως ή καθόλου τη διέλευση της ροής. Αυτό το επιτυγχάνει βασικά μέσω ενός ελατηρίου και ενός

Εικ. 25



ελαστικού διαφράγματος. Η πλήρης επεξήγηση των εξαρτημάτων της υδραυλικής βαλβίδας που θα χρησιμοποιηθεί παρουσιάζεται σε επόμενη σελίδα.

ΑΕ/ΓΕ : DN 32 - DN 150
ΝΓΕ : DN 50 - DN 200



- Παξιμάδι
- Ροδέλα
- Κάλυμμα
- Κάλυμμα εδράνου
- Ελατήριο

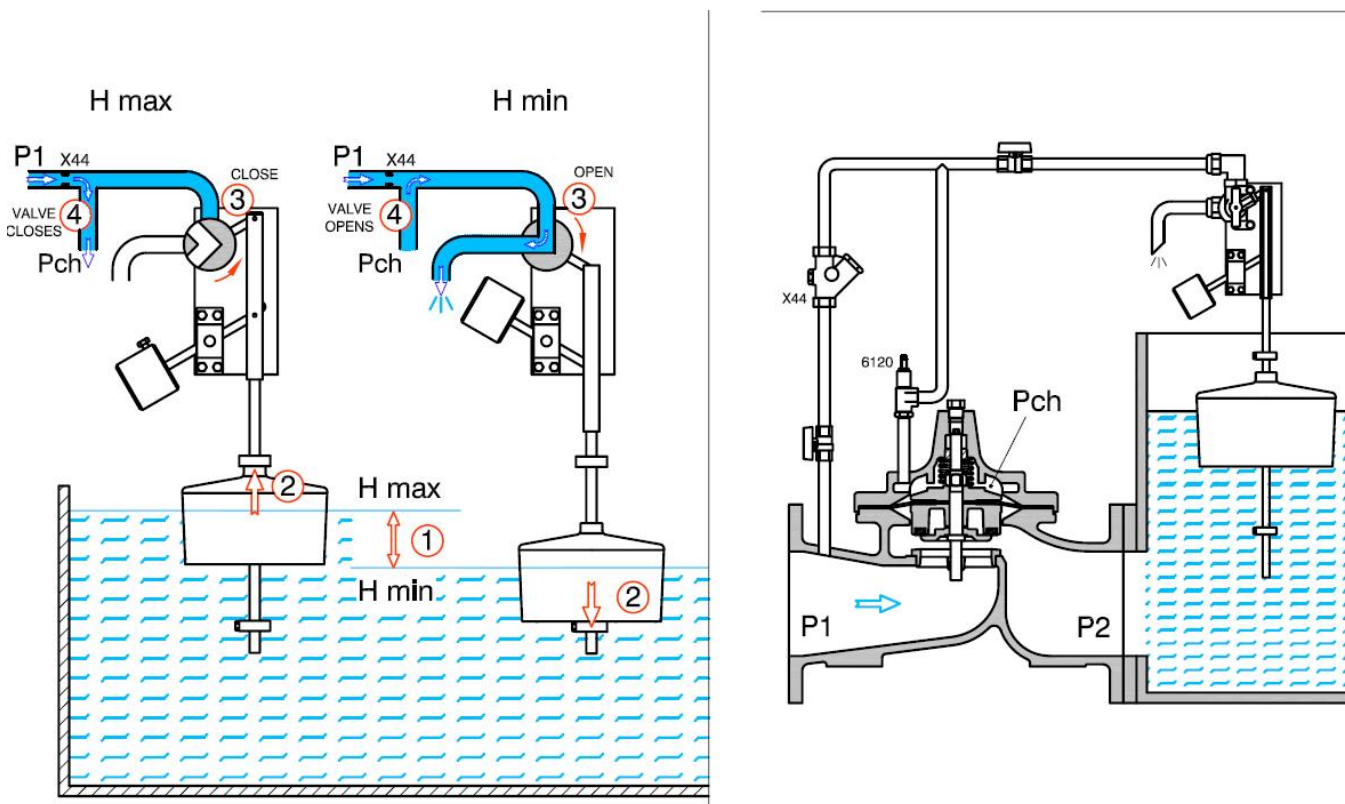
- Παξιμάδι άξονα
 - Ροδέλα διαφράγματος
- Διάφραγμα
 - Υποστήριγμα δίσκου
 - Ροδέλα διαστήματος
- Δίσκος
- Οδηγός δίσκου
- Άξονας
- Έδρα
- Βίδα
- Σώμα

Η βαλβίδα που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει

να είναι εφοδιασμένη με ένα διοδικό πιλότο ελέγχου ο οποίος προστατεύεται από συνθήκες παγοποίησης, διατηρώντας συνεχή ροή μέσω του κυκλώματος του πιλότου της κύριας βαλβίδας.

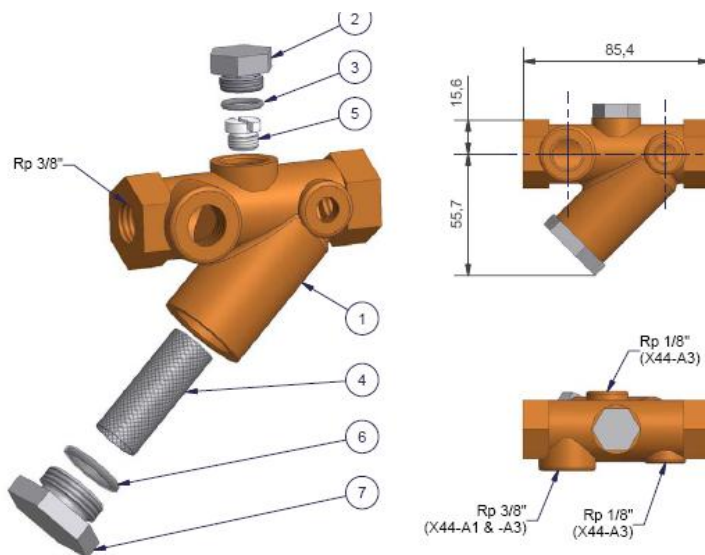
Η βαλβίδα είναι σχεδιασμένη ώστε να ανοίγει όταν η στάθμη του υγρού εντός δεξαμενής πλησιάζει ένα προκαθορισμένο ελάχιστο όριο και να κλείνει όταν η στάθμη του υγρού πλησιάσει ένα προκαθορισμένο ανώτατο όριο. Ο τρόπος που αυτό επιτυγχάνεται παρουσιάζεται σχηματικά παρακάτω :

Εικ. 26

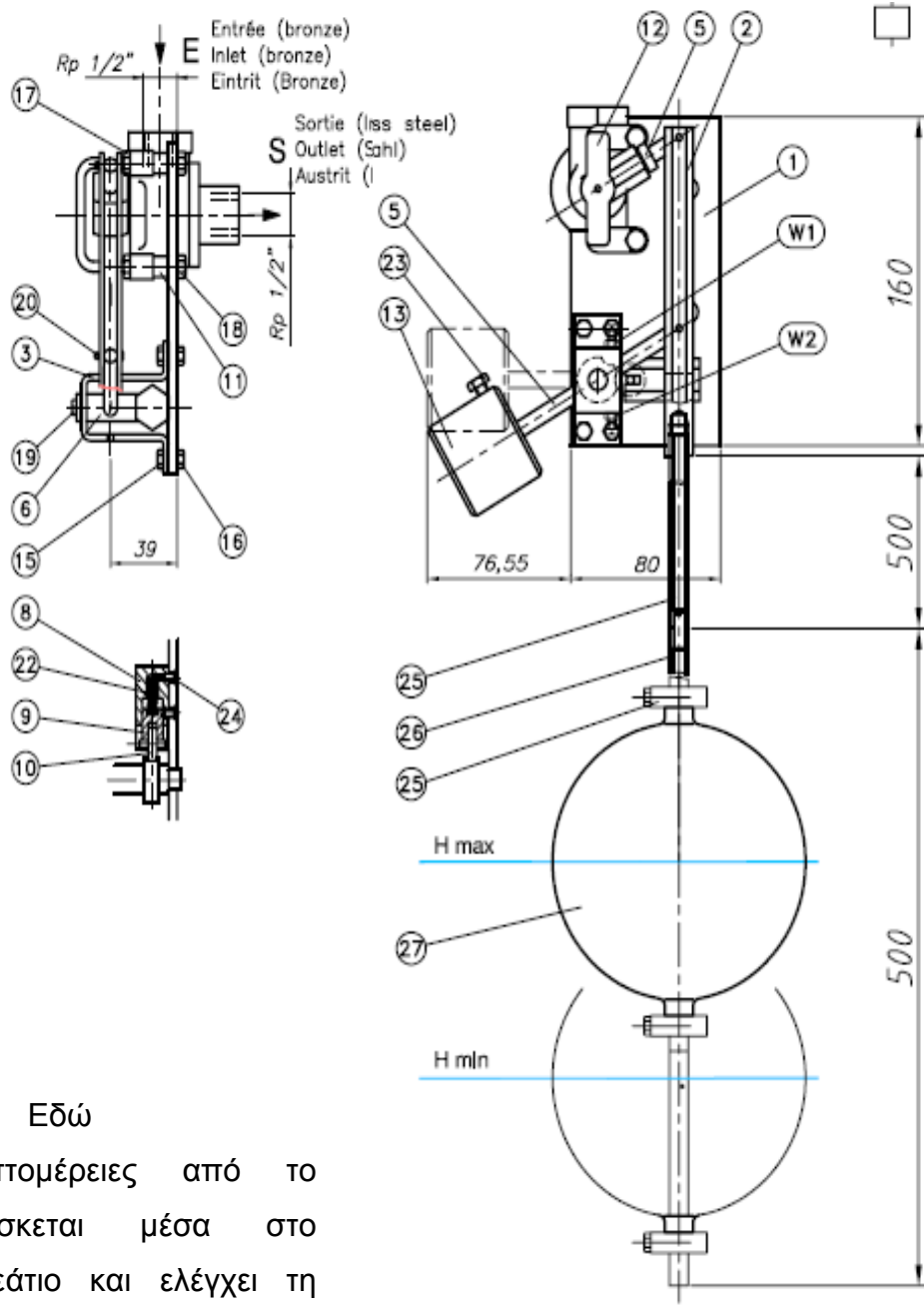


Όπου H_{max} το ανώτατο όριο και H_{min} το ελάχιστο όριο, P_1 είναι η πίεση του δικτύου και P_{ch} είναι ο θάλαμος ελέγχου της βαλβίδας. Το x44 είναι καθοριζόμενο φίλτρο το οποίο αποτρέπει την εισροή αδρανών στο θάλαμο ελέγχου.

