

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ
ΑΕΡΙΟΥ ΣΕ ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ

ΑΝΔΡΕΑΣ ΚΑΖΑΛΤΖΗΣ

Επιβλέπων:
Επ. Καθ. Α. Τουρλιδάκης

ΚΟΖΑΝΗ 2004

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΕ
ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ**

ΑΝΔΡΕΑΣ ΚΑΖΑΛΤΖΗΣ

Επιβλέπων: Επ.Καθ.Α.Τουρλιδάκης

**Α.Π.Θ. - ΤΜΗΜΑ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**
Αριθμ. Εισαγ.: 1298
Ημερομηνία: 12/10/04

Κοζάνη 2004

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΙΣ

Αρχικά θέλω να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Τμήματος Μηχανικών Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων για τις γνώσεις που μου προσέφεραν μέσω των μαθημάτων που παρακολούθησα και ιδιαίτερα τον κύριο Τουρλιδάκη Αντώνιο για τη συνεργασία που είχαμε ώστε να βγεί σε πέρας το συγκεκριμένο σύγγραμμα.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους μηχανικούς του ΑΗ.Σ Κομοτηνής για τη βοήθεια που μου παρείχαν, τον κύριο Γαρίτση Ευστράτιο τομέαρχη λειτουργείας και τον κύριο Καρακατράνη Αντώνιο.

Τέλος, ευχαριστώ τους γονείς μου για την ενθάρρυνση και τη συμπαράστασή τους στις σπουδές μου.

Στον πατέρα μου, στη μητέρα μου και στην αδερφή μου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1	Γενικά.....	6
1.2	Κατηγορίες αγωγών υδρογονανθράκων	7
1.2.1	Αγωγοί μεταφοράς φυσικού αερίου.....	8
1.3	Είδη σωλήνων και συνδέσεων.....	9
1.3.1	Γενικά.....	9
1.3.2	Υλικά και μέθοδοι κατασκευής.....	10
1.3.3	Σύνδεση σωλήνων.....	15
1.4	Βαλβίδες και εξαρτήματα σωληνώσεων.....	18
1.4.1	Ειδικά εξαρτήματα.....	18
1.4.2	Φίλτρα.....	19
1.4.3	Βαλβίδες	20
1.4.4	Βαλβίδες με περιστροφική κίνηση.....	23
1.4.5	Διατάξεις ασφαλείας.....	27
1.5	Λίγα λόγια για το Φυσικό Αέριο	32
1.5.1	Ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου	32
1.5.2	Η μεταφορά φυσικού αερίου	34
1.5.3	Η διανομή του φυσικού αερίου.....	36
1.5.4	Φυσικό αέριο και ποιότητα περιβάλλοντος.....	37
1.6	Καθορισμός των προβλημάτων σωληνώσεων	38
1.6.1	Διάβρωση σωληνώσεων	38
1.6.2	Μέθοδοι προστασίας διάβρωσης	38
1.6.3	Απώλειες πίεσης σωληνώσεων	39
1.6.4	Διαρροή σωληνώσεων	39
1.7	Ανάλυση δικτύων	40
1.8	Σύντομη περιγραφή της εργασίας	44
1.9	Δομή της εργασίας	45
2	Σύστημα τροφοδοσίας αεριοστροβίλου στον ΑΗ.Σ Κομοτηνής.....	46
2.1	Περιγραφή του ΑΗ.Σ Κομοτηνής	46
2.1.1	Αεριοστρόβιλοι	47
2.1.2	Λέβητες (HRSG).....	50
2.1.3	Ατμοστρόβιλος.....	51
2.1.4	Κύριο ψυγείο	52
2.1.5	Κύκλωμα ψύξης	52
2.1.6	Πύργος ψύξης.....	53
2.1.7	Δίκτυο φυσικού αερίου.....	53
2.1.8	Έλεγχος (D.C.S).....	59
2.1.9	Σύνδεση με το δίκτυο.....	59
2.1.10	Απόβλητα.....	59
2.1.11	Σύστημα επεξεργασίας νερού.....	60
2.1.12	Ασφάλεια συστημάτων	60
3	Το λογισμικό Flowmaster	61
3.1	Γενικά.....	61
3.1.1	Μόνιμα φαινόμενα (Single Phase).....	61
3.1.2	Συμπιεστή ροή (Compressible Flow)	61
3.1.3	Ρευστοδυναμική (Fluid Power).....	62

3.2	Μαθηματική ανάλυση πεδίων ροής	62
3.2.1	Μεταβολές των παραμέτρων ροής με το χρόνο	62
3.3	Περιγραφή ανάλυσης ροής	64
3.3.1	Περιγραφή ανάλυσης ροής σε συμπίεστη μόνιμη ροή	65
3.3.2	Περιγραφή ανάλυσης ροής σε συμπίεστη μη-μόνιμη ροή	68
3.4	Μέθοδος χαρακτηριστικών με χρήση πλέγματος	69
3.5	Εφαρμογές του Flowmaster	70
3.5.1	Σχεδιασμός δικτύων	70
3.5.2	Δημιουργία δικτύου	70
3.5.3	Δημιουργία υπέρ-στοιχείων (super components)	71
3.5.4	Διαχείριση δεδομένων (Data Manager)	71
3.6	Στοιχεία του λογισμικού Flowmaster	72
3.6.1	Αλληλεπίδραση στοιχείων (Component Interaction)	72
3.6.2	Μέτρηση στοιχείων (About Component Sizing)	73
3.6.3	Κλιματισμός	73
3.6.4	Στοιχεία ανεμιστήρων (Air side Components)	75
3.6.5	Καμπυλωτοί αγωγοί (Bends)	78
3.6.6	Βαλβίδες αντεπιστροφής	80
3.6.7	Σύστημα ελέγχου	82
3.6.8	Βαλβίδες ελέγχου	82
3.6.9	Κύλινδροι	83
3.6.10	Διαφράγματα	84
3.6.11	Μετρητές	85
3.6.12	Συνδέσεις	86
3.6.13	Κινητήρες	88
3.6.14	Στόμια (Orifices)	88
3.6.15	Αγωγοί	91
3.6.16	Αντλίες	92
3.6.17	Ανακουφιστικές βαλβίδες	95
3.7	Παράδειγμα	95
3.7.1	Ανάλυση δικτύου απλού συστήματος	95
3.7.2	Ανάλυση διάφορων σεναρίων	100
3.8	Περίληψη	113
4	Ανάλυση του δικτύου παροχής φυσικού αερίου σε αεριοστρόβιλο του ΑΗ.Σ Κομοτηνής με το λογισμικό Flowmaster	114
4.1	Γενικά	114
4.2	Δίκτυο παροχής φυσικού αερίου	114
4.2.1	Λειτουργία	114
4.2.2	Εξοπλισμός συστήματος	114
4.2.3	Αρχή της λειτουργίας	115
4.2.4	Εξοπλισμός ελέγχου	119
4.3	Επιπρόσθετα στοιχεία	121
4.3.1	Κύρια απομονωτική (Main Valve)	122
4.3.2	Ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης	123
4.3.3	Gas Trip Shut – Off Valve	124
4.3.4	Βαλβίδα ελέγχου	125
4.3.5	Βαλβίδες αντεπιστροφής	127
4.4	Ανάλυση μόνιμης ροής - FGSGT (SS)	127
4.5	Ανάλυση μη μόνιμης ροής - FGSGT (ST)	131

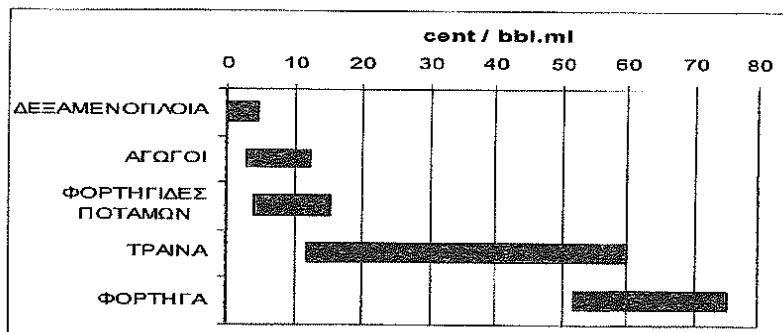
4.5.1	FGSGT (ST) – γραμμικό άνοιγμα (0.1rate/sec).....	131
4.5.2	FGSGT (ST) – μη γραμμικό άνοιγμα (απότομο άνοιγμα).....	138
4.5.3	FGSGT (ST) – γραμμικό κλείσιμο 0.1rate/sec	144
4.5.4	FGSGT (ST) – μη γραμμικό κλείσιμο (απότομο).....	151
4.6	Γενικά συμπεράσματα – Προτάσεις για μελλοντική εργασία	157
5	Παράρτημα: τυποποιήσεις	159
5.1	Τυποποιήσεις Χαλυβδοσωλήνων	159
5.2	Τυποποιήσεις Χαλκοσωλήνων	161
5.3	Τυποποιήσεις συνδέσεων.....	163
5.4	Τυποποιήσεις σύνδεσης σωλήνων με κοχλιωτά εξαρτήματα	166
6	Βιβλιογραφία.....	168

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Στις μέρες μας, μεγάλες ποσότητες πετρελαίου και φυσικού αερίου μεταφέρονται μέσα από ένα τεράστιο δίκτυο αγωγών που συνδέουν τις χιλιάδες γεωτρήσεων άντλησης υδρογονανθράκων με διωλιστήρια, εγκαταστάσεις αποθήκευσης και τελικούς καταναλωτές. Πολλοί από αυτούς τους αγωγούς ξεκινούν από τις πλέον δυσπρόσιτες περιοχές του πλανήτη μας, όπως η Αλάσκα και η Σιβηρία, και αφού διανύσουν χιλιάδες χιλιόμετρα φτάνουν μέχρι τις πλέον πυκνοκατοικημένες περιοχές, προκειμένου να καλύψουν ένα μεγάλο μέρος της ζήτησης ενέργειας. Άλλοι πάλι αγωγοί διασφαλίζουν την ασφάλη και χωρίς περιβαλλοντικά προβλήματα μεταφορά υδρογονανθράκων από τις υποθαλάσσιες γεωτρήσεις προς την ξηρά, μερικοί από αυτούς έχουν τοποθετηθεί κάποιες εκατοντάδες μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Η μεταφορά υδρογονανθράκων μέσω δικτύων σωληνώσεων έχει να επιδείξει σημαντικά πλεονεκτήματα σε ότι αφορά την απόδοση, την ασφάλεια και το κόστος. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι ένας αγωγός μεταφοράς αργού πετρελαίου καταναλώνει ενέργεια ίση περίπου με το 0,4% της ενέργειας που περιέχεται στο καύσιμο που μεταφέρει για κάθε 1000 χιλιόμετρα μεταφοράς, ενώ ένας αγωγός μεταφοράς επεξεργασμένων προϊόντων του πετρελαίου καταναλώνει ενέργεια ίση με το 0,5% της ενέργειας του μεταφερόμενου καυσίμου. Για λόγους σύγκρισης αξίζει να αναφερθεί ότι τα αντίστοιχα ποσοστά για τη μεταφορά γαιάνθρακα με τραίνα είναι 0,8%, πετρελαίου με τραίνα 1,0% φυσικού αερίου με αγωγούς 2,5% και πετρελαίου με φορτηγά 3,2%.



Σχήμα-1 Ενδεικτικά κόστη μεταφοράς πετρελαίου ανά βαρέλι και μίλι για πέντε διαφορετικά μέσα μεταφοράς

Σε ότι αφορά την ενεργειακή κατανάλωση σε σχέση με το είδος του μεταφερόμενου ρευστού, αυτή ξεκινά από τις 250 BTU/tnml για τη μεταφορά αργού πετρελαίου σε μεγάλες αποστάσεις και τις 300 BTU/tnml για τη μεταφορά επεξεργασμένων προϊόντων πετρελαίου και φτάνει τις 490 BTU/tnml για τη μεταφορά αργού πετρελαίου από τις γεωτρήσεις άντλησης προς τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Οι παραπάνω τιμές είναι μόνο ενδεικτικές και μεταβάλλονται περαιτέρω σε συνάρτηση με το μέγεθος του αγωγού και την ταχύτητα ροής. Για παράδειγμα, ένας αγωγός μεταφοράς αργού πετρελαίου διαμέτρου 6 ιντσών καταναλώνει 550 BTU/tnml ενώ ένας αγωγός διαμέτρου 40 ιντσών 180 BTU/tnml.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι το μέγεθος ενός αγωγού είναι στενά συνδεδεμένο με το κόστος της λειτουργίας του. Ένας αγωγός διαμέτρου 36 ιντσών μπορεί να μεταφέρει 17 φορές περισσότερη ποσότητα πετρελαίου απ' ό τι ένας αγωγός διαμέτρου 12 ιντσών, τη στιγμή που τα κόστη για την κατασκευή και λειτουργία τους δε διαφέρουν στον ίδιο βαθμό.

1.2 Κατηγορίες αγωγών υδρογονανθράκων

Οι αγωγοί υδρογονανθράκων ανάλογα με τη θέση τους στο σύστημα μεταφοράς κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες : αγωγοί παραγωγής, αγωγοί μεταφοράς και αγωγοί διανομής. Μια τέταρτη κατηγορία αγωγών χρησιμοποιούνται στο πεδίο παραγωγής για την εισπίεση νερού και άλλων ρευστών μέσα στο γεωλογικό σχηματισμό που φιλοξενεί το κοίτασμα, προκειμένου να αυξηθεί το ποσοστό ανάκτησης των υδρογονανθράκων ή να επαναδιατεθεί το αλμυρό νερό που συνήθως παράγεται μαζί με τους υδρογονάνθρακες.

Οι αγωγοί μικρής διαμέτρου που συνήθως εγκαθίστανται στο πεδίο παραγωγής ανήκουν συνήθως στην εταιρεία παραγωγής. Οι αγωγοί αυτοί φροντίζουν ώστε οι παραγόμενοι υδρογονάνθρακες να μεταφέρονται στην κεντρική εγκατάσταση επεξεργασίας και αποθήκευσης. Ένα άλλο δίκτυο αγωγών μεγαλύτερης διαμέτρου παραλαμβάνει τους υδρογονάνθρακες από το συγκεκριμένο σημείο και τους μεταφέρει προς τους αγωγούς μεταφοράς μεγάλου μήκους. Οι ενδιάμεσοι αυτοί αγωγοί ανήκουν συνήθως σε εταιρίες μεταφοράς υδρογονανθράκων που είναι ανεξάρτητες από τον παραγωγό. Οι μεγάλοι μήκους αγωγοί μεταφοράς πετρελαίου καταλήγουν σε διυλιστήρια ενώ οι αντίστοιχοι φυσικού αερίου σε μεγάλους βιομηχανικούς καταναλωτές ή σε εταιρίες διάθεσης και εμπορίας φυσικού αερίου.

Οι τελευταίες μέσω ενός δικτύου αγωγών και μετρητικών διατάξεων, διαθέτουν το φυσικό αέριο σε πλήθος οικιακών, εμπορικών και βιομηχανικών καταναλωτών.

1.2.1 Αγωγοί μεταφοράς φυσικού αερίου

Στο σημείο αυτό θα αναφερθούμε περιληπτικά στους αγωγούς μεταφοράς φυσικού αερίου. Οι αγωγοί αυτού του τύπου εκτελούν ένα μεταφορικό έργο εντελώς παρόμοιο με αυτό των αγωγών μεταφοράς πετρελαίου, όμως ο εξοπλισμός τους και οι συνθήκες λειτουργίας τους είναι αρκετά διαφορετικές. Γενικά οι αγωγοί μεταφοράς φυσικού αερίου λειτουργούν σε υψηλότερες πιέσεις, διαθέτουν συμπιεστές αντί για αντλίες και συνδέουν τον τόπο παραγωγής του φυσικού αερίου με τους τελικούς καταναλωτές μέσω μιας σχετικά συντομότερης διαδρομής.

1.2.1.1 Αγωγοί σύνδεσης γεωτρήσεων και εγκαταστάσεων επεξεργασίας

Για το φυσικό αέριο ένα πρώτο δίκτυο αγωγών χρησιμοποιείται για τη συγκέντρωση του φυσικού αερίου που εξέρχεται από τις γεωτρήσεις και τη μεταφορά του στη μονάδα στη μονάδα επεξεργασίας. Συνήθως σε αυτό το στάδιο μεταφοράς η πίεση στην οποία βρίσκεται το αέριο εντός του ταμιευτήρα επαρκεί για την κίνησή του. Σε ελάχιστες περιπτώσεις που η πίεση αυτή είναι πολύ χαμηλή τοποθετείται κάποιος συμπιεστής έξω από τη γεώτρηση και κοντά σε αυτή και όχι στον πυθμένα της γεώτρησης, όπως στην περίπτωση της άντλησης πετρελαίου. Πιο συχνά είναι αναγκαία η εφαρμογή βαλβίδων και άλλων διατάξεων που μειώνουν την πίεση με την οποία το αέριο εισέρχεται στον αγωγό μεταφοράς έτσι ώστε να μειωθούν οι κατασκευαστικές απαιτήσεις του ίδιου του αγωγού (π.χ. λεπτότερα τοιχώματα αγωγού).

Το μήκος, η πίεση λειτουργίας, το μέγεθος και η παροχή των αγωγών αυτού του τύπου εξαρτάται από τη δυναμικότητα της γεώτρησης, τον τύπο του παραγόμενου αερίου, τη θέση και τις συνθήκες της μονάδας επεξεργασίας και άλλους παράγοντες. Συνήθως το μήκος των αγωγών αυτών φτάνει μέχρι και λίγα χιλιόμετρα, η διάμετρος τις 2-4 ίντσες ενώ η πίεση λειτουργίας μπορεί να ανέλθει μέχρι και τα 2000 psi.

1.2.1.2 Αγωγοί μεταφοράς φυσικού αερίου στους τελικούς καταναλωτές

Μετά τη μονάδα επεξεργασίας ξεκινά η ανάπτυξη ενός δικτύου μεταφοράς του φυσικού αερίου στους τελικούς καταναλωτές, το μήκος του οποίου μπορεί να φτάσει τις μερικές εκατοντάδες ή χιλιάδες χιλιόμετρα. Για παράδειγμα, ο αγωγός μεταφοράς φυσικού αερίου από τη Ρωσία στις χώρες της Δυτικής Ευρώπης έχει μήκος 2800 μίλια.

Οι αγωγοί αυτού του τύπου λειτουργούν σε σχετικά υψηλές πιέσεις που παρέχονται από σταθμούς συμπίεσης που κατασκευάζονται στην αρχή κάθε γραμμής και σε κατάλληλες θέσεις κατά μήκος της γραμμής. Κάθε σταθμός μπορεί να έχει εγκατεστημένη ισχύ μερικών χιλιάδων ίππων. Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών σταθμών συμπίεσης κυμαίνεται ανάλογα με τον όγκο του αερίου και συνολικό μήκος του αγωγού. Η αύξηση της παροχής ενός αγωγού μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση ενός νέου συμπιεστή σε ένα ήδη υπάρχοντα σταθμό συμπίεσης ή με την κατασκευή ενός νέου σταθμού συμπίεσης.

Οι αγωγοί μεταφοράς είναι κατασκευασμένοι από χάλυβα και τοποθετούνται μέσα στο έδαφος. Οι σωλήνες που σχηματίζουν τον αγωγό συνδέονται μεταξύ τους με θερμική κόλληση και καλύπτονται εξωτερικά με υλικό κατά της διάβρωσης. Η διάμετρος των αγωγών μπορεί να φτάσει και τις 60 ίντσες.

Ο έλεγχος της λειτουργίας των αγωγών μεταφοράς φυσικού αερίου γίνεται με τη βοήθεια Η/Υ. Οι απαιτήσεις ελέγχου στην περίπτωση αυτή είναι αυξημένες σε σχέση με τη μεταφορά πετρελαίου επειδή οι μεταβολές στις λειτουργικές συνθήκες είναι συχνότερες και εντονότερες, αφού τα δίκτυα μεταφοράς φυσικού αερίου συνδέονται απευθείας με τους τελικούς καταναλωτές, άρα επηρεάζονται άμεσα από τις αυξομειώσεις της ζήτησης αερίου.

1.3 Είδη σωλήνων και συνδέσεων

1.3.1 Γενικά

Η τεχνολογία στον τομέα των σωληνώσεων βρίσκεται σε πολύ αναπτυγμένο επίπεδο. Στο εμπόριο υπάρχει μεγάλη ποικιλία ώστε να καλύψει όλους τους κατασκευαστικούς τομείς.

1.3.2 Υλικά και μέθοδοι κατασκευής

Για την κατασκευή των σωλήνων χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά όπως χυτοσίδηρος, σίδηρος, χάλυβας, ανοξείδωτος χάλυβας, χαλκός, κράματα χαλκού, μόλυβδος, αλουμίνιο, πλαστικά (όπως π.χ πολυαιθυλένιο ή P.V.C.), ενισχυμένο ελαστικό, μπετόν, κλπ.

Οι κατασκευαστές των σωλήνων από τα πιο πάνω υλικά προδιαγράφουν το είδος και την περιοχή χρήσης των. Για να έχουμε ικανοποιητική λειτουργία πρέπει το υλικό του σωλήνα να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- α) Επαρκή αντοχή στη θερμοκρασία λειτουργίας, έτσι ώστε να αντέχει στα διάφορα φορτία από την εσωτερική πίεση, από τις διαστολές-συστολές, τις υδραυλικές κρούσεις κλπ.
- β) Ικανοποιητική αντοχή σε χημική, γαλβανική και μηχανική διάβρωση για το υγρό που θα κυκλοφορεί στον σωλήνα.
- γ) Δυνατότητα στεγανής σύνδεσης με άλλα τμήματα σωλήνα και εξαρτήματα.
- δ) Όταν το μεταφερόμενο υγρό είναι πόσιμο νερό ή άλλα τρόφιμα να εξασφαλίζεται απόλυτα η υγεία.

Η ποιότητα και η αντοχή ενός σωλήνα δεν εξαρτάται μόνο από το υλικό αλλά και από τη μέθοδο κατασκευής του. Παρακάτω θα αναφερθούμε συνοπτικά στα σημαντικότερα είδη σωλήνων. Για τους χαλυβδοσωλήνες όμως, λόγω της ιδιαίτερης σπουδαιότητάς των, η περιγραφή θα είναι αναλυτικότερη.

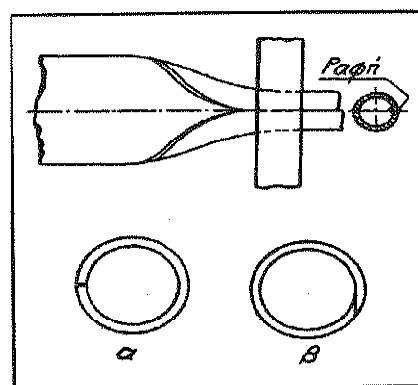
1.3.2.1 Σωλήνες από σίδηρο και χάλυβα

Υπάρχουν οι παρακάτω βασικές κατηγορίες σιδηροσωλήνων και χαλυβδοσωλήνων με βάση τη μέθοδο κατασκευής των.

- α) Με ραφή, ή συγκολλητοί (WELDED)
- β) Χωρίς ραφή (SEAMLESS), οι οποίοι έχει επικρατήσει να λέγονται και "τούμπα" (TUBES).
- γ) Χυτοί (CAST).

1.3.2.1.1 Σωλήνες με ραφή

Οι σωλήνες με ραφή κατασκευάζονται από λωρίδα ελάσματος, μήκους ίσου με το μήκος του σωλήνα, η οποία κυλινδρώνεται και επακολουθεί η συγκόλληση των ακμών (σχ-2). Η συγκόλληση γίνεται με τη μέθοδο της ηλεκτρικής αντίστασης, ή αυτογενώς "εν θερμώ". Όταν απαιτείται, τα υπολείμματα της συγκόλλησης (WELDING FLASH) απομακρύνονται με κατάλληλο κοπτικό εργαλείο. Ανάλογα με το φινίρισμα (FINISH CONDITION) και τις μετά τη συγκόλληση κατεργασίες διακρίνονται διάφορες κατηγορίες (ποιότητες) σωλήνων με ραφή. Βασικά, όταν δεν προδιαγράφεται η εσωτερική διάμετρος, το εσωτερικό υπόλειμμα (INTERIOR WELDING FLASH) παραμένει μέσα.



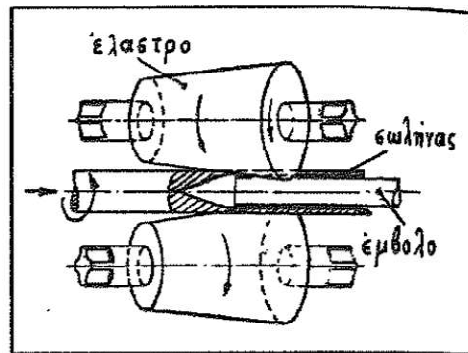
Σχήμα-2 Αρχή κατασκευής σωλήνων με ραφή- (α) με συμβολή ακμών (β) επίθεση

1.3.2.1.2 Σωλήνες χωρίς ραφή

Οι σωλήνες χωρίς ραφή κατασκευάζονται είτε "εν θερμώ", είτε "εν ψυχρώ" με διάφορες μεθόδους. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι η μέθοδος MANNESMAN και η μέθοδος EHRHARDT.

α) Κατά τη μέθοδο MANNESMAN το κυλινδρικό τεμάχιο από το οποίο θα κατασκευασθεί ο σωλήνας θερμαίνεται σε θερμοκρασία 700-800 °C και διέρχεται μεταξύ κολουροκωνικών ελαστρών με μη παράλληλους άξονες (σχ -3). Απαιτούνται τουλάχιστον τρία έλαστρα. Στο κέντρο του διακένου των ελαστρών βρίσκεται ένα διατηρητικό έμβολο (MANDREL). Το κυλινδρικό τεμάχιο ωθείται με την περιστροφή των ελαστρών επάνω στο έμβολο και το μαλακό του κέντρο διατρυπάτε. Όταν ολόκληρο το τεμάχιο περάσει από το έμβολο, έχει αποκτήσει τη μορφή ενός σωλήνα με παχύ τοίχωμα. Ο σωλήνας αυτός περνά στη συνέχεια από άλλα έλαστρα

με έμβολα κατάλληλου σχήματος και αποκτά το επιθυμητό πάχος και εξωτερική διάμετρο.



Σχήμα-3 Αρχή μεθόδου MANNESMAN κατασκευής σωλήνων χωρίς ραφή

Οι σωλήνες που κατασκευάζονται με τη μέθοδο αυτή είναι γνωστοί ως κατασκευασμένοι "εν θερμώ" (HOT FINISHED TUBES) γιατί απαιτείται προηγούμενη θέρμανση υλικού. Όμως η μέθοδος αυτή λόγω μηχανικών δυσκολιών δεν μπορεί να εφαρμοσθεί για την κατασκευή σωλήνων μικρής διαμέτρου και μικρού πάχους. Γι' αυτούς χρησιμοποιείται η μέθοδος κατασκευής "εν ψυχρώ". Η μέθοδος είναι η ίδια με την "εν θερμώ" με τη διαφορά ότι ο σωλήνας παίρνει το τελικό μήκος, διάμετρο και πάχος με μία ή περισσότερες εφελκύνσεις "εν ψυχρώ" σε μηχανήμα αφέλκυσης. Οι σωλήνες αυτοί (χωρίς ραφή) είναι γνωστοί σαν «τραβηκτοί εν ψυχρώ» (COLD DRAWN TUBES).

Ο εφελκυσμός σκληραίνει το υλικό, ιδίως τον χάλυβα, και γι' αυτό πριν από κάθε εφελκυσμό, ο σωλήνας υποβάλλεται σε αποσκλήρυνση, αφού πρώτα εμβαπτιστεί σε διάλυμα οξέος για απομάκρυνση της επιφανειακής σκουριάς, πλυθεί με γλυκό νερό και εμβαπτιστεί σε λάδι. Με τον εφελκυσμό "εν ψυχρώ" είναι δυνατή κατασκευή μικρότερων διαμέτρων και παχών, αλλά προκύπτουν σωλήνες με περισσότερο ανομοιόμορφες διαστάσεις.

β) Κατά τη μέθοδο EHRHARDT (ή μέθοδο CUPING & DRAWING) ένα κυκλικό επίπεδο έλασμα με κατάλληλο πάχος και διάμετρο θερμαίνεται μέχρι να αποκτήσει ανοικτό κόκκινο χρώμα και τοποθετείται σε μια υδραυλική πρέσα με έμβολο μέσα σε κύλινδρο. Το κύπελλο (CUP) που σχηματίζεται έτσι αναθερμαίνεται και ξαναπρεσάρεται σε μικρότερο κύλινδρο. Έτσι μακραίνει το κύπελλο ώσπου να γίνει ένας κοντός κύλινδρος με πυθμένα. Η επιμήκυνση συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο μέσα από κυλίνδρους ή δακτυλίους με όλο και μικρότερη διάμετρο μέχρι να φθάσουμε την επιθυμητή εξωτερική διάμετρο. Η επιμήκυνση μπορεί να συνεχισθεί και με εφελκυσμό (DRAWING). Η αναθέρμανση γίνεται όπου χρειάζεται. Η μέθοδος

αυτή δίνει ιδιαίτερα ομοιόμορφο σωλήνα. Με αυτήν κατασκευάζονται αυλοί μέχρι μήκους 9 μέτρων, σωλήνες μεγάλου πάχους, φιάλες πιεσμένου αέρα, κάνες πυροβόλων και άλλα χαλύβδινα κοίλα σώματα.

1.3.2.1.3 Σωλήνες χυτοί

Παλαιότερα κατασκευάζονταν χυτοί σωλήνες από χυτοσίδηρο αλλά τελευταία ο χυτοσίδηρος έχει αντικατασταθεί από τον ελατό χυτοσίδηρο λόγω της αυξημένης ελατότητάς του. Οι σωλήνες από ελατό χυτοσίδηρο (DUCTILE CAST IRON PIPES) κατασκευάζονται με φυγοκεντρική χύτευση και έχουν κατάλληλα διαμορφωμένα άκρα για διάφορους τύπους συνδέσεων, π.χ. φλάντζες κλπ. Χρησιμοποιούνται για νερό, απόβλητα, αποστραγγίσεις, κ.ά.

Οι τυποποιήσεις των σωλήνων παρατίθενται στο παράρτημα (Πιν 1, 2, 3, 4, 5)

1.3.2.2 Σωλήνες από μη σιδηρούχα υλικά (Non ferrous materials)

1.3.2.2.1 Χαλκοσωλήνες

Σημαντική θέση στην κατηγορία των σωλήνων από μη σιδηρούχα υλικά κατέχουν οι χαλκοσωλήνες. Η μεγάλη διάδοση των χαλκοσωλήνων ιδιαίτερα στις κτιριακές μηχανολογικές εγκαταστάσεις οφείλεται στα παρακάτω πλεονεκτήματα του χαλκοσωλήνα.

- α) Έχει εντελώς λεία επιφάνεια και επομένως παρουσιάζει μικρότερη αντίσταση στη ροή με αποτέλεσμα να μπορούν να χρησιμοποιούνται μικρότερες διαμέτροι
- β) Δεν σκουριάζει γιατί σχηματίζει λεπτό επιφανειακό στρώμα οξειδίου που τον προφυλάσσει από άλλη διάβρωση.
- γ) Είναι ελαφρότερος από τον χαλυβδοσωλήνα.
- δ) Έχει αρκετά υψηλή αντοχή.
- ε) Παρουσιάζει ταχύτητα εγκατάστασης όταν γίνεται χρήση της τριχοειδούς συγκόλλησης (σε εγκαταστάσεις χαμηλής πίεσης και θερμοκρασίας).

Ανάλογα με το πάχος τους οι χαλκοσωλήνες του ελληνικού εμπορίου διακρίνονται σε ελαφρού και βαρέως (ενισχυμένου) τύπου (βλ. πιν. Δ και Ε, παράρτημα-πιν.3). Κυκλοφορούν σε δύο τύπους:

α) σε ευθύγραμμα τμήματα σε σκληρή κατάσταση και

β) σε κουλούρες σε ανοπτημένη (μαλακή) κατάσταση μόνο για μικρές διαμέτρους. Για ειδικές χρήσεις και κυρίως για κτιριακές εγκαταστάσεις διατίθενται και χαλκοσωλήνες με επένδυση P.V.C.

Οι χαλκοσωλήνες των πινάκων Δ και Ε παράρτημα-πιν.3 χρησιμοποιούνται για υδραυλικές και θερμαντικές εγκαταστάσεις στην ξηρά, για δίκτυα καυσίμων αερίων, κλπ. και κατασκευάζονται από αποξειδωμένο καθαρό χαλκό (Cu 99,9% min, P (φώσφορος) 0,04% max). Πληρούν τις προδιαγραφές DIN 1786, ISO/R74 κ.λ.π.

1.3.2.2.2 Σωλήνες κραμάτων χαλκού

Η διαβρωτικότητα του θαλασσινού νερού είναι πολύ μεγάλη. Γι' αυτό σε σωληνώσεις θαλασσινού νερού, στα πλοία, κλπ. χρησιμοποιούνται υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση από θαλασσινό νερό, όπως οι γαλβανισμένοι χαλυβδοσωλήνες και οι σωλήνες ειδικών κραμάτων χαλκού. Οι σωλήνες από ειδικά κράματα χαλκού έχουν υψηλότερη αντοχή στη διάβρωση από τους γαλβανισμένους χαλυβδοσωλήνες αλλά είναι και πολύ ακριβότεροι.

Τα κράματα που χρησιμοποιούνται συνήθως γι' αυτό τον σκοπό είναι τα κράματα χαλκού-νικελίου-σιδήρου (Cu, Ni, Fe) που στο εμπόριο κυκλοφορούν με το όνομα "KUNIFER" και κράματα χαλκού-ψευδαργύρου-αλουμινίου (Cu, Zn, Al) για τα οποία συχνά χρησιμοποιείται το εμπορικό όνομα "YORKALBRO". Οι σωλήνες από τα κράματα αυτά έχουν και μεγαλύτερη μηχανική αντοχή από τους σωλήνες καθαρού χαλκού.

Περισσότερα στοιχεία για τους σωλήνες από κράματα χαλκού όπως τυποποίηση διαστάσεων, πάχη, επιτρεπόμενες μέγιστες πιέσεις λειτουργίας κλπ. Μπορεί να βρει κανείς στα έντυπα των κατασκευαστών, όπως και στα έντυπα των οργανισμών τυποποίησης (πχ βλ DIN 1755 ή BS 2871 κ.ά.).

1.3.2.2.3 Σωλήνες από πλαστικό

Τελευταία, μεγάλη διάδοση έχουν και οι σωλήνες από διάφορα είδη πλαστικών (PVC, PE, PP, κλπ.) που βρίσκουν εφαρμογή σε πολλές χρήσεις όπως ύδρευση, άρδευση, αποχέτευση, μεταφορά χημικών και διαβρωτικών υγρών, βιομηχανική χρήση, κεντρική θέρμανση κλπ. Για

τους σωλήνες αυτούς οι κατασκευαστές διαθέτουν διάφορα είδη συνδέσεων όπως π.χ. με ελαστικούς δακτυλίους, μεταλλικά ή πλαστικά εξαρτήματα, κόλλα κλπ. Οι διαστάσεις (διάμετρος, πάχος, μήκος) που διατίθενται, όπως και η μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση και θερμοκρασία λειτουργίας, ποικίλουν για κάθε είδος σωλήνα και από κατασκευαστή σε κατασκευαστή.

Για πολύ διαβρωτικά υγρά, όταν απαιτείται και μεγάλη μηχανική αντοχή του σωλήνα (π.χ. για υψηλές πιέσεις) χρησιμοποιούνται μεταλλικοί σωλήνες (π.χ. χαλύβδινοι) με επένδυση ελαστικού ή άλλων αντιδιαβρωτικών υλικών.

1.3.3 Σύνδεση σωλήνων

Οι τρόποι σύνδεσης μεταξύ των τμημάτων των σωλήνων και των εξαρτημάτων για την κατασκευή της σωλήνωσης ποικίλουν ανάλογα με το είδος του σωλήνα, την πίεση, τη θερμοκρασία, την επισκεψιμότητα της θέσης, τη δυνατότητα ή μη ταχείας σύνδεσης - αποσύνδεσης, την ευκαμψία της σύνδεσης κλπ.

Οι συνδέσεις πρέπει να είναι αξιόπιστες και στεγανές. Γενικά συνιστάται η χρησιμοποίηση όσο γίνεται λιγότερων συνδέσεων με τη μέγιστη δυνατή χρήση της κάμψης των σωλήνων, όταν και όπως αυτό επιτρέπεται. Η κάμψη των μεταλλικών σωλήνων γίνεται με ειδικά εργαλεία.

Στη συνέχεια θα περιγραφθούν τα κυριότερα είδη σύνδεσης σωλήνων και εξαρτημάτων.

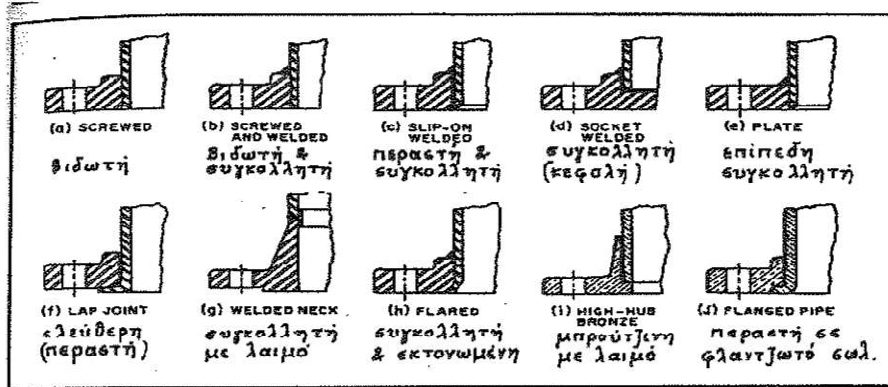
1.3.3.1 Συγκόλληση

Όλοι οι σωλήνες από συγκολλησίμα υλικά (σίδηρος, χάλυβας, χαλκός, "KUNIFER", αλουμίνιο, κλπ.) μπορούν να συνδεθούν με συγκόλληση, με κατάλληλη μέθοδο για κάθε υλικό. Η συγκόλληση είναι μέθοδος εύκολη και φθηνή και συνιστάται κυρίως σε περιοχές όπου η σύνδεση δεν είναι επισκέψιμη για συντήρηση και όταν δε θα απαιτηθεί λύσιμο της σύνδεσης μελλοντικά. Είναι σύνδεση χωρίς κινητικότητα και χωρίς δυνατότητα απορρόφησης διαστολών.

1.3.3.2 Σύνδεση με φλάντζες (περιαυχένια)

Η σύνδεση με φλάντζες είναι πολύ διαδεδομένη και παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία τύπων. Οι φλάντζες προσαρμόζονται με διάφορους τρόπους στα άκρα των προς σύνδεση σωλήνων (σχ-4) ή

εξαρτημάτων και συσφίγγονται με κοχλίες και περικόχλια (βίδες και παξιμάδια). Μεταξύ των φλαντζών συνήθως παρεμβάλλεται παρέμβυσμα (GASKET) από κατάλληλο υλικό (π.χ. περμανίτης).



Σχήμα-4 Διάφοροι τρόποι προσαρμογής φλάντζας σε σωλήνα

Στον Πιν.6 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ) δίνεται παράδειγμα τυποποίησης για παρεμβύσματα φλαντζών.

Στον Πιν.7 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ) φαίνεται παράδειγμα τυποποίησης (κατά DIN) για συγκολλητές χαλύβδινες φλάντζες χωρίς λαιμό για ονομαστική πίεση μέχρι 10 BAR.

Στον Πιν.8 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ) δίνεται παράδειγμα τυποποίησης για ελεύθερες (παραστές) φλάντζες ονομαστικής πίεσης μέχρι 6 bar. Στον τύπο A η φλάντζα προσαρμόζεται σε κολάρο, που συγκολλάτε στον σωλήνα. Στο τύπο B η ελεύθερη φλάντζα προσαρμόζεται σε φλάντζα με λαιμό (NECK FLANGE) που συγκολλάτε στον σωλήνα. Όσο αυξάνεται η ονομαστική πίεση τόσο αυξάνεται το πάχος των φλαντζών, η διάμετρος των κοχλιών σύσφιξης, κλπ.

1.3.3.3 Σύνδεση σωλήνων με κοχλιωτά εξαρτήματα

Ο συγκεκριμένος τρόπος σύνδεσης περιγράφεται αναλυτικά στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ-ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ (Πιν.9-10)

1.3.3.4 Σύνδεση σωλήνων με μικρή κινητικότητα

Τα συστήματα σωληνώσεων σε πολλούς κατασκευαστικούς τομείς, όπως στη βιομηχανία, στις κτιριακές εγκαταστάσεις, στα δημόσια έργα, στη ναυπηγική κλπ. υπόκεινται σε μετακινήσεις που οφείλονται σε μεταβολές της θερμοκρασίας, καθίζηση του εδάφους, διάφορα φορτία κλπ. Σ'

αυτές τις περιπτώσεις τα διάφορα είδη συνδέσεων με μικρή κινητότητα παρουσιάζουν σχετικό πλεονέκτημα γιατί μπορούν να δεχτούν και να απορροφήσουν αυτές τις μικρομετακινήσεις. Έτσι προστατεύονται οι σωλήνες από παραμορφώσεις και φθορές και η σύνδεση παραμένει στεγανή.