Η βαλβίδα πρέπει να είναι εφοδιασμένη με μηχανισμό ελέγχου της ταχύτητας κλεισίματος ώστε να προστατεύει το ανάντη της βαλβίδας δίκτυο από υδραυλικά πλήγματα.



Εικ 27



POS	DESCRIPTION
1	Base plate
2	Fork
3	Yoke
4	Lower rod
5	Upper rod
6	Swivel
7	Adapter
11	Socket
12	Distributor CFM2/KX 1/2"
15	Screw M5 x 12
16	Nut M5
17	Screw M6 x 35
18	Nut M6
19	Screw M4 x 20
20	Split pin
25	Rod 500 mm
26	Rod extension 500 mm
27	Float
28	Stop

Εδώ
λεπτομέρειες από το
βρίσκεται μέσα στο
φρεάτιο και ελέγχει τη

Τεχνικά έργα στο
είτε για να προστατεύουν τα εξαρτήματα, όπως είναι ένα φρεάτιο εκκενώσεως, είτε για να τα
συμπληρώνουν, όπως είναι ένα πιεζοθραυστικό φρεάτιο.

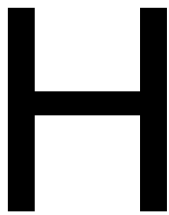
Τα πιεζοθραυστικά φρεάτια φιλοξενούν τις υδραυλικές βαλβίδες, φίλτρα, βάνες
απομόνωσης για να πετύχουν τη διακοπή της πίεσης κατά μήκος ενός κλειστού αγωγού.

παρουσιάζονται
τμήμα που
πιεζοθραυστικό
στάθμη.

δίκτυο υπάρχουν

ΚΕΦ. 4

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ



Παροχή μελέτης είναι $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{hr}$, η οποία με μετατροπή γίνεται $Q = 1000/3600 = 0,28 \text{ m}^3/\text{sec}$. Ο σωλήνας είναι από πολυαιθυλένιο PE 100 3^{ns} γενιάς, αντοχής 10 atm.

Για τον υπολογισμό της διαμέτρου του αγωγού λαμβάνουμε υπόψη δύο παράγοντες, την ταχύτητα και την παροχή. Η παροχή θεωρείται σταθερή και ίση με $1000 \text{ m}^3/\text{sec}$, ενώ η ταχύτητα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα $2 \text{ m}/\text{sec}$, για να αποφευχθεί το φαινόμενο του υδραυλικού πλήγματος που παρουσιάζεται σε προηγούμενη ενότητα. Από αυτά τα δεδομένα μέσω του τύπου της συνέχειας ($Q = A \times V$) προκύπτει ότι :

η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα είναι δεξωτ.= 500mm, το πάχος τοιχώματος 29,7 mm, συνεπώς η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα είναι δεσωτ.= 440,6 mm.

Το βάρος του συγκεκριμένου σωλήνα υπολογίζεται στα 43,50 kg/m.

Ο τύπος απωλειών τον οποίο θα χρησιμοποιήσουμε είναι :

$$h_f = (f \cdot l / d) \cdot (V^2 / 2g)$$

Εφόσον το $d > 200 \text{ mm}$, το $\kappa = 0,05$

(πηγή : τεχνικό φυλλάδιο σωλήνων πολυαιθυλενίου ΠΕΤΖΕΤΑΚΗΣ)

ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΟ ΙΞΩΔΕΣ

Για θερμοκρασία $21,1 \text{ }^\circ\text{C}$ το κινηματικό ιξώδες είναι $\nu = 0,984 \cdot 10^{-6}$

(Μηχανική των ρευστών και υδραυλική, McGraw-Hill, New York, ΕΣΠΙ Αθήνα, παράρτημα-πίνακας 2, ASCE Manual 25.

$$\text{Άρα } Re = 448.000 \text{ ή } Re = 4,5 \cdot 10^5$$

Αφού όμως τα υγρά είναι ασυμπίεστα, δεν επηρεάζεται η πυκνότητα από την πίεση έχουμε:

$$Re = 4,5 \cdot 10^5, K = 0,05\text{mm}, d = 440,6\text{mm}$$

$$\text{Άρα έχουμε } k/d = 1,1 \cdot 10^{-4}$$

Συνεπώς από διάγραμμα Moody, εισάγοντας αυτά τα δεδομένα προκύπτει ότι το $f = 0,014$

ΤΑΧΥΤΗΤΑ

$$Q = V/A \Rightarrow Q = V \cdot (\pi d^2/4) \Rightarrow V = 4Q/\pi d^2 = 4 \cdot 0,28/3,14 \cdot 0,4406^2 = 1,84 \text{ m/sec}$$

η οποία είναι κάτω από την κρίσιμη ταχύτητα των 2 m/sec (για την εμφάνιση υδραυλικού πλήγματος) οπότε και δεν αλλάζουμε τίποτα στη σχεδίαση του δικτύου μας, θεωρώντας την αποδεκτή.

ΑΠΩΛΕΙΕΣ

Λαμβάνοντας υπόψη τις αντοχές των υλικών και τα υδραυλικά δεδομένα που αναφέρθηκαν παραπάνω, η διαδρομή των 8345 m χωρίζεται από τα πιεζοθραυστικά φρεάτια σε 4 τμήματα τα χαρακτηριστικά των οποίων φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα :

Τμήμα	Μήκος L [m]	$f \times 1/d \times V^2/2g$	Γραμμικές απώλειες [m]	Απώλειες (τοπικές + γραμμικές) [m] (*)	Διαθέσιμο φορτίο[m]
1.	980	0.00548	5.37	5.91	100
2.	1.225	0.00548	6.72	7.39	100
3.	1.615	0.00548	8.86	9.75	99,5
4.	4.525	0.00548	24.81	27.29	51,5

Από τον πίνακα διαπιστώνουμε πως το ενεργειακό φορτίο επαρκεί και το νερό θα υπερκεράσει κατά πολύ τις γραμμικές και τοπικές απώλειες.

(*) Θεωρούμε ότι οι τοπικές απώλειες είναι ποσοστό (10%) των γραμμικών απωλειών σε κάθε τμήμα.

Η διαστασιολόγηση των υδραυλικών βαλβίδων επιβάλλει τη χρήση μικρότερης διαμέτρου από αυτή του αγωγού. Ήτοι 350 mm αντί για 500 mm. Αυτό συμβαίνει γιατί το εύρος που θα πρέπει να είναι ανοικτή η βαλβίδα είναι από 20 % μέχρι 70 % του μεγίστου. Με πιο απλά λόγια, δεν επιθυμούμε να είναι πλήρως ανοικτή ή κλειστή γιατί δεν βοηθάει

στην καλή της λειτουργία, αυξάνει τις τριβές, το θόρυβο , παράγοντες που θέλουμε να έχουν τις χαμηλότερες δυνατές τιμές.

Συνεπώς πριν το εκάστοτε πιεζοθραυστικό φρεάτιο θα χρησιμοποιηθεί συστολή 500mm σε 350 mm , ακολούθως εξαερωτικό, βάνα πεταλούδας, φίλτρο τύπου Υ και εν τέλει η υδραυλική βαλβίδα άνω κάτω στάθμης, όπως παρουσιάζεται στα συνημμένα σχέδια.

Η υδραυλική βαλβίδα επιπρόσθετα θα έχει τη δυνατότητα, με τη χρήση δευτέρου πιλότου) να διατηρεί σταθερή την πίεση στα ανάντι, θα είναι δηλαδή και ρυθμιστής πίεσης. Η τιμή της πίεσης ορίζεται από την ακόλουθη εξίσωση, για κάθε ένα από τα τρία πιεζοθραυστικά φρεάτια :

Πίεση = Ύψος αρχικού σημείου τμήματος – Ύψος φρεατίου διακοπής – Απώλειες τμήματος.

Έτσι ο αγωγός μας διατηρείται υπό πίεση στο μεγαλύτερο μήκος του και αποφεύγονται εισροές σε περίπτωση ρήγματος / διαρροής.

ΚΕΦ. 5

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ

T

ο εν λόγω έργο περιλαμβάνει την κατασκευή αγωγού συνολικού μήκους 8,5 χιλιομέτρων περίπου. Οι εργασίες που θα γίνουν είναι :

1. Πριν από την έναρξη της εκσκαφής των τάφρων θα εξακριβωθεί κατά μήκος της διαδρομής η ύπαρξη των υπογείων αγωγών, καλωδίων ή άλλων εγκαταστάσεων με την πραγματοποίηση δοκιμαστικών τομών. Επίσης θα εφαρμοστούν ρυμοτομικές γραμμές του Σχεδίου Πόλεως κάνοντας όλες τις απαραίτητες συνεννοήσεις με τον Δήμο και την Πολεοδομία.

2. Χάραξη και κοπή του οδοστρώματος εάν υπάρχει στη θέση εκσκαφής του ορύγματος με κοπτικό όργανο για την κοπή σε ευθεία γραμμή, για να μην καταστρέφεται το πέραν του πλάτους εκσκαφής οδόστρωμα κατά την εκσκαφή ορυγμάτων.

3. Εκσκαφή των ορυγμάτων με μηχανικά μέσα ή με τα χέρια σύμφωνα με τις διαστάσεις που δίνονται στο σχέδιο των τυπικών διατομών και με αυτά που ορίζονται στην αντίστοιχη Τεχνική Προδιαγραφή. Οι διαστάσεις του ορύγματος μπορεί να τροποποιηθούν από αυτές που προβλέπονται στα τυπικά σχέδια της μελέτης για λόγους κατασκευαστικούς ή σωστής λειτουργίας. Επισημαίνεται ότι στην περίπτωση διασταύρωσης με υπονόμους ο αγωγός ύδρευσης θα πρέπει να περάσει από πάνω. Οι εκσκαφές των ορυγμάτων θα γίνονται στις θέσεις όπου προβλέπεται να τοποθετηθούν οι αγωγοί σύμφωνα με τα σχέδια εκτός αν προκύψει αλλαγή της θέσης μετά τον καθορισμό των υπάρχοντων αγωγών από τις δοκιμαστικές τομές.

4. Εργασίες για την τοποθέτηση των αγωγών διανομής νερού. Οι αγωγοί αποτελούνται από σωλήνες PE 3ης γενιάς, ονομαστικής πίεσης 10 ατμ. οι οποίοι θα συνδέονται μεταξύ τους με μετωπική συγκόλληση (electrofusion). Κατά την σύνδεση θα χρησιμοποιούνται ειδικοί μηχανισμοί (clamps) για την ευθυγράμμιση των σωλήνων. Πριν την

τοποθέτηση των σωλήνων θα γίνει διαμόρφωση του πυθμένα στην τελική στάθμη και διάστρωση με άμμο πάχους 10 εκ. τουλάχιστον.

5. Παράλληλα με την τοποθέτηση των σωλήνων θα τοποθετούνται τα διάφορα ειδικά εξαρτήματα (ταυ, συστολές, καμπύλες, φλάντζες, σέλλες υδροληψίας, δικλείδες, τέρματα κ.λ.π.). Επίσης θα γίνεται η τοποθέτηση εξαεριστικών και η κατασκευή των εκκενωτηρίων, όπου κρίνεται απαραίτητο και σύμφωνα με τις οδηγίες της επίβλεψης. Ειδικά οι θέσεις στις οποίες θα τοποθετηθούν τα εξαεριστικά στους αγωγούς του δικτύου, θα προσδιορισθούν με χωροστάθμηση τα υψηλότερα σημεία των αγωγών και κατόπιν θα γίνει η τοποθέτηση των εξαεριστικών. Για τα εκκενωτήρια θα γίνουν επίσης οι απαραίτητες τοπογραφικές εργασίες για τον προσδιορισμό των χαμηλών σημείων καθώς και η κατάλληλη έρευνα για τον προσδιορισμό του αποδέκτη.

6. Μετά την διαμόρφωση του πυθμένα, διάστρωση της άμμου, τοποθέτηση των σωλήνων και των κάθε φύσεως ειδικών τεμαχίων γίνεται μερική επίχωση και στήριξη του αγωγού ώστε να μην προκύψει πρόβλημα κατά την δοκιμασία. Θα γίνει δοκιμασία του αγωγού σε στεγανότητα και η απολύμανση του.

7. Συγχρόνως με την κατασκευή του αγωγού θα κατασκευάζονται φρεάτια δικλείδων σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης.

8. Όσο αφορά στις επιχώσεις και αποκαταστάσεις διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις :α) Στους χωματόδρομους η επίχωση γίνεται μέχρι τη στέψη.β) Στους ασφαλτοστρωμένους δρόμους η επίχωση θα γίνεται επίσης μέχρι τη στέψη του οδοστρώματος. Μετά παρέλευση χρονικού διαστήματος ικανού για την συμπύκνωση και εφ' όσον δεν υπάρχει κίνδυνος καθιζήσεων, θα επακολουθήσει η επαναφορά του καταστραφέντος ασφαλτικού τάπητα. Επίσης στις θέσεις που υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα από την σκόνη και το 3Α που θα διασκορπίζονται στον δρόμο, έως ότου γίνει η πλήρης επαναφορά, θα κατασκευάζεται ασφαλική προεπάλειψη και ισοπεδωτική στρώσης πάχους 3cm.

9. Θα τηρηθούν όλα όσα αναφέρονται στις Τεχνικές Προδιαγραφές σχετικά με τις δοκιμασίες των υλικών στο εργοστάσιο και επί τόπου του έργου.

10. Με το πέρας του έργου θα συνταχθούν σχέδια του έργου που εκτελέστηκε. Εκεί θα σημειώνονται όλοι οι τοποθετημένοι αγωγοί με τα ειδικά εξαρτήματα, δικλείδες κ.λ.π. καθώς και ο προσδιορισμός τους από σταθερά σημεία στο έδαφος ώστε να είναι

ευχερής και ακριβής ο καθορισμός της θέσης του δικτύου. Εφόσον ο ακριβής προσδιορισμός το απαιτεί, θα συνταχθεί σχέδιο κατά μήκος τομής με τα ίδια στοιχεία.

Επίσης θα συνταχθούν ακριβή σχέδια των φρεατίων.

Παρακάτω μπορούμε να δούμε το τιμολόγιο του έργου σύμφωνα με το αναλυτικό τιμολόγιο υδραυλικών έργων του ΥΠΕΧΩΔΕ και τον πίνακα των προμετρήσεων και του προϋπολογισμού.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΟ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ

ΑΡΘΡΟ 1

1.01 Πινακίδες εργοταξιακής σήμανσης.

Κωδικός Αναθεώρησης ΟΙΚ 6541

Για την προμήθεια, την αρχική τοποθέτηση, την απομάκρυνση και την επανατοποθέτηση σε νέες θέσεις, καθ' όλη την διάρκεια εκτέλεσης του έργου, ενός τεμαχίου ρυθμιστικής πινακίδας ή αναγγελίας κινδύνου μεσαίου μεγέθους, σε κίτρινο πλαίσιο, που χρησιμοποιείται για την προσωρινή εργοταξιακή σήμανση, με υλικά ανακλαστικότητας τύπου II και κατά τα λοιπά, όπως στο τεύχος προδιαγραφών εργοταξιακής σήμανσης.

Τιμή ανά τεμάχιο πινακίδας (τεμ)

**ΕΥΡΩ (Ολογράφως): Εκατόν τριάντα
(Αριθμητικώς):130,00**

ΑΡΘΡΟ 2

1.03 Αναλάμποντες φανοί επισήμανσης κινδύνου

Κωδικός Αναθεώρησης ΗΛΜ 108

Για την προμήθεια, μεταφορά, τοποθέτηση ενός φανού σε ειδική βάση, μετακίνησή του, και λειτουργία τουλάχιστον εννιάκοσιων (900) ωρών, δηλαδή η δαπάνη για την αγορά του φανού και την αγορά των απαιτούμενων μπαταριών υπολογίζοντας την διάρκεια της μπαταρίας σε τριακόσιες (300) ώρες.

Τιμή κατ' αποκοπή (κ.α.)

**ΕΥΡΩ (Ολογράφως): Σαράντα
(Αριθμητικώς):40,00**

ΑΡΘΡΟ 3

3.01 Εκσκαφές τάφρων ή διωρύγων σε εδάφη γαιώδη - ημιβραχώδη

Εκσκαφές τάφρων ή διωρύγων σε εδάφη γαιώδη - ημιβραχώδη (μη απαιτούντα διατρητικά

μηχανήματα ή εκρηκτικά), ανά m³ εκσκαφής, με οποιοδήποτε πλάτος πυθμένος ή βάθος εκσκαφής, με όλες τις συναφείς εργασίες (εκρίζωση φυτειών, εναπόθεση, χονδρική μόρφωση κλπ), βάσει αρχικών και τελικών διατομών και σύμφωνα με τις γραμμές πληρωμής που καθορίζονται από την μελέτη.

3.01.02 Με την φόρτωση των προϊόντων επί αυτοκινήτου και την μεταφορά στον χώρο απόθεσης ή απόρριψης σε οποιαδήποτε απόσταση

Κωδικός Αναθεώρησης ΥΔΡ 6054

Τιμή ανά κυβικό μέτρο (m³).