Ένα άλλο πλεονέκτημα αυτών των συνδέσεων είναι ότι δεν απαιτείται απόλυτη ευθυγράμμιση των προς σύνδεση τμημάτων σωλήνα κατά την τοποθέτηση. Επίσης μπορούν να συνδέσουν τμήματα σωλήνων με μικρές ή μεγάλες (ανάλογα με τον τύπο) διαφορές στην εξωτερική διάμετρο, ή διαφορετικά είδη σωλήνων π.χ χαλυβδοσωλήνα με σωλήνα πολυαιθυλενίου.

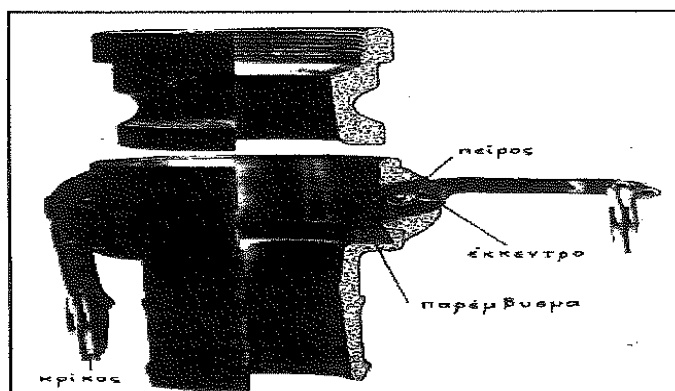
Τα σημαντικότερα είδη των συνδέσεων μικρής κινητότητας είναι:

- α) οι σύνδεσμοι με δύο στεγανωτικούς δακτυλίους π.χ. DRESSER ή VIKING JOHNSON
- β) οι σύνδεσμοι τύπου σφιγκτήρα (STRAUB).

Για περισσότερες πληροφορίες για τους παραπάνω τύπους μπορεί κανείς να ανατρέξει στο βιβλίο του Ιωάννου Μ. Μαυρούδη **Αντλίες και Σωληνώσεις**.

1.3.3.5 Ειδικοί σύνδεσμοι-Ταχυσύνδεσμοι

Εκτός από τα είδη των συνδέσεων που προαναφέραμε υπάρχουν και πολλοί άλλοι ειδικοί σύνδεσμοι για ειδικές εφαρμογές, όπως οι σύνδεσμοι μεγάλης κινητότητας, οι ταχυσύνδεσμοι, κλπ. Οι ταχυσύνδεσμοι (σχ-5) βρίσκουν εφαρμογή στις αρδεύσεις, στα βυτιοφόρα καυσίμων, και αλλού. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι ταχυσύνδεσμοι αποτελούν εξάρτημα του σωλήνα, όπως πχ στους σωλήνες ποτίσματος ταχείας σύνδεσης.



Σχήμα-5 Ταχυσύνδεσμοι με έκκεντρο για σωλήνες 3/4'' έως 6''

1.4 Βαλβίδες και εξαρτήματα σωληνώσεων

Σε κάθε σωλήνωση, εξαρτήματα (FITTINGS) λέγονται τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για να προκαλέσουν μια αλλαγή διεύθυνσης της ροής (καμπύλες), ή για τη δημιουργία μιας διακλάδωσης (ταυ) της σωληνογραμμής, ή για τη μετάβαση από μια διατομή σε μια μεγαλύτερη ή μικρότερη (συστολές, διαστολές, στόμια εισόδου, ακροφύσια).

Οι βαλβίδες (VALVES), ή δικλείδες, χρησιμοποιούνται για τη διακοπή της ροής (διακόπτες), ή για να εμποδίσουν την επιστροφή του υγρού (βαλβίδες αντεπιστροφής) ή για να ρυθμίσουν την παροχή.

Σαν εξαρτήματα μιας σωλήνωσης θεωρούνται και τα διάφορα είδη φίλτρων (FILTERS, STRAINERS), που συνήθως τοποθετούνται στην αναρρόφηση της αντλίας, και αποσκοπούν στην προστασία της αντλίας και των άλλων εξαρτημάτων από στερεά ή αδιάλυτα σωματίδια που περιέχονται στο υγρό.

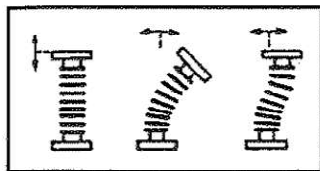
Επίσης σε ορισμένες σωληνώσεις επιβάλλεται η χρήση ειδικών εξαρτημάτων όπως π.χ οι εύκαμπτοι σύνδεσμοι (FLEXIBLE JOINTS), οι αντισταθμιστές (COMPENSATORS) ή τα διαστολικά (EXPANSION JOINTS) κλπ. Στις συνέχεια θα περιγραφούν αναλυτικότερα τα διάφορα εξαρτήματα και βαλβίδες.

1.4.1 Ειδικά εξαρτήματα

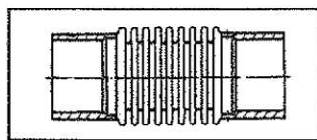
Οι ιδιαιτερότητες που παρουσιάζουν ορισμένες εγκαταστάσεις σωληνώσεων επιβάλλουν τη χρήση ειδικών εξαρτημάτων. Μια μεγάλη κατηγορία ειδικών εξαρτημάτων είναι τα εξαρτήματα που προορίζονται για να απορροφήσουν διάφορες μετακινήσεις των σωλήνων μικρές, ή μεγάλες.

Στην παράγραφο 1.3.3.4 είδαμε πώς οι σύνδεσμοι μικρής κινητότητας μπορούν να λειτουργήσουν σαν διαστολικά για απορρόφηση των συστολών-διαστολών λόγω μεταβολής της θερμοκρασίας, κλπ. Όταν όμως οι σύνδεσμοι αυτοί δε χρησιμοποιούνται, ή δεν είναι κατάλληλοι, ή δεν επαρκούν, χρησιμοποιούμε διαστολικά, εύκαμπτα εξαρτήματα, ή ακόμα και ειδικούς εύκαμπτους σωλήνες. Τα διαστολικά (EXPANSION JOINTS), ανάλογα με το είδος τους, μπορούν να απορροφούν αξονικές, γωνιακές, ή εγκάρσιες μετατοπίσεις (σχ-6), ή και

συνδυασμούς αυτών. Το βασικό τους δομικό στοιχείο είναι συνήθως η "φουσαρμόνικα" δηλ ένα κυλινδρικό πτυχωτό έλασμα (BELLOW), (σχ-7, 8 και 9).

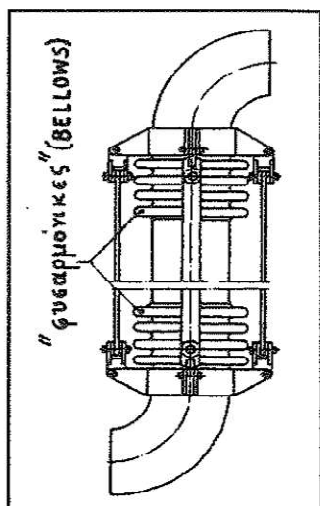


Σχήμα-6 Κινήσεις διαστολικών

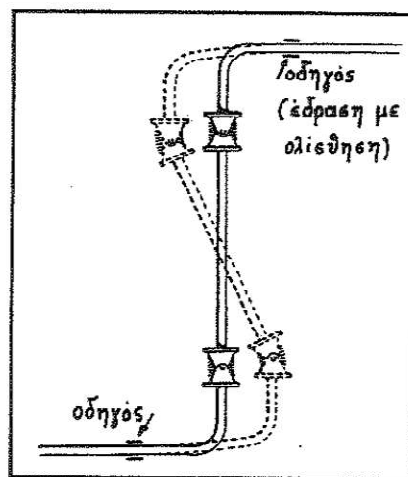


Σχήμα-7 Αξονικό διαστολικό

Το είδος και η μέγιστη δυνατή μετακίνηση που μπορεί να δεχθεί το κάθε διαστολικό προδιαγράφεται από τον κατασκευαστή.



Σχήμα-8 Διπλό αρθρωτό διαστολικό



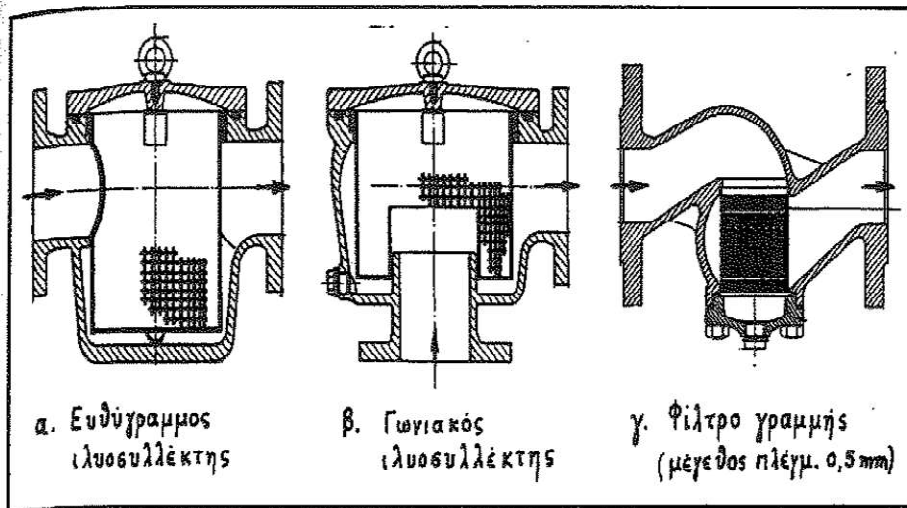
Σχήμα-9 Διαστολή σωλήνωσης με αρθρωτά διαστολικά

1.4.2 Φίλτρα

Ο σκοπός ενός φίλτρου για υγρά είναι να κατακρατήσει τα αδιάλυτα στερεά από το αντλούμενο υγρό. Διάφορα υλικά χρησιμοποιούνται ως φίλτρα, όπως άμμος, χαρτί, ινώδη υλικά, μεταλλικά πλέγματα, διάτρητο έλασμα κλπ. Άλλα είδη φίλτρων χρησιμοποιούν δίσκους με μικρά διάκενα μεταξύ τους (μικρότερα του 0,1 mm), μαγνήτες για συγκράτηση σιδηρούχων (φερομαγνητικών) υλικών κ.λ.π.

Ένας πολύ συνηθισμένος τύπος φίλτρου είναι το φίλτρο αναρρόφησης (SUCTION STRAINER) που μπορεί να συνδυάζεται και με ποδοβαλβίδα. Συνήθως κατασκευάζεται από διάτρητο έλασμα με σχισμές ή μικρές οπές. Η συνολική καθαρή επιφάνεια των σχισμών ή οπών πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,5 φορές μεγαλύτερη από την επιφάνεια της διατομής του σωλήνα αναρρόφησης.

Τα φίλτρα που τοποθετούνται στη σωληνογραμμή έχουν είσοδο και έξοδο και φέρουν αφαιρούμενο κάλυμμα για τον καθαρισμό του στοιχείου φιλτραρίσματος του φίλτρου, ή αντικατάστασή του (βλέπε σχ-10).



Σχήμα-10 Διάφορα είδη φίλτρων

1.4.3 Βαλβίδες

Συνήθως οι βαλβίδες ταξινομούνται με βάση τα κατασκευαστικά τους στοιχεία στις παρακάτω βασικές κατηγορίες:

1. Επιστόμια (GLOBE VALVES), στα οποία η κίνηση του στοιχείου κλεισίματος (δίσκου) είναι ευθύγραμμη και κάθετη προς ένα κυκλικό στόμιο (έδρα), το οποίο ο δίσκος φράζει και διακόπτει τη ροή. Κατά την κίνηση το επίπεδο του δίσκου είναι παράλληλο προς το επίπεδο της έδρας.

2. Βάνες ή συρταρωτές δικλείδες ή σύρτες (GATE VALVES) με ευθύγραμμη κίνηση του δίσκου, κάθετα προς τη διεύθυνση ροής.

3. Βαλβίδες με περιστροφική κίνηση (ή αιώρηση) του στοιχείου κλεισίματος, όπως οι βαλβίδες τύπου πεταλούδας (BATTERFLY VALVES), οι κρουνοί (COCKS) και τα "κλαπέ" (FLAP VALVES).

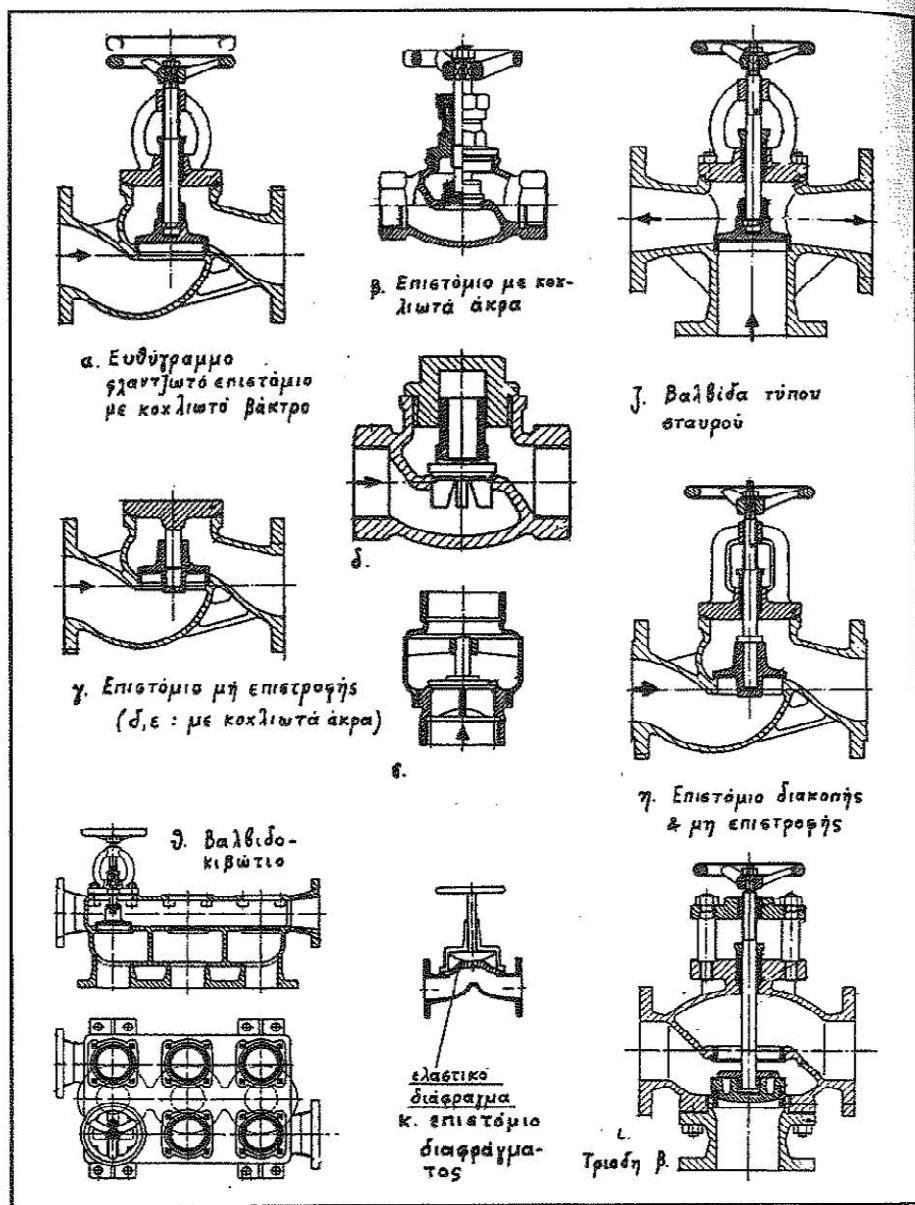
1.4.3.1 Επιστόμια (GLOBE VALVES)

Τα επιστόμια μπορούν να ταξινομηθούν σε υποκατηγορίες με βάση τη λειτουργία τους σε:

- α) Επιστόμια διακοπής (SHUT-OFF, ή STOP VALVES) (σχ-11, α, β)
- β) Μη επιστροφής ή αντεπιστροφής, (NON RETURN ή CHECK VALVES) (σχ-11, γ, δ, ε).
- γ) Ρύθμισης (παροχής ή πίεσης) (CONTROL VALVES).
- δ) Ανακουφιστικά (RELIEF VALVES).
- ε) Διακοπής και μη επιστροφής (STOP-CHECK VALVES) (σχ-11, η).

Σύμφωνα με το σχήμα του κελύφους διακρίνουμε τα επιστόμια σε ευθύγραμμο (STRAIGHT THROUGH) (π.χ σχ-11, α) και γωνιακά (ANGLE). Το γωνιακό επιστόμιο διπλής εξόδου (σχ-11, ζ) είναι γνωστό σαν βαλβίδα τύπου σταυρού (CROSS VALVE). Με συνδυασμό πολλών επιστομίων σε κοινό κέλυφος προκύπτουν τα βαλβιδοκιβώτια (VALVE CHESTS) (σχ-11, θ).

Ένας ειδικός τύπος επιστομίων είναι τα επιστόμια διαφράγματος (σχ-11, κ) στα οποία το στοιχείο κλεισίματος δεν είναι δίσκος αλλά ελαστικό διάφραγμα. Το ελαστικό διάφραγμα όταν συμπιέζεται με μηχανικό (ή άλλο) τρόπο επάνω σε αντίστοιχη έδρα ή χείλος διακόπτει τη ροή. Υπάρχουν και ανεπίστροφα επιστόμια διαφράγματος (μεμβράνης) όπως το "HYDRO STOP" της KSB



Σχήμα-11 Διάφορα είδη επιστομιών

1.4.3.2 Βάνες ή σόρτες (GATE VALVES, SLIDE VALVES)

Αυτός ο τύπος βαλβίδων χαρακτηρίζεται από χαμηλή πτώση πίεσης μέσα στη βαλβίδα γιατί το υγρό ρέει ευθύγραμμα μέσα απ' αυτές. Βάνες κατασκευάζονται μέχρι πολύ μεγάλα μεγέθη και για μέχρι πολύ υψηλές πιέσεις. Μία βάνα της ίδιας διαμέτρου έδρας με ένα επιστόμιο και με της ίδιας διαφοράς πίεσης (PRESSURE DIFFERENTIAL) εκατέρωθεν της βαλβίδας, απαιτεί πολύ λιγότερη δύναμη κλεισίματος στο βάκτρο (περίπου 30%) απ' ότι το επιστόμιο. Κατά γενικό

κανόνα οι βάνες επιτρέπουν τη ροή απ' οποιαδήποτε κατεύθυνση με τις ίδιες συνθήκες, πράγμα που δεν εξασφαλίζεται πάντοτε από τα επιστόμια.

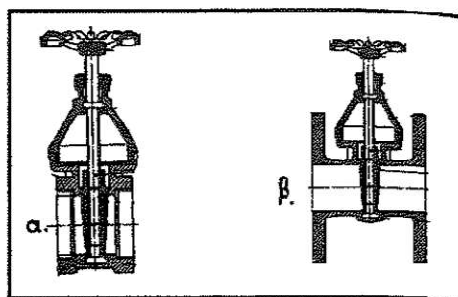
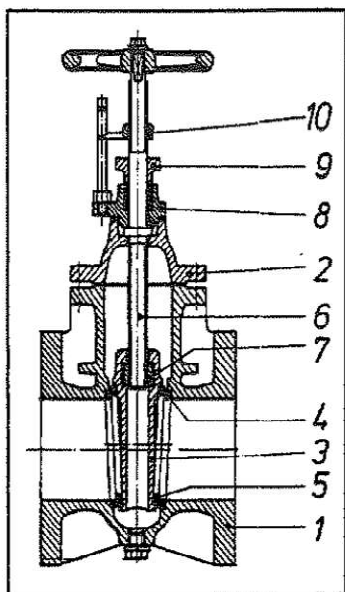
Όσον αφορά την έδρα και τον δίσκο, οι βάνες διατίθενται είτε με σφηνοειδή δίσκο (WEDGE GATE VALVE), είτε με δίσκο παραλλήλων πλευρών (PARALLEL SLIDE GATE VALVE). Οι βάνες με σφήνα έχουν είτε στερεό, είτε εύκαμπτο σφηνοειδή δίσκο, ακόμη και διπλό σφηνοειδή δίσκο. Ο σφηνοειδής δίσκος πλεονεκτεί γιατί έχει καλύτερη στεγανοποίηση (ακόμα και σε χαμηλή διαφορά πίεσης) και γρήγορη απομάκρυνση της σφήνας από την έδρα. Αυτό το τελευταίο προστατεύει την έδρα και το δίσκο από προστριβή και πιθανή καταστροφή από ξένα σωματίδια κλπ.

Οι βάνες γενικά δεν χρησιμοποιούνται ως βαλβίδες ρύθμισης, με εξαίρεση ορισμένες περιπτώσεις, όπου η διαφορά πίεσης είναι χαμηλή. Στις βάνες η διαδρομή του δίσκου είναι ίση περίπου με την ονομαστική διάμετρο του σωλήνα. Αντίθετα, στα επιστόμια η διαδρομή είναι περίπου ίση με το 1/4 της διαμέτρου. Αυτό σημαίνει ότι το κλείσιμο είναι πολύ ταχύτερο στα επιστόμια απ' ό,τι στις βάνες και ότι η διάσταση του ύψους είναι μεγαλύτερη στις βάνες απ' ό,τι στα επιστόμια. Τα παραπάνω βέβαια ισχύουν για τις βάνες ολικής διατομής διέλευσης (σχ-12) στις οποίες ο δίσκος ανεβαίνει πλήρως και δεν προεξέχει μέσα στη ροή στην εντελώς ανοικτή θέση. Υπάρχουν όμως και βάνες για μικρότερες διαμέτρους με μερική άνοδο του δίσκου, ο οποίος στην εντελώς ανοικτή θέση εξακολουθεί να προεξέχει μέσα στη ροή (σχ-13).

1.4.4 Βαλβίδες με περιστροφική κίνηση

1.4.4.1 Βαλβίδες τύπου πεταλούδας (BUTTERFLY VALVES) (ή δικλείδες στρεφόμενου δίσκου)

Οι βαλβίδες τύπου πεταλούδας έχουν απλή σχετικά κατασκευή και χρησιμοποιούνται και σαν διακόπτες και σαν ρυθμιστικές βαλβίδες. Κατασκευάζονται από μικρά μέχρι πολύ μεγάλα μεγέθη. Όταν χρησιμοποιούνται ως διακόπτες απόλυτης στεγανότητας, εφοδιάζονται με έδρες από μαλακό υλικό και σ' αυτήν την περίπτωση υπάρχει περιορισμός εφαρμογής σχετικά με τη μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας. Για υψηλότερες θερμοκρασίες και πιέσεις υπάρχουν στην αγορά βαλβίδες τύπου πεταλούδας με επαφή στεγανότητας μετάλλου με μέταλλο. Η γωνία περιστροφής του δίσκου είναι 90° .



Σχήμα-12 Βάνα ολικής διατομής διέλευσης, τύπου σφήνας

1:σώμα, 2:κεφαλή, 3:σφηνοειδής δίσκος, 4:έδρα,

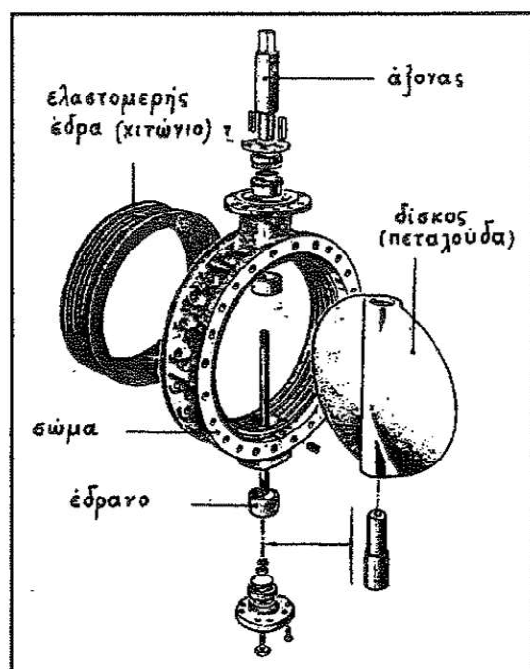
5:δακτύλιος δίσκος, 6:κοχλιοτομημένο βάκτρο,

7:περικόχλιο, 8,9:στυπιοθλίπτis, 10:δείκτης θέσης δίσκου

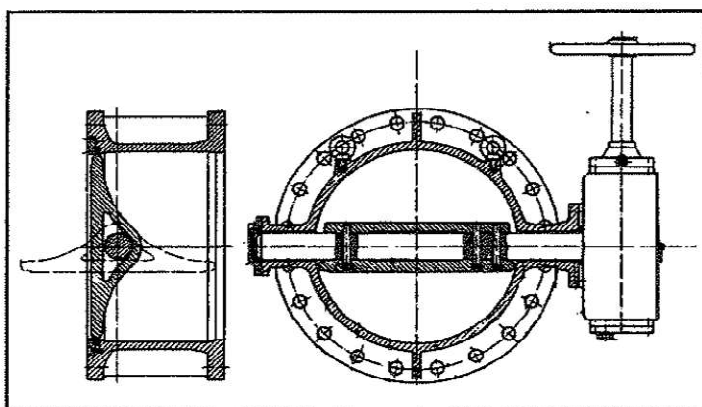
Σχήμα-13 Βάνες μερικής διατομής διέλευσης

(α) κοχλιωτή, (β) φλαντζωτή

Οι βαλβίδες πεταλούδας έχουν πολύ χαμηλή πτώση πίεσης και πολύ γρήγορο άνοιγμα ή κλείσιμο, που γίνεται χειροκίνητα ή με μηχανισμό. Υπάρχουν τρία είδη βαλβίδων ανάλογα με τη θέση του δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής: συγκεντρικές (σχ-14), έκκεντρες (σχ-15) και διπλές έκκεντρες. Οι βαλβίδες τύπου πεταλούδας που χρησιμοποιούνται για ρύθμιση είναι συνήθως συγκεντρικές. Οι βαλβίδες με επαφή στεγανότητας μετάλλου με μέταλλο είναι συνήθως διπλές έκκεντρες.



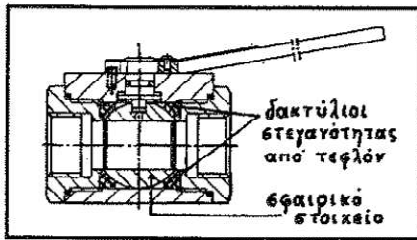
Σχήμα-14 Μέρη βαλβίδας τύπου πεταλούδας συγκεντρικής (AMRI)



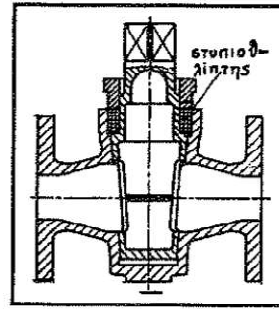
Σχήμα-15 Έκκεντρη βαλβίδα τύπου πεταλούδας (DEWERS)

1.4.4.2 Κρουνοί

Οι κρουνοί είναι ίσως το αρχαιότερο είδος βαλβίδας διακοπής. Μπρούτζινοι κρουνοί χρησιμοποιούνταν προ Χριστού από τους Ρωμαίους σε μεγάλη κλίμακα. Οι ξύλινοι κρουνοί για βαρέλια χρησιμοποιούνται από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Οι κρουνοί, όπως οι βάνες και οι βαλβίδες τύπου πεταλούδας χαρακτηρίζονται από χαμηλή πτώση πίεσης. Επειδή το στοιχείο κλεισίματος περιστρέφεται μέσα στον θάλαμο ροής το ύψος τους είναι μικρό. Όπως και στις βαλβίδες τύπου πεταλούδας η γωνία περιστροφής του στοιχείου είναι 90° το πολύ. Το στοιχείο μπορεί να είναι σφαιρικό, κυλινδρικό, ή κωνικό (σφαιρικός κρουνός - BALL VALVE, σχ-16,17)



Σχήμα-16 Σφαιρικός κρουνός



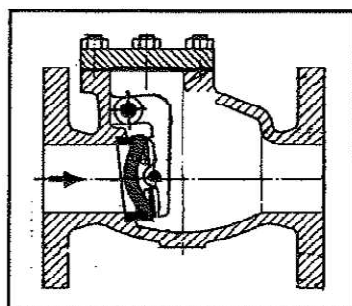
Σχήμα-17 Κωνικός κρουνός

Οι κρουνοί χρησιμοποιούνται κυρίως σαν διακόπτες (ανοικτοί ή κλειστοί) και σπανιότερα για ρύθμιση παροχής. Υπάρχουν επίσης ειδικοί τύποι κρουνών όπως με τρεις ή και τέσσερις διόδους.

1.4.4.3 Βαλβίδες με αιωρούμενο δίσκο ('κλαπέ')

Τα κλαπέ συνήθως χρησιμοποιούνται ως βαλβίδες μη επιστροφής μεσαίου μέχρι και πολύ μεγάλου μεγέθους. Για μικρά μεγέθη, ως βαλβίδες μη επιστροφής χρησιμοποιούνται τα ανεπίστροφα τύπου επιστομίου (βλέπε σχ-11 γ, δ, ε). Η πτώση πίεσης στα κλαπέ είναι γενικά μικρή γιατί προκαλούν μόνο μικρή απόκλιση στη ροή. Ο συντελεστής αντίστασης μεταβάλλεται με την ταχύτητα ροής γιατί αυτή καθορίζει τη θέση του δίσκου.

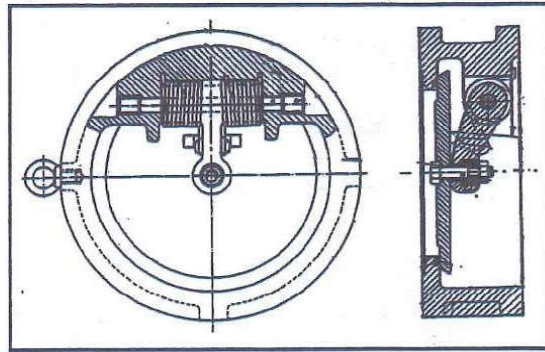
Τα απλά κλαπέ βαρύτητας (σχ-18) για να λειτουργήσουν πρέπει να τοποθετηθούν οριζόντια, ή κατακόρυφα με τη ροή από κάτω.



Σχήμα-18 Ανεπίστροφο τύπου απλού κλαπέ

Για κατακόρυφη τοποθέτηση με ροή από πάνω υπάρχουν κλαπέ με μοχλό και εξωτερικό αντίβαρο.

Το κλαπέ με φόρτιση ελατηρίου του σχήματος-19 χρησιμοποιείται κυρίως για προστασία από υδραυλικό πλήγμα. Η θέση εγκατάστασής του είναι με το άγκιστρο ανάρτησης προς τα επάνω.



Σχήμα-19 Ανεπίστροφο κλαπέ με ελατήριο για εγκατάσταση μεταξύ φλαντζών

1.4.5 Διατάξεις ασφαλείας

Οι εγκαταστάσεις αερίων μέσης και υψηλής πίεσης πρέπει να είναι εξοπλισμένες με διατάξεις ασφαλείας έναντι ανεπιθύτητης υπέρβασης πίεσης. Οι διατάξεις ασφαλείας, οι οποίες είναι τυποποιημένες κατά DIN 3381, διακρίνονται σε :

- αποφρακτικές διατάξεις ασφαλείας (βαλβίδες ασφαλείας) και
- διατάξεις ασφαλείας απόρριψης (ανακουφιστικές βαλβίδες)

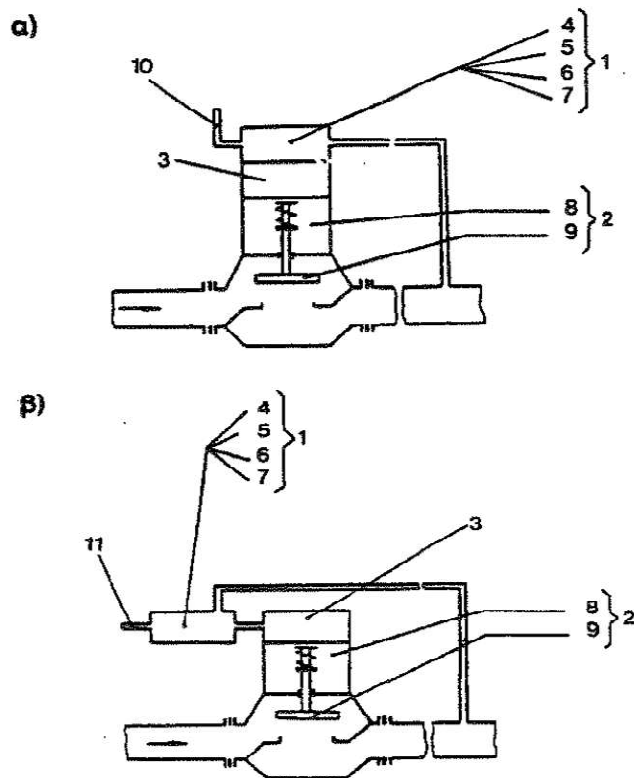
Οι αποφρακτικές διατάξεις ασφαλείας (SAV=Sicherheitsabsperreinrichtung) είναι αποφρακτικά όργανα, τα οποία σε περίπτωση κανονικής λειτουργίας είναι ανοικτά. Αυτές φράσσουν αυτόματα και γρήγορα τη ροή αερίου, μόλις στην ασφαλιζόμενη εγκατάσταση η πίεση υπερβεί ένα ανώτερο ή κατώτερο όριο. Οι αποφρακτικές διατάξεις ασφαλείας δεν επιτρέπεται μετά το κλείσιμο να ανοίγουν πάλι αυτόματα, μόλις η πίεση επανέλθει στην κανονική τιμή. Πρέπει να εγκαθίστανται πάντοτε πριν από το όργανο ρύθμισης της πίεσης αερίου.

Οι διατάξεις ασφαλείας απόρριψης (SBV=Sicherheitsabblaseinrichtung) είναι αποφρακτικά όργανα, τα οποία σε περίπτωση κανονικής λειτουργίας είναι κλειστά. Αυτές ελευθερώνουν αυτόματα και γρήγορα τη ροή αερίου, μόλις στην ασφαλιζόμενη εγκατάσταση η πίεση υπερβεί ένα ανώτερο όριο. Το αέριο απορρίπτεται με τη βοήθεια κατάλληλου (από την άποψη της

διαμέτρου και της διαμόρφωσης) σωλήνα στην ατμόσφαιρα. Οι διατάξεις ασφαλείας απόρριψης κλείνουν πάλι αυτόματα, μόλις η πίεση πέσει κάτω από την πίεση απόκρισης. Εγκαθίστανται στην πλευρά εξόδου της εγκατάστασης.

Σύμφωνα με τα Φύλλα Εργασίας της DVGW, οι διατάξεις ασφαλείας πρέπει να ρυθμίζονται έτσι και να διαστασιολογούνται (στην περίπτωση μάλιστα που πρόκειται για διατάξεις ασφαλείας απόρριψης συμπεριλαμβανομένου και του αγωγού απόρριψης) έτσι, ώστε σε περίπτωση βλάβης η ασφαλιζόμενη υπερπίεση λειτουργίας των σωλήνων μεταφοράς να μην μπορεί να ξεπερασθεί περισσότερο από 10% (ομάδα πίεσης απόκρισης κατά AG 10 DIN 3381).

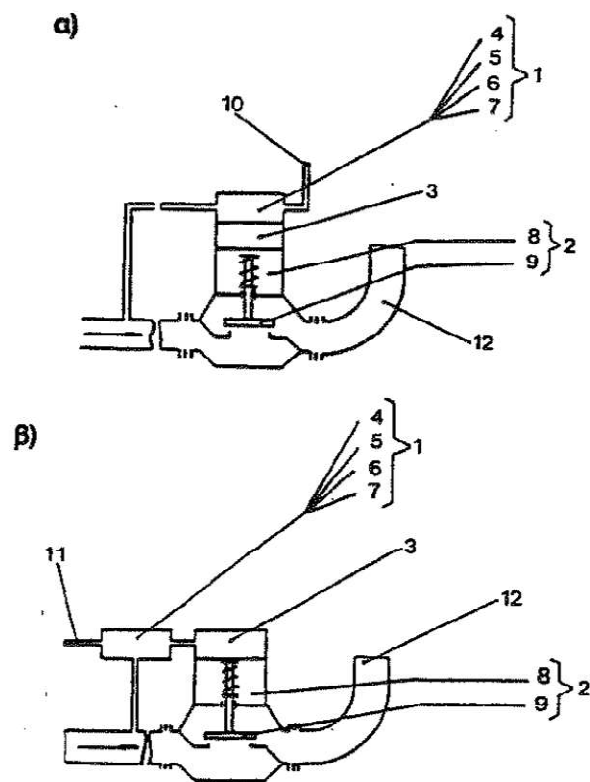
Στα σχήματα 20 και 21 δίνονται αντίστοιχα σχηματικές παραστάσεις των αποφρακτικών διατάξεων ασφαλείας και των διατάξεων ασφαλείας απόρριψης.



Σχήμα-20 Αποφρακτικές διατάξεις ασφαλείας, σχηματική παράσταση:

α) χωρίς βοηθητική ενέργεια β) με βοηθητική ενέργεια

1. όργανο ελέγχου 2. όργανο ρύθμισης 3. όργανο ζεύξης 4. στοιχείο ρύθμισης
5. στοιχείο μέτρησης 6. στοιχείο σύγκρισης 7. ενισχυτής 8. στοιχείο κίνησης
9. στοιχείο φραγής 10. αγωγός αναπνοής 11. βοηθητική ενέργεια



Σχήμα-21 Διατάξεις ασφαλείας απόρριψης, σχηματική παράσταση:
 α) χωρίς βοηθητική ενέργεια β) με βοηθητική ενέργεια

1. όργανο ελέγχου 2. όργανο ρύθμισης 3. όργανο ζεύξης 4. στοιχείο ρύθμισης
 5. στοιχείο μέτρησης 6. στοιχείο σύγκρισης 7. ενισχυτής 8. στοιχείο κίνησης
 9. στοιχείο φραγής 10. αγωγός αναπνοής 11. βοηθητική ενέργεια

Οι αποφρακτικές διατάξεις ασφαλείας, σχήμα-20, αποτελούνται από

- το όργανο ελέγχου,
- το όργανο ζεύξης,
- το μηχανισμό κίνησης και
- το στοιχείο φραγής

Οι διατάξεις ασφαλείας απόρριψης, σχήμα-21, αποτελούνται από

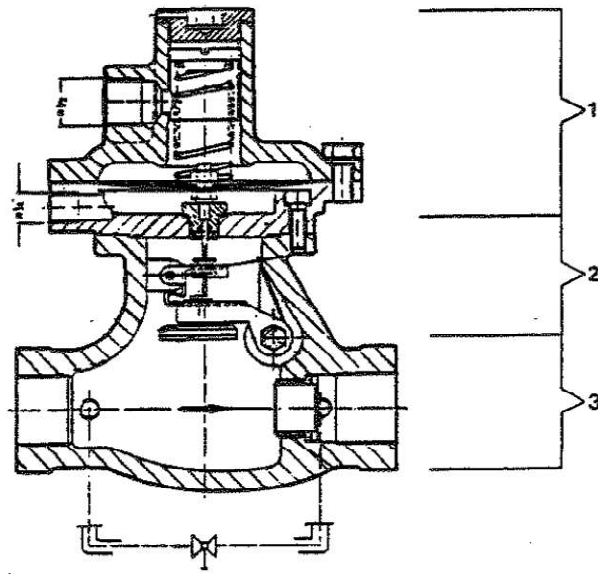
- το όργανο ελέγχου,
- ενδεχομένως το όργανο ζεύξης,
- το μηχανισμό κίνησης και
- το στοιχείο φραγής

Το όργανο ελέγχου είναι μια διάταξη, στην οποία συγκρίνεται η δέουσα τιμή της πίεσης απόκρισης με την επικρατούσα πίεση λειτουργίας. Όταν επιτευχθεί η ρυθμισμένη τιμή απόκρισης, δίνεται ένα σήμα ως μέγεθος εισόδου στο όργανο ζεύξης ή απ' ευθείας στο μηχανισμό κίνησης. Το όργανο ελέγχου συντίθεται από τη διάταξη μέτρησης, τη διάταξη σύγκρισης, τη διάταξη ρύθμισης και ενδεχομένως έναν ενισχυτή.

Το όργανο ζεύξης είναι μια διάταξη, η οποία ελευθερώνει τη δύναμη ρύθμισης του μηχανισμού κίνησης για την ενεργοποίηση του στοιχείου φραγής. Ενεργοποιείται από το σήμα εξόδου του οργάνου ελέγχου. Ο μηχανισμός κίνησης είναι μια διάταξη, η οποία επενεργεί επί του στοιχείου φραγής έτσι ώστε στις μεν αποφρακτικές διατάξεις ασφαλείας να φράσσεται η ροή αερίου, στις δε διατάξεις ασφαλείας απόρριψης να ελευθερώνεται ο μηχανισμός κίνησης, ο οποίος ενεργοποιείται από το όργανο ζεύξης ή (σε ορισμένες διατάξεις ασφαλείας απόρριψης) άμεσα από το όργανο ελέγχου. Συχνά ο μηχανισμός κίνησης και το στοιχείο φραγής αντιμετωπίζονται ως ενιαίο όργανο ρύθμισης.