ΕΥΡΩ(Ολογράφως): Ογδόντα λεπτά
(Αριθμητικώς):0,80 [*]

ΑΡΘΡΟ 4

3.10 Εκσκαφή ορυγμάτων σε έδαφος γαιώδες ή ημιβραχώδες σε κατοικημένη περιοχή

Εκσκαφή ορυγμάτων σε έδαφος γαιώδες ή ημιβραχώδες περιλαμβανομένων και των εκσκαφών τυχόν υπάρχουσών ασφαλικών στρώσεων ή στρώσεων από σκυρόδεμα, σε κατοικημένη περιοχή ή στο εύρος κατάληψης οδικού άξονα υπό κυκλοφορία.

Για ένα κυβικό μέτρο εκσκαφής ορυγμάτων όπως παραπάνω που θα εκτελείται με οποιοδήποτε τρόπο (μηχανικά μέσα με ή χωρίς χειρονακτική υποβοήθηση) εν ξηρώ ή με υπόγεια νερά, με στάθμη ηρεμούσα ή υποβιβαζόμενη με άντληση.

Η κοπή των ασφαλικών στρώσεων ή των υπάρχουσών στρώσεων από σκυρόδεμα θα γίνεται υποχρεωτικά με αρμοκόφτη.

Η χρήση αντλιών δεν πληρώνεται ιδιαίτερα, τόσο κατά τη διάρκεια της εκσκαφής, όσο και

κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών εντός του ορύγματος και μέχρι της αποπεράτωσης αυτών.

Στην τιμή περιλαμβάνονται η μόρφωση των παρειών και του πυθμένα του ορύγματος στις απαιτούμενες διατομές σε τρόπο που να είναι δυνατή η χρήση τύπων για τη διάστρωση σκυροδέματος, η αναπέταση ανάλογα με τον τρόπο και τα μέσα εκσκαφής καθώς και τα τυχόν απαραίτητα δάπεδα εργασίας. Τέλος στην τιμή περιλαμβάνονται οι κάθε είδους πλάγιες μεταφορές (οριζόντιες ή κατακόρυφες). Κατά δε τα λοιπά έχουν εφαρμογή οι ισχύουσες προδιαγραφές.

Τυχόν απαιτούμενες αντιστηρίξεις των παρειών του ορύγματος που καλύπτουν μεμονωμένες ζώνες μήκους (κατά τον άξονα του ορύγματος) μεγαλύτερες των 2,00 m ή δεν υπερβαίνουν το 10% της συνολικής επιφάνειας των παρειών του ορύγματος θεωρούνται σποραδικές και περιλαμβάνονται ανηγμένες στις επιμέρους τιμές του παρόντος Αρθρου.

Αντιστηρίξεις σε μεγαλύτερη κλίμακα, προβλεπόμενες από την μελέτη, ή εφαρμοζόμενες κατόπιν εντολής της Υπηρεσίας, επιμετρώνται ιδιαίτερος με βάση την πραγματική συνολική αντιστηριζόμενη επιφάνεια των παρειών του ορύγματος και εφαρμόζονται τα οικεία Αρθρα του παρόντος Τιμολογίου.

Τιμή ανά κυβικό μέτρο (m³) ορύγματος, με βάση τις γραμμές πληρωμής που καθορίζονται από την μελέτη, το πλάτος του πυθμένα, το βάθος του ορύγματος και την διαχείριση των προϊόντων εκσκαφών, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στην συνέχεια:

3.10.01 Με πλάτος πυθμένα έως 3,00 m, με την πλευρική απόθεση των προϊόντων εκσκαφής.

3.10.01.01 Για βάθος ορύγματος έως 4,00 m

Κωδικός Αναθεώρησης ΥΔΡ 6081.1

**ΕΥΡΩ(Ολογράφως): Έξι και τριάντα λεπτά
(Αριθμητικώς):6,30**

ΑΡΘΡΟ 5

5.06 Επίχωση κάθε είδους ορυγμάτων εντός πόλεως με θραυστό αμμοχάλικο σταθεροποιημένου τύπου

Κωδικός Αναθεώρησης ΥΔΡ 6068.1

Για ένα κυβικό μέτρο επίχωσης κάθε είδους ορυγμάτων εντός πόλεως με θραυστό αμμοχάλικο σταθεροποιημένου τύπου σε στρώσεις πάχους μέχρι 25 cm με την έκριψη, διάστρωση, πλάγιες μεταφορές, το κοπάνισμα ή την χρησιμοποίηση δονητικών αλλ' όχι επιβλαβών για την ασφάλεια των τεχνικών έργων μέσων ή άλλων ειδικών συμπυκνωτών, την επί τόπου αξία του νερού διαβροχής, με τη δαπάνη μιας τουλάχιστον δοκιμασίας ανά 1.000 m³ συμπυκνωμένου όγκου και πάντως μιας σε κάθε αυτοτελές έργο για την εξακρίβωση της συμπύκνωσης που έχει επιτευχθεί. Ο βαθμός συμπύκνωσης δεν πρέπει, να είναι κατώτερος από 95% (τροποποιημένη δοκιμασία Proctor). Περιλαμβάνεται η δαπάνη προμήθειας του υλικού και της μεταφοράς του από οποιαδήποτε απόσταση. Κατά τα λοιπά σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης και τις εντολές της Υπηρεσίας.

Τιμή ανά κυβικό μέτρο (m³) συμπυκνωμένου όγκου επίχωσης, βάσει των γραμμών πληρωμής του ορύγματος που καθορίζονται στην μελέτη.

ΕΥΡΩ (Ολογράφως): Πέντε και σαράντα λεπτά
(Αριθμητικώς):5,40 [*]

ΑΡΘΡΟ 6

5.07 Διάστρωση και εγκιβωτισμός σωλήνων με άμμο λατομείου.

Κωδικός Αναθεώρησης ΥΔΡ 6069

Για ένα κυβικό μέτρο έδρασης - εγκιβωτισμού - επικάλυψης σωλήνων με άμμο λατομείου, εκτελούμενης εντός ή εκτός κατοικημένης περιοχής σύμφωνα με τους όρους της αντίστοιχης τεχνικής προδιαγραφής.

Στην τιμή περιλαμβάνεται :

- α. Η προμήθεια της άμμου λατομείου
- β. Η φορτοεκφόρτωση και μεταφορά του υλικού από οποιαδήποτε απόσταση στη θέση εκτέλεσης του έργου, μετά της σταλίας του αυτοκινήτου κατά την φορτοεκφόρτωση.
- γ. Η προσέγγιση, έκριψη και διάστρωση του υλικού στις τάφρους - ορύγματα.
- δ. Η συμπύκνωση της στρώσης έδρασης καθώς και των στρώσεων εγκιβωτισμού των σωλήνων από άμμο λατομείου μέχρι αρνήσεως.

Τιμή για ένα κυβικό μέτρο (m³) επίχωσης ως ανωτέρω, σύμφωνα με τις προβλεπόμενες από την μελέτη γραμμές πληρωμής (τυπικές διατομές αγωγών)

ΕΥΡΩ (Ολογράφως): Επτά και είκοσι λεπτά
(Αριθμητικώς):7,20 [*]

ΑΡΘΡΟ 7

4.09 Αποκατάσταση ασφαλτικών οδοστρωμάτων.

Κωδικός Αναθεώρησης ΟΔΟ 4521B

Για τις εργασίες πλήρους επαναφοράς ενός τετραγωνικού μέτρου αποξηλωθέντος ασφαλτικού οδοστρώματος, ήτοι:

1. Κατασκευή στρώσης υπόβασης οδοστρωσίας με αδρανή υλικά λατομείου, συμπυκνωμένου πάχους 0,10 m, με τη μεταφορά του αργού υλικού στον τόπο των έργων, σύμφωνα με την ΠΤΠ Ο-150.
2. Κατασκευή στρώσης βάσης οδοστρωσίας με αδρανή υλικά λατομείου, συμπυκνωμένου πάχους 0,10 m, με τη μεταφορά του αργού υλικού στον τόπο των έργων,

σύμφωνα με την ΠΤΠ Ο-155.

3. Ασφαλική προεπάλειψη με ασφαλτικό διάλυμα τύπου ME-O κατά τα λοιπά όπως στις Π.Τ.Π. ΑΣ-11 και Α-201 ορίζεται.
4. Ασφαλική στρώση βάσης με ασφαλτόμιγμα, παρασκευαζόμενο εν θερμώ, σε μόνιμη εγκατάσταση, συμπυκνωμένου πάχους 50 mm κατά τα λοιπά όπως στην Π.Τ.Π Α-260 ορίζεται.
5. Ασφαλική στρώση κυκλοφορίας με ασφαλτικό σκυρόδεμα παρασκευαζόμενο σε μόνιμη εγκατάσταση, συμπυκνωμένου πάχους 50 mm κατά τα λοιπά όπως στην Π.Τ.Π. Α-265 ορίζεται.

Σε όλες τις περιπτώσεις περιλαμβάνεται η δαπάνη προμήθειας επί τόπου των έργων όλων των απαιτούμενων υλικών (άσφαλτος, αδρανή υλικά, κ.λ.π.), με τη σταλία αυτοκινήτου και τη μεταφορά των αδρανών υλικών και του ασφαλτομίγματος στη θέση ενσωμάτωσης και διάστρωσης στον τόπο των έργων, η εργατική δαπάνη και η δαπάνη απασχόλησης του απαιτούμενου μηχανικού εξοπλισμού.

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m²) πλήρους αποκατάστασης οδοστρώματος.