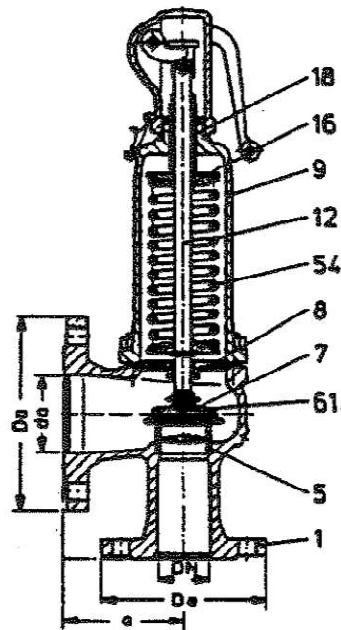
Οι διατάξεις ασφαλείας απαιτούν έναν ορισμένο χρόνο απόκρισης, από τη στιγμή της επίτευξης της τιμής ρύθμισης μέχρι τη φραγή ή την έναρξη ανοίγματος. Ορισμένες διατάξεις ασφαλείας χρησιμοποιούν δική τους ενέργεια (από την πίεση του αερίου, τη δύναμη ελατηρίου ή βάρους) για την κίνηση του στοιχείου φραγής. Υπάρχουν όμως και διατάξεις ασφαλείας, οι οποίες χρησιμοποιούν εξωτερική ενέργεια (μέσω ηλεκτροκινητήρα).

Στην αγορά συναντώνται διάφορες κατασκευαστικές διαμορφώσεις των αποφρακτικών διατάξεων ασφαλείας, σχήμα-22, και των διατάξεων ασφαλείας απόρριψης, σχήμα-23. Στις ασφαλιστικές διατάξεις φραγής τις κύριες παροχής αερίου υπάγονται οι μαγνητικές βαλβίδες, σχήμα-24. Αυτές έχουν έναν ηλεκτρομαγνήτη, ο οποίος περιλαμβάνει ένα πηνίο και μια άγκυρα, στην οποία είναι στερεωμένος ο δίσκος της βαλβίδας. Η ροή του αερίου ελευθερώνεται μετά από διέγερση του πηνίου (π.χ. από τον αυτοματισμό της εξυπηρετούμενης συσκευής), το οποίο ανυψώνει το δίσκο της βαλβίδας μέσω της άγκυρας. Η φραγή επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός κατάλληλου ελατηρίου. Η ρύθμιση της παροχής του αερίου γίνεται με ρύθμιση στραγγαλισμού, η οποία μπορεί να αλλάξει μόνο με εργαλείο.

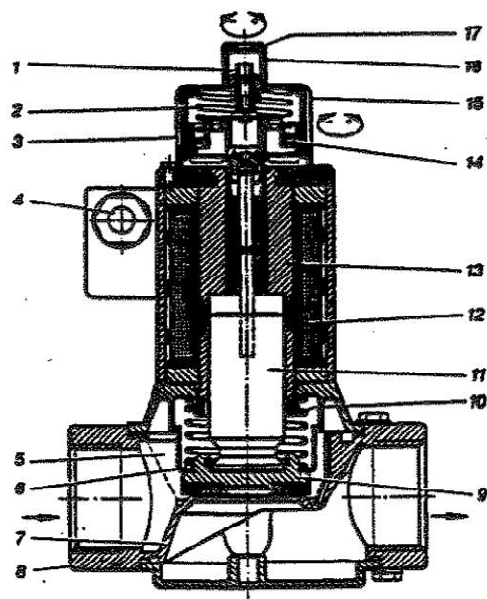


Σχήμα-22 Αποφρακτική διάταξη ασφαλείας

1. όργανο ελέγχου 2. όργανο ζεύξης 3. όργανο φραγής



Σχήμα-23 Διάταξη ασφαλείας απόρριψης



Σχήμα-24 Μαγνητική βαλβίδα αερίου

1. βελόνα ακροφυσίου 2. ελατήριο 3. κιτίο πέδης 4. σύνδεση καλωδίωσης 5. φίλτρο
6. απαγωγή ρύπων 7. έδρα βαλβίδας 8. κέλυφος βαλβίδας 9. δίσκος βαλβίδας με στεγανοποιητικό 10. ελατήριο φραγής 11. άγκυρα 12. μαγνήτης 13. κάψουλα μαγνήτη 14. έμβολο 15. κύρια ρύθμιση ποσότητας 16. προστατευτικό καπάκι με κορόνα ρύθμισης 17. ρύθμιση ταχείας κίνησης

Αν υπάρχει απαίτηση για διβάθμια λειτουργία ή αργό άνοιγμα, προφανώς η κατασκευή της μαγνητικής βαλβίδας έχει διαφορετική διαμόρφωση.

1.5 Λίγα λόγια για το Φυσικό Αέριο

Στο σημείο αυτό είναι σκόπιμο να ειπωθούν λίγα λόγια για το φυσικό αέριο, καθώς στη συνέχεια στο συγκεκριμένο σύγγραμμα θα ασχοληθούμε με δίκτυο παροχής φυσικού αερίου.

1.5.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου

Το φυσικό αέριο είναι ορυκτό καύσιμο, άρα η διαθεσιμότητά του εξαρτάται από την επάρκεια των κοιτασμάτων (οι σημερινές προβλέψεις είναι για 80 - 100 χρόνια). Δεν πρέπει να σχετίζεται

με υγραέριο βουτάνιο ή προπάνιο που είναι συνήθως παράγωγο καύσιμο από τα διυλιστήρια, επομένως η διαθεσιμότητά του εξαρτάται από την παραγωγική ικανότητα των διυλιστηρίων.

Το φυσικό αέριο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα (σχετική πυκνότητα περίπου 0.55). Σε περίπτωση, επομένως διαρροής διαφεύγει προς την ατμόσφαιρα. Το υγραέριο είναι βαρύτερο από τον αέρα (σχετική πυκνότητα περίπου 1.8).

Η Ανωτέρα Θερμογόνος Δύναμη του φυσικού αερίου κυμαίνεται από 9000 - 11000 Kcal/Nm³. Η Ανωτέρα Θερμογόνος Δύναμη του υγραερίου είναι υψηλότερη 23000 - 30000 Kcal/Nm³. Αυτό σε συνδυασμό με την διαφορετική σχετική πυκνότητα των δύο καυσίμων, σημαίνει ότι το φυσικό αέριο και το υγραέριο δεν είναι μεταξύ τους εναλλάξιμα, δηλαδή δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί το ένα σε καυστήρες που είναι σχεδιασμένοι για την καύση του άλλου.

Τα όρια ανάφλεξης του φυσικού αερίου είναι 4,5% - 15% (δηλαδή η καύση δεν μπορεί να διατηρηθεί εάν η περιεκτικότητα του αέρα σε φυσικό αέριο είναι εκτός αυτών των ορίων) ενώ του υγραερίου είναι 2% - 9,3%. Η τυπική σύσταση του φυσικού αερίου που εισάγεται στην Ελλάδα από την Αλγερία και τη Ρωσία φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

ΣΥΣΤΑΣΗ	ΡΩΣΙΚΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	ΑΛΓΕΡΙΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ
Περιεκτικότητα (% κ.ο.) σε :		
Μεθάνιο (C1)	98	91,2
Αιθάνιο (C2)	0,6	6,5
Προπάνιο (C3)	0,2	1,1
Βουτάνιο (C4)	0,2	0,2
Πεντάνιο (C5) και βαρύτερα	0,1	-
Αζωτο (N2)	0,8	1,0
Διοξείδιο του άνθρακα (CO2)	0,1	-
Ανωτέρα Θερμογόνος Δύναμη	από 8,600 kcal/Nm ³ εώς 9,200 kcal/Nm ³	από 9,640 kcal/Nm ³ εώς 10,650 kcal/Nm ³

Πίνακας- 1 Τυπική σύσταση φυσικού αερίου

Το φυσικό αέριο δεν περιέχει στερεά σώματα.

1.5.2 Η μεταφορά φυσικού αερίου

Οι εξελιγμένες τεχνολογίες επιτρέπουν σήμερα όχι μόνο διεθνή αλλά και διηπειρωτική μεταφορά φυσικού αερίου. Η μεταφορά μπορεί να γίνει σε αποστάσεις χιλιάδων χιλιομέτρων είτε με δίκτυα αγωγών θαμμένων ή και υποθαλάσσιων, είτε με τάνκερ σε υγροποιημένη μορφή (LNG= Liquefied Natural Gas). Το 1993 το 24 % του φυσικού αερίου μεταφέρθηκε σε υγροποιημένη μορφή. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο βρίσκεται υπό ατμοσφαιρική πίεση και θερμοκρασία - 162°C.

1.5.2.1 Το Ελληνικό δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου

Το ελληνικό δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου, το οποίο κατασκευάζεται από τη Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (ΔΕΠΑ), προβλέπεται να διαμορφωθεί όπως δείχνεται στο σχήμα 25.

Φυσικό αέριο εισάγεται από τη Ρωσία και την Αλγερία. Το αέριο από τη Ρωσία μεταφέρεται μέσω του δικτύου μεταφοράς με σύνδεση στον Προμαχώνα στα ελληνοβουλγαρικά σύνορα. Το αέριο από την Αλγερία μεταφέρεται υγροποιημένο με τάνκερ. Προβλέπεται, ότι, μετά την πλήρη ανάπτυξη της υποδομής, θα καταναλίσκονται $3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ ανά έτος, από τα οποία το 80 % θα προέρχεται από τη Ρωσία.

Η αναγκαία υποδομή περιλαμβάνει :

- Έναν κύριο χαλύβδινο αγωγό μεταφοράς 520 km από τη Βουλγαρία μέχρι την Αττική με διαμέτρους 30-36 inch. Παράπλευροι αγωγοί συνολικού μήκους 400 km θα μεταφέρουν το αέριο στα κέντρα κατανάλωσης.
- Έναν τερματικό σταθμό υγροποιημένου φυσικού αερίου, αποτελούμενο από δύο δεξαμενές αποθήκευσης 65.000 m^3 έκαστη, εγκαταστάσεις εκφόρτωσης, κρυογενικές εγκαταστάσεις, εγκαταστάσεις εξαερίωσης κλπ.
- Δίκτυα μεταφοράς και διανομής από χαλύβδινους και πλαστικούς σωλήνες στους καταναλωτές σε πρώτη φάση 4.000 km.

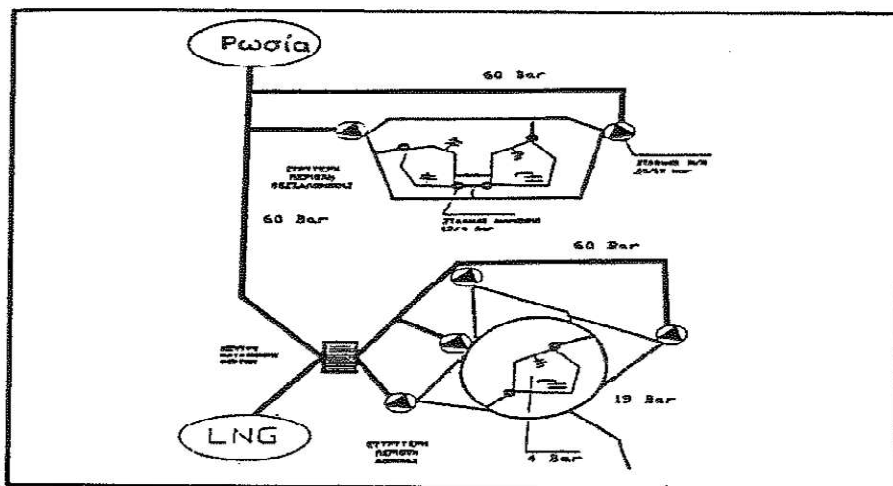


Σχήμα-25 Το Ελληνικό δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου. Γεωγραφική απεικόνιση

Ο κύριος αγωγός μεταφοράς είναι χαλύβδινος και θα μεταφέρει το αέριο υπό (υπέρ)πίεση 60-70 bar. Το όλο έργο εκτιμήθηκε ότι θα κοστίσει 1,5 δισεκατομμύρια USD σε τιμές 1990.

1.5.3 Η διανομή του φυσικού αερίου

Το φυσικό αέριο για να διανεμηθεί πρέπει κατ' αρχή να μειωθεί η πίεσή του. Η μείωση της πίεσης γίνεται σε ειδικούς σταθμούς από την υψηλή πίεση των 60 bar του αγωγού μεταφοράς σε μέση πίεση 19 bar και το αέριο παρέχεται στους δακτυλίους κατανομής (σχήμα-26), οι οποίοι είναι επίσης χαλύβδινι. Η μορφή του δικτύου διανομής εξαρτάται από την περιοχή τροφοδοσίας (αστική ή βιομηχανική), από τις πιέσεις λειτουργίας και από τη μορφή των δακτυλίων κατανομής. Οι δακτύλιοι κατανομής καταλήγουν σε τομείς διανομής, όπου το αέριο παρέχεται μετά από μείωση της πίεσης από τα 19 bar σε 4 bar σε σταθμούς διανομής. Οι τομείς οριοθετούνται για παροχή αιχμής 10.000 m³/h, είναι απομονώσιμοι και ανεξάρτητοι μεταξύ τους, τροφοδοτούνται συνήθως από δύο σταθμούς και οι αγωγοί τους είναι πλαστικοί (πολυαιθυλένιο). Η διανομή στους τομείς γίνεται σε δίκτυα δενδριτικής μορφής. Ο καταναλωτής θα παραλαμβάνει το αέριο στην επιθυμητή πίεση μετά από μείωση της πίεσης μέσω καταλλήλων συσκευών ρύθμισης της πίεσης. Για την οικιακή κατανάλωση προβλέπεται (υπέρ)πίεση τροφοδοσίας 23 mbar. Τα εσωτερικά δίκτυα θα είναι μεταλλικά.



Σχήμα-26 Σχηματική παράσταση των δικτύων διανομής Αθήνας και Θεσσαλονίκης

1.5.4 Φυσικό αέριο και ποιότητα περιβάλλοντος

Σήμερα είναι κοινή συνείδηση η ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος. Αυτή είναι ένα εκτενές ζήτημα, το οποίο περιλαμβάνει όχι μόνον την πρόληψη μόλυνσης του αέρα, των υδάτων και του εδάφους, αλλά και τη διατήρηση του τοπίου, την επίλυση των προβλημάτων των σχετιζομένων με τα στερεά απόβλητα και τα λύματα και τη μείωση των ενεργοβόρων μεταφορών με τις έντονες εκπομπές ρύπων.

Το φυσικό αέριο, άχρωμο και άοσμο μίγμα αερίων, αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (άνω του 90%), από μικρότερες ποσότητες αιθανίου, προπανίου και βουτανίου καθώς και από άζωτο και διοξείδιο του άνθρακα. Δεν περιέχει ουσιαστικά ενώσεις του θείου (ή εν ανάγκη αποθειώνεται), οργανικά συνδεδεμένο άζωτο ή βαρέα μέταλλα. Λόγω της σύστασης του είναι το φιλικότερο για το περιβάλλον ορυκτό καύσιμο. Τα οικολογικά πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου είναι :

- καμία διεργασία μετατροπής
- μεταφορά στην ξηρά μέσα στο έδαφος
- μη δηλητηριώδες για το έδαφος και τα ύδατα
- σχεδόν καθαρό από θείο
- καθαρό από οργανικά συνδεδεμένο άζωτο
- καθαρό από σκόνη
- καθαρό από βαρέα μέταλλα
- καύση χωρίς παραγωγή βλαβερών ουσιών
- καύση με σχετικά χαμηλή παραγωγή CO₂
- καύση χωρίς παραγωγή αιθάλης
- κανένα πρόβλημα επεξεργασίας καυσαερίων

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω οικολογικά πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα έχει στραφεί προς τη χρήση του σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές. Μια από τις πιο σημαντικές εφαρμογές είναι αυτή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς καύσης αερίου. Στην Ελλάδα βρίσκει εφαρμογή στον ΑΗ.Σ Κομοτηνής, ο οποίος είναι ένας σταθμός συνδυασμένου κύκλου με παραγόμενη ισχύ 484,6MW και χρησιμοποιεί σαν καύσιμη ύλη το φυσικό αέριο.

1.6 Καθορισμός των προβλημάτων σωληνώσεων

1.6.1 Διάβρωση σωληνώσεων

Στο σημείο αυτό θα αναφερθούμε στη διάβρωση των σωληνώσεων. Εσωτερική διάβρωση εμφανίζεται όταν τα στοιχεία της διάβρωσης έρχονται σε επαφή και ιδιαίτερα όταν ο σωλήνας μεταφέρει νερό, διάφορα διαλύματα νερού, υγρό αέριο, ή νερό σε οποιαδήποτε μορφή. Η εξωτερική διάβρωση συσχετίζεται με το περιβάλλον στο οποίο ο σωλήνας είναι τοποθετημένος, με τους διαφορετικούς κλιματολογικούς όρους του αέρα και με την ποιότητα του χώματος.

Τα είδη διάβρωσης σε σωληνώσεις είναι τα εξής :

- Γενική διάβρωση
- Τοπική διάβρωση
- Ρωγμές
- Διμεταλλική διάβρωση
- Διάβρωση πίεσης
- Διάβρωση λόγω καταπόνησης
- Υπόγεια διάβρωση
- Μικροβιολογική διάβρωση (βακτήρια)
- Διάβρωση λόγω μεταβαλλόμενου ρεύματος

1.6.2 Μέθοδοι προστασίας διάβρωσης

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση της διάβρωσης προέρχονται από τους γενικούς μηχανισμούς της διάβρωσης. Μπορούν να χωριστούν σε πέντε κύριες κατηγορίες :

- (α) Μεταλλουργική μέθοδος ή επιλογή υλικών
- (β) Χημικές μέθοδοι
- (γ) Μέθοδοι που σκοπό έχουν να κρατήσουν το περιβάλλον και το μέταλλο χωριστά με τη βοήθεια μιας στεγανής μεμβράνης, όπως ένα οργανικό επίστρωμα
- (δ) Ηλεκτροχημικές μέθοδοι όπως η καθοδική προστασία
- (ε) Σχεδιασμός

Πιο συγκεκριμένα οι αγωγοί αερίου από χυτοσίδηρο και χάλυβα πρέπει ανάλογα προς τις συνθήκες λειτουργίας (δραστικό περιβάλλον) να προστατεύονται έναντι διάβρωσης. Η προστασία είναι παθητική (για το χυτοσίδηρο και το χάλυβα) ή και ενεργητική (για το χάλυβα). Το είδος της προστασίας διάβρωσης πρέπει να είναι ανάλογο προς τις αναμενόμενες μηχανικές και διαβρωτικές καταπονήσεις. Οι σωληνώσεις από χαλκό συνήθως δεν απαιτούν προστασία έναντι διάβρωσης, ενώ στις σωληνώσεις από πλαστικά απαιτείται προστασία των τυχόν μεταλλικών εξαρτημάτων.

1.6.3 Απώλειες πίεσης σωληνώσεων

Σε όλους τους τύπους ροών στις σωληνώσεις συναντώνται απώλειες τριβής, το μέγεθος των οποίων εξαρτάται από το υλικό των σωλήνων, τα χαρακτηριστικά του ρευστού που μεταφέρεται και την διάμετρο των σωλήνων. Είναι σημαντικό να υπολογιστούν αυτές οι απώλειες πίεσης πριν από την κατασκευή των σωληνώσεων για να επιλεγεί η βέλτιστη αντλία ώστε η λειτουργία του συστήματος να είναι η βέλτιστη δυνατή. Για περισσότερες πληροφορίες ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στο εγχειρίδιο "Pipe protection-A review of current practice R Galka and APJ Yates 2nd Edition-BHRA 1984".

1.6.4 Διαρροή σωληνώσεων

Πολύ συχνό φαινόμενο σε συστήματα δικτύων είναι η διαρροή του μεταφερόμενου μέσου είτε εξαιτίας αστοχίας της σύνδεσης είτε λόγω καταπόνησης. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να επιφέρει σοβαρές βλάβες στο σύστημα και στο περιβάλλον όταν πρόκειται για μέσο υψηλού κινδύνου όπως πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Υπάρχουν πολλοί τρόποι ανίχνευσης διαρροών. Οι πιο βασικοί παρατίθενται στη συνέχεια.

1.6.4.1 Ακουστικές μέθοδοι εντοπισμού διαρροών

Κατά την έξοδο του μέσου από την πηγή της διαρροής δημιουργείται χαρακτηριστικός ήχος. Η καταγραφή του ήχου αυτού αποτελεί τη βάση των μεθόδων εντοπισμού. Ο εξοπλισμός εντοπισμού αποτελείται από μια πλήρη σειρά υπερσύγχρονων ηλεκτρονικών και μηχανικών οργάνων που συλλαμβάνουν, καταγράφουν και επεξεργάζονται τον ήχο.

1.6.4.2 Μέτρηση θερμοκρασίας για τον εντοπισμό διαρροών

Και μόνο η μέτρηση της θερμοκρασίας επιφανειών είναι συχνά αρκετή για να διαπιστώσουμε προβλήματα. Η ασυνήθιστη άνοδος της θερμοκρασίας σε σημεία μιας επιφάνειας, εκτός των προβλεπόμενων ορίων, αποτελεί σαφή ένδειξη δυσλειτουργίας / προβλήματος που υφίσταται την παρούσα χρονική στιγμή ή πρόκειται να παρουσιαστεί στο εγγύς μέλλον. Οι προγραμματισμένοι έλεγχοι θερμοκρασίας μας δείχνουν ακριβώς τα πιθανά ή υπάρχοντα προβλήματα και μας επιτρέπουν να διενεργήσουμε γρήγορα τις απαραίτητες επισκευές πριν η κατάσταση οδηγηθεί στο στάδιο καταστροφής του δικτύου.

1.6.4.3 Σύστημα ανίχνευσης διαρροών βασιζόμενο στην εκπομπή παλμών υψηλής ταχύτητας

Το υπόγειο δίκτυο διανομής διαθέτει σύστημα ανίχνευσης εντοπισμού διαρροών, με σκοπό τον έγκαιρο εντοπισμό υγρασίας στη μόνωση των σωλήνων (λόγω αστοχίας του χαλυβδοσωλήνα ή εισροής υγρασίας από το περιβάλλον έδαφος). Το σύστημα ανίχνευσης διαρροών (Σ.Α.Δ.) αποτελείται από ένα σύνολο υλικών, εξαρτημάτων και παρελκόμενων συναρμολογημένων μεταξύ τους έτσι ώστε να είναι ικανό αυτό να λειτουργήσει. Το Σ.Α.Δ. αναπτύσσεται σε όλα τα τμήματα και κλάδους του δικτύου θερμού νερού των αγωγών.

Για περισσότερες πληροφορίες ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει σε διπλωματική του Αγραφιώτη Απόστολου Τμήματος Μηχανικών Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων-Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας με θέμα « Δίκτυα Μεταφοράς Θερμικής Ενέργειας: Σύγκριση δύο συστημάτων ανίχνευσης διαρροών ».

1.7 Ανάλυση δικτύων

Έχοντας υπόψη όλα τα παραπάνω μπορεί κανείς να διαπιστώσει ότι το να κατασκευαστεί ένα δίκτυο παραγωγής, μεταφοράς, διανομής ή παροχής απαιτείτε συστηματική δουλειά και πλήρη ανάλυση όλων των δεδομένων και παραμέτρων που υπεισέρχονται. Επειδή όμως η συγκεκριμένη εργασία είναι πολύ επίπονη και χρονοβόρα έχουν αναπτυχθεί διάφορα προγράμματα ανάλυσης τα οποία είναι ικανά να δώσουν λύσεις σε πολλά προβλήματα.

Στη παγκόσμια αγορά κυκλοφορούν από πολλές εταιρείες πακέτα προγραμμάτων για τέτοιου είδους αναλύσεις. Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά μερικά από αυτά :

1) Water Cad :

Με το Water CAD, μπορεί κανείς να δημιουργήσει δίκτυα από την αρχή χρησιμοποιώντας απλά εργαλεία σχεδιαγράμματος ή τις υπάρχουσες πηγές στοιχείων για να βελτιώσει δραστικά την ανάπτυξης της πρότυπης διαδικασίας.

Το Water CAD είναι ένα πλήρες γεωγραφικό σύστημα διαχείρισης πληροφοριών, οικονομικά αποδοτικό. Τα στοιχεία του Water CAD είναι πλήρως προσιτά σε όλα τα εργαλεία AutoCAD και στις εντολές. Με το Water Cad μπορεί κανείς να αναλύει την ποιότητα νερού, να καθορίζει τις απαιτήσεις ύδατος, να βαθμονομεί τα μεγάλα δίκτυα διανομής χρησιμοποιώντας τα ισχυρά υδραυλικά εργαλεία ανάλυσης του συγκεκριμένου προγράμματος.

Το Water CAD παρέχει τα εργαλεία διαχείρισης στοιχείων που είναι απαραίτητα για τη διαχείριση του μεγάλου αριθμού στοιχείων που απαιτούνται για την υδραυλική διαμόρφωση. Με προσαρμόσιμες ικανότητες υποβολής εκθέσεων, με γραφικές παρουσιάσεις, και εξαιρετικές διαγνωστικές ικανότητες, ανάλυση στοιχείων και λήψη αποφάσεων, το Water Cad είναι ένα από τα πιο εύχρηστα προγράμματα.

Το Water CAD είναι ένα εξειδικευμένο εργαλείο που επιτρέπει στους μηχανικούς και τους υπεύθυνους για τη λήψη αποφάσεων να αναλύουν και να διαχειρίζονται δίκτυα διανομής με πρωτοφανή ακρίβεια και αποδοτικότητα. Παρέχει ένα περιβάλλον διαμόρφωσης για την κατασκευή του δικτύου σωληνώσεων είτε από την αρχή είτε με τη χρησιμοποίηση πηγών ή στοιχείων που ήδη υπάρχουν. Μπορούν να δημιουργηθούν πρότυπα, να επεξεργασθούν, και να υπολογιστούν μέσα στο περιβάλλον GIS. Το Water CAD παρέχει τα εργαλεία για ανάλυση δεδομένων σε δίκτυα.

www.haestad.com

2) Pipe-Flo:

Κατά την ανάλυση ενός συστήματος σωληνώσεων είναι σημαντικό να γίνεται κατανοητή η αλληλεπίδραση των σωληνώσεων, των αντλιών, των στοιχείων και των συστημάτων ελέγχου. Το PIPE-FLO είναι ένα λογισμικό ανάλυσης ροής που σχεδιάζει, βελτιστοποιεί και ανιχνεύει

λάθη σε συστήματα σωληνώσεων ώστε να υπάρχει μια σαφή εικόνα των διαδικασιών στο σύστημα. Επιπλέον, χρησιμοποιώντας το Pipe-Flo μπορεί κανείς να κερδίσει χρόνο, να ελαχιστοποιήσει τις λειτουργικές δαπάνες και να μεγιστοποιήσει την παραγωγικότητα, να σχεδιάσει συστήματα σωληνώσεων και μεμονωμένες σωληνώσεις, να υπολογίσει πιέσεις και τα ποσοστά ροής, να επιλέξει αντλίες, βαλβίδες ελέγχου και μετρητές ροής. Προσομοιώνει την αλληλεπίδραση σωληνώσεων, αντλιών, στοιχείων και συστημάτων ελέγχου στο δίκτυο.



Σχήμα-27 Σωληνώσεις σε βιομηχανίες

(www.eng-software.com)

3) Ori-Flo:

Ο μετρητής ροής παρέχει μια διαφορική πίεση που συσχετίζεται με ένα γνωστό ποσοστό ροής μέσω του μετρητή. Το ORI-FLO υπολογίζει το μέγεθος ενός ανοίγματος σε έναν μετρητή ροής για να επιτύχει την επιθυμητή πτώση πίεσης στις συνθήκες της απαιτούμενης ροής. Το πρόγραμμα υποστηρίζει Venturi, ακροφύσια, και τους επίπεδους μετρητές ροής διαφορικής πίεσης. Το ORI-FLO μπορεί, επίσης, να υπολογίσει ένα στόμιο για να παράσχει μια σταθερή, μη-ανακτήσιμη πτώση πίεσης, για χρήση στην εξισορρόπηση των ποσοστών ροής. Στο ORI-FLO, το ποσοστό ολικής ροής μέσω του μετρητή είναι σταθερό όσον αφορά το χρόνο. Με άλλα λόγια, η ροή δεν υπόκειται στον διαφοροποιήσεις.

Το πρόγραμμα ORI-FLO είναι σχεδιασμένο για να παράσχει ένα γρήγορο και αποτελεσματικό τρόπο στον υπολογισμό μετρητών ροής διαφορικής πίεσης χρησιμοποιώντας τις τυποποιήσεις

που υπάρχουν οι οποίες προήλθαν από έρευνες ειδικευμένων επιτροπών (American Society of Mechanical Engineers standard ASME MFC-3M-1989 και της ερευνητικής επιτροπής μηχανολόγων μηχανικών σε ροόμετρα, με τίτλο θεωρείας και εφαρμογές, 6^η έκδοση).

4) Con-Flo:

Στο CON-FLO, μια βαλβίδα ελέγχου ορίζεται ως μια βαλβίδα εγκατεστημένη σε σειρά για να ελέγχει ή να ρυθμίζει την ροή του ρευστού. Η ταξινόμηση και η επιλογή των βαλβίδων είναι βασισμένες σε πολλές μεταβλητές αναφορικά με τα συστήματα σωληνώσεων. Το πρόγραμμα CON-FLO αναλύει την λειτουργία της βαλβίδας λαμβάνοντας υπόψη τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του συστήματος.

Το CON-FLO δεν εκτελεί μια ανάλυση του όλου βρόχου ελέγχου. Ένα συγκεκριμένο πεδίο ανάλυσης περιλαμβάνει το σύστημα σωληνώσεων, τη βαλβίδα ελέγχου, τον ενεργοποιητή, και τον μηχανισμό ελέγχου υπό σταθερές συνθήκες. Οι περισσότερες εφαρμογές βαλβίδων ελέγχου δεν απαιτούν μια πλήρη ανάλυση βρόχων. Στην πράξη, η υδραυλική ανάλυση του συστήματος έχει καλύτερα αποτελέσματα στην κατάλληλη επιλογή και τη λειτουργία της βαλβίδας.

Το πρόγραμμα CON-FLO χρησιμοποιείται από κοινού με τα άλλα προγράμματα παρέχοντας μια λεπτομερή υδραυλική ανάλυση του συστήματος και την επίδραση της βαλβίδας. Το πρόγραμμα CON-FLO είναι σχεδιασμένο για να παράσχει γρήγορα και με αποτελεσματικό τρόπο στο να υπολογίζει διάφορες βαλβίδες.

5) Fortran

Η Fortran είναι μια από τις ισχυρότερες γλώσσες προγραμματισμού με εφαρμογή σε πολλούς τομείς των μηχανικών. Συγκεκριμένα με αυτή τη γλώσσα προγραμματισμού έχει κανείς τη δυνατότητα να επιλύσει πλήθος εξισώσεων για διάφορα συστήματα. Αναφορικά με δίκτυα σωληνώσεων η Fortran παρέχει τη δυνατότητα στον ενδιαφερόμενο, χρησιμοποιώντας μεθόδους όπως η Newton-Raphson και η Hardy Cross, να επιλύσει σύστημα εξισώσεων οι οποίες περιγράφουν συγκεκριμένο δίκτυο. Περαιτέρω ανάλυση για τις παραπάνω μεθόδους μπορεί ο αναγνώστης να ανατρέξει στο εγχειρίδιο του Δημήτριου Παπαντώνη Καθηγητή ΕΜΠ Υδροδυναμικές Εγκαταστάσεις (Εκδόσεις Συμμεών Αθήνα 1998).

6) Flowmaster 2

Το Flowmaster 2 περιλαμβάνει μια περιεκτική σειρά προγραμμάτων που έχουν σχεδιαστεί για την ανάλυση ροής σε συστήματα σωληνώσεων. Χρησιμοποιεί μια γραφική μέθοδο διεπαφής (Graphical User Interface) που επιτρέπει στο χρήστη να σχεδιάσει γρήγορα και να προσομοιώσει τη συμπεριφορά της ροής σε σύνθετα συστήματα. Περισσότερη ανάλυση για το συγκεκριμένο πρόγραμμα θα γίνει σε επόμενο κεφάλαιο.

1.8 Σύντομη περιγραφή της εργασίας

Η συγκεκριμένη εργασία μπορεί να διαχωριστεί σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος γίνεται μια θεωρητική ανάλυση και έρευνα σε συστήματα μεταφοράς υδρογονανθράκων. Με την έρευνα αυτή ο αναγνώστης αποκτά πληροφορίες όπως για παράδειγμα για τα είδη βαλβίδων και συνδέσεων των σωληνώσεων, ώστε να είναι σε θέση να κατανοεί την ορολογία που πρόκειται να ακολουθήσει. Γίνεται, επίσης, αναφορά στα προβλήματα που συναντώνται σε δίκτυα μεταφοράς και σε μεθόδους επίλυσης τους. Τέλος, γίνεται και μια πλήρη αναφορά στο λογισμικό Flowmaster, πρόγραμμα που θα χρησιμοποιηθεί στην συνέχεια. Έτσι, ο αναγνώστης αποκτά το θεωρητικό υπόβαθρο αναφορικά με δίκτυα και συστήματα μεταφοράς και διανομής, γεγονός απαραίτητο για την κατανόηση του πρακτικού μέρους της συγκεκριμένης εργασίας

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας γίνεται η προσπάθεια να περιγραφεί και να αναλυθεί με τη βοήθεια του προγράμματος Flowmaster το δίκτυο παροχής φυσικού αερίου σε αεριοστρόβιλο του ΑΗ.Σ Κομοτηνής. Σκοπός είναι να δημιουργηθεί ένα υπολογιστικό μοντέλο με το οποίο θα είμαστε σε θέση να υπολογίσουμε διάφορα σενάρια στο σύστημα (μόνιμη ροή, μεταβατική) και να λάβουμε αποτελέσματα που θα βοηθήσουν στη καλύτερη κατανόηση του συστήματος και στην αντιμετώπιση προβλημάτων. Μετά από αυτό ο αναγνώστης είναι σε θέση να εφαρμόσει στην πράξη το λογισμικό Flowmaster σε οποιοδήποτε σύστημα.

1.9 Δομή της εργασίας

Στο 1^ο Κεφάλαιο γίνεται μια γενική αναφορά στα είδη σωλήνων και συνδέσεων, σε βαλβίδες και εξαρτήματα καθώς επίσης και στα προβλήματα που εμφανίζονται σε αγωγούς και ποιοι τρόποι αντιμετώπισης υπάρχουν. Τέλος, παρατίθενται λίγα λόγια για το φυσικό αέριο και διάφορα προγράμματα ανάλυσης δικτύων. Στο 2^ο Κεφάλαιο θα αναφερθούμε γενικά στον ΑΗ.Σ Κομοτηνής περιγράφοντας τα μέρη από τα οποία αποτελείται. Το 3^ο Κεφάλαιο έχει να κάνει με το λογισμικό Flowmaster. Θα γίνει, λοιπόν, μια σύντομη περιγραφή των δυνατοτήτων αυτού του προγράμματος και θα παρουσιαστεί ένα παράδειγμα, ώστε ο αναγνώστης να κατανοήσει τον τρόπο λειτουργίας του συγκεκριμένου λογισμικού. Στο 4^ο Κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά το δίκτυο τροφοδοσίας του αεριοστροβύλου του ΑΗ.Σ Κομοτηνής και χρησιμοποιείται το συγκεκριμένο πρόγραμμα για την ανάλυσή του σε διάφορα σενάρια σχετικά με τη ροή (μόνιμη, μεταβατική). Τέλος, στο 5^ο Κεφάλαιο παρατίθενται τυποποιήσεις σωληνώσεων.

2 Σύστημα τροφοδοσίας αεριοστρόβιλου στον ΑΗ.Σ Κομοτηνής

2.1 Περιγραφή του ΑΗ.Σ Κομοτηνής

Ο Σταθμός Συνδυασμένου Κύκλου Κομοτηνής κατασκευάστηκε το 1999 και άρχισε να λειτουργεί το 2000. Συγκροτείται από δύο αεριοστρόβιλους τύπου GT13E2 του Οίκου ALSTOM Power, οι οποίοι δύναται να λειτουργούν και σε ανοικτό κύκλο αποδίδοντας ο καθένας ισχύ 160MW περίπου.

Τα θερμά (560°C) καυσαέρια των δύο αεριοστρόβιλων, όταν ο Σταθμός λειτουργεί σε Συνδυασμένο Κύκλο, αντί να οδηγούνται στην ατμόσφαιρα, διοχετεύονται σε δύο λέβητες ανακτήσεως θερμότητας, όπου παράγεται ατμός υψηλής πίεσης, χωρίς την κατανάλωση προσθέτου καυσίμου.

Ο παραγόμενος ατμός τροφοδοτεί ατμοστρόβιλο κατασκευής του Οίκου ANSAL ο οποίος παρέχει μια πρόσθετη ισχύ των 175 MW σε λειτουργία Συνδυασμένου Κύκλου. Οι αεριοστρόβιλοι χρησιμοποιούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας φυσικό αέριο, το οποίο παραδίδεται εντός του χώρου του Σταθμού από το δίκτυο μεταφοράς της ΔΕΠΑ. Σε περίπτωση ανάγκης οι αεριοστρόβιλοι έχουν την δυνατότητα να λειτουργήσουν με πετρέλαιο ντίζελ από τις δεξαμενές αποθήκευσης του Σταθμού.

Τα επιμέρους μέρη του σταθμού είναι :

- 1) Δύο αεριοστρόβιλοι
- 2) Δύο λέβητες ανάκτησης θερμότητας
- 3) Ένας ατμοστρόβιλος
- 4) Κύριο ψυγείο (συμπυκνωτής)
- 5) Κύκλωμα ψύξης
- 6) Πύργος ψύξης
- 7) Δίκτυο παροχής φυσικού αερίου
- 8) Έλεγχος DCS
- 9) Σύνδεση με το δίκτυο
- 10) Απόβλητα

- 11) Σύστημα επεξεργασίας νερού
- 12) Συστήματα ασφαλείας

Παρακάτω ακολουθεί η περιγραφή των παραπάνω τμημάτων

2.1.1 Αεριοστρόβιλοι

2.1.1.1 Γενικά

Όπως προαναφέρθηκε ο σταθμός αποτελείται από δύο αεριοστρόβιλους τύπου GT13E2 με 21βάθμιο υποηχητικό αξονικό συμπιεστή με μεταβλητά οδηγητικά πτερύγια εισαγωγής τύπου VIGV και με 5βάθμιο στρόβιλο, ο οποίος αποτελείται από αερόψυκτα πτερύγια . Ο θάλαμος καύσης του είναι ενιαίος δακτυλοειδής με 72 καυστήρες E.V (βλέπε σχήμα overview GT11).Ο καθένας από αυτούς έχει ονομαστική ισχύ 157,5MW. Οι ονομαστικές συνθήκες που λειτουργούν οι δυο αεριοστρόβιλοι φαίνονται παρακάτω :

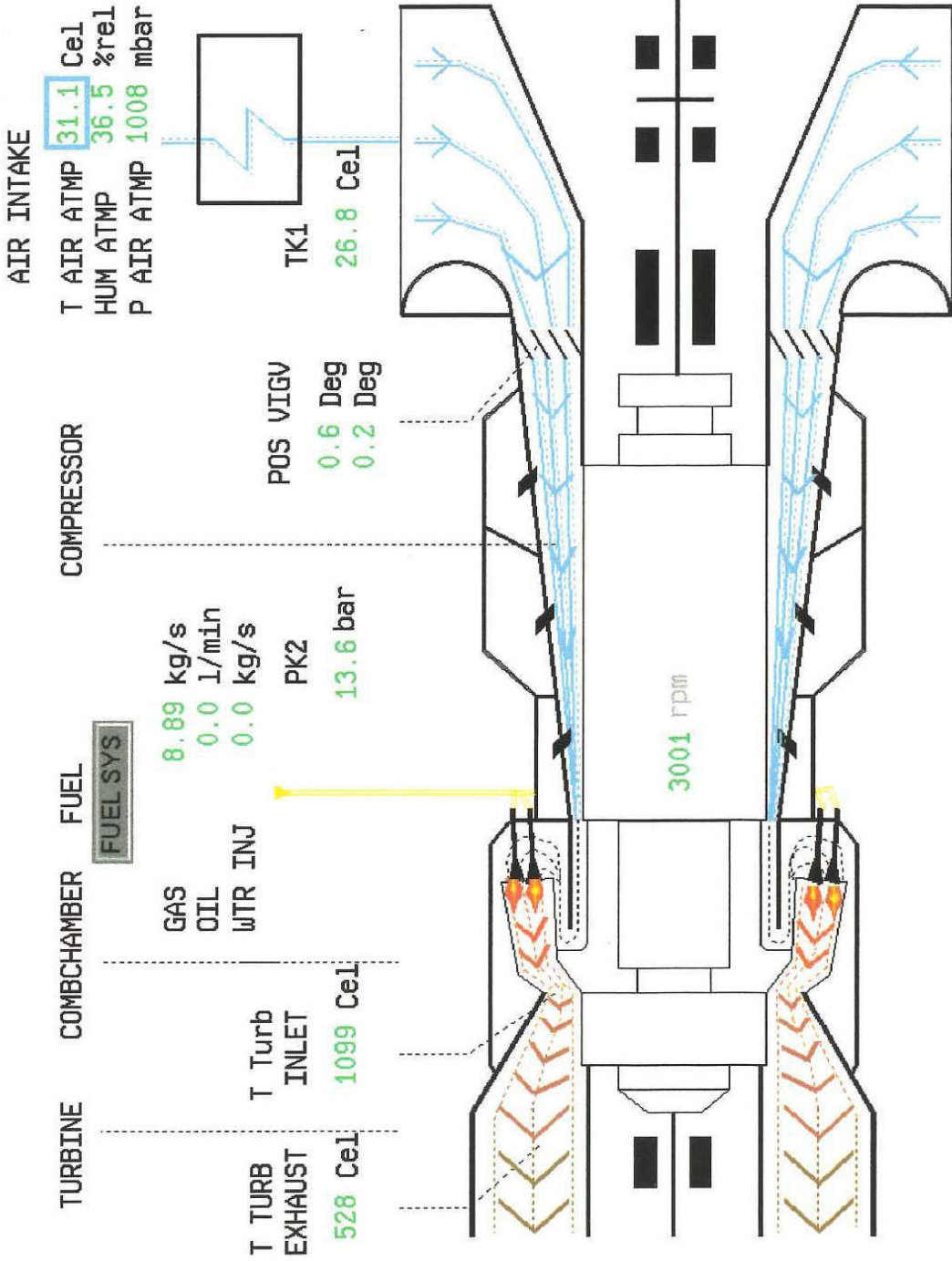
	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΙΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ- °C	-17	15	40
ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ- bar	0,99	1,013	1,025
ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	17	60	100

Πίνακας-2 Ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας αεροστροβίλων

Η εγκατάσταση του αεριοστροβίλου είναι πλήρως εξοπλισμένη για λειτουργία διπλού καυσίμου. Το κύριο καύσιμο είναι φυσικό αέριο και το εφεδρικό πετρέλαιο ντίζελ. Από τη καύση του φυσικού αερίου στον αεριοστρόβιλο παράγονται θερμά καυσαέρια τα οποία είτε διοχετεύονται στους λέβητες, οπότε μιλάμε για σύστημα συνδυασμένου κύκλου[CC], είτε αποβάλλονται στην ατμόσφαιρα, οπότε μιλάμε για ανοικτό σύστημα [SC]. Ο σταθμός λειτουργεί συνήθως σε συνδυασμένο κύκλο όπου η απόδοση του κύκλου φτάνει περίπου στο 48%, ενώ όταν λειτουργεί σε ανοικτό κύκλο μειώνεται σε 33%.