ΕΥΡΩ (Ολογράφως): Δέκα έξη και είκοσι λεπτά
(Αριθμητικώς):16,20

ΑΡΘΡΟ 8

9.01 Ξυλότυποι ή σιδηρότυποι επιπέδων επιφανειών

Κωδικός Αναθεώρησης ΥΔΡ 6301

Απλοί ξυλότυποι ή σιδηρότυποι (καλούπια) επιπέδων επιφανειών αγωγών ορθογωνικής διατομής σε ευθυγραμμία ή καμπύλη, καθώς και καλούπια οποιωνδήποτε γενικά έργων όπως βάθρων, τοίχων, πλακών, φρεατίων κ.λ.π. σε οποιαδήποτε στάθμη πάνω ή κάτω από το δάπεδο εργασίας.

Οι διαστάσεις των στοιχείων των ικριωμάτων, σανιδωμάτων, μεταλλικών πλαισίων κλπ στοιχείων του καλουπιού και του ικριώματος θα είναι τέτοιας αντοχής ώστε να μπορούν να παραλαμβάνουν όλα τα επενεργούντα κατά την κατασκευή φορτία χωρίς οποιαδήποτε παραμόρφωση και υποχώρηση του καλουπιού.

Στην τιμή συμπεριλαμβάνεται η εργασία αποξήλωσης του καλουπιού και απομάκρυνσης όλων των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την διαμόρφωσή του.

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m²) αναπτυγμένης επιφάνειας σε επαφή με το σκυρόδεμα.

ΕΥΡΩ (Ολογράφως): Τρία και πενήντα λεπτά
(Αριθμητικώς):3,50

ΑΡΘΡΟ 9

9.02 Ξυλότυποι ή σιδηρότυποι καμπύλων επιφανειών

Κωδικός Αναθεώρησης ΥΔΡ 6302

Ξυλότυποι ή σιδηρότυποι (γενικώς μεταλλότυποι) αγωγών καμπύλων επιφανειών απλής καμπυλότητας υπονόμων κυκλικής, ωοειδούς ή σκουφοειδούς διατομής, κυκλικών φρεατίων και λοιπών κατασκευών από σκυρόδεμα, σε οποιαδήποτε στάθμη πάνω ή κάτω από το δάπεδο εργασίας.

Οι διαστάσεις των στοιχείων των ικριωμάτων, σανιδωμάτων, μεταλλικών πλαισίων κλπ στοιχείων του καλουπιού και του ικριώματος θα είναι τέτοιας αντοχής ώστε να μπορούν να παραλαμβάνουν όλα τα επενεργούντα κατά την κατασκευή φορτία χωρίς οποιαδήποτε παραμόρφωση και υποχώρηση του καλουπιού.

Οι τιμές μονάδος των καλουπιών κατασκευών από σκυρόδεμα συμπεριλαμβάνουν:

Την προσκόμιση επί τόπου των έργων όλων των απαιτούμενων υλικών για την διαμόρφωση των καλουπιών (ανάλογα με το σύστημα του καλουπιού που εφαρμόζεται)

Τις εργασίες ανέγερσης του καλουπιού (ξυλοτύπου, μεταλλοτύπου, πλαστικοτύπου ή/και συνδυασμού αυτών), ώστε να ανταποκρίνεται στην γεωμετρία των εκάστοτε προς σκυροδέτηση στοιχείων, σύμφωνα τις καθοριζόμενες από την μελέτη διαστάσεις, ανοχές και απαιτήσεις επιφανειακών τελειωμάτων.

Την ανέγερση των πάσης φύσεων ικριωμάτων ή/και βοηθητικών κατασκευών που απαιτούνται για την υποστήριξη, στερέωση και συγκράτηση των καλουπιών.

Την διαμόρφωση κιγκλιδωμάτων, κλιμάκων, ραμπών και διαβαθρών για την ευχερή και ασφαλή διακίνηση του προσωπικού του συνεργείου σκυροδέτησης

Την επάλειψη του ξυλοτύπου με υλικό διευκόλυνσης της αποκόλλησης

Την πλήρη αποσυναρμολόγηση των καλουπιών μετά την παρέλευση του καθοριζόμενου από την μελέτη χρόνου παραμονής τους, την συγκέντρωση, συσκευασία, φόρτωση και μεταφορά των υλικών.

Το πλήρη καθαρισμό των επιφανειών του σκυροδέματος από προεξέχοντα στοιχεία πρόσδεσης (τζαβέτες, καρφιά, σύρματα κλπ).

Την αποκατάσταση τυχόν φωλεών στις αποκαλυπτόμενες επιφάνειες του σκυροδέματος με τσιμεντοκονία ή τσιμεντοειδή υλικά, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην μελέτη ή/και τις οδηγίες της Επίβλεψης.

Το πλήρη καθαρισμό του εργοταξίου από πάσης φύσεως υπολείματα υλικών κατασκευής ικριωμάτων και καλουπιών, συμπεριλαμβανομένης της περισυλλογής των αχρήστων καρφοβελονών.

Την φθορά και απομείωση των πάσης φύσεως υλικών κατασκευής ικριωμάτων και καλουπιών. Σε καμμία περίπτωση δεν επιτρέπεται η χρήση φθαρμένων υλικών (ξυλείας, μεταλλικών στοιχείων κλπ)

Την δαπάνη του ειδικευμένου ή μη προσωπικού για την συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση των ικριωμάτων και καλουπιών, καθώς και όλων των απαιτούμενων μέσων, εργαλείων, συσκευών ή/και μηχανημάτων για την εκτέλεση των εργασιών.

Την δαπάνη των πάσης φύσεως πλαγίων μεταφορών εντός του εργοταξίου, με ή χωρίς μηχανικά μέσα

Την δαπάνη των υλικών πρόσδεσης, στερέωσης, σύνδεσης πάσης φύσεως

Το παρόν άρθρο έχει εφαρμογή σε ευθειογενείς καμπύλες επιφάνειες και δεν εφαρμόζεται όταν χρησιμοποιούνται πνευματικοί τύποι (φουσκωτά καλούπια).

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m²) αναπτυγμένης επιφάνειας σε επαφή με το σκυρόδεμα.

ΕΥΡΩ (Ολογράφως): Δέκα τέσσερα και πενήντα λεπτά
(Αριθμητικώς):14,50

ΑΡΘΡΟ 10**9.10 Παραγωγή, μεταφορά, διάστρωση, συμπύκνωση και συντήρηση
σκυροδέματος**

Παραγωγή ή προμήθεια και μεταφορά επί τόπου του έργου σκυροδέματος οποιασδήποτε κατηγορίας ή ποιότητας, σύμφωνα με τις διατάξεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ), του Ε.Κ.Ω.Σ. και τις απαιτήσεις της Μελέτης και των λοιπών συμβατικών τευχών του Έργου με την διάστρωση και συμπύκνωση αυτού επί των καλουπιών ή/και λοιπών επιφανειών υποδοχής σκυροδέματος, σύμφωνα με την μελέτη του έργου, χωρίς την δαπάνη κατασκευής των καλουπιών.

Στην τιμή περιλαμβάνονται:

α. Η προμήθεια, η μεταφορά από οποιαδήποτε απόσταση στη θέση εκτέλεσης του έργου, του σκυροδέματος εφόσον πρόκειται για εργοστασιακό σκυρόδεμα ή η προμήθεια, φορτοεκφόρτωση όλων των απαιτούμενων υλικών (αδρανών, τσιμέντων, νερού) για την παρασκευή του σκυροδέματος, εφόσον το σκυρόδεμα παρασκευάζεται στο εργοτάξιο (εργοταξιακό σκυρόδεμα), οι σταλίες των αυτοκινήτων μεταφοράς αδρανών υλικών και σκυροδέματος, η παρασκευή το μίγματος και η μεταφορά του σκυροδέματος στο εργοτάξιο προς διάστρωση.

Επισημαίνεται ότι στην τιμή ανά κατηγορία σκυροδέματος συμπεριλαμβάνεται η δαπάνη της εκάστοτε απαιτούμενης ποσότητας τσιμέντου για την επίτευξη των προβλεπομένων χαρακτηριστικών (αντοχής, εργασίμου κλπ) υπό την εφαρμοζόμενη κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών κατά περίπτωση. Σε ουδεμία περίπτωση επιμετράται ιδιαίτερα η ενσωματούμενη ποσότητα τσιμέντου στο σκυρόδεμα.

Η απαιτούμενη κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών και η περιεκτικότητα σε τσιμέντο για την επίτευξη της ζητούμενης χαρακτηριστικής αντοχής του σκυροδέματος καθορίζεται εργαστηριακά με δαπάνη του αναδόχου.

β. Τα πάσης φύσεως πρόσθετα (πλην ρευστοποιητικών και επιβραδυντικών πήξεως) που προβλέπονται από την εγκεκριμένη, κατά περίπτωση, μελέτη συνθέσεως επιμετρώνται ιδιαίτερω.

γ. Η δαπάνη χρήσεως δονητών μάζας ή/και επιφανείας και η διαμόρφωση της άνω στάθμης των σκυροδοτούμενων στοιχείων (τελικής ή προσωρινής), σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στην μελέτη του έργου αναφορικά με την ποιότητα και τις ανοχές του τελειώματος.

δ. Συμπεριλαμβάνεται επίσης ανηγμένη η δαπάνη σταλίας των οχημάτων μεταφοράς του σκυροδέματος (βαρέλας), η δαπάνη μετάβασης επί τόπου, στησίματος και επιστροφής της πρέσσας σκυροδέματος και η περισυλλογή, φόρτωση και απομάκρυνση τυχόν υπερχειλίσεων σκυροδέματος από την θέση σκυροδέτησης.