Overview GT11

GT11 1



PROT
CONTR

GEN/ELEC
SYNC



P 151 MW
REL P 99.1 %
Q 37.5 Mvar
TRIP
PLS/T

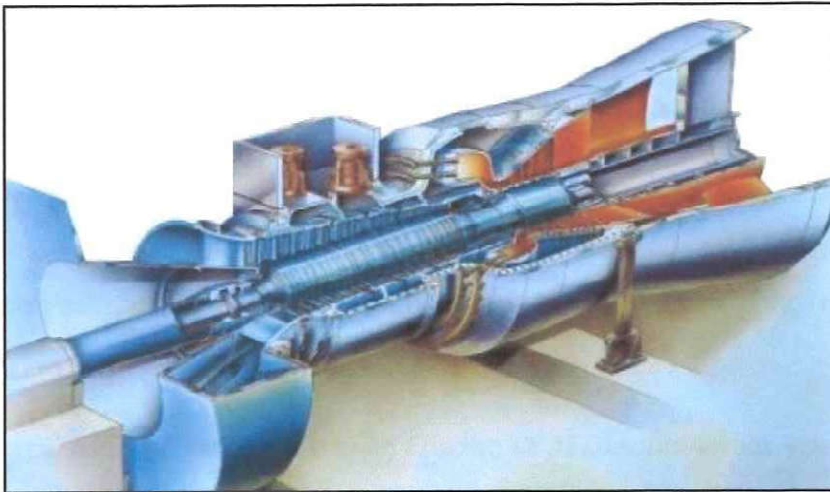
P EXH 38.8 mbar
LUBE OIL
SHAFT

Mimics Trends Display Hardcopy

Areas Groups Display System

Loops System

ABB



Σχήμα -28 Τομή αεροστροβίλου

2.1.1.2 Μηχανολογική αρχή του αεροστροβίλου

Ακολουθεί σύντομη περιγραφή των επιμέρους συστημάτων:

- Τριβάθμιο σύστημα εισαγωγής αέρα αποτελούμενο από φυγοκεντρικό απαγωγέα (με ανεμιστήρες απαγωγής κόνεως), φίλτρο έλξης κόνεως και φίλτρο πολύ λεπτών σωματιδίων. Ακόμα συμπεριλαμβάνει θυρίδες ασφαλείας, σιστήρες, κυλιόμενη θύρα, παγίδα πουλιών, καλύπτρα καιρού και ανυψωτικό παλάγκο.
- Αντιπαγωτικό σύστημα που χρησιμοποιεί αέρα από την εξαγωγή του συμπιεστή για την προθέρμανση του αέρα εισαγωγής σε συνθήκες ψύχους και υγρασίας για την αποφυγή δημιουργίας πάγου στο φίλτρο μεταβλητών οδηγητικών πτερυγίων εισαγωγής (VIGV) και στις πρώτες βαθμίδες του συμπιεστή.
- Το θερμικό συγκρότημα αποτελούμενο από :
 - α) 21βάθμιο υποηχητικό συμπιεστή με μια σειρά VIGV .
 - β) Ενιαίο δακτυλιοειδή θάλαμο καύσης με 72 καυστήρες EV.
 - γ) Πενταβάθμιο αερόψυκτο στρόβιλο (με ψυχόμενα σταθερά πτερύγια 1^{ης} και 2^{ης} βαθμίδας και ψυχόμενα κινητά πτερύγια 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} βαθμίδας).
- Σύστημα εκφύσησης (Blow off) αποτελούμενο από 4 βαλβίδες σε τρεις βαθμίδες και σιγαστήρα.

- Αγωγό εξαγωγής προς καμινάδα by-pass και προς λέβητα ανάκτησης θερμότητας (HRSG) με σιγαστήρα και εκτροπέα καυσαερίων για επιλογή συνδυασμένου κύκλου (CC) ή απλού κύκλου (SC).

- Συγκρότημα καυσίμου-αερίου αποτελούμενο από τον εξοπλισμό για απομόνωση δικτύου φιλτραρίσματος του αερίου και ανακουφιστικό πίεσης (παρέχει το φυσικό αέριο προς το συγκρότημα των ρυθμιστικών βαλβίδων.

- Συγκρότημα πετρελαίου με αντλία Υψηλής Πίεσης (Υ.Π), απομονωτικό γραμμής, φίλτρο και γραμμή επιστροφής (παρέχει το πετρέλαιο προς το συγκρότημα των ρυθμιστικών βαλβίδων.

- Συγκρότημα NO_x με αντλία αφαλατωμένου νερού , απομονωτικό γραμμής και γραμμή επιστροφής (παρέχει νερό NO_x στο συγκρότημα ρυθμιστικών βαλβίδων κατά την λειτουργία με πετρέλαιο. Επίσης παρέχει νερό υπό πίεση για έκπλυση των καυστήρων μετά από λειτουργία με πετρέλαιο.

- Συγκρότημα προπανίου, παρέχει το αέριο έναυσης σε περίπτωση που δεν υπάρχει δυνατότητα έναυσης με φυσικό αέριο.

- Συγκρότημα ρυθμιστικών βαλβίδων που περιλαμβάνει:

i) Σύστημα ρύθμισης παροχής καυσίμου (αερίου / πετρελαίου) προς τους καυστήρες.

ii) Σύστημα ρύθμισης παροχής νερού NO_x προς τους καυστήρες.

iii) Υδραυλική μονάδα βαλβίδων trip για προστασία του GT.

iv) Μονάδα παροχής αέρα ελέγχου προς τα συστήματα καυσίμου NO_x και έναυσης.

- Βοηθητικό συγκρότημα αποτελούμενο από τμήμα λαδιού λίπανσης, τμήμα λαδιού ενεργείας, δεξαμενή λαδιού λίπανσης/ ενεργείας και ψυγείο λαδιού/ νερού τύπου πλακών.

- Αερόψυκτη γεννήτρια τύπου WY21Z-092LLT (άδεια ABB, προμήθεια ANSALDO).

- Στατικός Μετατροπέας Συχνότητας SFC (static frequency converter) που επιτρέπει την χρήση της γεννήτριας σαν κινητήρα για την εκκίνηση του GT.

- Εξοπλισμός καθαρισμού του συμπιεστή off-line και on-line για περιοδική πλύση με σκοπό την βελτίωση του βαθμού απόδοσης και της αποδιδόμενης ισχύος του.

- Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου FGATROL με τις εξής δυνατότητες :

i) Εκκίνηση και κράτηση του GT.

ii) Έλεγχος συχνότητας.

iii) Έλεγχο φορτίου με δευτερογενή έλεγχο θερμοκρασίας και πίεσης.

iv) Έλεγχο ασφαλείας και προστασιών.

v) Επιτήρηση και διαμόρφωση των διαφόρων μετρούμενων παραμέτρων λειτουργίας.

- Σύστημα ψύξης.

i) Το κλειστό σύστημα χρησιμοποιεί αφαλατωμένο νερό και εξυπηρετεί τις καταναλώσεις που λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες και όπου η χρήση κατώτερης ποιότητας νερού επικαθίσεις ή διάβρωση (τα ψυγεία λαδιού τροφοδοτούνται από αυτό το σύστημα).

ii) Το δεύτερο σύστημα χρησιμοποιεί αποσκληρωμένο νερό που λαμβάνεται από το κύκλωμα κυκλοφορίας του κυρίως ψυκτικού μέσου προ συμπυκνωτή και επιστρέφει στην έξοδο του συμπυκνωτή (τα ψυγεία αέρα της γεννήτριας τροφοδοτούνται από αυτό το σύστημα).

2.1.2 Λέβητες (HRSG)

Όταν αναφερόμαστε σε ένα λέβητα HRSG εννοούμε ένα εναλλάκτη θερμότητας και όχι μια συσκευή καύσης. Η γενική λειτουργία του είναι να παραλαμβάνει τα καυσαέρια από τον αεριοστρόβιλο με σκοπό την επανάκτηση της θερμότητας των. Αυτό επιτυγχάνεται οδηγώντας τα καυσαέρια σε διάφορες σωληνώσεις νερού. Έτσι το νερό θερμαίνεται και στην συνέχεια ατμοποιείται.

Κάθε λέβητας περιλαμβάνει τα εξής συστήματα:

1) Προθερμαντή συμπυκνώματος

2) Δύο αντλίες ανακυκλοφορίας 100%

3) Οικονομητήρες υψηλής και μέσης πίεσης(Y και M)

- 4) Εξατμιστές και τύμπανα Υ,Μ και Χ πίεσης ανά 2x100%
- 5) Αντλίες κυκλοφορίας
- 6) Υπερθερμαντήρες Υ,Μ και Χ πίεσης
- 7) Αφυπερθερμαντές ψεκασμού στην έξοδο Υ και Μ πίεσης
- 8) Δύο απομαστεύσεις από τη Μ πίεση
 - α) από έξοδο οικονομητήρα προς προθέρμανση αερίου
 - β) από έξοδο τυμπάνου για βοηθητικό αέριο
- 9) Αντλίες ανακυκλοφορίας στον προθερμαντή συμπυκνώματος

2.1.3 Ατμοστρόβιλος

Ο ατμοστρόβιλος ολοκληρώνει το συνδυασμένο κύκλο παράγοντας ονομαστική ισχύ περίπου 169,6MW. Είναι τριπλής πίεσης και περιλαμβάνει ένα στρόβιλο HP/IP και ένα στρόβιλο LP διπλής ροής με μια συμμετρική απομάστευση για τον προθερμαντή LP. Χωρίζεται σε τρία μέρη:

- i. Στροφείο Υ.Π με 21 βαθμίδες
- ii. Στροφείο Μ.Π με 10 βαθμίδες
- iii. Στροφείο Χ.Π με 2x6 βαθμίδες

Τα χαρακτηριστικά του ατμοστροβίλου φαίνονται παρακάτω:

	ΠΙΕΣΗ-BAR	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ- °C	ΠΑΡΟΧΗ- KG/SEC
2.1.3.1 Υ.Π	83	495	53
Μ.Π	19.8	498	12.4
Χ.Π	3.4	172	6.2

Πίνακας -3 Χαρακτηριστικά αεριοστροβίλου

2.1.4 Κύριο ψυγείο

Το κύριο ψυγείο είναι το ψυχοδοχείο της εγκατάστασης του σταθμού, το οποίο λειτουργεί εν κενό. Το σύστημα αυτό απορροφά την θερμότητα του ατμού έτσι ώστε να τον συμπυκνώνει. Η θερμοκρασία εισόδου του ψυκτικού είναι 30 °C και η θερμοκρασία εξόδου 38 °C. Το κύριο ψυγείο απαρτίζεται από δύο ανεξάρτητους κλάδους από πλευράς ψυκτικού και το υλικό των αυλών είναι από τιτάνιο.

Υπάρχουν τρεις αντλίες συμπυκνώματος 50%, εκ των οποίων οι δύο είναι σε λειτουργία ενώ η άλλη είναι σε ετοιμότητα. Προβλέπεται δοχείο υγρών με ψεκάσμο από την κατάθλιψη των αντλιών συμπυκνώματος που επιστρέφει τα υγρά στο ψυγείο και κατά συνέπεια λειτουργεί εν κενό. Συλλέγει τις αποστραγγίσεις των γραμμών ατμού και μετά από εκτόνωση ο ατμός και το νερό που έχουν διαχωριστεί διοχετεύονται στο κύριο ψυγείο.

2.1.5 Κόκλωμα ψύξης

Το σύστημα κύριου ψυκτικού παρέχει απιονισμένο νερό στο κύριο ψυγείο, στις τρεις γεννήτριες, στα ψυγεία των αντλιών κενού και στο ψυγείο κλειστού κυκλώματος ψυκτικού.

Προβλέπονται δύο(2x50%) αντλίες κυκλοφορίας κύριου ψυκτικού για τη λειτουργία CC, ενώ σε λειτουργία SC προβλέπονται δύο(2x100%) βοηθητικές αντλίες (booster) για τα ψυγεία των γεννητριών και τα ψυγεία κλειστού κυκλώματος. Για να αποφεύγεται η πτώση της θερμοκρασίας εξόδου του κύριου ψυκτικού από τον πύργο ψύξης κάτω από 10°C προβλέπεται by-pass από 0-100%.

Το κόκλωμα ψύξης εξυπηρετεί τα εξής συστήματα:

- 1) Ψυγεία λαδιού λίπανσης αεριοστροβίλων
- 2) Τροφοδοτικές Y,M και X πίεσης
- 3) Αντλίες κυκλοφορίας Y,M και X πίεσης
- 4) Προθερμαντή συμπυκνώματος
- 5) Ψυγεία blow down
- 6) Ψυγεία αεροσυμπιεστών
- 7) Ψυγεία κλιματισμού κτιρίου ελέγχου

8) Ψυγεία χειμείου και διάφορα άλλα ψυγεία

2.1.6 Πύργος ψύξης

Ο πύργος ψύξης έχει σκοπό να ψύχει το νερό που έχει χρησιμοποιηθεί στο κύριο ψυγείο και να το ξαναστέλνει πίσω με χαμηλότερη θερμοκρασία ώστε να ξαναχρησιμοποιηθεί. Είναι έτσι σχεδιασμένος ως συγκλίνων-αποκλίνων ακροφύσιο, ώστε να απορροφά αέρα από το περιβάλλον και να ψύχει το θερμό νερό, το οποίο καταιώνίζεται σε σταγονίδια εντός του. Έχει ύψος 110m και αποτελείται από δύο αντλίες που οδηγούν το νερό στο κύριο ψυγείο και δύο βοηθητικές που χρησιμεύουν στη συμπλήρωση του νερού όταν υπάρχουν απώλειες.

2.1.7 Δίκτυο φυσικού αερίου

2.1.7.1 Γενικά

Όπως έχει αναφερθεί, ο σταθμός και συγκεκριμένα οι δύο αεριοστρόβιλοι χρησιμοποιούν για την καύση φυσικό αέριο. Το φυσικό αέριο παρέχεται στο σταθμό από τη Δημόσια Επιχείρηση Φυσικού Αερίου (ΔΕΠΑ). Το δίκτυο περιλαμβάνει διαχωριστές στερεών και υγρών ακαθαρσιών και προθερμαντή τροφοδοτούμενο από την έξοδο του οικονομητήρα Μ.Π ώστε το φυσικό αέριο να βρεθεί στην κατάλληλη θερμοκρασία και να έχουμε τέλεια καύση στους αεριοστρόβιλους. Ο σταθμός παραλαμβάνει το φυσικό αέριο σε θερμοκρασία 12,7 °C και πίεση 28,3 bar. Στη συνέχεια αφού περάσει από ένα πολύπλοκο δίκτυο οδηγείται στον αεριοστρόβιλο με θερμοκρασία 80 °C.

2.1.7.2 Περιγραφή του συστήματος παροχής φυσικού αερίου

Το σύστημα κυρίως αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη :

- Μια κύρια απομονωτική χειροκίνητη βαλβίδα
- Μια κύρια έκτακτης ανάγκης απομονωτική βαλβίδα
- Δυο 100% διαχωριστές υγρασίας
- Ένα συμπυκνωτή αερίου
- Δυο 100% φίλτρα σκόνης
- Δυο 100% θερμαντές σημείου δρόσου

- Δυο 100% βοηθητικούς λέβητες καυσίμου αερίου
- Δυο 100% λέβητες σημείου δρόσου
- Ένα σύστημα νερού σημείου δρόσου με δυο 100% λέβητες και δυο 100% αντλίες κυκλοφορίας
- Δυο 100% κανονιστές ροής πίεσης
- Δυο 100% φίλτρα καυσίμου αερίου / διαχωριστής τμήματος για κάθε αεριοστρόβιλο με κατάλληλη συντήρηση της εξέδρας
- Δυο 100% επαρκείς προθερμαντές καυσίμου αερίου
- Ένα σταθμό αζώτου
- Ένα τοπικό σύστημα ελέγχου

2.1.7.2.1 Βαλβίδα εισόδου

Σκοπός της βαλβίδας εισόδου είναι να απομονώνει την παροχή αερίου όταν απαιτείται. Αυτή η βαλβίδα λειτουργεί χειροκίνητα.

2.1.7.2.2 Βαλβίδα επείγουσας απομόνωσης

Η βαλβίδα επείγουσας απομόνωσης τοποθετείται για να απομονώνει την παροχή καυσίμου αερίου σε περίπτωση που η πίεση εισόδου είναι μεγάλη ή σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης, η οποία εμφανίζεται στο τοπικό σύστημα ελέγχου ή στο κύριο σύστημα ελέγχου. Το κλείσιμο σε υψηλή πίεση ξεκινά από τα δύο σήματα εξόδου, των τριών που υπάρχουν, από ένα μετατροπέα πίεσης και δυο διακόπτες πίεσης που τοποθετούνται στην είσοδο θέρμανσης του συστήματος παροχής φυσικού αερίου. Για σωστή λειτουργία της βαλβίδας απαιτείται πίεση 6 bar.

Η βαλβίδα ανοίγει τοπικά, μετά από εντολή του τοπικού συστήματος ελέγχου, για να αποφευχθεί ατυχές άνοιγμα χωρίς πρώτα να ισοσταθμίσουμε την πίεση ροής βαλβίδας. Το άνοιγμα γίνεται με ένα ενεργοποιητή, ο οποίος λειτουργεί με αέρα.

2.1.7.2.3 Διαχωριστής υγρασίας

Οι διαχωριστές υγρασίας έχουν σχεδιαστή σαν 2x100% και η μέγιστη ικανότητα καυσίμου αερίου είναι 22,3kg/s. Καθένας αποτελείται από μια χειροκίνητη διπλού μπλοκ βαλβίδα απομόνωσης (τύπου bleed) εισόδου, με ικανότητα εξισορρόπησης της πίεσης και μια χειροκίνητη διπλού μπλοκ (τύπου bleed) βαλβίδα απομόνωσης εξόδου. Κατά την κανονική λειτουργία μόνο ένας διαχωριστής θα λειτουργεί. Επίσης, είναι σχεδιασμένοι να διαχωρίζουν τα υγρά σταγονίδια και τα στερεά σωματίδια από τη ροή του φυσικού αερίου.

Κάθε διαχωριστής αποτελείται από μια συσκευή κάθετης πίεσης με ένα κυκλώνα. Μέσα στον κυκλώνα γίνεται ο διαχωρισμός των υγρών σωματιδίων και της σκόνης. Τα υγρά σταγονίδια που έχουν διαχωριστεί εκχέονται αυτόματα διαμέσου παγίδων συμπυκνώματος. Ένας μεταφορέας υψηλού επιπέδου μεταφέρει ένα δυαδικό σήμα στο σύστημα ελέγχου δείχνοντας υψηλό επίπεδο συμπυκνώματος το οποίο δημιουργήθηκε από τη δυσλειτουργία της παγίδας συμπυκνώματος. Σε αυτή την περίπτωση το συμπύκνωμα πρέπει να αποξηρανθεί και η παγίδα να διορθωθεί.

2.1.7.2.4 Δεξαμενή συλλογής συμπυκνώματος

Το διαχωρισμένο υγρό εκχέετε διαμέσου της παγίδας συμπυκνώματος στην δεξαμενή συλλογής συμπυκνώματος. Αυτή η δεξαμενή επικοινωνεί με την ατμόσφαιρα μέσω μιας στήλης οπής. Αρχίζει συναγερμός όταν το επίπεδο συμπυκνώματος είναι μεγαλύτερο από το MAX 1. Το συμπύκνωμα που συλλέγετε τότε πρέπει να είναι εκτός φορτίου σε ένα μεταφορικό μέσο φυγοκεντρικής έγχυσης για εξωτερική διάθεση.

2.1.7.2.5 Φίλτρο σκόνης

Το φίλτρο σκόνης του καυσίμου αερίου είναι σχεδιασμένο σαν 2x100% και η μέγιστη ικανότητα κάθε φίλτρου είναι 22,3kg/s. Κάθε φίλτρο αποτελείται από μια χειροκίνητη διπλού μπλοκ βαλβίδα απομόνωσης (τύπου bleed) εισόδου με ικανότητα εξισορρόπησης της πίεσης και μια χειροκίνητη διπλού μπλοκ (τύπου bleed) βαλβίδα απομόνωσης εξόδου. Σε κανονική λειτουργία δουλεύει μόνο το ένα φίλτρο. Τα φίλτρα είναι εξοπλισμένα με στοιχεία κυτταρίνης. Μια διαφορική πίεση μεταφέρει ένα σήμα 4-20 mA στο δωμάτιο κύριου ελέγχου, όπου θα έχουμε συναγερμό όταν η πίεση αυξηθεί πάνω από 500 mbar. Τότε τα φίλτρα πρέπει να απομονωθούν και να αλλαχτούν.

2.1.7.2.6 Θερμαντές σημείου δρόσου

Οι θερμαντές σημείου δρόσου έχουν τοποθετηθεί για να βελτιώσουν τη θερμοκρασία λόγω πτώσης πίεσης και για να αποτρέπουν το πάγωμα του μειωτήρα πίεσης και το σχηματισμό συμπυκνώματος ή ένυδρης ουσίας στο αέριο. Είναι σχεδιασμένοι σαν 2x100% και καθένας από αυτούς έχει μια μέγιστη ροή αερίου 22,0 kg/s. Οι θερμαντές είναι εκτός του κελύφους και του σωλήνα, αέριο ρέει μέσω της δέσμης των σωληνώσεων και ζεστό νερό χρησιμοποιείται σαν μέσο θέρμανσης.

Η θερμοκρασία της βαλβίδας του μειωτήρα πίεσης διατηρείται τουλάχιστον στους 25.5 °C. Αυτή η θερμοκρασία πετυχαίνεται αναμιγνύοντας την απαιτούμενη θερμότητα και το αέριο που ρέει χρησιμοποιώντας μια αυτόματη βαλβίδα που βρίσκεται μέσα στο θερμαντή. Αυτή η θερμοκρασία οδηγείται σε ηλεκτρονικούς ελεγκτές θερμότητας. Το σήμα εξόδου ενεργοποιεί την βαλβίδα ελέγχου θερμοκρασίας η οποία βρίσκεται μέσα στον εναλλάκτη θερμότητας του θαλάμου αερίου.

2.1.7.2.7 Βοηθητικοί και σημείου δρόσου λέβητες

Οι βοηθητικοί και σημείου δρόσου λέβητες είναι σχεδιασμένοι σαν 2x100%. Η μέγιστη ικανότητα για τους βοηθητικούς είναι 0,2 kg/s και για τους λέβητες σημείου δρόσου 0,1 kg/s. Το σύστημα ροής αερίου προετοιμάζει το φυσικό αέριο για χρήση στους βοηθητικούς λέβητες και στους λέβητες σημείου δρόσου, φιλτράροντας, θερμαίνοντας και μειώνοντας τη πίεση αερίου. Υπάρχει επίσης, ένας μετρητής ποιότητας αερίου, ο οποίος μετράει την ποιότητα στους βοηθητικούς λέβητες και στους λέβητες σημείου δρόσου. Τα φίλτρα διαχωρίζουν τα σωματίδια από τη ροή του αερίου. Οι θερμικές ηλεκτρικές μονάδες θερμαίνουν το καύσιμο αέριο και το μειωτήρα πίεσης για να αποφευχθεί το πάγωμα της βαλβίδας ελέγχου. Η θερμοκρασία αυτή πρέπει να διατηρείται τουλάχιστον στους 12 °C. Οι βαλβίδες ελέγχου πίεσης μειώνουν την πίεση του αερίου σε 2 bar.

2.1.7.2.8 Σύστημα θερμού νερού

Το σύστημα θερμού νερού αποτελείται από δυο λέβητες, δυο αντλίες κυκλοφορίας και μια κύρια εκτονωτική συσκευή. Το ζεστό νερό που παράγεται στους λέβητες οδηγείται στο θερμό

εκτονωτή για τη θέρμανση του καυσίμου αερίου σε θερμοκρασία τουλάχιστον 28 °C. Οι λέβητες εναλλάσσουν το νερό σε θερμοκρασία 90 °C. Το νερό θα επιστρέψει στο λέβητα οδηγούμενο από την αντλία που είναι σε λειτουργία με χαμηλότερη θερμοκρασία 70 °C. Η πίεση του συστήματος νερού θα διατηρηθεί σταθερή περίπου στα 2 bar.

2.1.7.2.9 Σταθμός μείωσης πίεσης

Το τμήμα μείωσης πίεσης είναι σχεδιασμένο σαν 2x100% με μέγιστη παροχή 22,0kg/s. Μειώνει την πίεση αερίου για να πετύχουμε την επιθυμητή πίεση στον αεριοστρόβιλο (23,1 bar). Αν η βαλβίδα ελέγχου δυσλειτουργεί και οι δυο βαλβίδες θα κλείσουν αυτόματα λόγω της υπερπίεσης. Έτσι θα αρχίσει να λειτουργεί η εφεδρική.

Κάθε έλεγχος πίεσης περιέχει κυρίως από ένα αυτόνομο ρυθμιστή πίεσης για τη μείωση της πίεσης σε επιθυμητή τιμή, δυο βαλβίδες (slam shoot) για την προστασία της πτώσης ροής κατά της τυχόν υπερπίεσης σε περίπτωση δυσλειτουργίας. Καθένα εξοπλίζεται με χειροκίνητο λειτουργικό διπλού μπλοκ βαλβίδα απομόνωσης (τύπου bleed) εισόδου και μια χειροκίνητη διπλού μπλοκ (τύπου bleed) βαλβίδα απομόνωσης εξόδου. Στην έξοδο του σταθμού ελέγχου πίεσης υπάρχουν τρεις μεταδότες θερμοκρασίας. Αυτοί οι μεταδότες οδηγούνται σε δυο θερμοκρασιακούς ελέγχους, ο οποίος ελέγχει τη θέση του σημείου δρόσου της βαλβίδας bypass.

2.1.7.2.10 Διαχωριστής

Ο διαχωριστής φυσικού αερίου έχει σχεδιαστεί με ικανότητα 2x100% για κάθε ροή στον αεριοστρόβιλο. Η μέγιστη ικανότητα για κάθε διαχωριστή είναι 11,0 kg/s. Καθένας από αυτούς αποτελείται από μια χειροκίνητη διπλού μπλοκ βαλβίδα απομόνωσης (τύπου bleed) εισόδου, με ικανότητα εξισορρόπησης της πίεσης και μια χειροκίνητη διπλού μπλοκ (τύπου bleed) βαλβίδα απομόνωσης εξόδου. Κατά τη διάρκεια κανονικής λειτουργίας λειτουργεί ο ένας διαχωριστής. Αυτοί οι διαχωριστές είναι εξοπλισμένοι με θωρακισμένο σύστημα εκτροπής αερίων.

Ένας μετατροπέας διαφορικής πίεσης μεταφέρει ένα σήμα 4-20 mA στο κύριο κέντρο ελέγχου, όπου θα σημάνει συναγερμός όταν η διαφορική πίεση είναι μεγαλύτερη από 500 mbar. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να λειτουργήσει ο εφεδρικός διαχωριστής. Δυαδικά σήματα υψηλού επιπέδου μεταφοράς στέλνονται στο κύριο κέντρο ελέγχου, όπου σημαίνει συναγερμός όταν το

επίπεδο συμπυκνώματος είναι υψηλό. Το συμπύκνωμα συλλέγεται μέσα στο διαχωριστή και τότε αποξηραίνεται χειροκίνητα.

2.1.7.2.11 Αποτελεσματικοί προθερμαντές

Οι αποτελεσματικοί προθερμαντές είναι σχεδιασμένοι σαν $1 \times 100\%$ ($100\% =$ πλήρες φορτίο για κάθε αεριοστρόβιλο) με μέγιστη ικανότητα $11,0 \text{ kg/s}$ και είναι εξοπλισμένο με μια χειροκίνητη διπλού μπλοκ βαλβίδα απομόνωσης (τύπου bleed) εισόδου, με ικανότητα εξισορρόπησης της πίεσης και μια χειροκίνητη διπλού μπλοκ (τύπου bleed) βαλβίδα απομόνωσης εξόδου. Αυτό το κέλυφος και οι σωλήνες θέρμανσης ζεσταίνουν το καύσιμο αέριο στους διαχωριστές για αποτελεσματικότερη λειτουργία του αεριοστροβίλου. Σε περίπτωση που το καύσιμο αέριο οδηγείται στον αποτελεσματικό προθερμαντή, η θερμοκρασία κατάντη θα διατηρηθεί στους $150 \text{ }^\circ\text{C}$. Αυτή η θερμοκρασία πετυχαίνεται ελέγχοντας τη ροή του ζεστού νερού μέσω του προθερμαντή. Η ροή του νερού καθορίζεται από έναν ελεγκτή, ο οποίος χρησιμοποιεί το σήμα που μετράει την ροή του αερίου κατάντη του προθερμαντή.

2.1.7.2.12 Σύστημα αζώτου και κοινή οπή

Αυτό το σύστημα αποτελείται από α) μια αποθήκη αζώτου, η οποία αποτελείται από 10 σχάρες και το καθένα από 12 δεξαμενές των 50 λίτρων αζώτου σε 200bar και β) σωλήνα αζώτου, εξοπλισμό και συνδέσεις. Οι σχάρες βρίσκονται μέσα στο κτίριο. Από τις σχάρες ένας αγωγός κατευθύνεται μέσω του ολοκληρωμένου συστήματος παροχής καυσίμου αερίου με ατομική σύνδεση καθαρισμού

Οι θερμικές βαλβίδες εξαερισμού περιέχονται στο σύστημα παροχής καυσίμου αερίου που βρίσκονται μέσα στο κτίριο GRS και είναι συνδεδεμένες με μια κοινή οπή για να αποφευχθεί το γεγονός ότι αέριο θα εξαεριστεί μέσα στο κτίριο. Αυτό το σύστημα χρησιμοποιείται για να οδηγήσει το αέριο εκτός κτιρίων σε περίπτωση εκκένωσης.

2.1.7.2.13 Πίνακας τοπικού ελέγχου

Ο πίνακας τοπικού ελέγχου βρίσκεται στο τμήμα ελέγχου του κτιρίου παραλαβής αερίου (GRS). Ο πίνακας τοπικού ελέγχου αποτελείται κυρίως από ένα τμήμα καταμερισμού ισχύος, ένα τμήμα συγκετρωτή για όλα τα εισερχόμενα και εξερχόμενα καλωδιακά σήματα και ένα τμήμα ελέγχου

έκτακτης βαλβίδας εισόδου και ένα σύστημα θέρμανσης (λέβητα, αντλίες κυκλοφορίας και βαλβίδες θέρμανσης bypass). Επίσης έχουμε πίνακα με δείκτες, φλας, ελεγκτές και καθοδηγούμενα σήματα.

2.1.8 Έλεγχος (D.C.S)

Σκοπός του συστήματος είναι να ελέγχει τη λειτουργία του σταθμού. Λειτουργεί με ένα πρόγραμμα το οποίο εμφανίζει όλες τις λεπτομέρειες του σταθμού. Σε περίπτωση βλάβης εμφανίζεται alarm στους δέκτες και ο χειριστής σε συνεργασία με τους μηχανικούς πρέπει να ενεργήσει ώστε να λυθεί το πρόβλημα.

2.1.9 Σύνδεση με το δίκτυο

Οι δύο αεριοστρόβιλοι είναι συνδεδεμένοι με γεννήτριες τύπου WY212-092, και ο ατμοστρόβιλος με μια γεννήτρια τύπου WX212-092. Τα στοιχεία κάθε γεννήτριας φαίνονται παρακάτω. Στην έξοδο κάθε γεννήτριας υπάρχει μετασχηματιστής 15/150KV. Από την έξοδο των μετασχηματιστών τροφοδοτείται ο υποσταθμός και από εκεί το δίκτυο μεταφοράς.

GT11- WY212-092	GT12- WY212-092	ST- WX212-092
16KV	16KV	15,9KV
5,4A	5,4A	5595A
146MW	146MW	152MW
26,1MWA _g	23,4MWA _g	18,5MWA _g
3000rpm	3000rpm	3000rpm

Πίνακας- 4 Στοιχεία γεννητριών

Το δίκτυο περιλαμβάνει δύο γραμμές (η μία εφεδρική) τάσης 150KV και τροφοδοτεί με ρεύμα την Αλεξανδρούπολη, τον Ίασμο και την Κομοτηνή.

2.1.10 Απόβλητα

Ο σταθμός είναι υποχρεωμένος να τηρεί τις προδιαγραφές της Ε.Ε για την προστασία του περιβάλλοντος. Τμήμα του σταθμού ασχολείται τόσο με τα αέρια όσο και με τα υγρά απόβλητα. Διενεργεί λοιπόν συνεχείς δειγματοληψίες, επιτηρήσεις και αναλύσεις των καυσαερίων των

αεριοστροβίλων (NO_x, CO, O₂). Επιπλέον επεξεργάζεται τα λύματα ώστε αυτά να μην επιφέρουν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Τέλος θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ο ΑΗ.Σ Κομοτηνής, λόγω του ότι χρησιμοποιεί ως κύριο καύσιμο το φυσικό αέριο, τα μέτρα προστασίας διαφυγής καυσαερίων (φίλτρα) που απαιτούνται είναι ελάχιστα σε σχέση με άλλους σταθμούς που χρησιμοποιούν λιγνίτη. Αυτό γιατί όπως προαναφέρθηκε η καύση του φυσικού αερίου περιέχει μικρές ποσότητες NO_x και SO₂.

2.1.11 Σύστημα επεξεργασίας νερού

Ο σταθμός χρησιμοποιεί σε αρκετά συστήματα νερό άλλοτε για ψύξη και άλλοτε για καθαρισμό. Το νερό αυτό θα πρέπει να είναι καθαρό από προσμίξεις, ώστε να αποφευχθούν οι διαβρώσεις στις σωληνώσεις. Αυτό επιτυγχάνεται με την αποσκλήρυνση του ακατέργαστου νερού αφαιρώντας τα ανθρακικά άλατα και φιλτράροντάς το.

2.1.12 Ασφάλεια συστημάτων

Επειδή οι κύριες λειτουργίες του σταθμού βασίζονται σε δίκτυα και αντλίες, η φιλοσοφία είναι να υπάρχει εφεδρική αντλία ή εφεδρικό δίκτυο ώστε να μη σταματάει ποτέ η παροχή. Στο σύστημα ασφάλεια υπάγεται και ένα υπερσύγχρονο σύστημα πυρόσβεσης.

3 Το λογισμικό Flowmaster

3.1 Γενικά

Όπως έχει ειπωθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο το Flowmaster περιλαμβάνει μια περιεκτική σειρά προγραμμάτων που έχουν σχεδιαστεί για την ανάλυση ροής σε συστήματα σωληνώσεων. Χρησιμοποιεί μια γραφική μέθοδο διεπαφής (Graphical User Interface) που επιτρέπει στο χρήστη να σχεδιάσει γρήγορα και να προσομοιώσει τη συμπεριφορά της ροής σε σύνθετα συστήματα.

3.1.1 Μόνιμα φαινόμενα (Single Phase)

Η περιοχή εφαρμογής των μόνιμων φαινομένων έχει σχεδιαστεί συγκεκριμένα για να διαμορφώσει υγρά συστήματα και συστήματα αερίου χαμηλής πτώσης πίεσης. Περιλαμβάνει μόνιμη ροή, μεταβαλλόμενη, εξισορρόπηση ροής, ταξινόμηση στοιχείων, αλληλεπίδραση στοιχείων, ενότητες μεταφοράς θερμοκρασίας.

Παραδείγματα εφαρμογών :

- Ανάλυση δικτύων σωληνώσεων
- Συστήματα υπολογισμού καμπυλών
- Λεπτομερής ανάλυση (συμπεριλαμβανομένου του σχηματισμού κοιλοτήτων και συστήματα με θερμοκρασιακές αλλαγές)
- Έγχυση σε ξηρό δίκτυο (Priming of a dry network)
- Αυτόματα συστήματα ψύξης και λίπανσης

3.1.2 Συμπιεστή ροή (Compressible Flow)

Η περιοχή εφαρμογής της συμπιεστής ροής έχει σχεδιαστεί συγκεκριμένα για να διαμορφώσει συστήματα αερίων. Περιλαμβάνει μόνιμη και μεταβαλλόμενη ροή.

Παραδείγματα εφαρμογών :

- Συστήματα ανεφοδιασμού και διανομής αερίου
- Συστήματα αποθήκευσης αερίου
- Σταθμοί συμπιεστών

3.1.3 Ρευστοδυναμική (Fluid Power)

Η περιοχή εφαρμογής της ρευστοδυναμικής έχει σχεδιαστεί συγκεκριμένα για να διαμορφώσει υδραυλικά συστήματα.

Παραδείγματα εφαρμογών :

- Συστήματα εγχύσεων καυσίμων μηχανών
- Υδραυλικά συστήματα ώθησης

3.2 Μαθηματική ανάλυση πεδίων ροής

Στο σημείο αυτό πριν αναφερθούμε αναλυτικότερα στις εφαρμογές του λογισμικού Flowmaster είναι σκόπιμο να γίνει μια μαθηματική ανάλυση των πεδίων ροής.

3.2.1 Μεταβολές των παραμέτρων ροής με το χρόνο

Η συμπεριφορά ενός ρευστού που βρίσκεται σε κίνηση, εκφράζεται από την ταχύτητα, την πίεση, την θερμοκρασία και την πυκνότητα, σε κάθε σημείο του ρευστού. Οι παραπάνω παράμετροι μπορεί να μεταβάλλονται από ένα σημείο στο άλλο μέσα στο ρευστό ή ακόμα και για το ίδιο σημείο να μεταβάλλονται με το χρόνο. Η γενικότερα να είναι συνάρτηση και της γεωμετρίας και του χρόνου.

Ορίζουμε σαν σταθερή ή μόνιμη (steady) ροή, εκείνη όπου όλες οι παράμετροι σε κάθε σημείο δεν μεταβάλλονται, άρα είναι ανεξάρτητοι, με το χρόνο. Στην αντίθετη περίπτωση όπου υπάρχει μεταβολή με τον χρόνο, λέμε ότι η ροή είναι ασταθής ή μη μόνιμη (unsteady). Από πρακτικής πλευράς οι μη μόνιμες ροές μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το πόσο γρήγορα γίνονται οι διάφορες μεταβολές μέσα στη ροή και πια φαινόμενα παίζουν ρόλο στην ανάπτυξη ροής.

Η πρώτη περίπτωση είναι όταν οι μεταβολές γίνονται με αργό ρυθμό με αποτέλεσμα οι επιταχύνσεις που εμφανίζονται στη ροή να είναι αμελητέες σε σχέση με τις υπόλοιπες δυνάμεις

που εμφανίζονται στο πεδίο ροής και δεν είναι ανάγκη να ληφθεί υπόψη η συμπιεστότητα του ρευστού ή η ελαστικότητα του αγωγού. Το φαινόμενο προσεγγίζεται με τη λεγόμενη θεωρία της συμπαγούς στήλης. Στη δεύτερη περίπτωση η ροή μεταβάλλεται σχετικά γρήγορα και οι δυνάμεις που αντιστοιχούν στην χωρική επιτάχυνση της ροής, είναι του ίδιου μεγέθους με τις υπόλοιπες δυνάμεις που υπάρχουν στο πεδίο ροής. Στην τρίτη περίπτωση, η μεταβολή της ροής είναι τόσο γρήγορη ώστε οι δυνάμεις ελαστικότητας παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη ροής. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να ληφθεί υπόψη η συμπιεστότητα του ρευστού και η ελαστικότητα του αγωγού και το φαινόμενο ονομάζεται υδραυλικό πλήγμα. Εμπειριστατωμένη ανάπτυξη των παραπάνω θεωριών παρατίθεται στο εγχειρίδιο του Δημήτριου Ε. Παπαντώνη Καθηγητή Ε.Μ.Π ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ Σωληνώσεις-Αντλιοστάσια-Υδραυλικό πλήγμα.