ε. Δεν συμπεριλαμβάνεται η πρόσθετη επεξεργασία διαμόρφωσης δαπέδων ειδικών απαιτήσεων (λ.χ. βιομηχανικό δάπεδο).

Οι τιμές έχουν εφαρμογή σε πάσης φύσεως κατασκευές από σκυρόδεμα.

Επιμέτρηση ανά κυβικό μέτρο κατασκευασθέντος στοιχείου από σκυρόδεμα, σύμφωνα με τις προβλεπόμενες από την μελέτη διαστάσεις.

9.10.04 Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20

Κωδικός Αναθεώρησης

ΥΔΡ 6327

Τιμή ανά κυβικό μέτρο (m³).

ΕΥΡΩ(Ολογράφως): Εξήντα έξη

(Αριθμητικώς):66,00

ΑΡΘΡΟ 11**9.26 Προμήθεια και τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού S 500 σκυροδεμάτων**

Κωδικός Αναθεώρησης: ΥΔΡ 6311

Για ένα χιλιόγραμμο χάλυβα οπλισμού σκυροδεμάτων S500, δηλαδή για την προμήθεια, φορτοεκφορτώσεις και μεταφορά οπλισμού επί τόπου των έργων, για την κοπή, κατεργασία, διαμόρφωση των ράβδων στις απαιτούμενες μορφές και διαστάσεις, τοποθέτηση στο έργο, φθορά, απομείωση και με τα σύρματα πρόσδεσης, την ανηγμένη ανά χιλιόγραμμο οπλισμού δαπάνη για υποθέματα (αναβολείς) και τυχόν αρμοκλείδες, όπως και για κάθε άλλη δαπάνη για πλήρη εργασία. Η επιμέτρηση θα γίνει για τον πραγματικό αριθμό χιλιογράμμων με βάση τους αναλυτικούς πίνακες σιδηρού οπλισμού που υπάρχουν στα σχέδια της μελέτης. Οι πίνακες θα συνταχθούν με βάση τα σχέδια και θα περιλαμβάνουν τις διαστάσεις, τις διαμέτρους, τις θέσεις κάλυψης, τα ολικά μήκη κ.λ.π., τα βάρη ανά μ.μ. και διάμετρο.

Τιμή ανά χιλιόγραμμο (Kg) τοποθετημένου οπλισμού
ΕΥΡΩ (Ολογράφως): Εξήντα οκτώ λεπτά
(Αριθμητικώς):0,68

ΑΡΘΡΟ 12**11.01 Χυτοσιδηρά καλύμματα φρεατίων**

Χυτοσιδηρά καλύμματα φρεατίων, σίφωνες φρεατίων υδροσυλλογής και κάθε χυτοσιδηρό αντικείμενο, πλην βαθμίδων και εσχάρων, πλήρως τοποθετημένα μετά της αξίας μεταφοράς επί τόπου των έργων. Τα προσκομιζόμενα προς τοποθέτηση υλικά θα συνοδεύονται από πιστοποιητικό ποιότητας αναγνωρισμένου εργαστηρίου και θά φέρουν σήμανση ποιότητας CE της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Τιμή ανά χιλιόγραμμο (kg)

11.01.01 χυτοσιδηρά, κοινά

Κωδικός Αναθεώρησης ΥΔΡ 6752

**ΕΥΡΩ(Ολογράφως): Ένα και σαράντα λεπτά
(Αριθμητικώς):1,40**

ΑΡΘΡΟ 13

12.14 Πλαστικοί σωλήνες από πολυαιθυλένιο (PE)

Για την προμήθεια, φόρτωση, μεταφορά, εκφόρτωση κατά μήκος του έργου και πλήρη εγκατάσταση ενός μέτρου ωφέλιμου αξονικού μήκους αγωγού από πλαστικούς σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) και ανά τύπο, ονομαστική πίεση και διάμετρο αγωγού.

Στην τιμή περιλαμβάνεται :

α. Η προμήθεια, φόρτωση, εκφόρτωση, μεταφορά από οποιαδήποτε απόσταση στον τόπο εκτέλεσης του έργου των σωλήνων και των απαιτούμενων συνδέσμων, καθώς και των ειδικών τεμαχίων, καταλλήλων για αγωγούς από σωλήνες πολυαιθυλενίου.

β. Η προσέγγιση, πλήρης εγκατάσταση και σύνδεση του αγωγού μετά των απαιτούμενων συνδέσμων και ειδικών τεμαχίων αυτού με εφαρμογή αυτογενούς συγκολλήσεως (butt welding) ή χρήση ηλεκτρομουφών (για οσποιοσδήποτε συνδέσεις), η δοκιμασία σωλήνων και αγωγών σύμφωνα με τις αντίστοιχες Τεχνικές Προδιαγραφές.

γ. Η προμήθεια, φόρτωση, μεταφορά, εκφόρτωση από οποιαδήποτε απόσταση στον τόπο εκτέλεσης του έργου όλων των απαιτούμενων μηχανών και συσκευών που θα χρησιμοποιηθούν για την συγκόλληση των σωλήνων και των ειδικών τεμαχίων από πολυαιθυλένιο. Οι συσκευές πρέπει να είναι κατάλληλες για χρήση σε σωλήνες, ειδικά τεμάχια και συνδέσμους πολυαιθυλενίου.

δ. Η φόρτωση, μεταφορά, εκφόρτωση και τοποθέτηση από οποιαδήποτε απόσταση στον τόπο εκτέλεσης του έργου και η τοποθέτηση πλαστικής ταινίας σήμανσης σύμφωνα με την αντίστοιχη Τεχνική Προδιαγραφή.

Διευκρινίζεται ότι η δαπάνη για τη σύνδεση του υπό κατασκευή αγωγού από πολυαιθυλένιο με το υφιστάμενο δίκτυο, δεν περιλαμβάνεται στο παρόν άρθρο αλλά

πληρώνεται ιδιαιτέρως με τα αντίστοιχα άρθρα του παρόντος Τιμολογίου. Επίσης δεν περιλαμβάνονται οι συσκευές ελέγχου και ασφαλείας του δικτύου και ο εγκιβωτισμός των σωλήνων με άμμο που πληρώνονται ιδιαιτέρως βάσει των σχετικών άρθρων.

Τιμή ενός μέτρου (μμ) ωφέλιμου αξονικού μήκους (ανά τύπο, διάμετρο και ονομαστική πίεση) αγωγού από πολυαιθυλένιο ,πλήρως εγκατεστημένου σύμφωνα με τα παραπάνω, και έτοιμου για πλήρη και κανονική λειτουργία.

12.14.01 Σωληνώσεις πολυαιθυλενίου 3ης γενιάς, (MRS 10, PE 100) κατα CEN:
TC 155/WG 12/20, 1/NT10 και TC 155/20, 2/N 100REV

12.14.01.01 ονομ. διαμέτρου DN 32 mm / ονομ. πίεσης PN 10 atm

Κωδικός Αναθεώρησης: ΥΔΡ 6621.1

ΕΥΡΩ(Ολογράφως): Δύο και πενήντα λεπτά

(Αριθμητικώς):2,50

12.14.01.19 ονομ. διαμέτρου DN 500 mm / ονομ. πίεσης PN 10 atm

Κωδικός Αναθεώρησης: ΥΔΡ 6621.9

ΕΥΡΩ(Ολογράφως): Εκατόν είκοσι οκτώ

(Αριθμητικώς):128,00

ΑΡΘΡΟ 14

13.01 Δικλείδες χαλύβδινες συρταρωτές με ωτίδες, με την προμήθεια, μεταφορά επί τόπου και πλήρη εγκατάσταση και δοκιμές

Οι προσκομιζόμενες επί τόπου δικλείδες θα συνοδεύονται από πιστοποιητικό αναγνωρισμένου εργαστηρίου.

Τιμή ανά τεμάχιο (τεμ) πλήρως εγκατεστημένης στο δίκτυο δικλείδας.

13.01.02 ονομαστικής πίεσης 16 atm

Κωδικός Αναθεώρησης: ΥΔΡ 6651.1

13.01.02.03 ονομαστικής διαμέτρου DN 100 mm

Κωδικός Αναθεώρησης: ΥΔΡ 6651.1

ΕΥΡΩ(Ολογράφως): Τέσσερεις χιλιάδες

(Αριθμητικώς):4.000

ΑΡΘΡΟ 15

13.04 Δικλείδες χυτοσιδηρές, τύπου πεταλούδας, με ωτίδες, με την προμήθεια, μεταφορά επί τόπου και πλήρη εγκατάσταση και δοκιμές

Οι προσκομιζόμενες επί τόπου δικλείδες θα συνοδεύονται από πιστοποιητικό αναγνωρισμένου εργαστηρίου.

Τιμή ανά τεμάχιο (τεμ) πλήρως εγκατεστημένης στο δίκτυο δικλείδας.