Μαθηματικά είναι πιο εύκολο φυσικά, να αναλύσουμε ή να μελετήσουμε μια ροή που είναι σταθερή, άρα ανεξάρτητη του χρόνου. Στην πράξη όμως οι ροές συνήθως μεταβάλλονται με τον χρόνο. Οι μεταβολές όμως αυτές είναι μικρές σε σχέση με την μέση τιμή. Αν η μέση τιμή που

ορίζεται σαν : $\bar{u} = \frac{1}{T} \int_0^T y dt$ είναι αμετάβλητη για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα, τότε

μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η ροή είναι σταθερή. Βέβαια η συνιστώσες της ταχύτητας δίνονται πάντα σε κάποιο, σύστημα αναφοράς. Έτσι μια ροή μπορεί να είναι σταθερή σε ένα σύστημα αναφοράς, και ασταθής σε κάποιο άλλο. Εφ'όσον βέβαια, περιγράφουν το ίδιο φαινόμενο αυτό σημαίνει ότι το ένα σύστημα αναφοράς κινείται σε σχέση με το άλλο.

Ένα παράδειγμα είναι αν κανένας μελετάει την κίνηση του νερού σ'ένα ποτάμι από την γέφυρα ή από κάποια βάρκα μέσα στο ποτάμι. Έτσι για τον παρατηρητή της βάρκας η ροή γύρω της είναι σταθερή. Αντίθετα, για τον παρατηρητή που παρακολουθεί τα ίδια ακριβώς στοιχεία του ρευστού η ροή θα είναι ασταθής.

Μια άλλη κατηγορία ροών, είναι εκείνες όπου οι διάφορες παράμετροι παραμένουν οι ίδιες σε μια επιφάνεια κατά προτίμηση κάθετη στη διεύθυνση της ταχύτητας. Τότε λέμε ότι η ροή είναι ομοιόμορφη. Αντίθετα όταν η ροή μεταβάλλεται από ένα σημείο στο άλλο πάνω στην επιφάνεια τότε λέμε ότι η ροή είναι ανομοιόμορφη. Αυτό συνήθως συμβαίνει κοντά σε τοιχώματα όπου η ταχύτητα του ρευστού στο τοίχωμα είναι μηδέν. Γενικά τα πεδία ροής είναι τρισδιάστατα, δηλαδή οι παράμετροι ροής μεταβάλλονται στον χώρο. Με κατάλληλη όμως επιλογή αξόνων

συντεταγμένων μπορεί να απλοποιήσει το πρόβλημα περιορίζοντας τις διευθύνσεις όπου οι παράμετροι ροής μεταβάλλονται σημαντικά.

Έτσι λέμε ότι μια ροή είναι μονοδιάστατη όταν όλες οι παράμετροι ροής είναι συναρτήσεις μιας μόνον από τις συντεταγμένες, παράδειγμα τέτοιου πεδίου είναι η ροή στον άξονα ενός σωλήνα η οποία μπορεί να θεωρηθεί συνάρτηση της απόστασης κατά μήκος του σωλήνα. Σε ένα σωλήνα βέβαια αν λάβει κανείς υπόψιν ότι η ταχύτητα στο τοίχωμα του σωλήνα είναι μηδέν, έχουμε μεταβολή και στην ακτινική διεύθυνση, επομένως το πεδίο ροής είναι ουσιαστικά δισδιάστατο.

Στην πράξη μερικές φορές, για ροή σε σωλήνες, αγνοούμε την μεταβολή στην ακτινική διεύθυνση, θεωρώντας τη ροή μονοδιάστατη με μια αντιπροσωπευτική ταχύτητα ίση με την μέση ταχύτητα στη διατομή. Η ροή σ'ένα σωλήνα αν εκφραστεί σε καρτεσιανές συντεταγμένες, είναι τρισδιάστατη, όμως επειδή υπάρχει αξονική συμμετρία μπορούμε να την εκφράσουμε σαν συνάρτηση δύο μεταβλητών της αξονικής διεύθυνσης x και της ακτινικής r .

Στο σημείο αυτό θα μελετήσουμε τις μαθηματικές σχέσεις που συνδέουν τις κύριες παραμέτρους μιας ροής, δηλαδή, την ταχύτητα, την πίεση, την πυκνότητα και τη θερμοκρασία του ρευστού σε κάθε σημείο ενός πεδίου ροής. Ένα πεδίο ροής ορίζεται σαν μια περιοχή όπου υπάρχει κάποια ροή ρευστού και που περιβάλλεται από μια επιφάνεια όπου μερικές ή και όλες οι παράμετροι της ροής είναι ορισμένες.

Υπάρχουν δύο τρόποι προσέγγισης του θέματος: Ο ένας αναφέρεται στις εξισώσεις κίνησης, σε ένα σύστημα συντεταγμένων καθορισμένο στο χώρο, και ονομάζεται προσέγγιση κατά Euler. Ο δεύτερος τρόπος που ονομάζεται προσέγγιση Lagrange, αναφέρεται στις εξισώσεις κίνησης σωματιδίων του ρευστού και επομένως το σύστημα συντεταγμένων κινείται με το σωματίδιο αυτό. Η δεύτερη μέθοδος μας δίνει ουσιαστικά τις τροχιές σωματιδίων του ρευστού στο πεδίο ροής. Η πιο κοινή μορφή είναι αυτή που βασίζεται στην προσέγγιση Euler.

3.3 Περιγραφή ανάλυσης ροής

Στο σημείο αυτό δεν θα ασχοληθούμε αναλυτικά με τις εξισώσεις που διέπουν συστήματα ροών και μεταβολές παραμέτρων ροής με το χρόνο. Σκοπός μας είναι ο αναγνώστης να κατανοήσει τις εξισώσεις επίλυσης σε αναλύσεις ροικών συστημάτων και συγκεκριμένα τις εξισώσεις που επιλύει το λογισμικό Flowmaster.

3.3.1 Περιγραφή ανάλυσης ροής σε συμπιεστή μόνιμη ροή

Η βασική εξίσωση ροής για τον υπολογισμό, που προέρχεται από τη συνοχή της μάζας, ορμής και η ενέργειας είναι:

$$K = X_1 - X_2$$

όπου:

$$K = \frac{fL}{D}$$

και

K = συντελεστής απώλειας μη συμπιεστής ροής

L = μήκος σωλήνα

D = διάμετρος

X = ο συντελεστής απώλειας που προήλθε από τη αναλυτική λύση των εξισώσεων μάζας, ορμής και ενέργειας.

Για αδιαβατική ροή έχουμε :

$$X = \frac{1 - M^2}{\gamma M^2} + \frac{\gamma + 1}{2\gamma} \ln \left(\frac{(\gamma + 1)M^2}{2 + (\gamma - 1)M^2} \right)$$

όπου:

M = αριθμός Mach

γ = λόγος ειδικών θερμοχωρητικότητων

Για ισοθερμική ροή έχουμε:

$$X = 2 \ln(M) + \frac{1}{\gamma M^2}$$

Οι λεπτομέρειες των εξισώσεων και των ορισμών που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση

παρουσιάζονται παρακάτω:

- Συντελεστής τριβής

Ο συντελεστής Darcy υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις παρακάτω εξισώσεις:

- Στρωτή ροή ($Re < 2000$)

$$f = f_t = \frac{64}{Re}$$

Μεταβατική περιοχή ($2000 < Re < 4000$)

$$f = xf_t + (1-x)f_l$$

$$:x = \frac{Re - 2000}{2000}$$

- Τυρβώδης περιοχή ($Re > 4000$)

$$f = f_t = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

- Συντελεστής απωλειών

Ο συντελεστής απωλειών είναι ένας αδιάστατος αριθμός και ορίζεται από τη διαφορά μεταξύ εισόδου και εξόδου της ολικής πίεσης προς της δυναμικής πίεσης:

$$K_c = \frac{(P_{t1} - P_{t2})}{(P_{s1} - P_{s2})}$$

όπου:

P_{t1} = ολική πίεση ανάντη (Upstream total pressure)

P_{t2} = ολική πίεση κατόντη (Downstream total pressure)

P_{s1} = στατική πίεση ανάντη (Upstream static pressure)

P_{s2} = στατική πίεση κατόντη (Downstream static pressure)

Ο συντελεστής απωλειών είναι ανάλογος με αυτόν της μη συμπιεστής ροής και παρέχει το μέγεθος αντίστασης της συμπιεστής ροής που προέρχεται από το στοιχείο.

- Πλήρης μεταφορά θερμότητας

Μόνιμη, μονοδιάστατη συμπιεστή ροή με απώλειες περιγράφεται από τις παρακάτω διαφορικές εξισώσεις:

$$\frac{dp}{dx} = \frac{1}{\left(V - \frac{\alpha^2}{V}\right)} \left[\left(\frac{\alpha^2}{c_p T} \left(\frac{\Omega + WV}{A} \right) \left(1 + \left(\frac{\partial z}{\partial T} \right) \frac{T}{\rho z} \right) \right) + \frac{\alpha^2 W}{VA} + \frac{\rho \alpha^2 g \sin \theta}{V} \right]$$

$$\frac{dV}{dx} = \frac{1}{(\alpha^2 - V^2)} \left[\left(\frac{\alpha^2}{c_p T} \left(\frac{\Omega + WV}{\rho A} \right) \left(1 + \left(\frac{\partial z}{\partial T} \right) \frac{T}{\rho z} \right) \right) + \frac{WV}{\rho A} + V \rho \sin \theta \right]$$

$$\frac{dT}{dx} = \frac{1}{V} \left[\left(\frac{\alpha^2}{c_p \rho} \left(\frac{\Omega + WV}{A} \right) \left(1 - \left(\frac{\partial z}{\partial p} \right) \frac{\rho}{T z} \right) \right) - \left(\frac{\alpha^2}{c_p} \frac{dV}{dx} \left(1 + \left(\frac{\partial z}{\partial T} \right) \frac{T}{\rho z} \right) \right) \right]$$

όπου:

α = ταχύτητα του ήχου

V = ταχύτητα ροής

c_p = ειδική θερμότητα σε σταθερή πίεση

g = επιτάχυνση της βαρύτητας

θ = κλίση του αγωγού ως προς το επίπεδο αναφοράς

ρ = πυκνότητα

Ω = ροή θερμότητας στο τοίχωμα του σωλήνα ανά μονάδα μήκους

Z = συντελεστής συμπιεστότητας

A = επιφάνεια του σωλήνα

x = απόσταση κατά μήκος του αγωγού

και

$$W = \int \frac{A}{D} \rho \frac{V|V|}{2}$$

Οι παραπάνω εξισώσεις επιλύονται χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Runge-Kutta. Οι τιμές a , c_p , Ω , W και ρ αξιολογούνται για p , T και V για κάθε σημείο που απαιτείται από τη μέθοδο Runge-Kutta. Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω εξισώσεις το λογισμικό Flowmaster είναι σε θέση να περιγράψει πιέσεις, θερμοκρασίες και ταχύτητες αγωγών, που βασίζονται πλήρως σε αποτελέσματα μη ιδανικών αερίων.

3.3.2 Περιγραφή ανάλυσης ροής σε συμπιεστή μη-μόνιμη ροή

Οι λεπτομέρειες των εξισώσεων και των ορισμών που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση παρουσιάζονται παρακάτω:

- Εξίσωση συνέχειας

$$\frac{\partial p}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + \rho a^2 \frac{\partial V}{\partial x} = \frac{a^2}{c_p T} \left\{ 1 + \frac{T}{Z} \left(\frac{\partial Z}{\partial T} \right)_p \right\} \frac{\Omega + WV}{A}$$

- Εξίσωση ορμής

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{W}{A\rho} - g \sin \theta$$

- Εξίσωση ενέργειας

$$\frac{\partial T}{\partial t} + V \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{a^2}{c_p} \left\{ 1 + \frac{T}{Z} \left(\frac{\partial Z}{\partial T} \right)_p \right\} \frac{\partial V}{\partial x} = \frac{a^2}{c_p p} \left\{ 1 - \frac{p}{Z} \left(\frac{\partial Z}{\partial p} \right)_T \right\} \frac{\Omega + WV}{A}$$

όπου:

p = στατική πίεση

t = χρόνος

V = ταχύτητα

x = αξονική απόσταση

ρ = πυκνότητα

a = ταχύτητα του ήχου

c_p = ειδική θερμότητα σε σταθερή πίεση

T = στατική θερμοκρασία

Z = συντελεστής συμπιεστότητας αερίου

A = επιφάνεια ροής

Ω = θερμότητα εισόδου ανά μονάδα μήκους

g = επιτάχυνση της βαρύτητας

θ = κλίση του αγωγού ως προς το επίπεδο αναφοράς

και

$$W = f \frac{A}{D} \rho \frac{V|V|}{2}$$

όπου:

D = διάμετρος

f = συντελεστής τριβής

3.4 Μέθοδος χαρακτηριστικών με χρήση πλέγματος

Το λογισμικό Flowmaster χρησιμοποιεί τη μέθοδο χαρακτηριστικών με χρήση πλέγματος (μέθοδος που αναπτύσσεται εμπειριστικά στο εγχειρίδιο του Δημήτριου Ε. Παπαντώνη Καθηγητή Ε.Μ.Π. ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ Σωληνώσεις-Αντλιοστάσια-Υδραυλικό πλήγμα. Η μέθοδος αυτή βοηθάει στο να ξεπεραστεί ένα από τα κύρια μειονεκτήματα της φυσικής μεθόδου χαρακτηριστικών. Η φυσική μέθοδος απαιτεί μια ενδεχομένως περίπλοκη δισδιάστατη παρεμβολή στις χαρακτηριστικές του δικτύου, εάν οι εξαρτώμενες μεταβλητές λύνονται σε σταθερά χρονικά διαστήματα. Η μέθοδος με χρήση πλέγματος αποφεύγει αυτή τη διαδικασία. Λύνει τις εξισώσεις για τιμές εξαρτώμενες από συγκεκριμένες μεταβολές χρόνου και απόστασης. Λύνει τις χαρακτηριστικές εξισώσεις στις τιμές για τις εξαρτώμενες μεταβλητές στις διευκρινισμένες συντεταγμένες χρόνου-απόστασης.

3.5 Εφαρμογές του Flowmaster

3.5.1 Σχεδιασμός δικτύων

Όταν σχεδιάζει κανείς ένα δίκτυο χρησιμοποιεί στοιχεία από τη μεγάλη ποικιλία στοιχείων του προγράμματος. Κάθε στοιχείο του Flowmaster αντιπροσωπεύεται μαθηματικά από την εφαρμοσμένη μηχανική. Επιλεγμένα στοιχεία συνδέονται μέσω κόμβων ώστε να δημιουργήσουν ένα δίκτυο το οποίο λειτουργεί ως υπολογιστικό μοντέλο του συστήματος ροής. Μόλις ολοκληρωθεί το μοντέλο, και έχουν προσδιοριστεί οι γενικές συνθήκες του συστήματος μπορεί να γίνει η ανάλυση και να ερμηνευτούν τα αποτελέσματα. Πρέπει πάντα να αρχίζει κανείς με την δημιουργία ενός απλού προτύπου και στη συνέχεια να προχωρήσει σε πολυπλοκότερα δίκτυα. Κατά τη χρησιμοποίηση του Flowmaster για σχεδιασμό δικτύων, πρέπει πάντα να ακολουθεί κανείς τα παρακάτω βήματα:

- Εξέταση του συστήματος
- Απόφαση για τον βαθμό λεπτομέρειας με τον οποίο θα σχεδιαστεί το σύστημα
- Συγκέντρωση των απαραίτητων στοιχείων
- Δημιουργία ενός δικτύου Flowmaster
- Εισαγωγή συγκεκριμένων δεδομένων για τα στοιχεία του δικτύου
- Εισαγωγή γενικών στοιχείων για το δίκτυο στη φόρμα της ανάλυσης
- “ Τρέξτε” το πρόγραμμα
- Ερμηνία των αποτελεσμάτων
- Επανάληψη της διαδικασίας, τροποποιώντας το δίκτυο

Κατά τη χρησιμοποίηση του Flowmaster για τη σχεδίαση δικτύων, υπάρχουν ορισμένοι κανόνες που πρέπει να λαμβάνει κανείς υπόψη πριν συνεχίσει. Οι κανόνες αυτοί βρίσκονται μέσα στο εγχειρίδιο του συγκεκριμένου προγράμματος.

3.5.2 Δημιουργία δικτύου

Ένα δίκτυο δημιουργείτε τοποθετώντας στοιχεία στο πλαίσιο σχεδιασμού του δικτύου. Στο Flowmaster, τα στοιχεία βρίσκονται ομαδοποιημένα σε “οικογένειες” (για παράδειγμα σε

σωληνώσεις, βαλβίδες κλπ). Οι “οικογένειες” βρίσκονται στη μπάρα εργαλείων (toolbar), αριστερά της οθόνης.

Τα στοιχεία επιλέγονται κάνοντας “κλικ” πάνω στις “οικογένειες” και εμφανίζονται όλα τα στοιχεία της “οικογένειας”. Τα ακριβή βήματα σχεδιασμού αναλύονται με λεπτομέρεια μέσα στο εγχειρίδιο του συγκεκριμένου προγράμματος.

3.5.3 Δημιουργία υπέρ-στοιχείων (super components)

Τα υπέρ-στοιχεία είναι στοιχεία τα οποία ο χρήστης τα τοποθετεί σε ομάδες ώστε να εκτελέσει μια γενική λειτουργία μέσα σε ένα δίκτυο. Παραδείγματος χάριν, αν υπάρχει ένας αριθμός στοιχείων τα οποία δημιουργούν π.χ ένα σύστημα ψύξης, τότε ο χρήστης μπορεί να τα ομαδοποιήσει και να ονομάσει την ομάδα “σύστημα ψύξης”. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει στον χρήστη να δημιουργήσει πολλές παρόμοιες ομάδες και να τις χρησιμοποιεί για συγκεκριμένες λειτουργίες.

3.5.4 Διαχείριση δεδομένων (Data Manager)

Η διαχείριση των δεδομένων γίνεται από μια κεντρική βάση δεδομένων όπου βρίσκονται όλα τα στοιχεία του Flowmaster. Η βάση αυτή περιλαμβάνει:

- Στοιχεία – ένα στοιχείο στη βάση δεδομένων περιλαμβάνει τρία καθορισμένα ή τροποποιημένα στοιχεία:
 - ένα σύμβολο
 - ένα φύλλο δεδομένων
 - σχετικές καμπύλες και επιφάνειες

Ο κόμβος μεταξύ των στοιχείων χρησιμοποιείται για να συνδέσει αυτά τα τρία στοιχεία.

- Σύμβολα - είναι τα σύμβολα των στοιχείων. Κάθε στοιχείο της βάσης δεδομένων ορίζεται από ένα μοναδικό σύμβολο. Παρέχονται δυνατότητες με τις οποίες μπορεί ο χρήστης να δημιουργήσει μια σειρά δικών του συμβόλων.

- Καμπύλες - αυτές είναι οι χαρακτηριστικές καμπύλες απόδοσης που παρέχονται από το λογισμικό Flowmaster. Οι καμπύλες απόδοσης που παρέχονται στο χρήστη καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα στοιχείων. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα να δημιουργήσει ο ίδιος ο χρήστης τις δικές του καμπύλες απόδοσης.
- Εξισώσεις - είναι οι χαρακτηριστικές εξισώσεις απόδοσης για τα στοιχεία. Οι χαρακτηριστικές εξισώσεις παρέχονται για διάφορα στοιχεία. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα να δημιουργήσει ο ίδιος ο χρήστης τις δικές του εξισώσεις.
- Επιφάνειες - είναι οι αποδιδόμενες επιφάνειες που παρέχονται από το λογισμικό Flowmaster. Οι επιφάνειες που παρέχονται στο χρήστη καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα στοιχείων. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα να δημιουργήσει ο ίδιος ο χρήστης τις δικές του επιφάνειες.
- Ρευστά - Το λογισμικό Flowmaster περιέχει ένα ευρύ φάσμα ρευστών όπως υγρά, αέρια και στερεά. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα να δημιουργήσει ο ίδιος ο χρήστης ρευστά με άλλες ιδιότητες.
- Είδη - Είναι προκαθορισμένα σύνολα που παρέχονται από το λογισμικό Flowmaster και περιλαμβάνουν :

-Αμερικανικά (American)

-Επιχειρήσεις(Company)

-Παγκόσμια(Imperial)

-Μετρικά(Metric)

- Βιομηχανίες πετρελαίου (Oil Industry)

3.6 Στοιχεία του λογισμικού Flowmaster

3.6.1 Αλληλεπίδραση στοιχείων (Component Interaction)

Η ενότητα για την αλληλεπίδραση των στοιχείων στο λογισμικό Flowmaster, έχει σχεδιαστεί συγκεκριμένα για να υπολογίζει τις αλλαγές που εμφανίζονται στους συντελεστές απωλειών των στοιχείων όταν διάφορα στοιχεία τοποθετούνται σε στενή εγγύτητα.

Το πρόγραμμα αναζητά ομάδες που ενδεχομένως τα στοιχεία να αλληλεπιδρούν, των οποίων οι συντελεστές αλληλεπίδρασης εξαρτώνται μόνο από την γεωμετρική διαμόρφωση της

κατεύθυνσης των στοιχείων και της ροής. Έχοντας υπολογίσει όλους τους συντελεστές αλληλεπίδρασης για τα σχετικά στοιχεία, το πρόγραμμα συνεχίζει με την ανάλυση μόνιμης κατάστασης.

3.6.2 Μέτρηση στοιχείων (About Component Sizing)

Η μέτρηση των στοιχείων γίνεται από το λογισμικό Flowmaster για να οριοθετήσει την μεγάλη ποικιλία των στοιχείων, π.χ διάμετρο για σωλήνες και βαλβίδες και περιοχές ορθογώνιων σωλήνων και απώλειες. Η μέτρηση των στοιχείων μπορεί να εφαρμοστεί σε επιμέρους στοιχεία (Individual Sizing), σε σειρά στοιχείων σε μια γραμμή (Line Sizing), ή σε γενική βάση στοιχείων με σφαιρικά κριτήρια (Global Sizing).

3.6.2.1 Ταξινόμηση των κριτηρίων (Sizing Criteria)

Προκειμένου να ταξινομηθεί ένα στοιχείο, θα πρέπει να καθοριστούν συγκεκριμένα κριτήρια ταξινόμησης. Αυτά μπορεί να είναι ένα ή συνδυασμός των παρακάτω:

1. Ελάχιστη ταχύτητα
2. Μέγιστη ταχύτητα
3. Μέγιστη πτώση πίεσης
4. Μέγιστη κλίση πίεσης (μόνο για σωλήνες)

Η χρήση των παραπάνω θα εξαρτηθεί από το ποιοι τύποι στοιχείων είναι να ταξινομηθούν και ο στόχος του σχεδίου μελέτης.

3.6.3 Κλιματισμός

Ο αυτόματος κλιματισμός είναι βασισμένος σε ένα μοναδικό είδος ρευστών γνωστό ως ψυκτικές ουσίες. Αυτά τα ρευστά έχουν μια μοναδική ιδιότητα που τους επιτρέπει να φτάνουν στο σημείο βρασμού σε χαμηλές θερμοκρασίες. Αυτή είναι η ιδιότητα που επιτρέπει στα συστήματα κλιματισμού να λειτουργούν. Στην πιο απλή του μορφή, ένα σύστημα αυτόματου κλιματισμού περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία :

- Συμπιεστή
- Συμπυκνωτή
- Εξατμιστήρα
- Συσκευή επέκτασης

Εντούτοις, προστίθενται και άλλα στοιχεία για να καταστήσουν το σύστημα αποδοτικότερο. Τα περισσότερα συστήματα κλιματισμού σήμερα εμπίπτουν σε μια από τις ακόλουθες κατηγορίες:

1. Δέκτης-ξηρότερος (Receiver-Drier): Σύστημα βαλβίδων θερμικής εκτόνωσης Thermal Expansion Valve System (TXV)
2. Συσσωρευτής : Στόμιο σταθερού συστήματος σωλήνων - Fixed Orifice Tube (FOT) System
3. Συσσωρευτής: Στόμιο μεταβλητού συστήματος βαλβίδων - Variable Orifice Valve (VOV) System

3.6.3.1 Στοιχεία συστήματος κλιματισμού

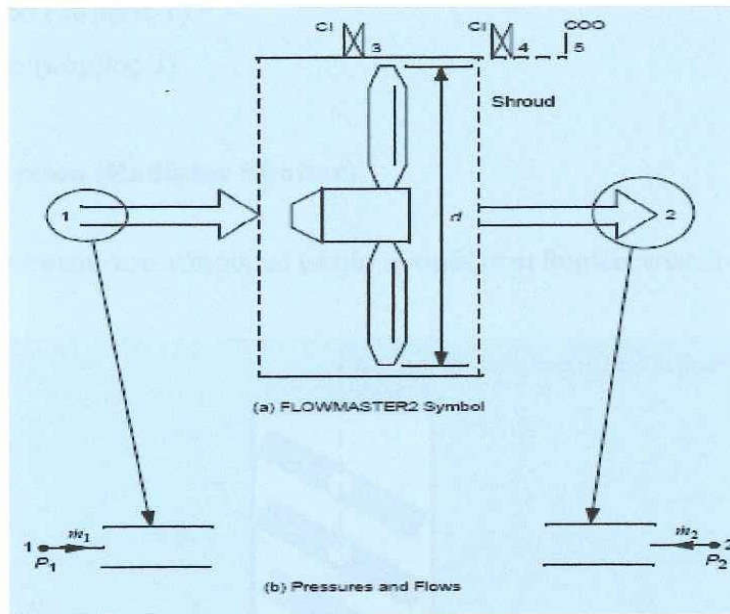
Μια νέα “οικογένεια” έχει δημιουργηθεί για τη διαμόρφωση των συστημάτων κλιματισμού. Περιέχει τα ακόλουθα στοιχεία:

- Συσσωρευτή κλιματισμού
- Συμπιεστή κλιματισμού
- Συμπυκνωτή κλιματισμού
- Εξατμιστήρα κλιματισμού
- Στόμιο σταθερού σωλήνα κλιματισμού
- Σωλήνα κλιματισμού
- Δέκτης ξηρότητας κλιματισμού
- Βαλβίδα θερμικής εκτόνωσης κλιματισμού
- Στόμιο μεταβλητού συστήματος βαλβίδων κλιματισμού
- Πηγή κλιματισμού
- Τριχοειδή σωλήνας κλιματισμού
- Κλιματισμός γενικού τύπου
- Κλιματισμός ορισμένο από τον χρήστη
- Καμπυλωτοί σωλήνες κλιματισμού

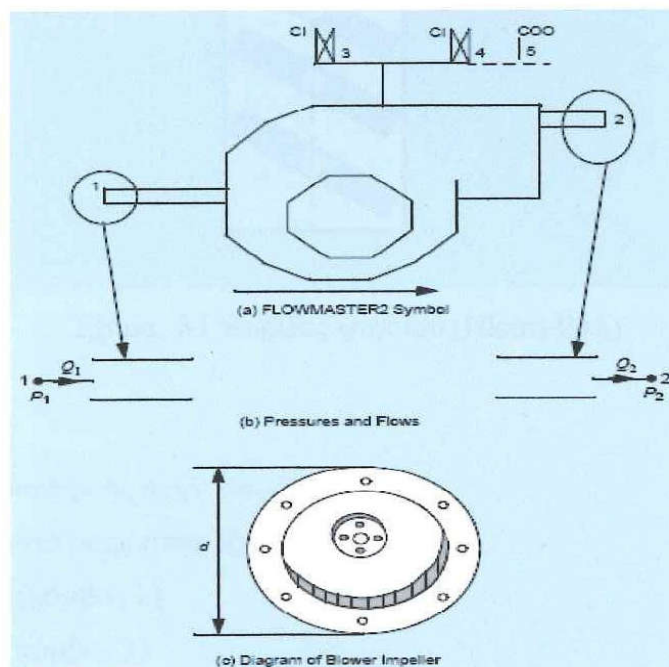
3.6.4 Στοιχεία ανεμιστήρων (Air side Components)

3.6.4.1 Ανεμιστήρες και εξαεριστήρες (Fan and Blower Units)

Με τα στοιχεία αυτά ο χρήστης μπορεί να σχεδιάζει τα παρακάτω :



Σχήμα- 29 Ανεμιστήρας



Σχήμα-30 Τμήμα ανεμιστήρα

όπου :

d = διάμετρος του στροφείου

Q_1 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στην είσοδο

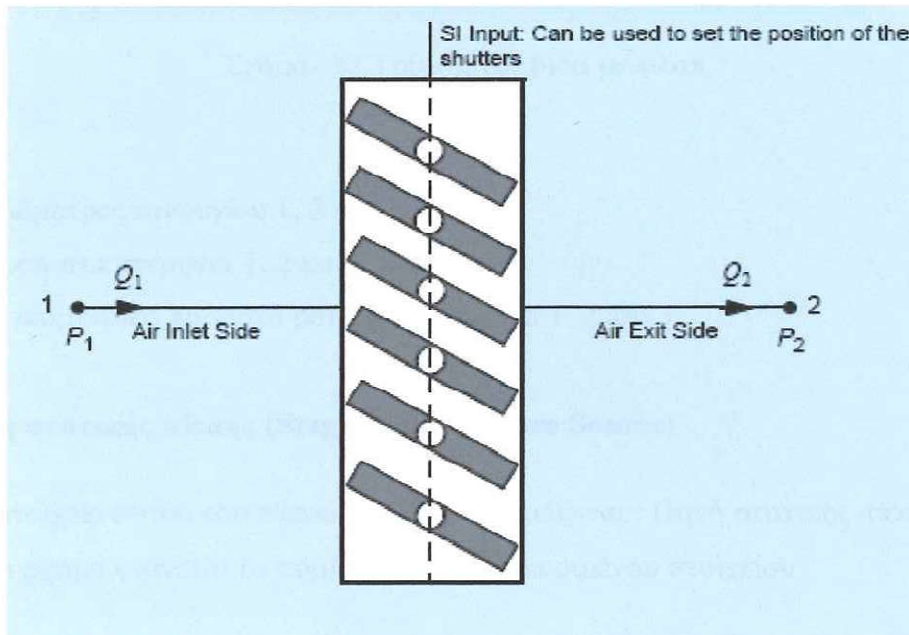
Q_2 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στην έξοδο

P_1 = πίεση στην είσοδο (κόμβος 1)

P_2 = πίεση στην έξοδο (κόμβος 2)

3.6.4.2 Θυρίδες ψυγείου (Radiator Shutter)

Υπάρχει ένα στοιχείο αυτού του τύπου, το οποίο ονομάζεται θυρίδα ψυγείου.



Σχήμα- 31 Θυρίδες ψυγείου (Πίεση-Ροή)

όπου :

Q_1 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στην είσοδο

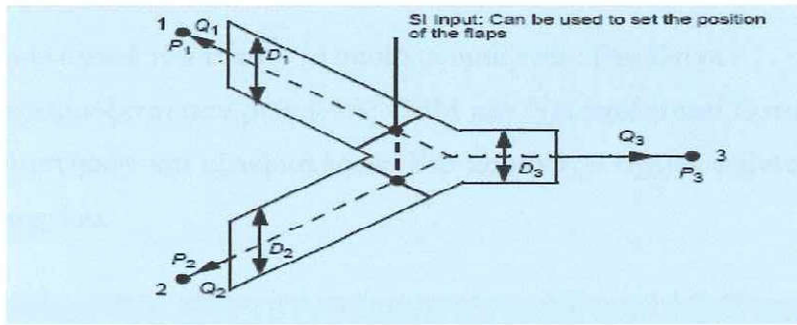
Q_2 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στην έξοδο

P_1 = πίεση στην είσοδο (κόμβος 1)

P_2 = πίεση στην έξοδο (κόμβος 2)

3.6.4.3 Τρίωδη βαλβίδα με φλαπ (Three-way Flap Valve)

Υπάρχει ένα στοιχείο αυτού του τύπου, το οποίο ονομάζεται: Τρίωδη βαλβίδα με φλαπ. Το στοιχείο περιλαμβάνει τρία πτερύγια ή δύο πτερύγια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εκτρέψουν ή να κατευθύνουν τον αέρα μέσω των πτερυγίων 1 και 2. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το σύμβολο του συγκεκριμένου στοιχείου.



Σχήμα- 32 Τρίωδη βαλβίδα με φλαπ

όπου:

D_1, D_2, D_3 = διάμετρος πτερυγίου 1, 2 και 3

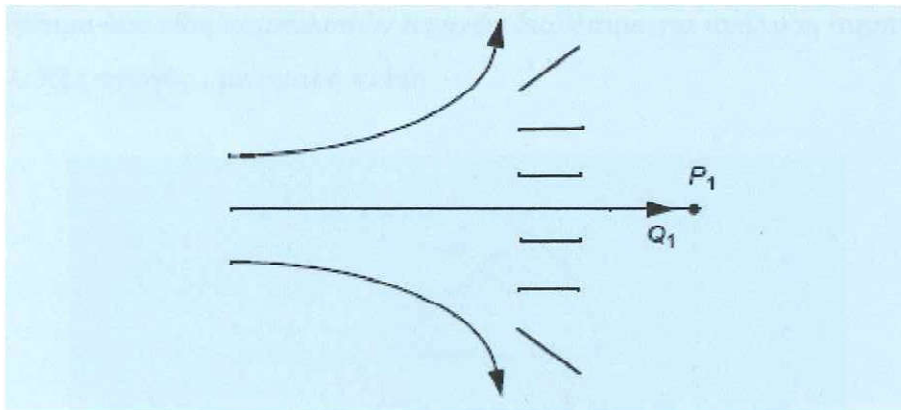
P_1, P_2, P_3 = πίεση στα πτερύγια 1, 2 και 3

Q_1, Q_2, Q_3 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στα πτερύγια 1, 2 και 3

3.6.4.4 Πηγή στατικής πίεσης (Stagnation Pressure Source)

Υπάρχει ένα στοιχείο αυτού του τύπου, το οποίο ονομάζεται : Πηγή στατικής πίεσης.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το σύμβολο του συγκεκριμένου στοιχείου.



Σχήμα- 33 Πηγή στατικής πίεσης

όπου :

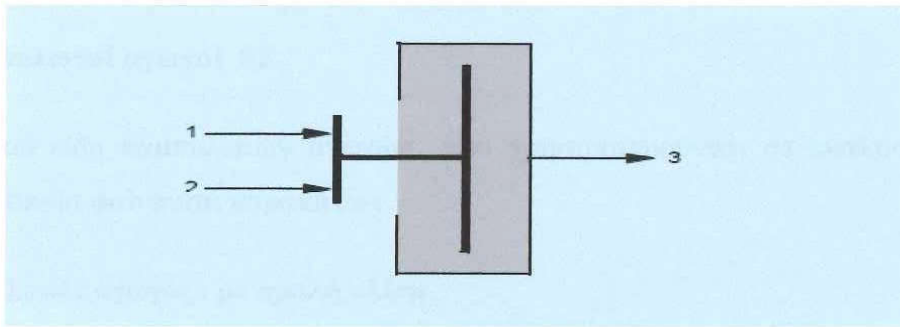
Q_1 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στον κόμβο 1

P_1 = πίεση στον κόμβο 1

3.6.4.5 Κίνηση ανεμιστήρα (Fan Drive)

Υπάρχει ένα στοιχείο αυτού του τύπου, το οποίο ονομάζεται : Fan Drive

Το στοιχείο αυτό εφαρμόζεται σαν ρυθμιστής COM και έχει σχεδιαστεί ώστε να χρησιμοποιείτε σε εφαρμογές ανεμιστήρων και εξαεριστήρων. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το σύμβολο του συγκεκριμένου στοιχείου.



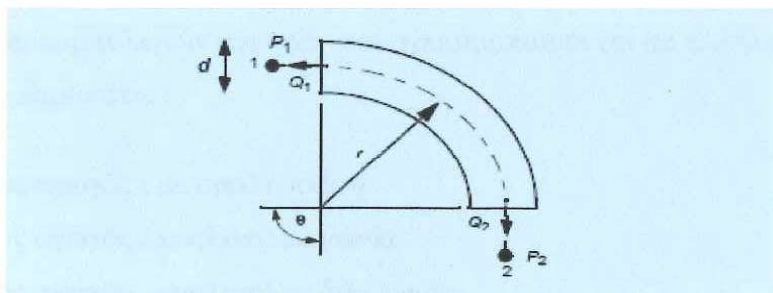
Σχήμα- 34

3.6.5 Καμπυλωτοί αγωγοί (Bends)

3.6.5.1 Καμπυλωτοί αγωγοί CF

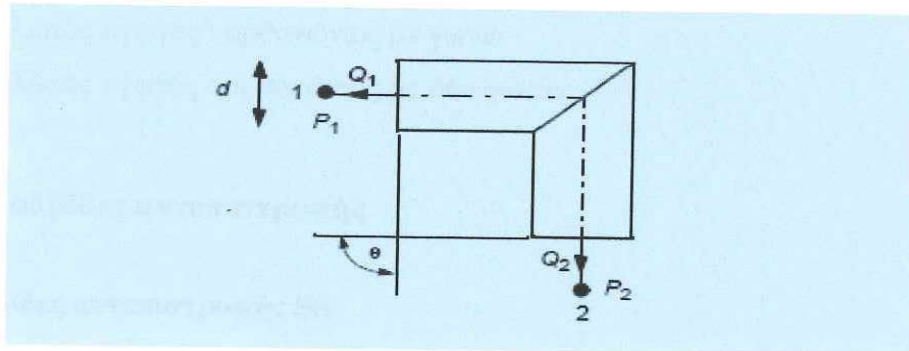
Υπάρχουν διαθέσιμα δύο είδη καμπυλωτών αγωγών διαθέσιμα για ανάλυση συμπιεστής ροής:

- Καμπυλωτός αγωγός : με ομαλή κλίση



Σχήμα-35 Καμπυλωτός αγωγός με ομαλή κλίση

- Καμπυλωτός αγωγός :με γωνία



Σχήμα-36 Καμπυλωτός αγωγός με γωνία

3.6.5.2 Καμπυλωτοί αγωγοί SF

Υπάρχουν οχτώ είδη καμπυλωτών αγωγών που χρησιμοποιούνται σε ανάλυση ροής (Flow Balancing), τα οποία φαίνονται παρακάτω :

- Καμπυλωτός αγωγός : με ομαλή κλίση
- Καμπυλωτός αγωγός : κυκλικοί με γωνία
- Καμπυλωτός αγωγός : κυκλικοί με δύο γωνίες
- Καμπυλωτός αγωγός : με ορθογώνια κλίση(κλίση 0,5)
- Καμπυλωτός αγωγός : με ορθογώνια κλίση(κλίση 1,0)
- Καμπυλωτός αγωγός : με ορθογώνια κλίση(κλίση 2,0)
- Καμπυλωτός αγωγός : ορθογώνιος με γωνία
- Καμπυλωτός αγωγός : ορθογώνιος με δύο γωνίες

3.6.5.3 Καμπυλωτοί αγωγοί SIFI

Υπάρχουν οχτώ είδη καμπυλωτών αγωγών που χρησιμοποιούνται σε αλληλεπίδραση στοιχείων τα οποία φαίνονται παρακάτω :

- Καμπυλωτός αγωγός : με ομαλή κλίση
- Καμπυλωτός αγωγός : κυκλικοί με γωνία
- Καμπυλωτός αγωγός : κυκλικοί με δύο γωνίες

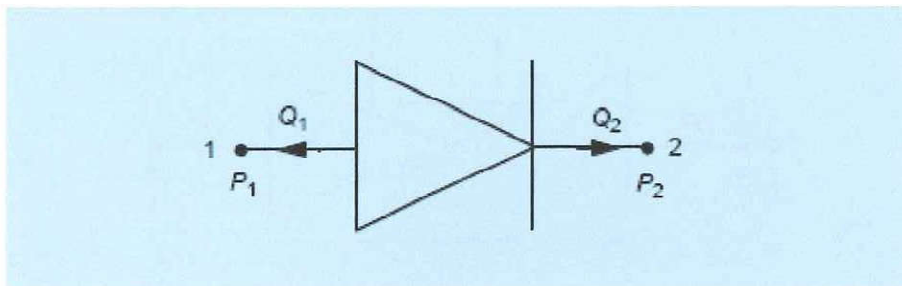
- Καμπυλωτός αγωγός : με ορθογώνια κλίση(κλίση 0,5)
- Καμπυλωτός αγωγός : με ορθογώνια κλίση(κλίση 1,0)
- Καμπυλωτός αγωγός : με ορθογώνια κλίση(κλίση 2,0)
- Καμπυλωτός αγωγός : ορθογώνιος με γωνία
- Καμπυλωτός αγωγός : ορθογώνιος με δύο γωνίες

3.6.6 Βαλβίδες αντεπιστροφής

3.6.6.1 Βαλβίδες αντεπιστροφής SS

Υπάρχουν τρία είδη βαλβίδων αντεπιστροφής τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανάλυση μόνιμης ροής (Single Phase Steady State) και ονομάζονται:

- Βαλβίδα : βαλβίδα αντεπιστροφής ταλάντευσης (SWING-CHECK)



Σχήμα-37 Βαλβίδα αντεπιστροφής ταλάντευσης

όπου :

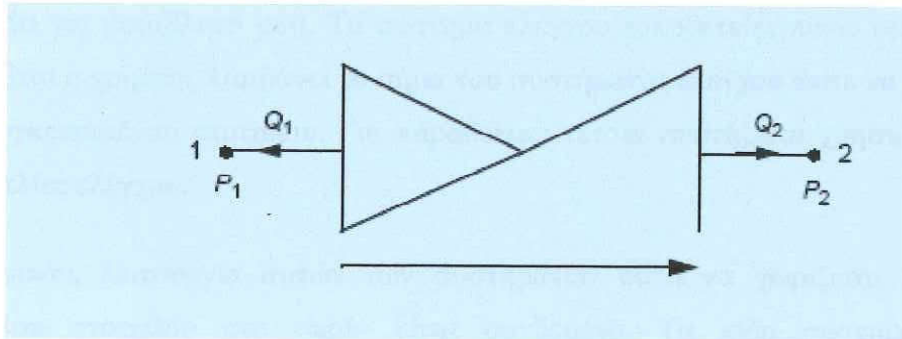
P_1 = πίεση στον κόμβο 1

P_2 = πίεση στον κόμβο 2

Q_1 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στον κόμβο 1

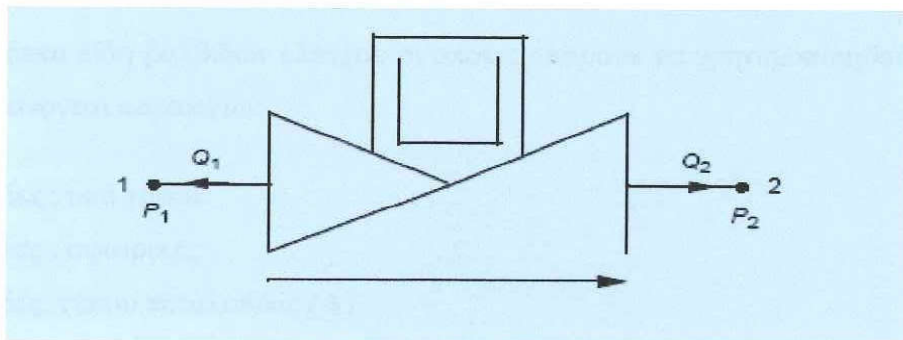
Q_2 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στον κόμβο 2

- Βαλβίδα : Κλαπέ ελέγχου



Σχήμα-38 Βαλβίδα κλαπέ ελέγχου

- Βαλβίδα : τύπου PLUG-CHECK



Σχήμα-39 Βαλβίδα τύπου Plug-Check

3.6.6.2 Βαλβίδες αντεπιστροφής μεταβλητής ροής (ST Check Valves)

Υπάρχουν τρία είδη βαλβίδων αντεπιστροφής τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανάλυση μη μόνιμης ροής (Single Phase Transient) και ονομάζονται:

- Βαλβίδα : Βαλβίδα αντεπιστροφής ταλάντευσης
- Βαλβίδα : Κλαπέ ελέγχου
- Βαλβίδα : τύπου PLUG-CHECK

3.6.7 Σύστημα ελέγχου

Το λογισμικό Flowmaster παρέχει στον χρήστη ένα ευρύ πεδίο συστημάτων ελέγχου, τόσο για στρωτή όσο και για μεταβλητή ροή. Το σύστημα ελέγχου τοποθετείτε πάνω σε κάθε στοιχείο του δικτύου. Έτσι ο χρήστης λαμβάνει το σήμα του συστήματος ελέγχου ώστε να έχει μια πλήρη εικόνα του συγκεκριμένου στοιχείου. Για παράδειγμα τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται σε βαλβίδες ή αντλίες ελέγχου.

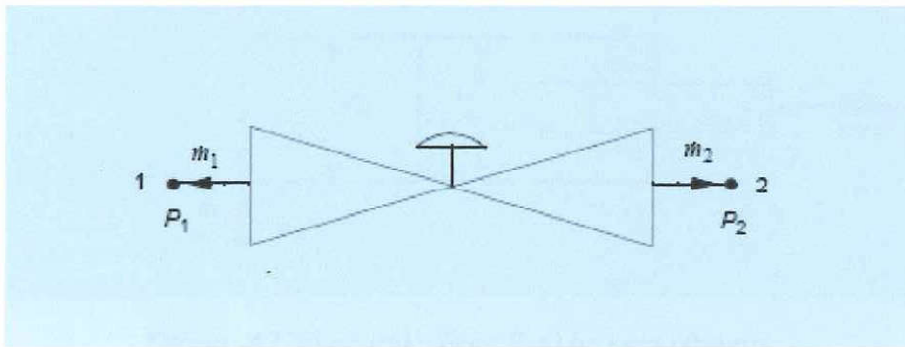
Η βασική, λοιπόν, λειτουργία αυτών των συστημάτων είναι να χειρίζεται την τιμή μιας μεταβλητής του στοιχείου στο οποίο είναι συνδεδεμένο. Τα είδη συστημάτων ελέγχου παρουσιάζονται αναλυτικότερα στο εγχειρίδιο του λογισμικού Flowmaster.

3.6.8 Βαλβίδες ελέγχου

Υπάρχουν δώδεκα είδη βαλβίδων ελέγχου οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση ροής. Αυτά φαίνονται παρακάτω:

- Βαλβίδες : υπό γωνία
- Βαλβίδες : σφαιρικές
- Βαλβίδες: τύπου πεταλούδας (A)
- Βαλβίδες : τύπου πεταλούδας (B)
- Βαλβίδες : τύπου πεταλούδας (Γ)
- Βαλβίδες: τύπου πεταλούδας (Blakeborough)
- Βαλβίδες : τύπου βάνας
- Βαλβίδες : επιστόμια
- Βαλβίδες : με σύρτη
- Βαλβίδες : τύπου διαφράγματος (πλήρες αντοχή)
- Βαλβίδες : τύπου διαφράγματος (μειωμένης αντοχής)
- Βαλβίδες : τύπου Y

Παρακάτω φαίνεται σχηματικά μια βαλβίδα ελέγχου :



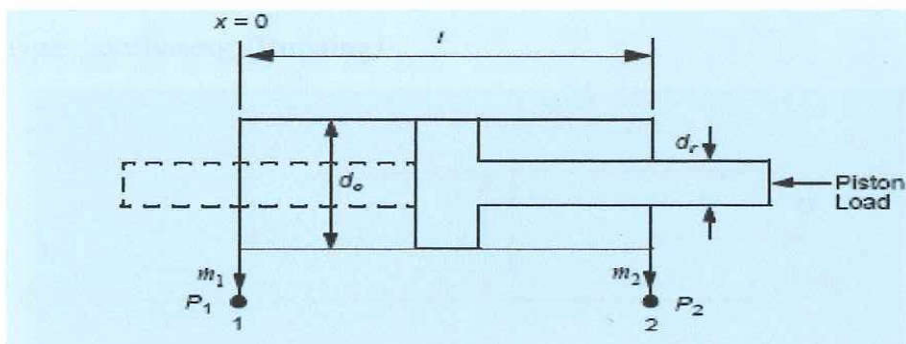
Σχήμα -40 Βαλβίδα ελέγχου

3.6.9 Κύλινδροι

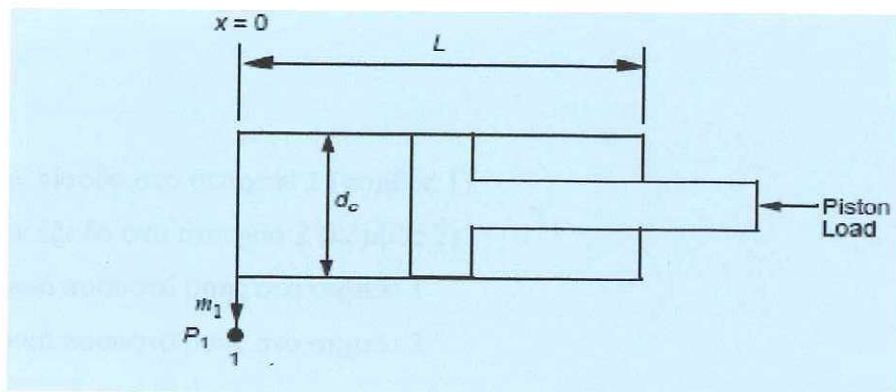
Υπάρχουν τρία είδη κυλίνδρων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση ροής. Αυτά φαίνονται παρακάτω:

- Κύλινδρος : μια ράβδος διπλής κατεύθυνσης
- Κύλινδρος : δύο ράβδους διπλής κατεύθυνσης
- Κύλινδρος : μια ράβδος μονής κατεύθυνσης

Ένας υδραυλικός κύλινδρος χρησιμοποιείται για να μετατρέψει τη ροή ρευστού σε μηχανική κίνηση ή την πίεση του ρευστού σε μια ώθηση στο έμβολο και τη ράβδο. Παρακάτω φαίνονται σχηματικά ένας κύλινδρος μονής κατεύθυνσης (σχήμα -46) και ένας διπλής (σχήμα -47) :



Σχήμα -41 Κύλινδρος μονής κατεύθυνσης



Σχήμα -42 Ένας κύλινδρος διπλής κατεύθυνσης

όπου :

d_c = διάμετρος κυλίνδρου

d_r = διάμετρος ράβδου

L = μέγιστη κίνηση της ράβδου

m_1 = ποσοστό μαζικής ροής στον κόμβο 1

m_2 = ποσοστό μαζικής ροής στον κόμβο 2

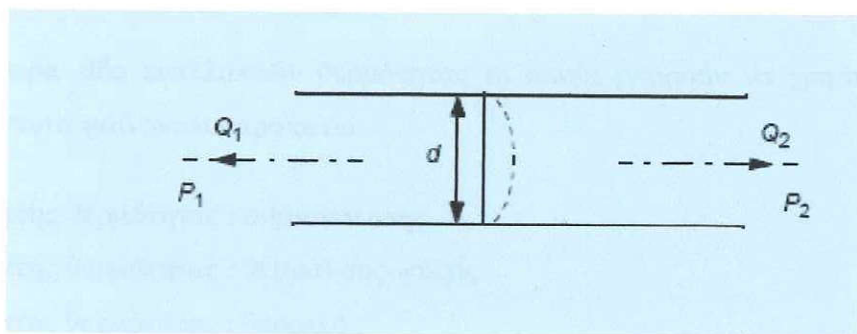
P_1 = πίεση στον κόμβο 1

P_2 = πίεση στον κόμβο 2

3.6.10 Διαφράγματα

Υπάρχει ένα είδος διαφράγματος το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανάλυση ροής. Αυτό φαίνεται παρακάτω:

- Διαφράγμα : εκτόνωσης (Bursting)



Σχήμα -43 Διάφραγμα εκτόνωσης

όπου :

d = διάμετρος

P_1 = πίεση στην είσοδο στο στοιχείο 1 (κόμβος 1)

P_2 = πίεση στην έξοδο στο στοιχείο 2 (κόμβος 2)

Q_1 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στο σημείο 1

Q_2 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στο σημείο 2

3.6.11 Μετρητές

Υπάρχουν οχτώ είδη μετρητών τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση ροής. Αυτά φαίνονται παρακάτω:

- Μετρητής : πίεσης
- Μετρητής : ροής
- Μετρητής : θερμοκρασίας
- Μετρητής : ισχύος
- Μετρητής : ηλεκτρομηχανικών στοιχείων
- Μετρητής : λειτουργίας
- Μετρητής : κυλίνδρου (cylinder)
- Μετρητής : ποσοστού ανοίγματος βαλβίδας

Οι μετρητές δεν επιφέρουν απώλειες στη ροή ή στη πίεση του δικτύου.

3.6.11.1 Εναλλάκτες θερμότητας

Υπάρχουν τέσσερα είδη εναλλακτών θερμότητας τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση ροής. Αυτά φαίνονται παρακάτω:

- Εναλλάκτης θερμότητας : συμπίκνωσης
- Εναλλάκτης θερμότητας : θέρμανσης-ψύξης
- Εναλλάκτης θερμότητας : θερμικός
- Εναλλάκτης θερμότητας : θερμικό σώμα (Radiator)

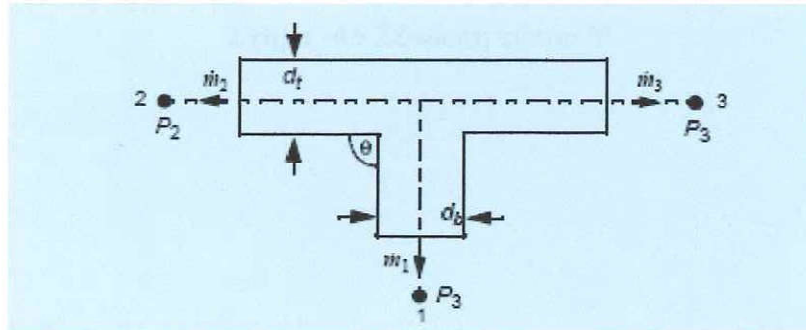
Για περισσότερες λεπτομέρειες αναφορικά με τους εναλλάκτες θερμότητας ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στο εγχειρίδιο του λογισμικού Flowmaster.

3.6.12 Συνδέσεις

3.6.12.1 Συνδέσεις τύπου T

Οι συνδέσεις τύπου T είναι στοιχεία με μικρό ποσοστό απώλειας. Οι συνδέσεις αυτού του τύπου πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο όταν πρόκειται να επηρεάσουν σημαντικά το σύστημα δικτύου. Τατέσσερα είδη συνδέσεων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση ροής φαίνονται παρακάτω:

- Σύνδεση τύπου T-90°
- Σύνδεση τύπου T-60°
- Σύνδεση τύπου T-45°
- Σύνδεση τύπου T-30°



Σχήμα -44 Σύνδεση τύπου T-90°

όπου :

d_b = διάμετρος κλάδου

d_t = διάμετρος σωλήνα

m_1 = ποσοστό μαζικής ροής στον κόμβο 1

m_2 = ποσοστό μαζικής ροής στον κόμβο 2

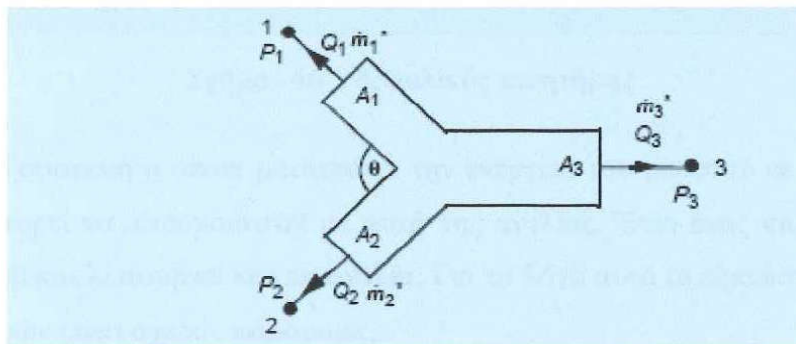
m_3 = ποσοστό μαζικής ροής στον κόμβο 3

θ = γωνία μεταξύ κλάδου 1 και 2

3.6.12.2 Συνδέσεις τύπου Y

Οι συνδέσεις τύπου Y είναι στοιχεία με μικρό ποσοστό απώλειας. Οι συνδέσεις αυτού του τύπου πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο όταν πρόκειται να επηρεάσουν σημαντικά το σύστημα δικτύου. Τατέσσερα είδη συνδέσεων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση ροής φαίνονται παρακάτω:

- Σύνδεση τύπου Y όπου $A_1 + A_2 = A_3$
- Σύνδεση τύπου Y όπου $A_1 = A_2 = A_3$



Σχήμα -45 Σύνδεση τύπου Y

όπου :

A_1 = κλάδος 1

A_2 = κλάδος 2

A_3 = κλάδος 3

P_1 = πίεση στον κόμβο 1

P_2 = πίεση στον κόμβο 2

P_3 = πίεση στον κόμβο 3

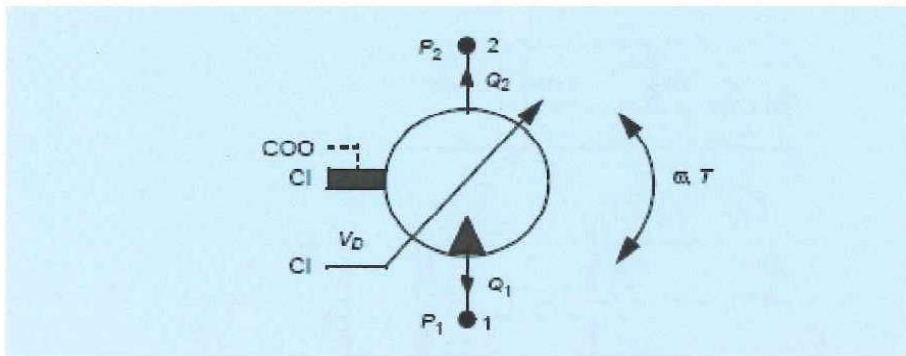
Q_1, Q_2, Q_3 = Ογκομετρικό ποσοστό ροής στον κόμβο 1, 2 και 3

m_1, m_2, m_3 = ποσοστό μαζικής ροής στον κόμβο 1, 2 και 3 (μόνο συμπιεστή ροή)

θ = γωνία μεταξύ κλάδων

3.6.13 Κινητήρες

Ο πρότυπος κινητήρας χρησιμοποιείται από το λογισμικό Flowmaster για ένα γενικό σκοπό στην ανάλυση ροής. Ονομάζεται υδραυλικός κινητήρας και σχηματικά φαίνεται παρακάτω :



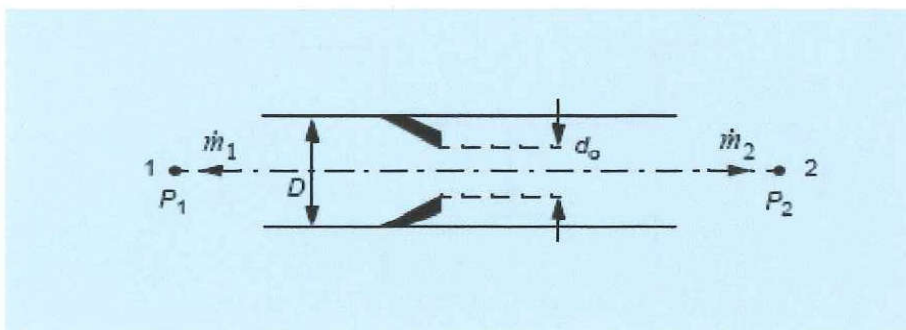
Σχήμα -46 Υδραυλικός κινητήρας

Πρόκειται για μια συσκευή η οποία μετατρέπει την ενέργεια του ρευστού σε μηχανική, οπότε η λειτουργία του μπορεί να παρομοιαστεί με αυτή της αντλίας. Έτσι ένας κινητήρας, σε πολλές περιπτώσεις μπορεί και λειτουργεί και ως αντλία. Για το λόγο αυτό οι εξισώσεις λειτουργίας των δύο αυτών συσκευών είναι σχεδόν παρόμοιες.

3.6.14 Στόμια (Orifices)

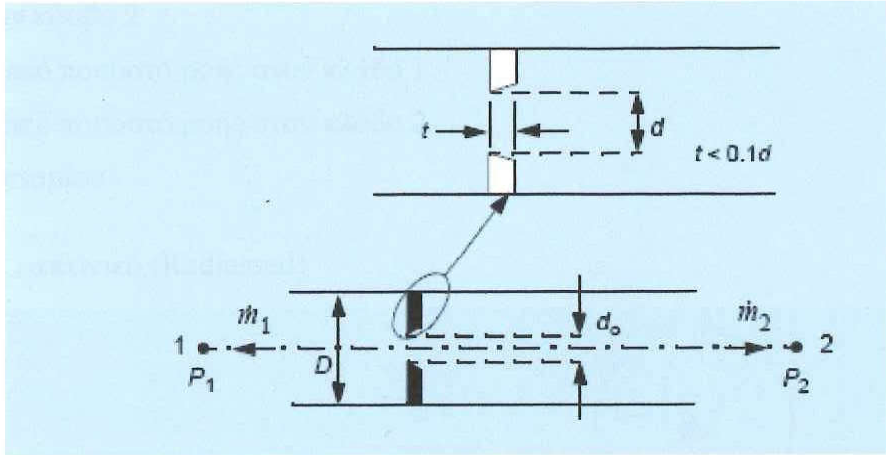
Υπάρχουν δύο είδη στομίων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση ροής. Αυτά φαίνονται παρακάτω:

- Στόμιο : με αιχμηρές άκρες (κωνικό) – Sharp Edged



Σχήμα -47 Στόμιο με αιχμηρές άκρες (κωνικό)

- Στόμιο : με αιχμηρές άκρες (κανονικό)



Σχήμα -48 Στόμιο : με αιχμηρές άκρες (κανονικό)

όπου :

D = διάμετρος του αγωγού

d_o = διάμετρος του στομίου

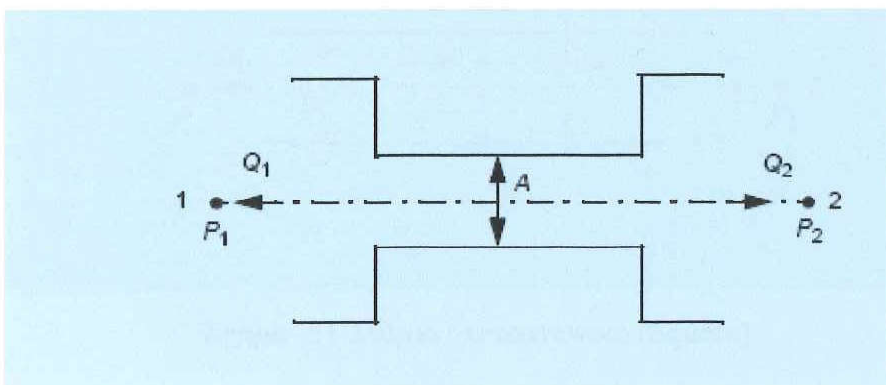
P_1 = πίεση στον κόμβο 1

P_2 = πίεση στον κόμβο 2

m_1 = ποσοστό μαζικής ροής στον κλάδο 1

m_2 = ποσοστό μαζικής ροής στον κλάδο 2

- Στόμιο : μεγάλου μήκους (Long)



Σχήμα -49 Στόμιο : μεγάλου μήκους

όπου :

P_1 = πίεση στον κόμβο 1

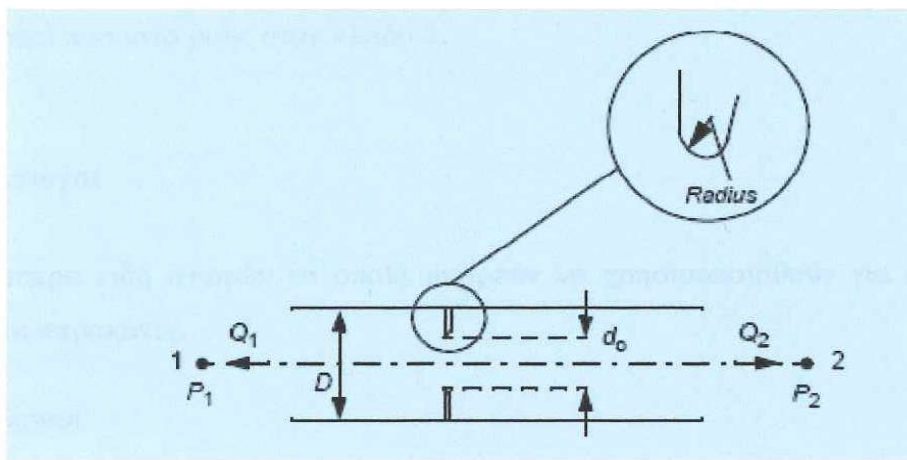
P_2 = πίεση στον κόμβο 2

Q_1 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στον κλάδο 1

Q_2 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στον κλάδο 2

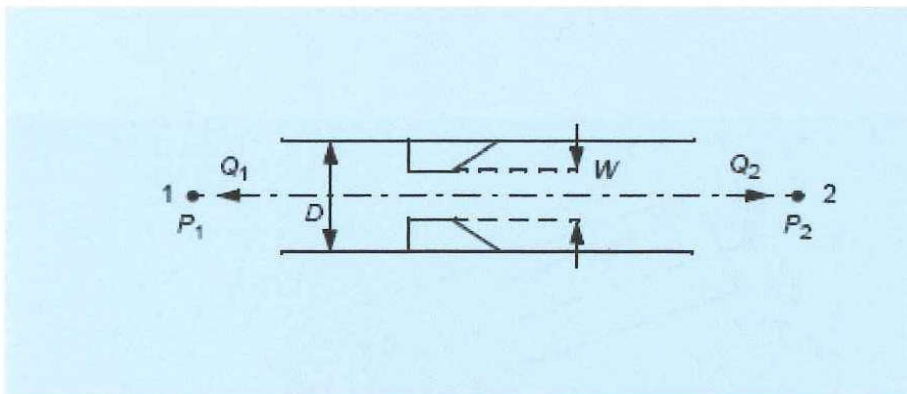
A = επιφάνεια στομίου

- Στόμιο : ακτινικό (Radiussed)



Σχήμα- 50 Στόμιο : ακτινικό (Radiussed)

- Στόμιο : τετραγωνικό (Square)



Σχήμα- 51 Στόμιο : τετραγωνικό (Square)

όπου :

D = διάμετρος αγωγού

d_o = διάμετρος στομίου

L = μήκος στομίου

W = πλάτος στομίου (για τετραγωνικά στόμια)

P_1 = πίεση στον κόμβο 1

P_2 = πίεση στον κόμβο 2

Q_1 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στον κλάδο 1

Q_2 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στον κλάδο 2

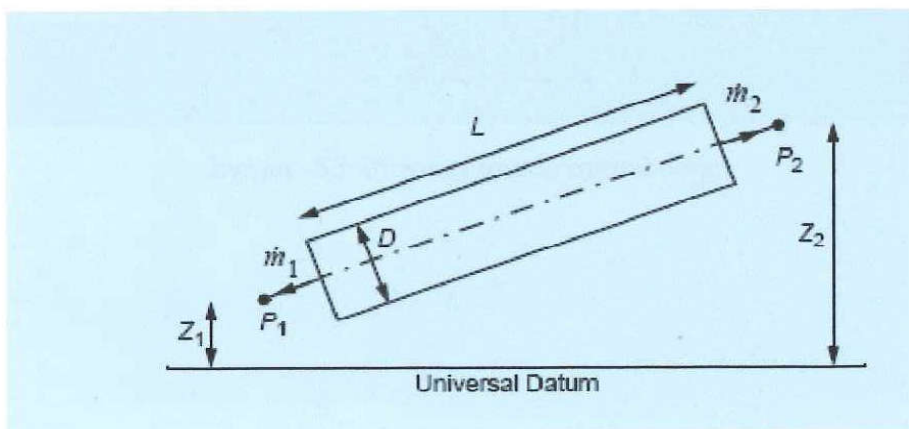
3.6.15 Αγωγοί

Υπάρχουν τέσσερα είδη αγωγών τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση ροής.

Αυτά φαίνονται παρακάτω:

- Κυλινδρικοί
- Ορθογώνιοι
- Εξαγωνικοί
- Πρισματικοί

Ο τύπος που εμφανίζεται πιο συχνά είναι ο κυλινδρικός αγωγός και φαίνεται στο παρακάτω σχήμα :



Σχήμα- 52 Κυλινδρικός αγωγός

όπου :

D = διάμετρος

L = μήκος

P_1 = πίεση στην είσοδο (κόμβος 1)

P_2 = πίεση στην έξοδο (κόμβος 2)

m_1 = ποσοστό μαζικής ροής στον κλάδο 1

m_2 = ποσοστό μαζικής ροής στον κλάδο 2

Z_1 = ύψος του κόμβου 1 από το επίπεδο αναφοράς

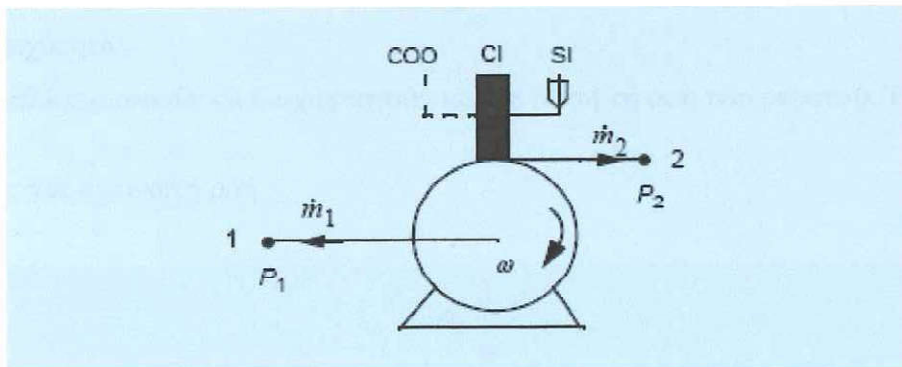
Z_2 = ύψος του κόμβου 2 από το επίπεδο αναφοράς

3.6.16 Αντλίες

Υπάρχουν τέσσερα είδη αγωγών τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση ροής.

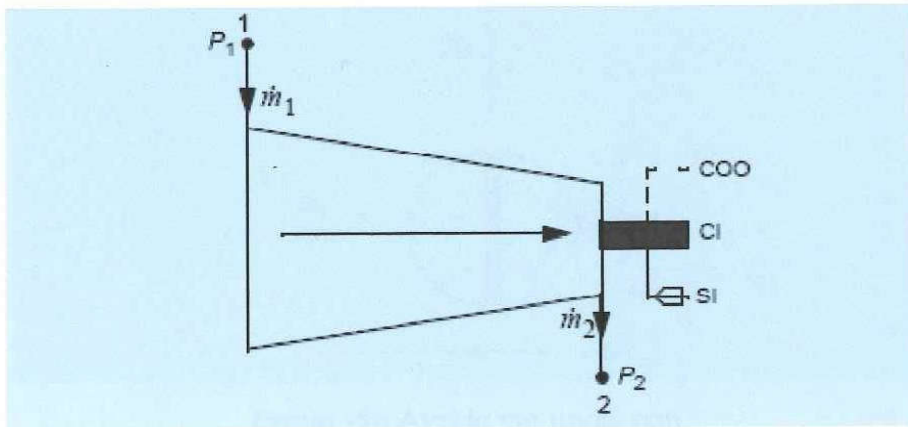
Αυτά φαίνονται παρακάτω:

- Συμπιεστής : φυγοκεντρικός



Σχήμα -53 Φυγοκεντρικός συμπιεστής

- Ανεμιστήρας : φυγοκεντρικός



Σχήμα -54 Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας

όπου :

P_1 = πίεση στον κόμβο 1

P_2 = πίεση στον κόμβο 2

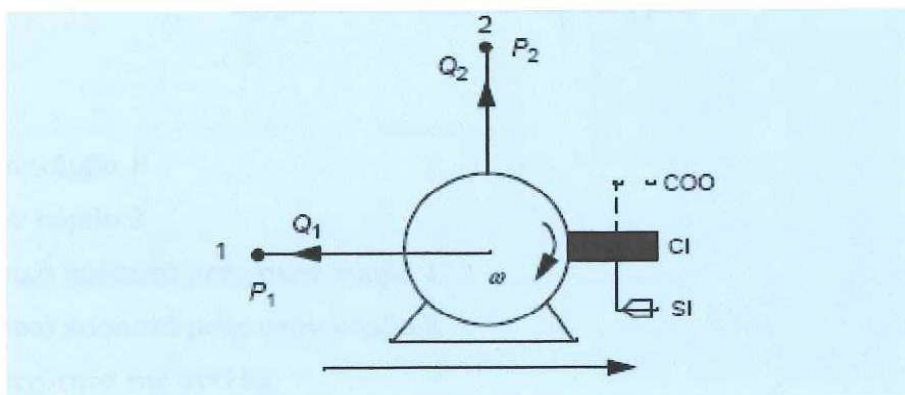
m_1 = ποσοστό μαζικής ροής στον κόμβο 1

m_2 = ποσοστό μαζικής ροής στον κόμβο 2

ω = γωνιακή ταχύτητα

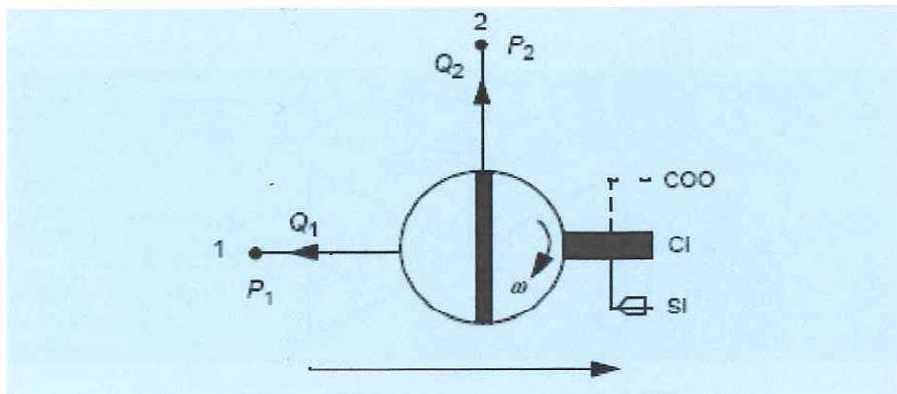
Επιπλέον οι αντλίες μπορούν να διαχωριστούν και με βάση τη ροή του ρευστού. Έτσι έχουμε :

- Αντλίες για ακτινωτή ροή



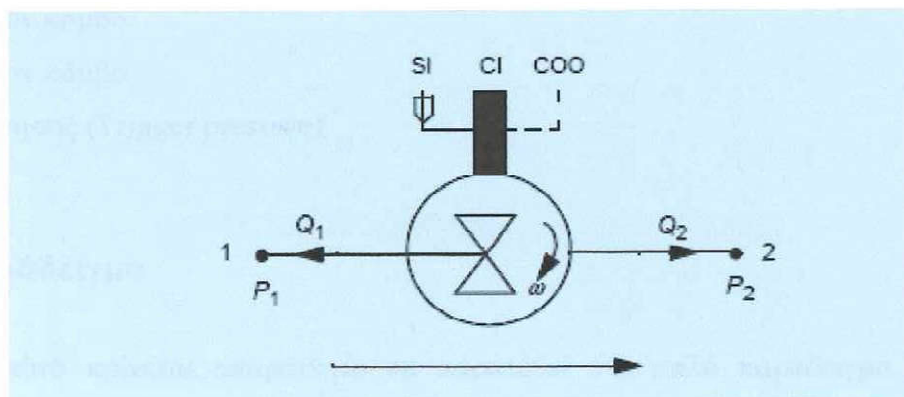
Σχήμα -55 Αντλία για ακτινωτή ροή

- Αντλίες για μικτή ροή



Σχήμα -56 Αντλία για μικτή ροή

- Αντλίες για αξονική ροή



Σχήμα -57 Αντλία για αξονική ροή

όπου :

P_1 = πίεση στον κόμβο 1

P_2 = πίεση στον κόμβο 2

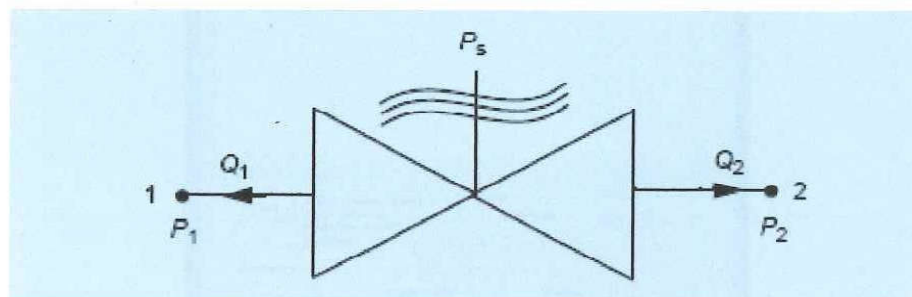
Q_1 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στον κόμβο 1

Q_2 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στον κόμβο 2

ω = γωνιακή ταχύτητα της αντλίας

3.6.17 Ανακουφιστικές βαλβίδες

Υπάρχει ένα είδος ανακουφιστικών βαλβίδων το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανάλυση ροής. Σχηματικά φαίνεται παρακάτω :



Σχήμα -58 Ανακουφιστική βαλβίδα

όπου :

Q_1 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στον κόμβο 1

Q_2 = ογκομετρικό ποσοστό ροής στον κόμβο 2

P_1 = πίεση στον κόμβο

P_2 = πίεση στον κόμβο

P_s = πίεση ώθησης (Trigger pressure)

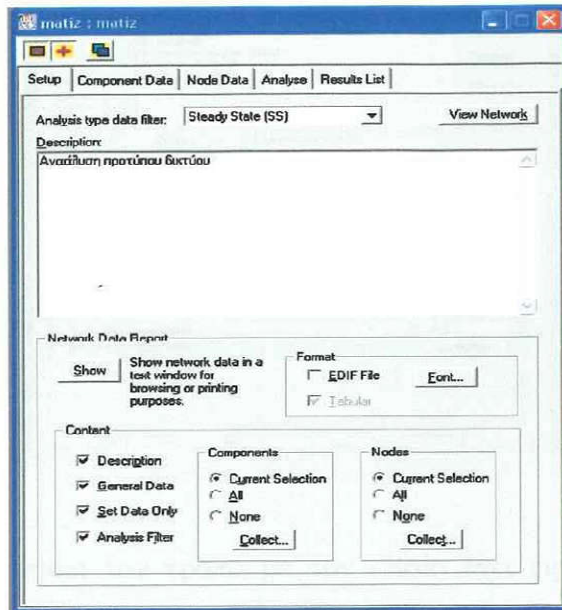
3.7 Παράδειγμα

Στο σημείο αυτό κρίνεται απαραίτητο να παρατεθεί ένα απλό παράδειγμα ώστε να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί το λογισμικό Flowmaster.

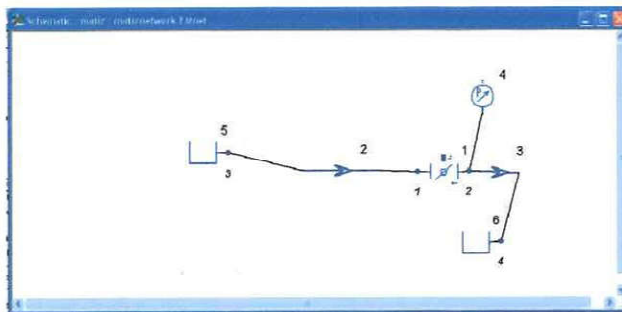
3.7.1 Ανάλυση δικτύου απλού συστήματος

Πρόκειται για ένα σύστημα που αποτελείται από δύο δεξαμενές νερού, δύο κυλινδρικούς σωλήνες, ένα μετρητή πίεσης και μια βαλβίδα τύπου πεταλούδας.

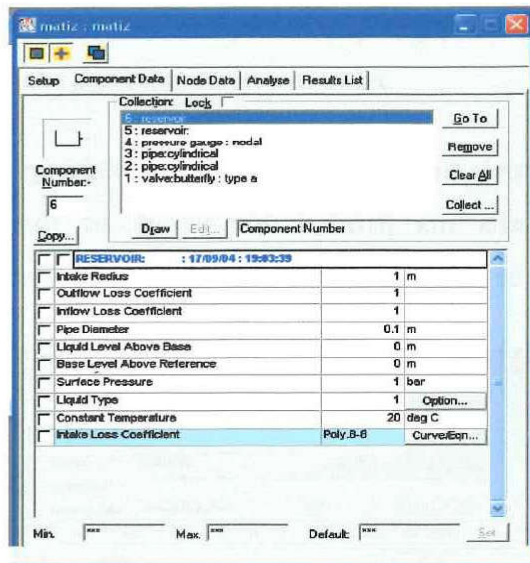
Το πρώτο παράθυρο που εμφανίζεται είναι το παρακάτω :



Σε αυτό το παράθυρο γίνεται μια σύντομη περιγραφή του δικτύου και ο χρήστης επιλέγει το είδος ροής του συστήματος. Πρώτο βήμα από το χρήστη είναι να δημιουργήσει το δίκτυο που πρόκειται να αναλύσει. Πατώντας το πλαίσιο με την ένδειξη 'view network' εμφανίζεται το παράθυρο στο οποίο θα δημιουργηθεί το σύστημα. Παρακάτω φαίνεται σχηματικά το δίκτυο όπως δημιουργήθηκε από το συγκεκριμένο πρόγραμμα.



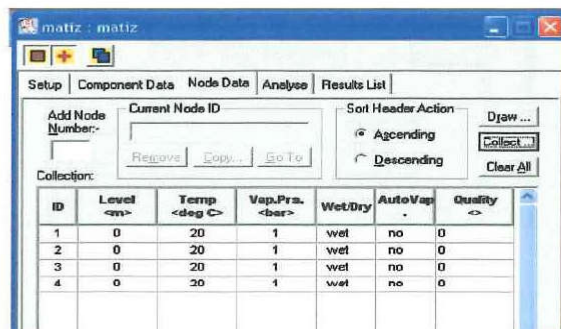
Στη συνέχεια ο χρήστης συμπληρώνει τις απαραίτητες πληροφορίες των διαφόρων στοιχείων που χρησιμοποιεί όπως φαίνεται παρακάτω.



Μπορεί κανείς να παρατηρήσει τον τρόπο με τον οποίο έχει τη δυνατότητα ο χρήστης να συμπληρώσει τις διάφορες παραμέτρους. Στο παράθυρο αυτό φαίνονται όλα τα στοιχεία που περιέχονται στο δίκτυο. Κάνοντας 'κλικ' πάνω στα στοιχεία εμφανίζεται αυτομάτως ο πίνακας με τα δεδομένα που απαιτούνται. Στο συγκεκριμένο παράθυρο είναι τσεκαρισμένο το στοιχείο 'δεξαμενή' (reservoir).