13.04.02 ονομαστικής πίεσης 10 atm

Κωδικός Αναθεώρησης: ΥΔΡ 6652.1

13.04.02.01 ονομαστικής διαμέτρου DN 350 mm

Κωδικός Αναθεώρησης: ΥΔΡ 6652.1

ΕΥΡΩ (Ολογράφως): τρεις χιλιάδες και πεντακόσια

(Αριθμητικώς):3.500

ΑΡΘΡΟ 16

13.10 Βαλβίδες εισαγωγής-εξαγωγής αέρα διπλής ενεργείας, παλινδρομικού τύπου

Βαλβίδες εισαγωγής-εξαγωγής αέρα διπλής ενεργείας, παλινδρομικού τύπου, αποτελούμενες από κορμό από ελατό χυτοσίδηρο GG26, πλωτήρα από πολυπροπυλένιο ή πολυαμίδιο, μεμβράνη σιλικόνης, δακτύλιο στεγανότητας από EPDM και άξονα από ανοξείδωτο χάλυβα κατά DIN 14021.

Οι προσκομιζόμενες επί τόπου βαλβίδες θα συνοδεύονται από πιστοποιητικό αναγνωρισμένου εργοστασίου.

Τιμή ανά τεμάχιο (τεμ) πλήρως εγκατεστημένης στο δίκτυο βαλβίδας.

13.10.02 ονομαστικής πίεσης 16 atm

Κωδικός Αναθεώρησης: ΥΔΡ 6657.1

13.10.02.04 ονομαστικής διαμέτρου DN 150 mm

Κωδικός Αναθεώρησης: ΥΔΡ 6657.1

**ΕΥΡΩ (Ολογράφως): Δύο χιλιάδες και πεντακόσα
(Αριθμητικώς):2,500**

ΑΡΘΡΟ 17

13.12 Διαφραγματικές βαλβίδες διπλού θαλάμου

Διαφραγματικές βαλβίδες διπλού θαλάμου με δυνατότητα λειτουργίας, με την προσθήκη επιμέρους εξαρτημάτων, ως μειωτές πίεσεως ή αντιπληγματικές βαλβίδες ή βαλβίδες ρύθμισης στάθμης, με την προμήθεια, μεταφορά επί τόπου, εγκατάσταση και δοκιμές.

Οι προσκομιζόμενες επί τόπου βαλβίδες θα συνοδεύονται από πιστοποιητικό αναγνωρισμένου εργαστηρίου.

Τιμή ανά τεμάχιο (τεμ) πλήρως εγκατεστημένης στο δίκτυο βαλβίδας.

13.12.02 ονομαστικής πίεσης 16 atm

Κωδικός Αναθεώρησης: ΥΔΡ 6657.1

Πρόκειται για φλοτεροβαλβίδες άνω κάτω στάθμης ονομαστικής διαμέτρου 300 mm των οποίων η μέση τιμή με την τοποθέτηση είναι στις €13.000.

**ΕΥΡΩ (Ολογράφως): Δεκατρείς χιλιάδες
(Αριθμητικώς):13.000**

ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΡΓΟΥ

Ακολούθως εμφανίζεται ο πίνακας των προμετρήσεων. Τα δεδομένα του πίνακα έχουν προκύψει μετά από την ψηφιακή επεξεργασία της μηκοτομής με βάση τον τύπο των μέσων αποστάσεων.

<i>Α/Α</i>	<i>Είδος εργασίας</i>	<i>Άρθρο αναθεωρ.</i>	<i>Μονάδα μέτρησης</i>	<i>Ποσότητα</i>
1	Χωματοουργικά & επαναφορές			
1.2	Πινακίδες εργοταξιακής σήμανσης	1.01	τεμάχια	4
1.3	Αναλάμποντες φανοί επισήμανσης κινδύνου	1.03	τεμάχια	15
1.4	Εκκαφές τάφρων	3.01.02	m ³	9.600
1.5	Εκκαφές τάφρων σε κατοικημένη περιοχή.	3.10.01.01	m ³	14400
1.6	Διάστρωση και εγκιβωτισμός σωλήνων.	5.07	m ³	8.000
1.6	Επίχωση ορύγματος με θραυστό αμμοχάλικο	5.06	m ³	14.500
1.7	Αποκατάσταση ασφαλτικών οδοστρωμάτων	4.09	m ²	12.517,50
	Εργασίες / υλικά	Άρθρο αναθεωρ.	Μονάδα μέτρησης	Ποσότητα
2	Οικοδομικά φρεάτια			
2.1	Παραγωγή, μεταφορά, διάστρωση, συμπύκνωση και συντήρηση σκυροδέματος	9,10		
2.2	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C 16/20	9.10.04	m ³	200

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ-ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ ΧΑΡΑΔΡΟΣ-ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ

2.3	Ξυλότυποι ή σιδερότυποι επίπεδων επιφανειών	9.01	m ²	1.100
2.4	Ξυλότυποι ή σιδηρότυποι	9.02	m ²	70,5
2.5	Προμήθεια και τοποθέτηση σιδηρού σπλισμού S 500 σκυροδεμάτων	9.26	kg	33.800
2.6	Χυτοσιδηρά καλύμματα φρεατίων κοινά	11.01.01	kg	2.050
	Εργασίες / υλικά	Άρθρο αναθεωρ.	Μονάδα μέτρησης	Ποσότητα
3	Υδραυλικά			
3.1	Πλαστικοί σωλήνες από πολυαιθυλένιο PE	12.14		
	Σωλήνες πολυαιθυλενίου 3 ^{ης} γενιάς (MRS 10 PE 100)	12.14.01		
	Ονομαστικής διαμέτρου 500 mm, ονομαστικής πίεσης 10 atm	12.14.01.19	μ. μ.	8.345
3.2	Δικλείδες χαλύβδινες, συρταρωτές, με την προμήθεια, μεταφορά επί τόπου και πλήρη εγκατάσταση	13.01		
	Με ωτίδες ονομαστικής πίεσης 16 atm	13.01.02		
	ονομαστικής διαμέτρου DN 300 mm	13.01.02.09	τεμάχια	6

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ-ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ ΧΑΡΑΔΡΟΣ-ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ

3.3	Δικλείδες χυτοσιδηρές τύπου πεταλούδας μεγάλης διαμέτρου με ωτίδες, μεταφορά επί τόπου, πλήρη εγκατάσταση.	13.04		
	Εργασίες / υλικά	Άρθρο αναθεωρ.	Μονάδα μέτρησης	Ποσότητα
	ονομαστικής πίεσης 10 atm, ονομαστικής διαμέτρου DN 350 mm	13.04.02.01	τεμάχια	3
3.4	Βαλβίδες εισαγωγής-εξαγωγής αέρα διπλής ενεργείας, παλινδρομικού τύπου	13.10		
	ονομαστικής πίεσης 16 atm	13.10.02		
	ονομαστικής διαμέτρου DN 150 mm	13.10.02.04	τεμάχια	8
3.5	Διαφραγματικές βαλβίδες διπλού θαλάμου, άνω κάτω στάθμης	13.12		
	ονομαστικής πίεσης 16 atm	13.12.02		
	ονομαστικής διαμέτρου DN 300	13.12.02.09	τεμάχια	3
3.6	Βαλβίδες αντεπιστροφής με ομαλό κλείσιμο	13.11		
	ονομαστικής πίεσης PN 16 atm	13.11.01		
	ονομαστικής διαμέτρου DN 200 mm	13.11.01.07	τεμάχια	3

ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ-ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ ΧΑΡΑΔΡΟΣ-ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ

Ο πίνακας προϋπολογισμού με τις εργασίες αναλυτικά και ανά κατηγορία, εμφανίζεται παρακάτω :

Α/Α	Είδος εργασίας	Άρθρο αναθεωρ.	Μονάδα μέτρησης	Ποσότητα	Τιμή μονάδας	Δαπάνη
1	Χωματουργικά & επαναφορές					
1.2	Πινακίδες εργοταξιακής σήμανσης	1.01	τεμάχια	4	130	520,00 €
1.3	Αναλάμποντες φανοί επισήμανσης κινδύνου	1.03	τεμάχια	15	40	600,00 €
1.4	Εκσκαφές τάφρων	3.01.02	m ³	9.600	0,8	7.680,00 €
1.5	Εκσκαφές τάφρων σε κατοικημένη περιοχή.	3.10.01.01	m ³	14400	6,3	90720
1.6	Διάστρωση και εγκιβωτισμός σωλήνων.	5.07	m ³	8.000	7,2	57.600,00 €
1.6	Επίχωση ορύγματος με θραυστό αμμοχάλικο	5.06	m ³	14.500	5,4	78.300,00 €
1.7	Αποκατάσταση ασφαλτικών οδοστρωμά-των	4.09	m ²	12.517,50	16,2	202.783,50 €
						347.483,50 €
	Εργασίες / υλικά	Άρθρο αναθεωρ.	Μονάδα μέτρησης	Ποσότητα	Τιμή μονάδας	Δαπάνη
2	Οικοδομικά φρεάτια					
2.1	Παραγωγή, μεταφορά, διάστρωση, συμπύκνωση και συντήρηση σκυροδέματος	9,10				
2.2	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C 16/20	9.10.04	m ³	200	66	13.200,00 €

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ-ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ ΧΑΡΑΔΡΟΣ-ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ