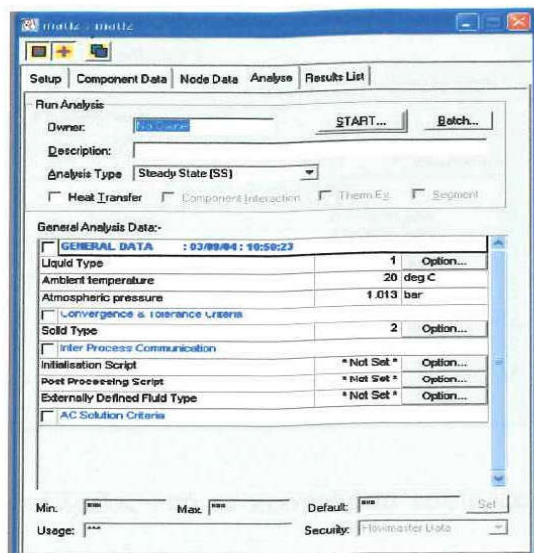
Σε αυτό το σημείο πρέπει να υπογραμμισθεί η σημασία αυτού του παραθύρου. Ο χρήστης πρέπει να έχει υπόψη του όλα τα δεδομένα που απαιτούνται ή να κάνει παραδοχές σε περίπτωση που κάποια στοιχεία δεν είναι διαθέσιμα. Σε περίπτωση που κάποια στοιχεία δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα ή δεν έχουν συμπληρωθεί, τότε το πρόγραμμα δεν είναι σε θέση να προχωρήσει στην ανάλυση του συστήματος.

Στη συνέχεια ο χρήστης συμπληρώνει τα στοιχεία στο παράθυρο 'node data' όπως φαίνεται παρακάτω:

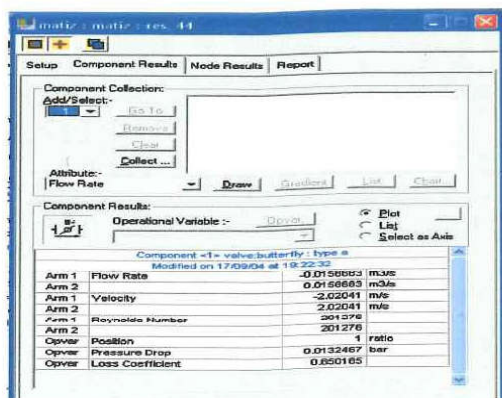


Εδώ συμπληρώνονται κάποιες επιπρόσθετες λεπτομέρειες για το δίκτυο όπως το επίπεδο που βρίσκεται το σύστημα, η θερμοκρασία, η πίεση και άλλα.

Στη συνέχεια ο χρήστης προχωράει στο επόμενο στάδιο που είναι το παράθυρο 'analyse'. Στο σημείο αυτό συμπληρώνονται το όνομα του χρήστη και κάποια τελευταία στοιχεία του συστήματος πριν την έναρξη της ανάλυσης. Παρακάτω φαίνεται το συγκεκριμένο παράθυρο :

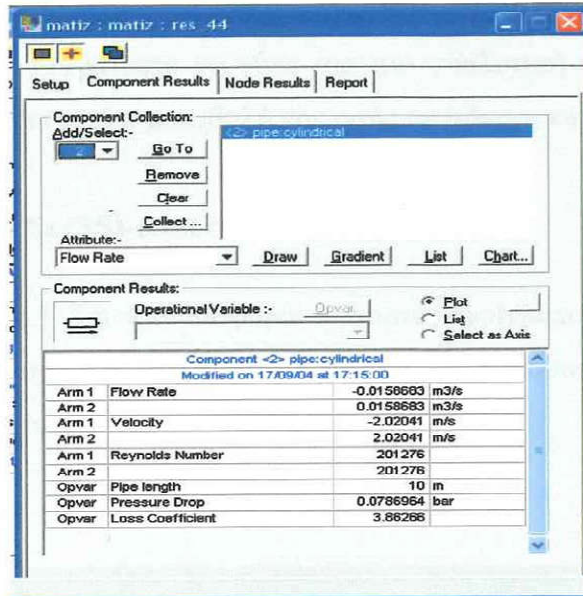


Για το συγκεκριμένο παράθυρο πρέπει να σημειωθεί ότι ξαναπροσδιορίζεται το είδος της ροής στο οποίο θα γίνει η ανάλυση. Αφού, λοιπόν, έχουν συμπληρωθεί όλα τα παραπάνω σωστά, το πρόγραμμα είναι σε θέση να μας δώσει τα αποτελέσματα κάνοντας 'κλικ' στο πλαίσιο με την ένδειξη 'start'. Μετά την ολοκλήρωση του διαλόγου εμφανίζονται τα παρακάτω αποτελέσματα:

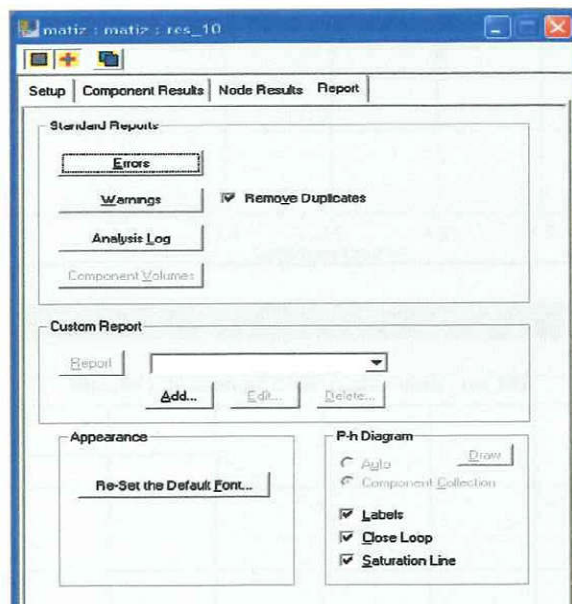


Στο παραπάνω παράθυρο εμφανίζεται το ποσοστό ροής, η ταχύτητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds, η πτώση πίεσης καθώς και ο συντελεστής απωλειών της βαλβίδας τύπου πεταλούδας.

Τα αρνητικά πρόσημα προσδιορίζουν ότι πρόκειται για την είσοδο του στοιχείου. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να δει τα αποτελέσματα για κάθε στοιχείο όπως για παράδειγμα για το σωλήνα 2 τόσο αριθμητικά όσο και γραφικά:



Σε περίπτωση που διαπιστωθεί λάθος από το πρόγραμμα εμφανίζεται ένα παράθυρο, στο οποίο υποδεικνύονται τα λάθη και οι προειδοποιήσεις.



Αφού γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις το πρόγραμμα είναι σε θέση να ξανα-αναλύσει το δίκτυο και να προκύψουν έτσι αποτελέσματα.

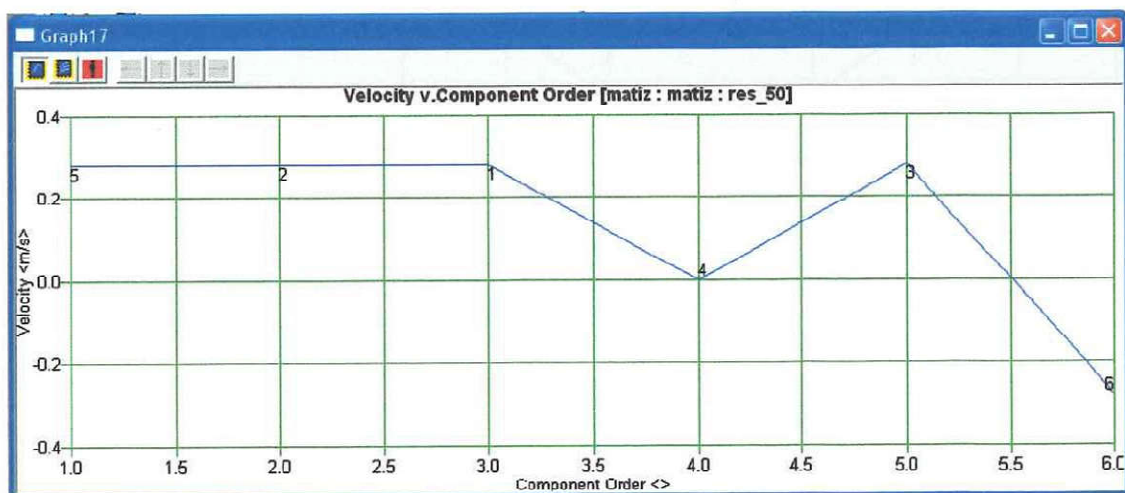
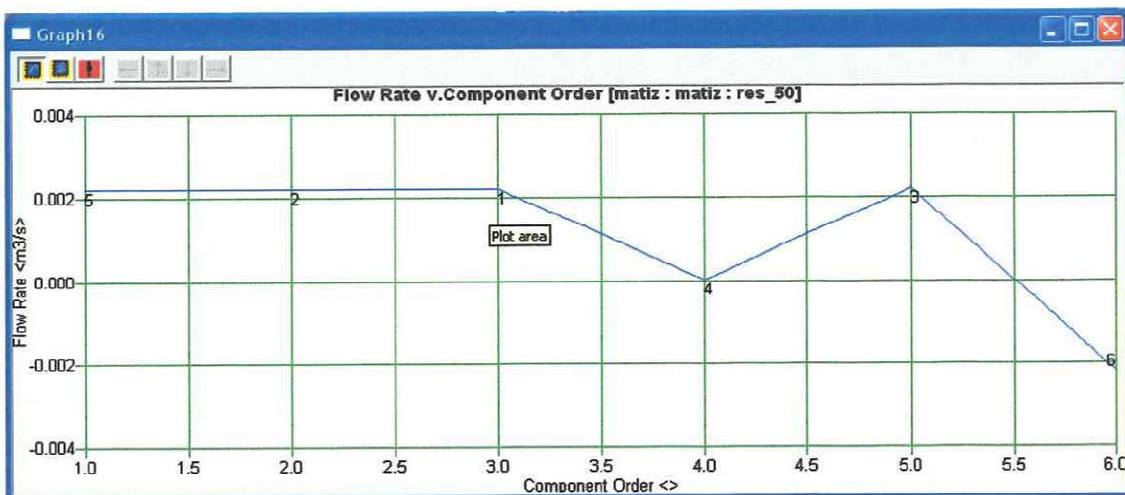
3.7.2 Ανάλυση διάφορων σεναρίων

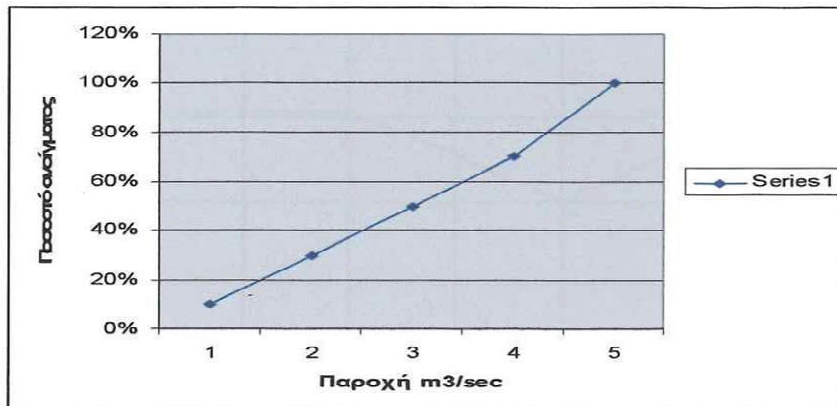
Στο σημείο αυτό κρίνεται απαραίτητο να γίνει μια πιο αναλυτική προσέγγιση του παραπάνω παραδείγματος ώστε να μελετηθεί η μεταβολή της ροής σε μόνιμη και μη μόνιμη ροή.

3.7.2.1 Μόνιμη ροή - Matiz (SS)-Reservoirs

Για ύψος Reservoir Comp.5 3m και διάφορα ποσοστά ανοίγματος (10%, 30%, 50%, 70%, 100%) της βαλβίδας έχουμε τα παρακάτω γραφικά αποτελέσματα. Για λόγους ξηκησης παραθέτουμε μόνο τα γραφήματα για ποσοστό ανοίγματος 10%.

- 10% άνοιγμα

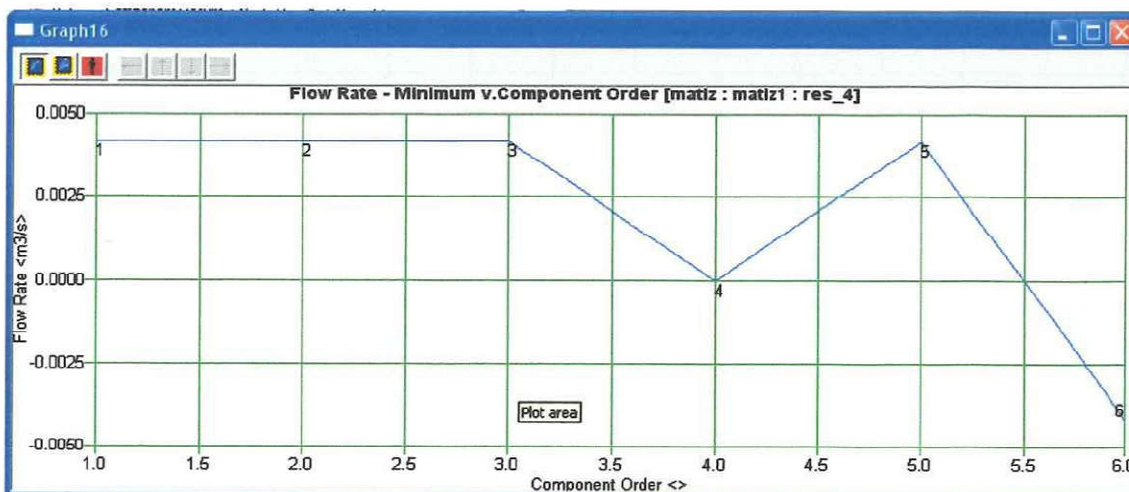


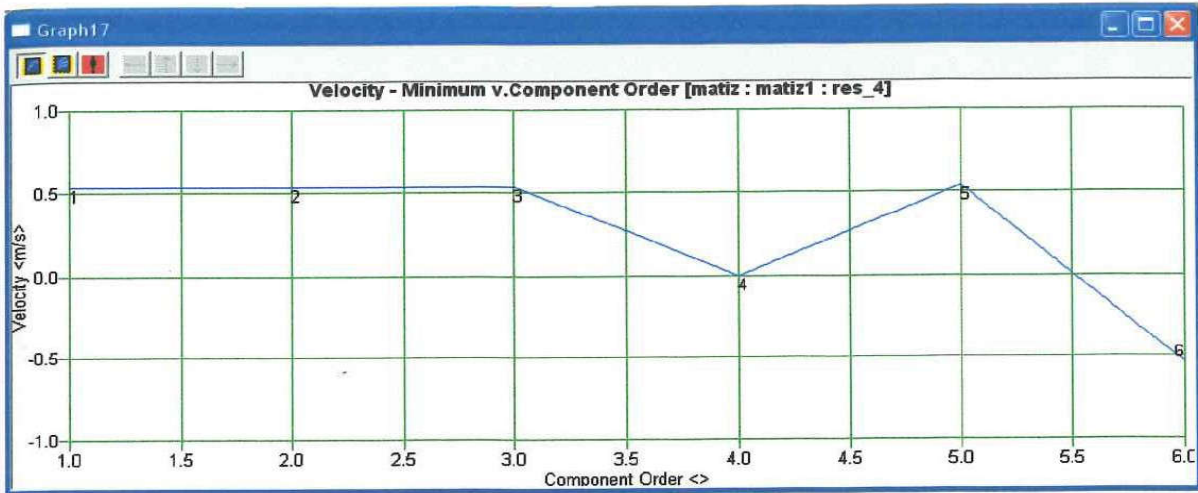


Παρατηρούμε ότι καθώς αυξάνουμε το ποσοστό ανοίγματος της βαλβίδας αυξάνεται η παροχή και η ταχύτητα του συστήματος.

3.7.2.2 Μη μόνιμη ροή για σταθερό ποσοστό ανοίγματος της βαλβίδας - Matiz (ST)-Reservoirs

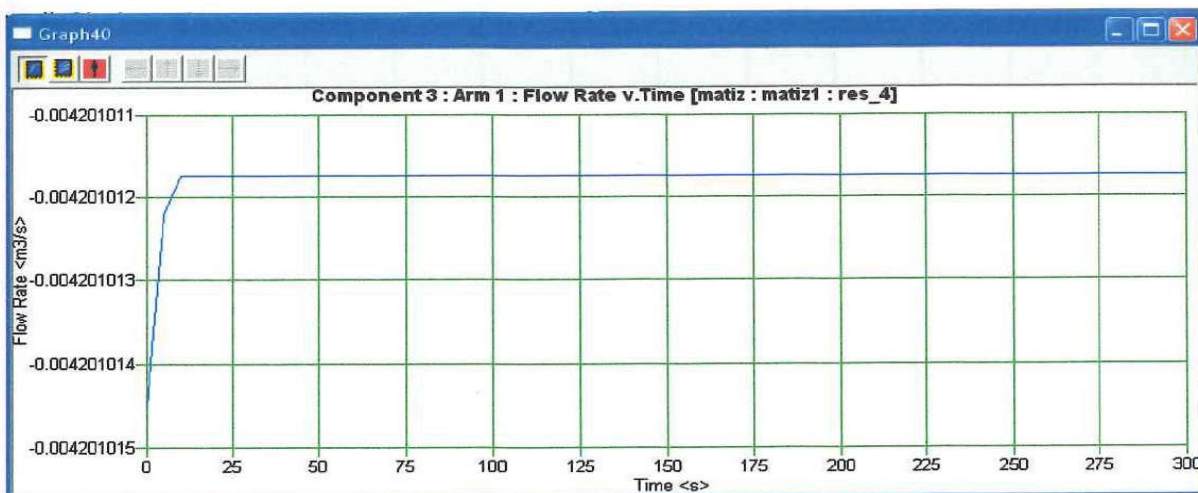
Σε μη μόνιμες ροές και για ύψος Reservoir Comp.5 3m η ανάλυση γίνεται για κάθε στοιχείο παρατηρώντας της μεταβολές των μεγεθών. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι οι μεταβολές που παρουσιάζονται παρακάτω αναφέρονται σε σταθερό άνοιγμα της βαλβίδας, οπότε παρατηρούμε μια μικρή μεταβολή τόσο της ροής όσο και της ταχύτητας μέχρι η ροή να γίνει μόνιμη.

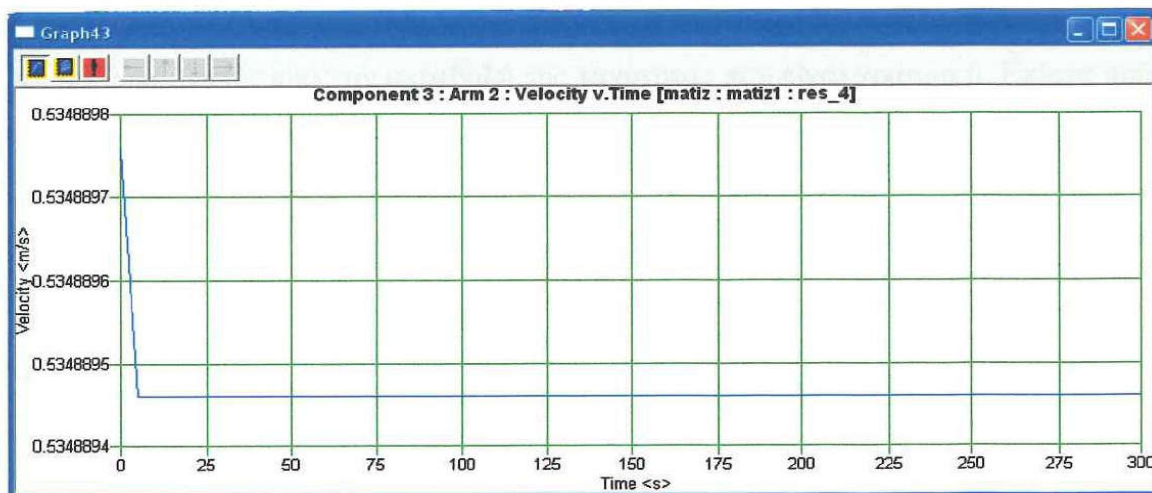
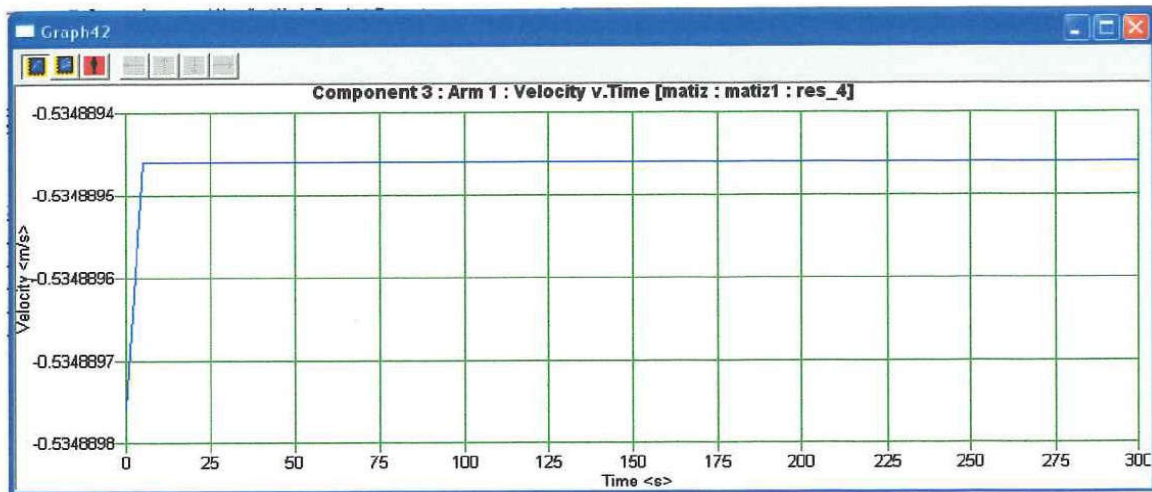
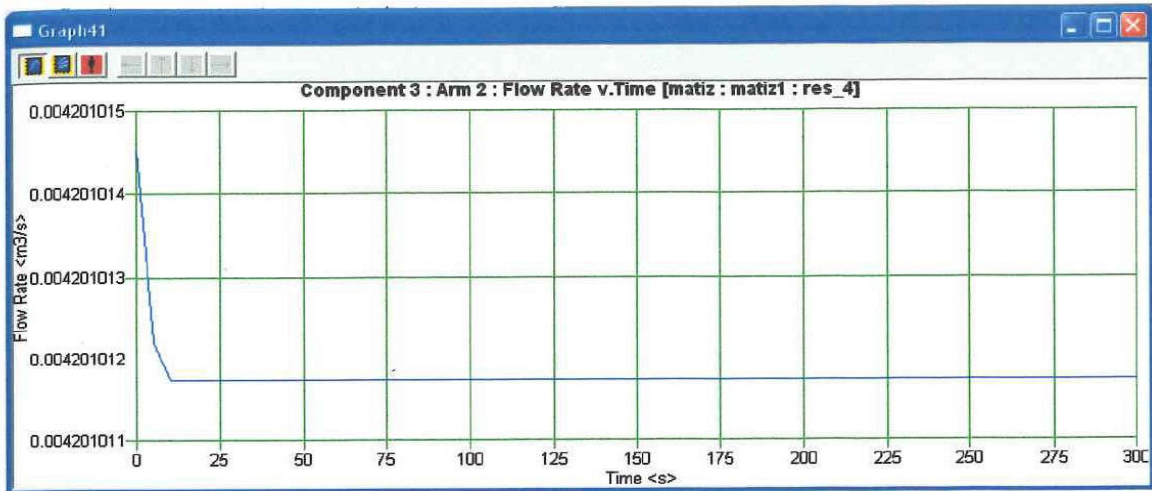


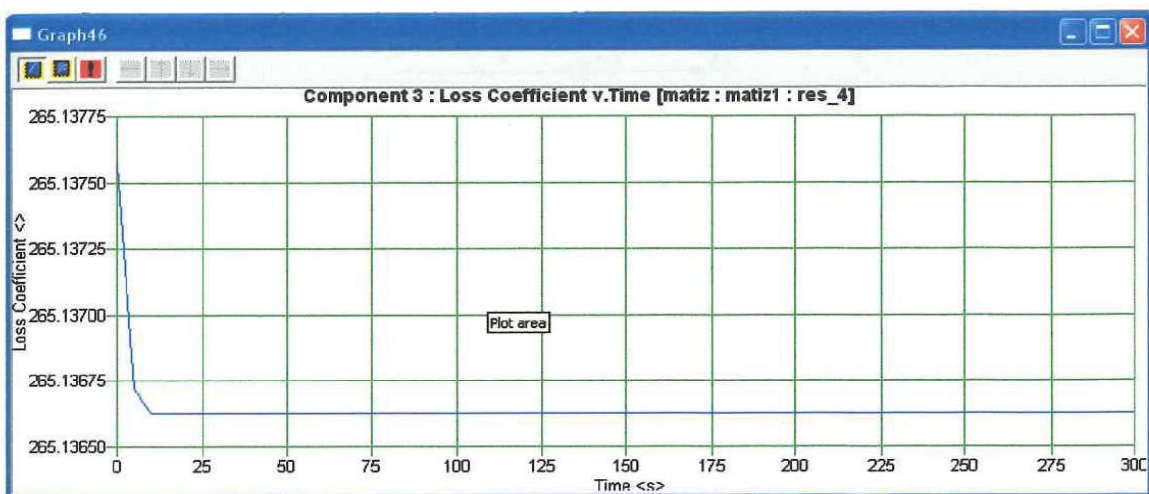
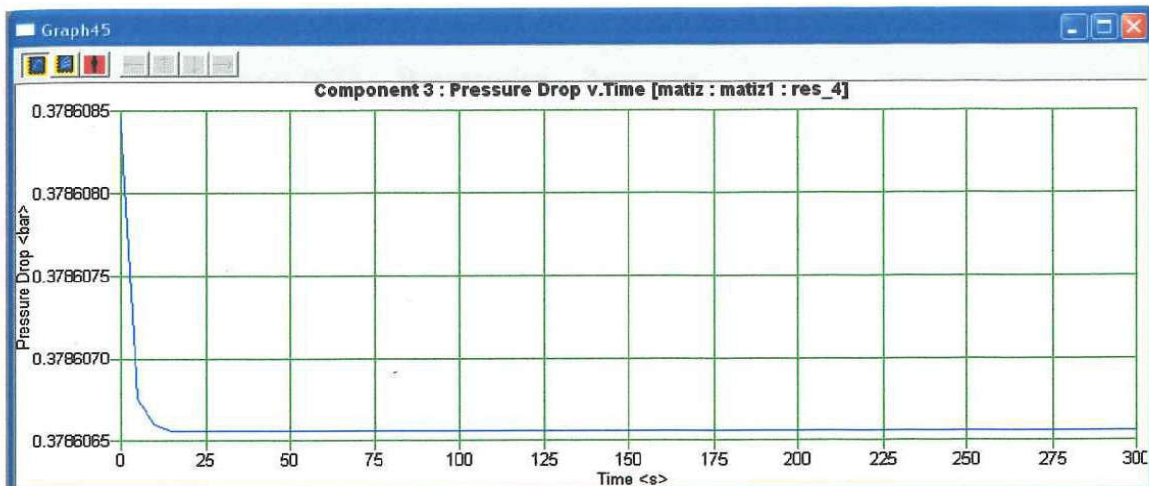


Εδώ παρατηρούμε την μεταβολή της ροής και της ταχύτητας στο σύστημα. Στη συνέχεια παρατίθενται τα γραφήματα για το στοιχείο βαλβίδα του συστήματος :

- Βαλβίδα







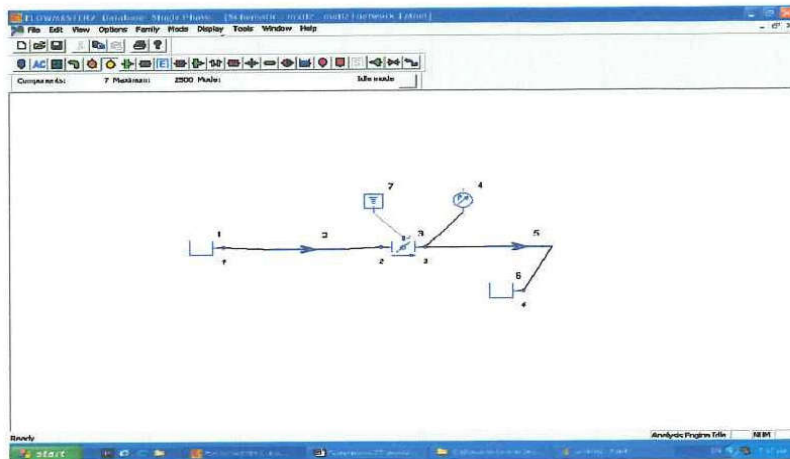
Αυτό που μπορεί κανείς να σημειώσει στα παραπάνω διαγράμματα είναι ότι όλες οι μεταβολές είναι παραβολικές εκτός από την μεταβολή της ταχύτητας που είναι γραμμική. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι πρόκειται για πολύ μικρές μεταβολές οι οποίες στην ουσία δεν επηρεάζουν το σύστημα και δεν δημιουργούν προβλήματα όπως για παράδειγμα αστάθεια. Αυτό συμβαίνει γιατί πρόκειται για εικονική ροή καθώς δεν υπάρχει μεταβολή της βαλβίδας σε σχέση με το χρόνο.

3.7.2.3 Μη μόνιμη ροή για μεταβλητό ποσοστό ανοίγματος της βαλβίδας

Όταν πρόκειται για μεταβλητό ποσοστό ανοίγματος της βαλβίδας, στο σύστημα προστίθεται ένας ελεγχτής, ο οποίος μετακινεί τη βαλβίδα σε συνάρτηση με το χρόνο. Παρακάτω φαίνεται ένα σύστημα με αυτό το στοιχείο και θα γίνει ανάλυση ροής για άνοιγμα/κλείσιμο βαλβίδας.

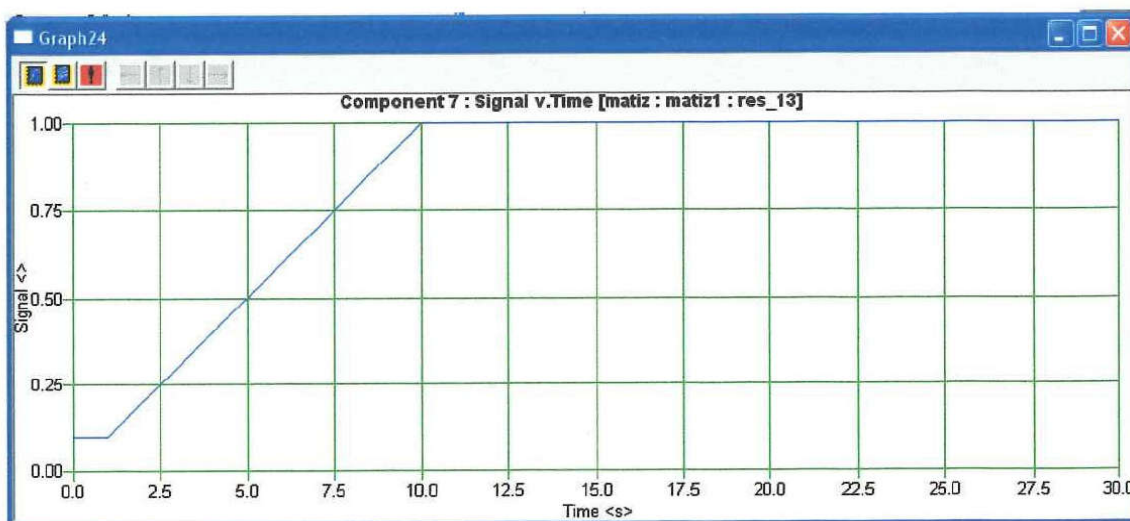
3.7.2.3.1 Μη μόνιμη ροή (ST) – Reservoirs – Άνοιγμα

Αρχικά παρατίθεται το σχέδιο του συστήματος όπου μπορεί κανείς εύκολα να παρατηρήσει τον ελεγχτή που έχει τοποθετηθεί στο σύστημα (στοιχείο 7). Πρόκειται για παροχή νερού από ένα γεμάτο ρεζερβουάρ προς ένα άδειο.

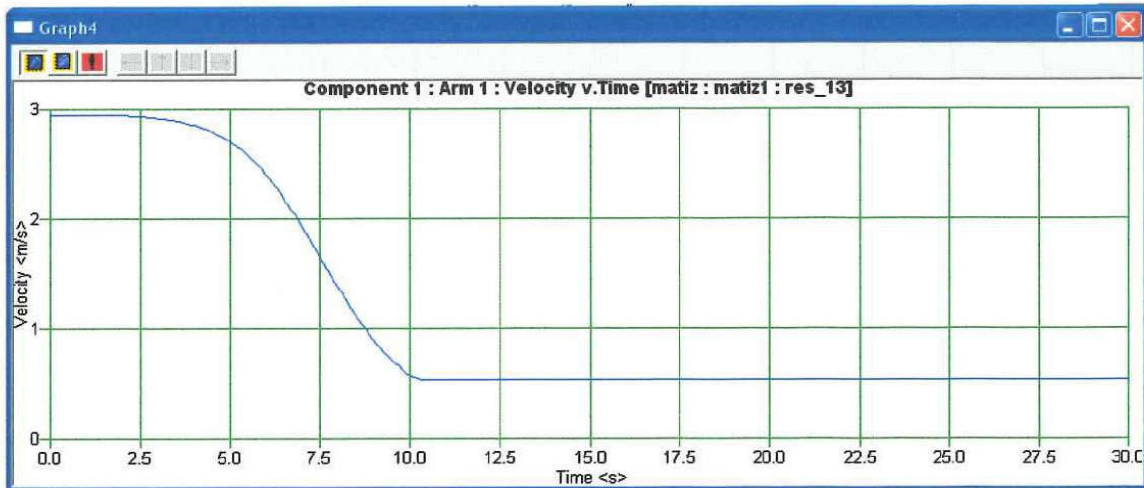
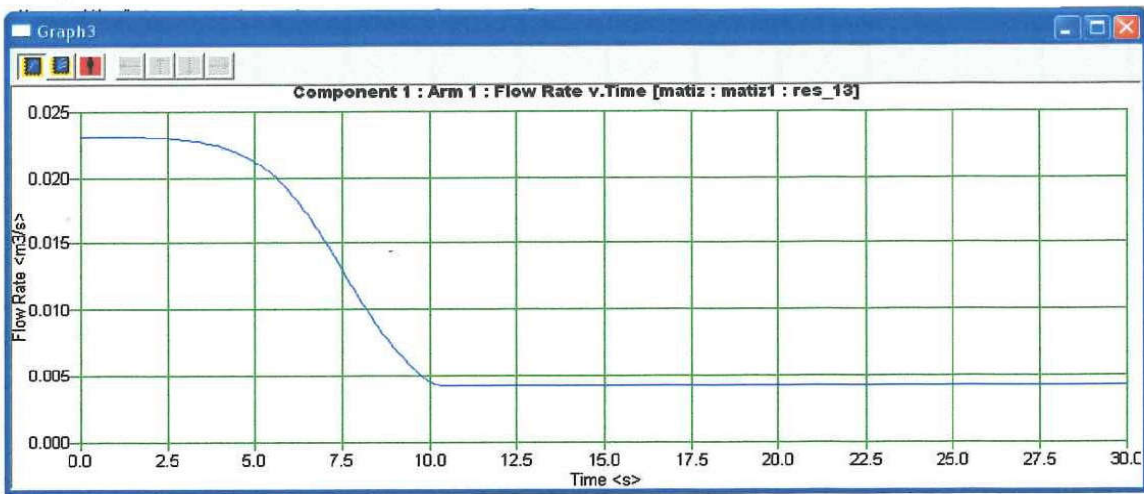


Παρακάτω φαίνονται τα διαγράμματα για κάθε στοιχείο που έχουν προκύψει από την ανάλυση για γραμμική μεταβολή ανοίγματος της βαλβίδας.