2.3	Ξυλότυποι ή σιδερότυποι επίπεδων επιφανειών	9.01	m ²	1.100	3,5	3.850,00 €
2.4	Ξυλότυποι ή σιδηρότυποι	9.02	m ²	70,5	14,5	1.022,25 €
2.5	Προμήθεια και τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού S 500 σκυροδεμάτων	9.26	Kg	33.800	0,68	22.984,00 €
2.6	Χυτοσιδηρά καλύμματα φρεατίων κοινά	11.01.01	Kg	2.050	1,4	2.870,00 €
						43.926,25 €
	Εργασίες / υλικά	Άρθρο αναθεωρ.	Μονάδα μέτρησης	Ποσότητα	Τιμή μονάδας	Δαπάνη
3	Υδραυλικά					
3.1	Πλαστικοί σωλήνες από πολυαιθυλένιο PE	12.14				
	Σωλήνες πολυαιθυλενίου 3 ^{ης} γενιάς (MRS 10 PE 100)	12.14.01				
	Ονομαστικής διαμέτρου 500 mm, ονομαστικής πίεσης 10 atm	12.14.01.19	μ. μ.	8.345	128	1.068.160,00 €
3.2	Δικλείδες χαλύβδινες, συρταρωτές, με την προμήθεια, μεταφορά επί τόπου και πλήρη εγκατάσταση	13.01				
	Με ωτίδες ονομαστικής πίεσης 16 atm	13.01.02				
	ονομαστικής διαμέτρου DN 300 mm	13.01.02.09	τεμάχια	6	4.000	24.000,00 €

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ-ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ ΧΑΡΑΔΡΟΣ-ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ

	Εργασίες / υλικά	Άρθρο αναθεωρ.	Μονάδα μέτρησης	Ποσότητα	Τιμή μονάδας	Δαπάνη
3.3	Δικλείδες χυτοσιδηρές τύπου πεταλούδας μεγάλης διαμέτρου με ωτίδες, μεταφορά επί τόπου, πλήρη εγκατάσταση.	13.04				
	ονομαστικής πίεσης 10 atm, ονομαστικής διαμέτρου DN 350 mm	13.04.02.01	τεμάχια	3	3.500	10.500,00 €
3.4	Βαλβίδες εισαγωγής-εξαγωγής αέρα διπλής ενεργείας, παλινδρομικού τύπου	13.10				
	ονομαστικής πίεσης 16 atm	13.10.02				
	ονομαστικής διαμέτρου DN 150 mm	13.10.02.04	τεμάχια	8	2.500	20.000,00 €
3.5	Διαφραγματικές βαλβίδες διπλού θαλάμου, άνω κάτω στάθμης	13.12				
	ονομαστικής πίεσης 16 atm	13.12.02				
	ονομαστικής διαμέτρου DN 300	13.12.02.09	τεμάχια	3	13.000	39.000,00 €
3.6	Βαλβίδες αντεπιστροφής με ομαλό κλείσιμο	13.11				
	ονομαστικής πίεσης PN 16 atm	13.11.01				
	ονομαστικής διαμέτρου DN 200 mm	13.11.01.07	τεμάχια	3	2.000	6.000,00 €
						1.167.660,00 €

ΑΘΡΟΙΣΜΑ 1:	1.559.069,50
ΓΕ + ΟΕ 18%:	280.632,51
ΑΘΡΟΙΣΜΑ 2:	1.839.702,01
ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ:	275.955,30
ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ:	39.342,69
ΑΘΡΟΙΣΜΑ 3:	2.155.000,00
ΦΠΑ 19 %:	409.450
ΤΕΛΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ:	2.564.450

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ Ε/Υ

ΣΥΝΟΔΕΥΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ : Κα ΚΑΡΑΘΑΝΑΣΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:
ΜΑΡΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ
ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗΣ ΣΑΜΨΩΝ

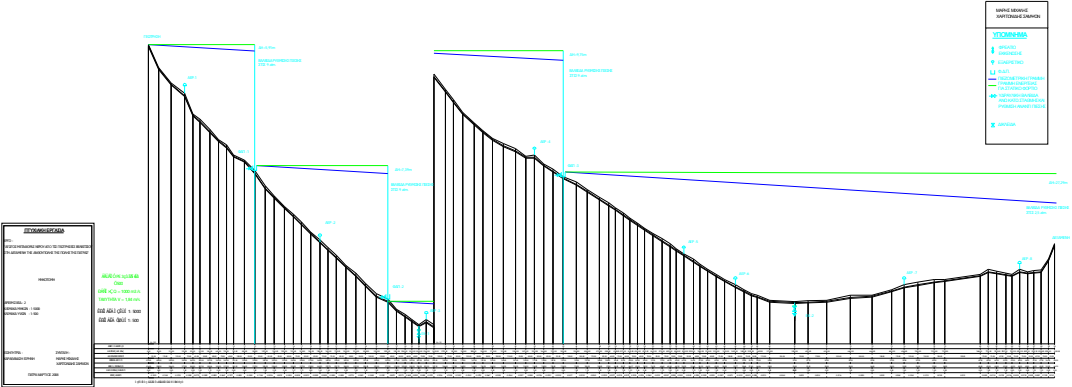
ΠΑΤΡΑ 2008

ΚΕΦ. 6

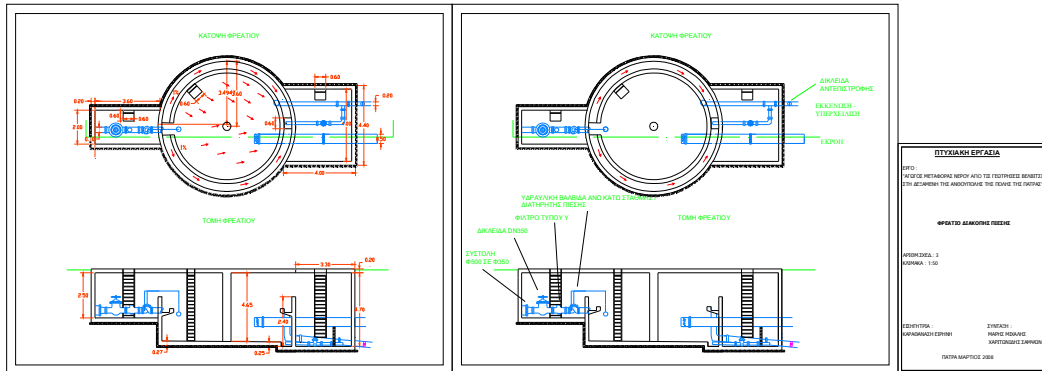
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
2. ΜΗΚΟΤΟΜΗ
3. ΦΡΕΑΤΙΟ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΠΙΕΣΗΣ
4. ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΣ
5. ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΕΡΕΞΑΓΩΓΟΥ
6. ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ Φ500

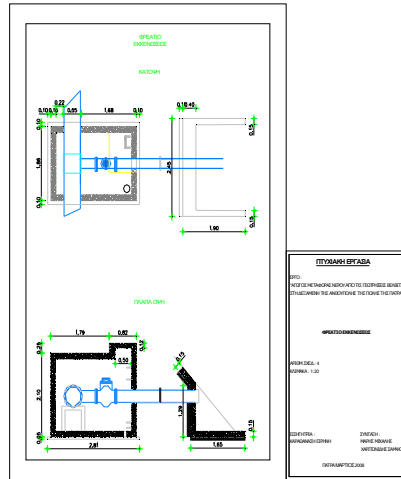
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ-ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ ΧΑΡΑΔΡΟΣ-ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ

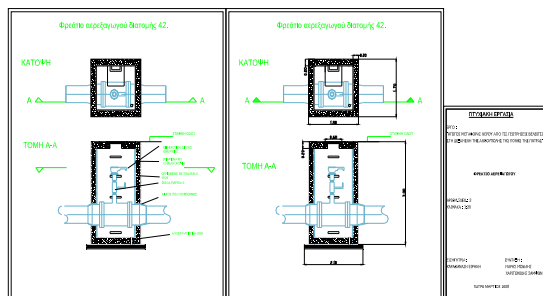


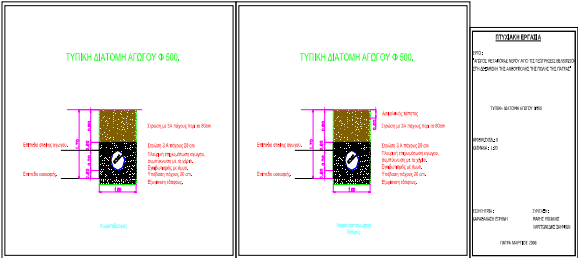
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ-ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ ΧΑΡΑΔΡΟΣ-ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ-ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ ΧΑΡΑΔΡΟΣ-ΑΝΘΟΥΠΟΛΗ







ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ

- : Συστήματα ύδρευσης και αποχέτευσης – Χ. Χατζηθεοδώρου.
- : Μηχανική των ρευστών και υδραυλική – R. Giles - schaum's outline series.
- : Σημειώσεις μαθήματος Υδραυλικής 1, κ. Λιακόπουλου Κ, καθηγητή ΤΕΙ Πάτρας.
- : Πτυχιακή εργασία 'Σχεδιασμός Υπολογισμός δικτύου ύδρευσης της περιοχής Ιτεών Πατρών με τη βοήθεια Η/Υ Αποστολόπουλου Δημήτρη, Γκικόκα Ευάγγελου, Τερψιάδης Καλλιάνθης.
- : el.wikipedia.org.
- : <http://www.mythologia.8m.com/>
- : Ιστορία των επιστημών και της τεχνολογίας , Γ τάξη ενιαίου λυκείου.
- : Οδηγίες χρήσης υδραυλικής βαλβίδας cla val.
- : Τεχνικό φυλλάδιο σωλήνων πολυαιθυλενίου ΠΕΤΖΕΤΑΚΗΣ.
- : Υδραυλίσ Ε.Π.Ε.
- : Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων – www.ggde.gr
- : Η αγία γραφή

Τέλος και τω θεώ δόξα