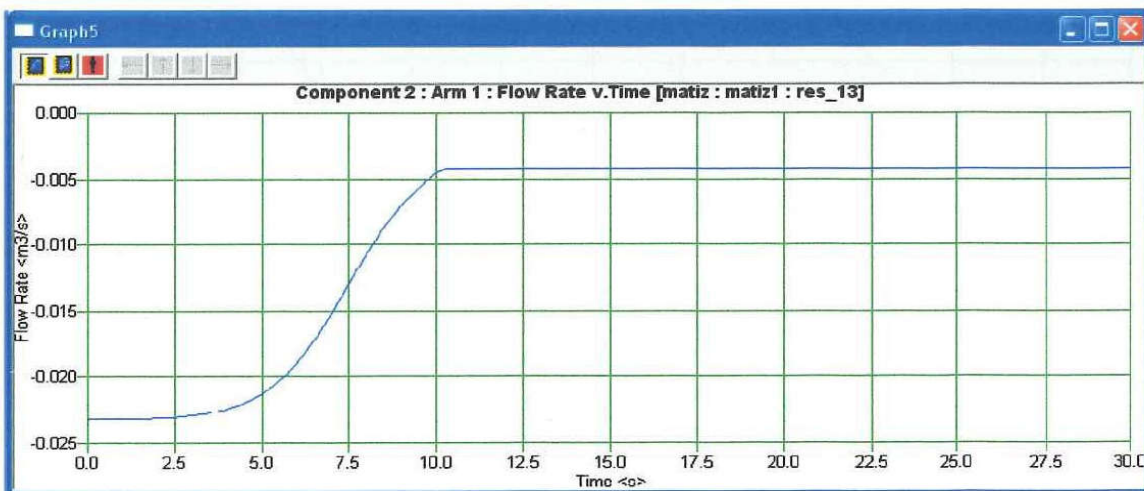
- Γραμμική μεταβολή ανοίγματος της βαλβίδας

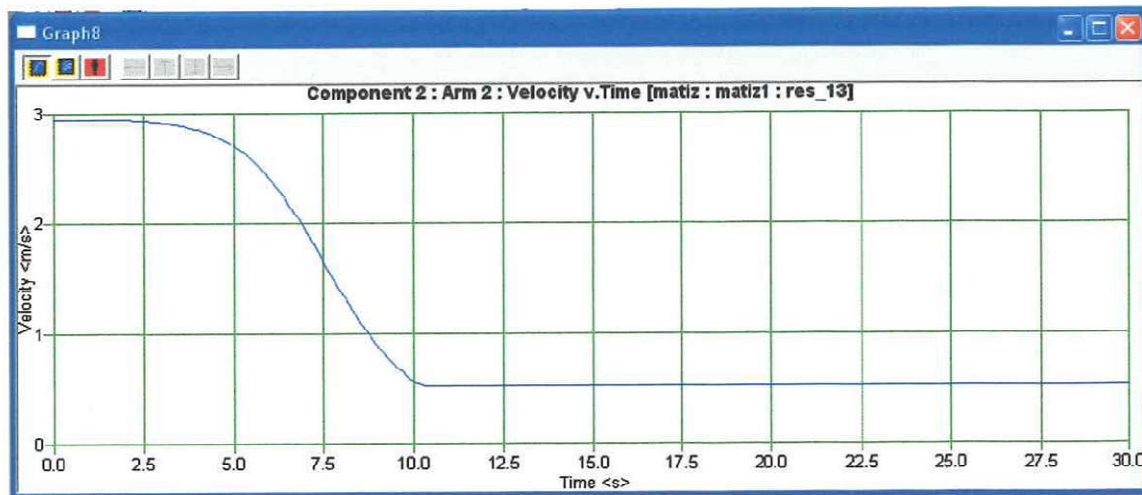
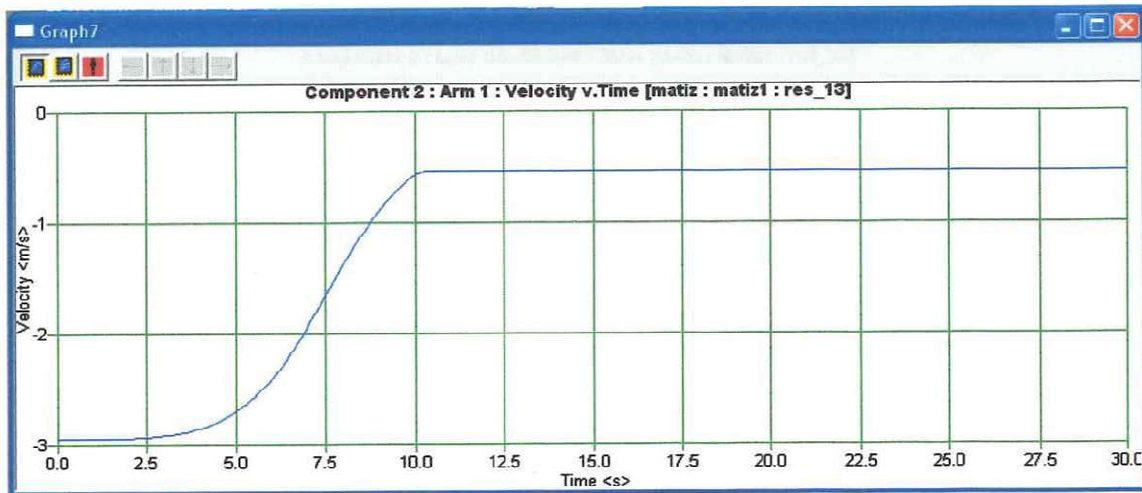
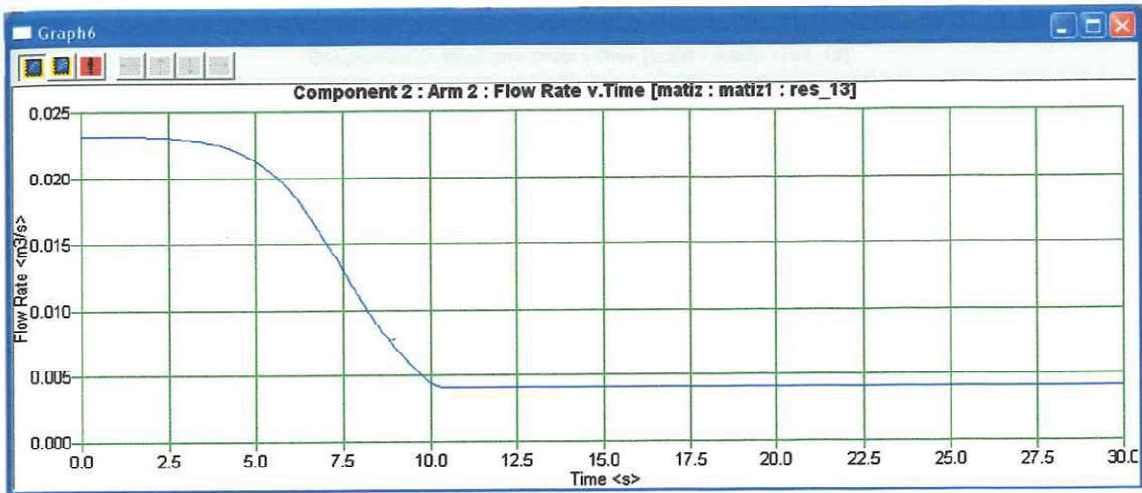


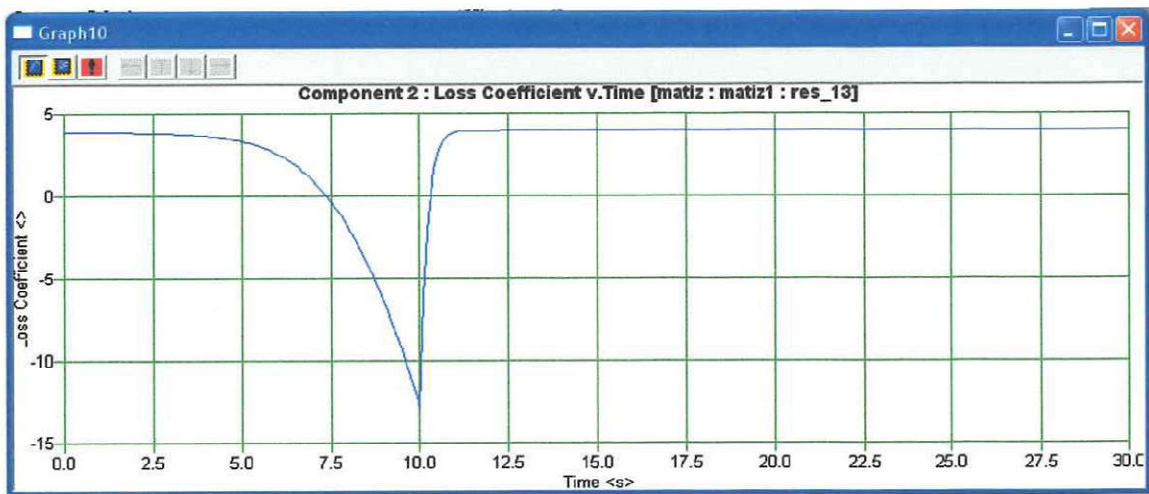
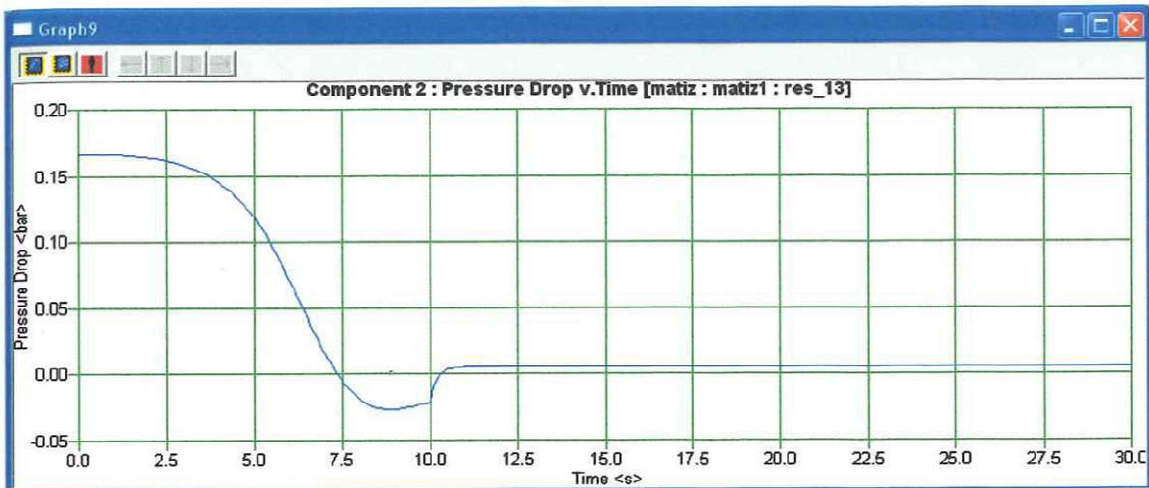
■ Ρεζερβουάρ 1



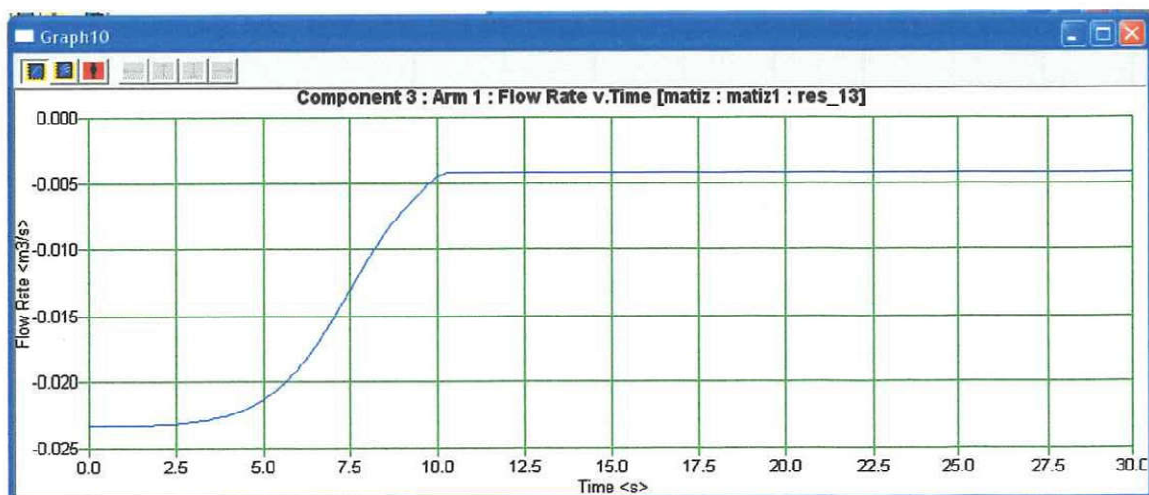
■ Αγωγός 2

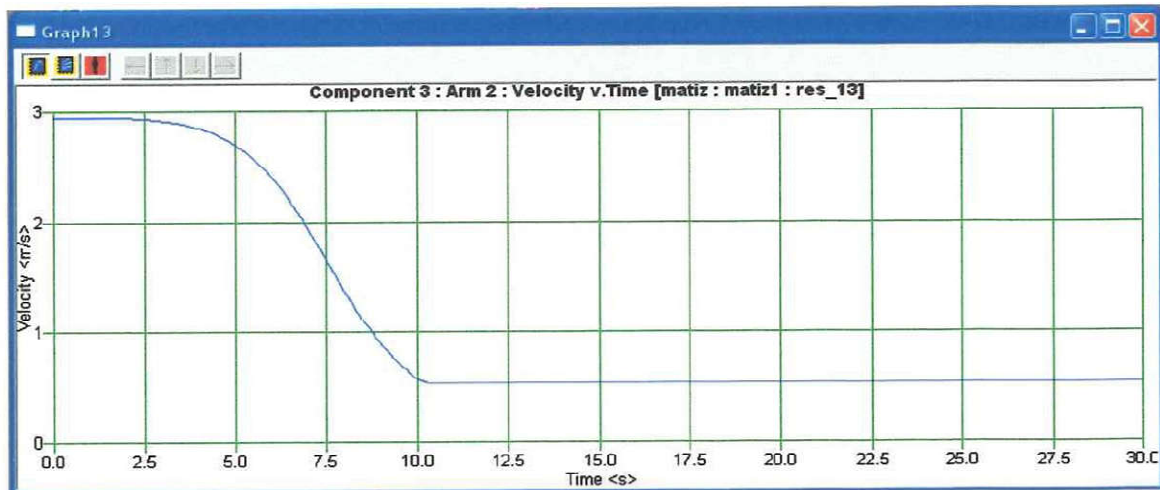
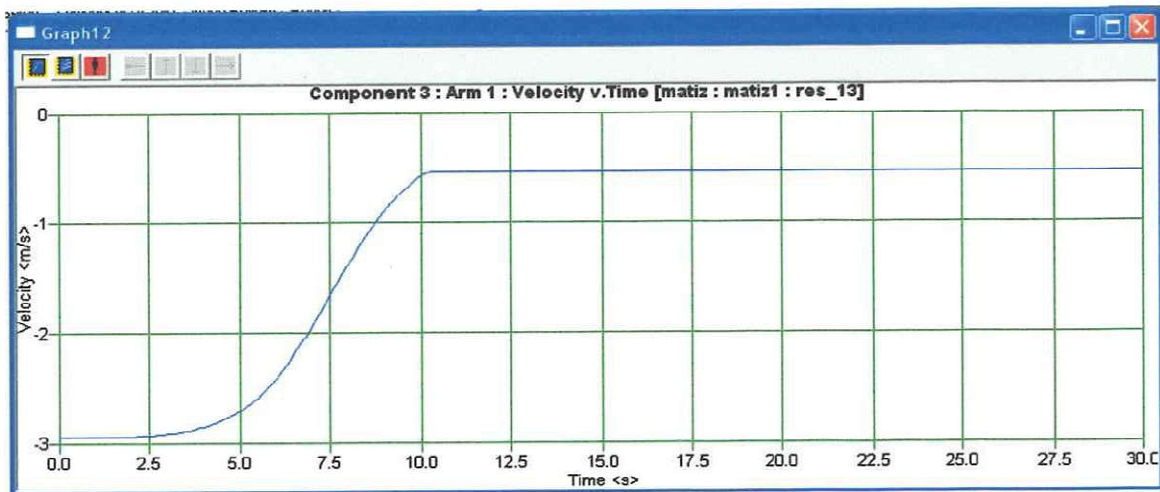
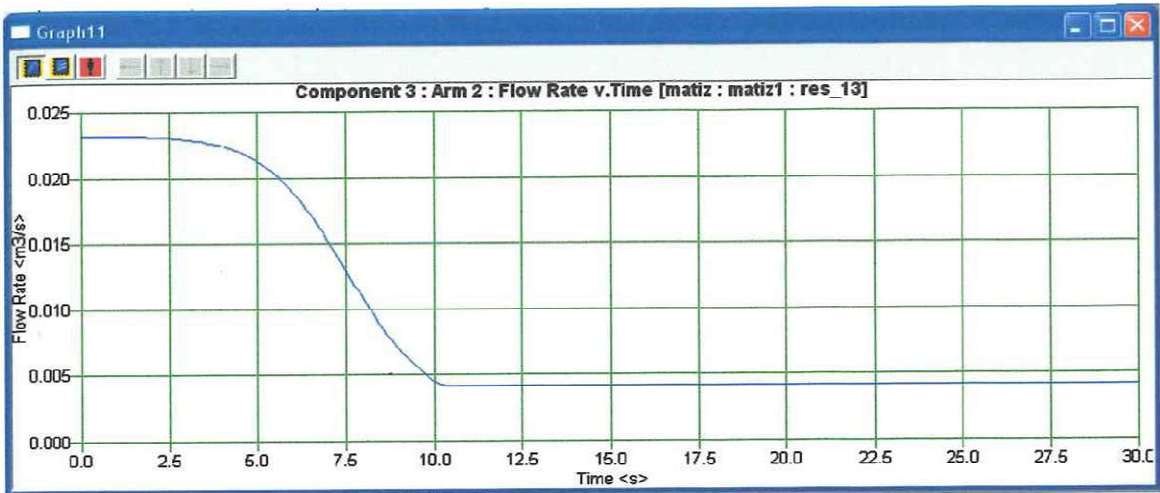


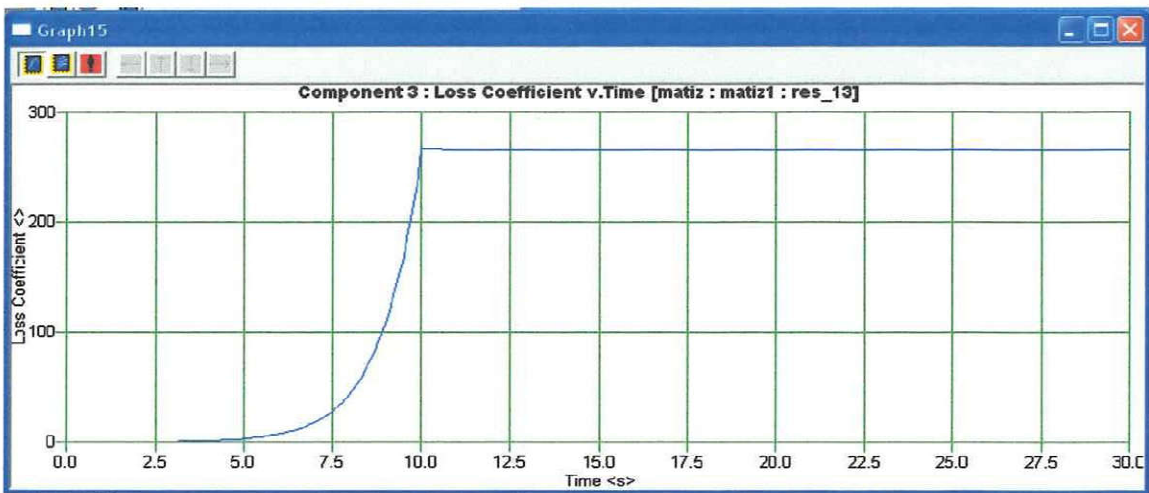
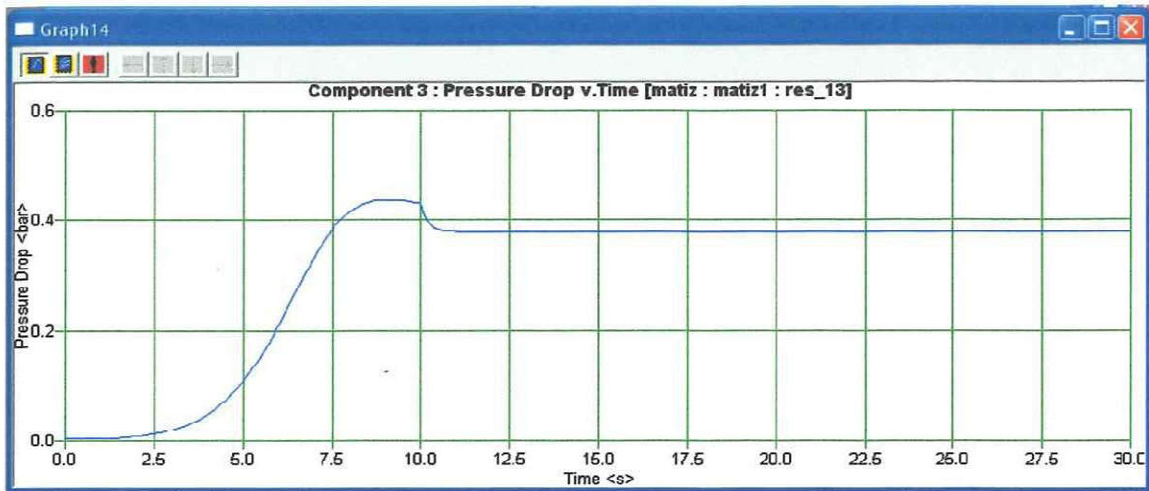




■ Βαλβίδα

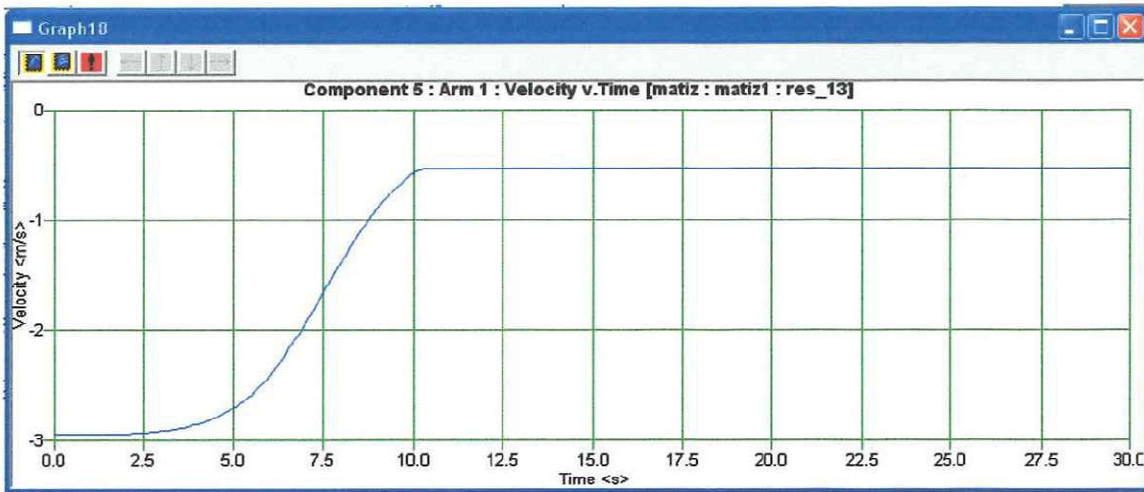
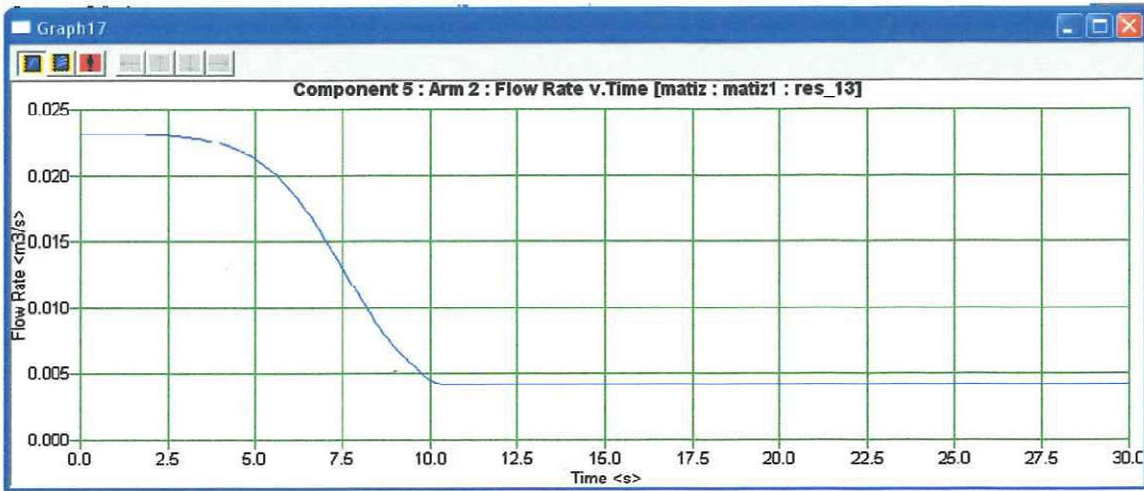


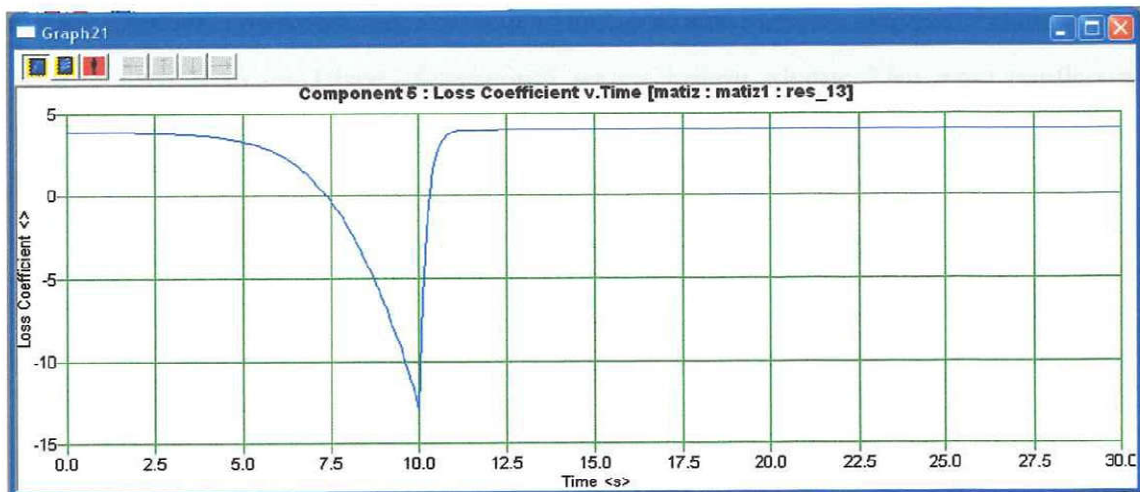
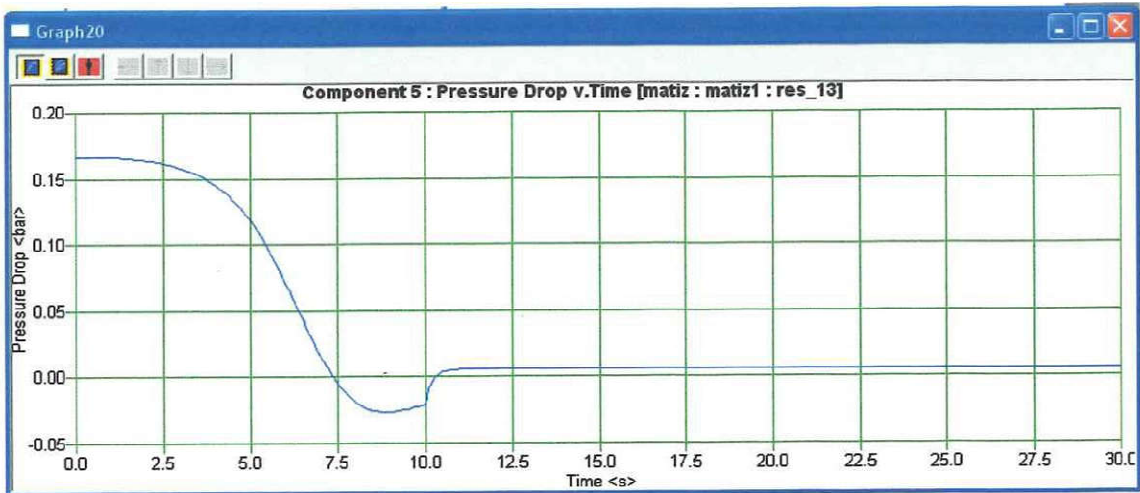




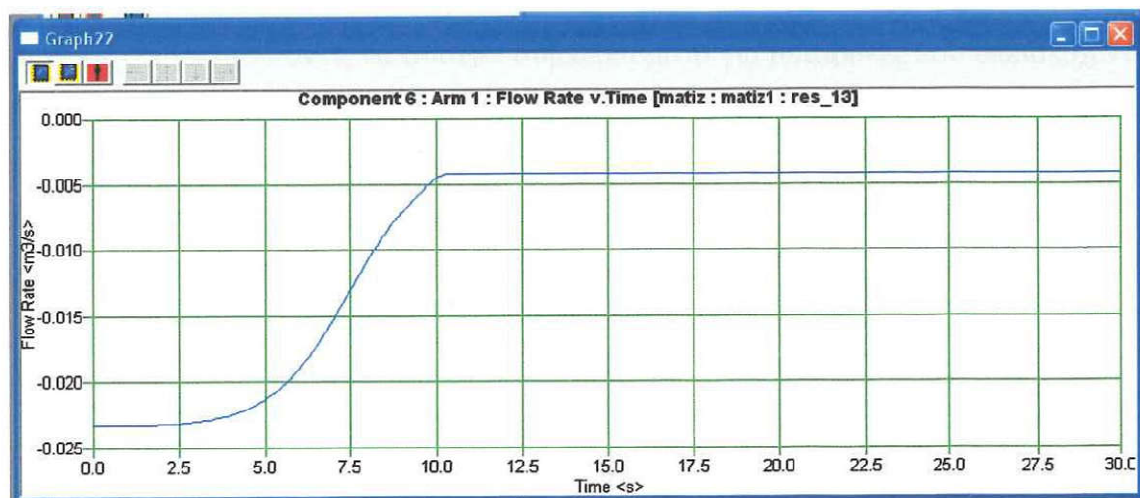
■ Αγωγός 5

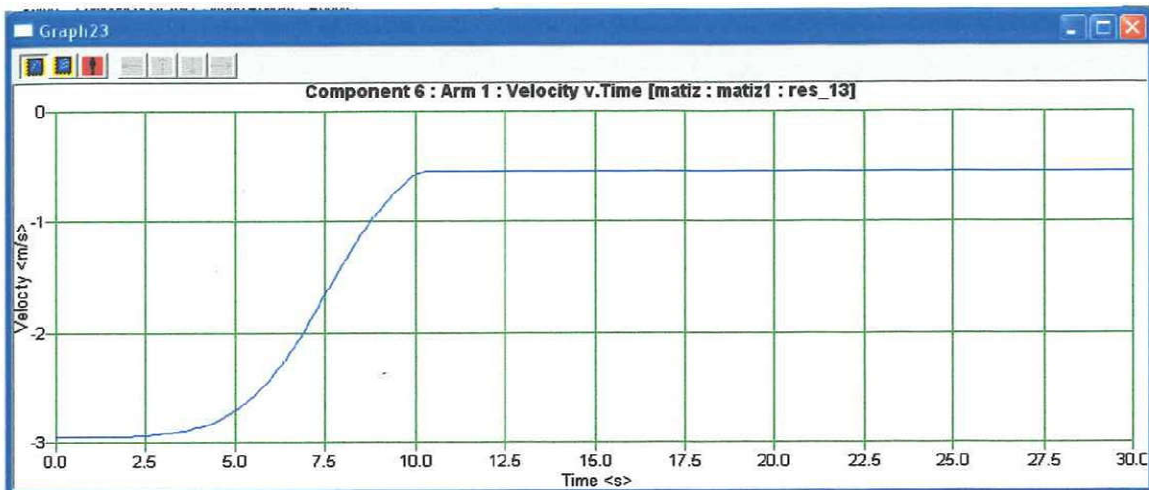






■ Ρεζερβουάρ 6





Συμπεράσματα: Οι μεταβολές της ροής και της ταχύτητας είναι παραβολικές και ομαλές και σταθεροποιούνται μετά τα 10sec. Αναφορικά με τη πτώση πίεσης λίγο πριν σταθεροποιηθεί παρατηρείται μια αυξομείωση, ενώ ο συντελεστής απωλειών κατά το άνοιγμα μειώνεται παραβολικά και μετά τα 10sec αυξάνεται με μεγάλο ρυθμό προς την τελική τιμή που είναι ίδια με την αρχική. Αυτό σημαίνει ότι κατά τη διάρκεια του ανοίγματος το σύστημα έχει αυξημένες απώλειες.

3.8 Περίληψη

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε προσπάθεια ώστε ο αναγνώστης να αποκτήσει μια γενική εικόνα του λογισμικού Flowmaster και τις δυνατότητες του. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω μπορεί κανείς να διαπιστώσει ότι το συγκεκριμένο πρόγραμμα παρέχει μεγάλες ευκολίες στο χρήστη και δυνατότητα δημιουργίας νέων εργαλείων ανάλογα με το θέμα που ασχολείται. Τέλος, παρατηρούμε ότι μπορεί κανείς να συνάγει συμπεράσματα για μεταβολές που υπεισέρχονται στο σύστημα ώστε να γίνουν κατανοητά από τον χρήστη τα φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα σε ένα δίκτυο και να έχει τη δυνατότητα επιλογής εξαρτημάτων για την αποφυγή αστοχειών στο σύστημα. Το συγκεκριμένο λογισμικό έχει μεγαλύτερη συμβολή όταν πρόκειται για συστήματα στα οποία λαμβάνουν χώρα φαινόμενα όπως για παράδειγμα άνοιγμα ή κλείσιμο μιας βαλβίδας σε συνάρτηση με το χρόνο. Με αυτού του είδους τα φαινόμενα θα ασχοληθούμε αναλυτικότερα στο επόμενο κεφάλαιο.

4 Ανάλυση του δικτύου παροχής φυσικού αερίου σε αεριοστρόβιλο του ΑΗ.Σ Κομοτηνής με το λογισμικό Flowmaster

4.1 Γενικά

Έχοντας αποκτήσει μια γενική αλλά και ολοκληρωμένη εικόνα γύρω από το λογισμικό Flowmaster είμαστε σε θέση να ασχοληθούμε και με πιο πολύπλοκα συστήματα όπως αυτό του δικτύου παροχής φυσικού αερίου σε αεριοστρόβιλο στον ΑΗ.Σ Κομοτηνής. Πρόκειται για ένα πολύπλοκο δίκτυο, σχέδιο του οποίου φαίνεται παρακάτω. Στη συνέχεια γίνεται προσπάθεια να περιγραφεί το συγκεκριμένο δίκτυο ώστε ο αναγνώστης να αποκτήσει τις πληροφορίες που απαιτούνται, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν κατά τη χρήση του λογισμικού Flowmaster.

4.2 Δίκτυο παροχής φυσικού αερίου

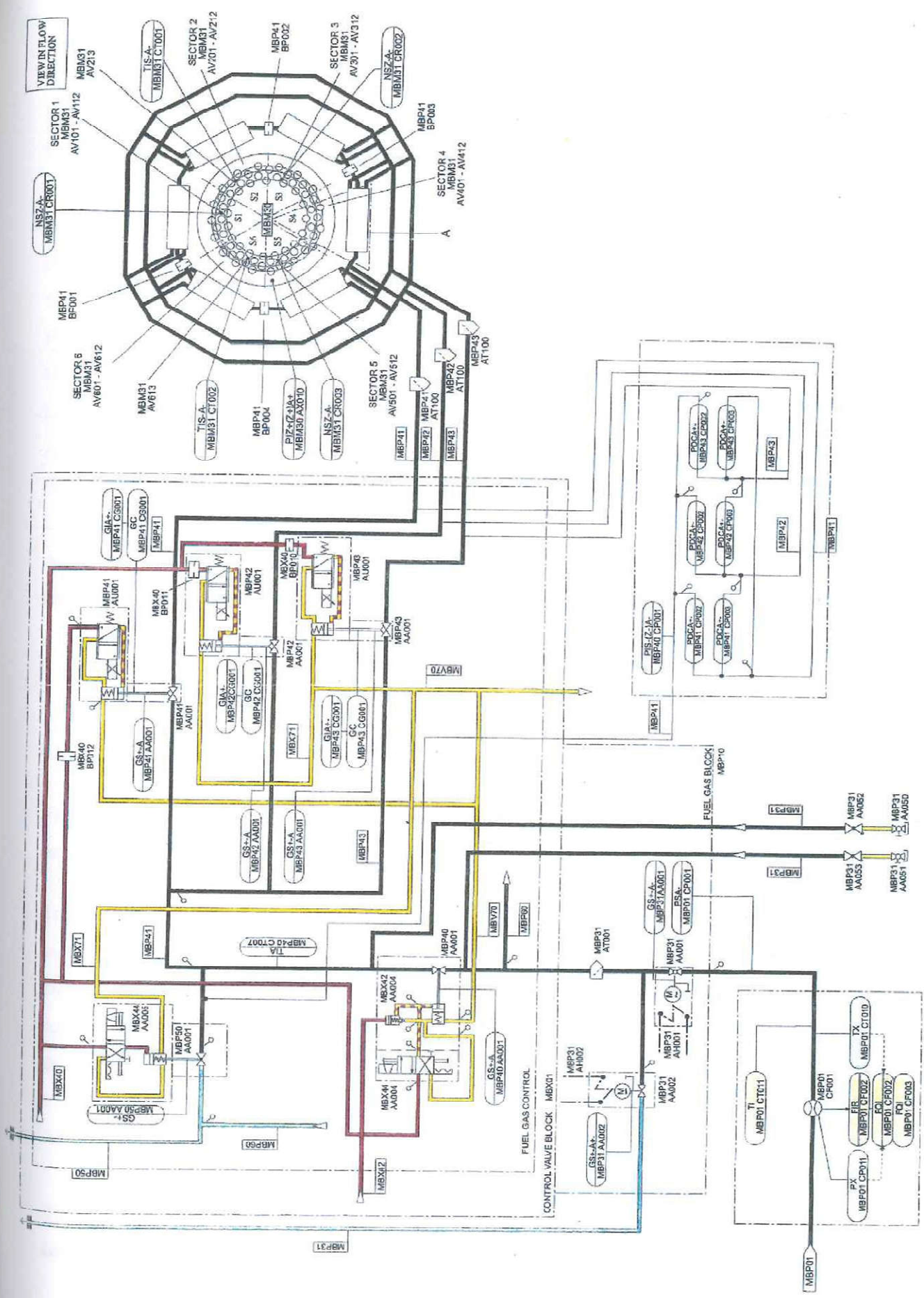
4.2.1 Λειτουργία

Το δίκτυο φυσικού αερίου για τους αεριοστροβίλους μεταφέρει το φυσικό αέριο, το οποίο τροφοδοτείται από το δίκτυο παροχής, στους ΕV καυστήρες με ένα βαθμό ροής ανάλογο με την ισχύ στην έξοδο του αεριοστροβίλου.

4.2.2 Εξοπλισμός συστήματος

Δίκτυο παροχής.....	MPB01
Μετρητής ροής.....	MBP01 CF001
Σύστημα καυσίμου.....	MBP31
Κύρια απομονωτική βαλβίδα.....	MBP31 AA001
Ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης.....	MBP31 AA002
Παγίδα ξένων σωματιδίων.....	MBP31 AT001
Σύστημα αερίου 4/4 (72 καυστήρες).....	MBP40
Βαλβίδα Trip.....	MBP40 AA001

Fuel Gas System HTCT 318 275-1 B



Έλεγχος αερίου 3/4 (54 καυστήρες).....	MBP41
Βαλβίδα ελέγχου.....	MBP41 AA001
Ηλεκτροδραυλικός μετατροπέας.....	MBP41 AU001
Έλεγχος αερίου 1/4 (18 καυστήρες).....	MBP42
Ηλεκτροδραυλικός μετατροπέας.....	MBP42 AU001
Βαλβίδα ελέγχου.....	MBP42 AA001
Έλεγχος αερίου 3/4 (54 καυστήρες).....	MBP43
Βαλβίδα ελέγχου.....	MBP43 AA001
Ηλεκτροδραυλικός μετατροπέας.....	MBP43 AU001
Σύστημα ανακούφισης.....	MBP50
Ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης	MBP50 AA001
Ελεγκτές φλόγας	MBM31 CR001
Σύστημα έναυσης αερίου.....	MBP60
Ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης (σύστημα έναυσης).....	MBP60
Εναυστήρες ανάφλεξης.....	MBM31AV213-613

4.2.3 Αρχή της λειτουργίας

4.2.3.1 Γενικά

Για λόγους ασφαλείας το δίκτυο αερίου πρέπει να καθαρίζεται με άζωτο πριν την κύρια εκκίνηση ή τη συντήρηση του αεριοστροβίλου.

Το δίκτυο αερίου είναι εφοδιασμένο με ένα δίκτυο παροχής MPB01 πάνω στο οποίο είναι τοποθετημένος ένας μετρητής ροής MBP01 CF001. Η βαλβίδα trip MBP40 AA001, η βαλβίδα ελέγχου MBP41 AA001, η MBP42 AA001 και η MBP43 AA001 είναι τοποθετημένες όλες στο κοντρόλ ελέγχου. Οι βαλβίδες MBP41 AA001, η MBP42 AA001 και η MBP43 AA001 και μαζί με αυτές η ροή του αερίου μέσω των τριών αυτών γραμμών προς τους καυστήρες EV έχουν τοποθετηθεί ηλεκτροδραυλικοί μετατροπέες MBP41 AU001, MBP42 AU001 και MBP43 AU001.

Κατά τη διάρκεια εκκίνησης και κάτω από το προκαθορισμένο ποσοστό του βασικού φορτίου λειτουργίας μόνο τα 3/4 (54 από τους καυστήρες) είναι σε λειτουργία.

Η βαλβίδα MBP40 AA001 και η ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης MBP50 AA001 είναι εφοδιασμένες με σερβομηχανισμό. Το λάδι ελέγχου από το δίκτυο MBX40 χρησιμοποιείται για τη λειτουργία των σερβομηχανισμών. Η παγίδα MBP31 AT001 είναι τοποθετημένη κατά τη ροή της ασφαλιστικής βαλβίδας υπερπίεσης ώστε να εμποδίζει ξένα μεγάλα αντικείμενα να προξενήσουν καταστροφές στον εξοπλισμό του ελέγχου.

4.2.3.2 Αναμονή (ήρεμη κατάσταση)

Κατά τη διάρκεια αναμονής η κύρια απομονωτική βαλβίδα trip MBP31 AA001, η βαλβίδα trip MBP40 AA001 οι βαλβίδες ελέγχου MBP41 AA001, η MBP42 AA001 και η MBP43 AA001 είναι κλειστές. Αντίθετα οι ασφαλιστικές βαλβίδες υπερπίεσης MBP31 AA002 και MBP50 AA001 είναι ανοιχτές. Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι στις γραμμές ανάμεσα στην κύρια απομονωτική βαλβίδα και στους καυστήρες MBM31 δεν υπάρχει πίεση.

4.2.3.3 Εκκίνηση (ανάφλεξη εναυστήρων με αέριο)

Έχει επιλεγεί μια αυτόματη εκκίνηση αερίου για την έναρξη της εκκίνησης. Οι ασφαλιστικές βαλβίδες υπερπίεσης MBP31 AA002 και MBP50 AA001 είναι κλειστές. Η κύρια απομονωτική MBP31 AA001 είναι ανοιχτή. Το αέριο ρέει φτάνοντας μέχρι τη βαλβίδα trip MBP40 AA001 ενώ είναι ακόμη κλειστή. Οι επιστροφές σημάτων από τις , " κύρια απομονωτική (η οποία είναι ανοιχτή) και ασφαλιστικές βαλβίδες υπερπίεσης (οι οποίες είναι κλειστές) " επιτρέπει την έναρξη της διαδικασίας της εκκίνησης του προγράμματος.

Όταν η ταχύτητα του αεριοστροβίλου γίνει ίση με την ταχύτητα ανάφλεξης, δηλαδή 6000 στροφές /λεπτό, η βαλβίδα trip MBP40 ανοίγει. Όταν φύγει από τη θέση ΚΛΕΙΣΤΟ οι τρεις ελεγκτές φλόγας MBM31 CR001, MBM31 CR002, MBM31 CR003 ξεμπλοκάρονται. Η μονάδα έναυσης αερίου μπαίνει σε λειτουργία και ξεκινάει η διαδικασία (δεν περιγράφεται στη παρούσα φάση).

Η ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης MBP60 είναι κλειστή. Όταν οι απομονωτικές βαλβίδες MBP60 ανοίγουν το αέριο ανάφλεξης προμηθεύεται στο δίκτυο αερίου MBP40 και ρέει μέσω του δικτύου ανάφλεξης MBP60 στο θάλαμο καύσης. Εκεί το καύσιμο ανάφλεξης ανάβει από τους εναυστήρες ανάφλεξης MBM31 AV 213-613. Όταν η θερμοκρασία μετρηθεί στους

εναυστήρες ανάφλεξης (ανεξάρτητα από το γεγονός αν πρόκειται για ψυχρή ή θερμή εκκίνηση) και έχει ξεπεράσει την προκαθορισμένη θερμοκρασιακή διαφορά εντός του προκαθορισμένου χρόνου τότε δίνεται σήμα για την συνέχιση του προγράμματος εκκίνησης.

Ο αέρας για το σύστημα αέρα ελέγχου MBX36 πρέπει να τροφοδοτείται εξωτερικά (οι βαλβίδες της μονάδας έναυσης αερίου και ο βοηθητικός αέρας για την έναυση των εναυστήρων)

Η κύρια ακολουθία έναυσης ξεμπλοκάρεται και η ρυθμιστική βαλβίδα MBP43 AA001 ανοίγει σε κατάσταση έναυσης (παροχή αερίου έναυσης). Η παροχή αερίου που απαιτείται για την έναυση ρέει από το σύστημα MBP43 και από τα 3/4 (54) των EV καυστήρων στο θάλαμο καύσης. Εκεί αναφλέγεται από τους σπινθήρες των εναυστήρων MBM31 AV 213-613. Όταν το λιγότερο δυο από τους τρεις ελεγκτές ανιχνεύσουν φλόγα εντός τις προκαθορισμένης καθυστέρησης μετά το ξεμπλοκάρισμα τότε δίνεται το σήμα για τη συνέχιση του προγράμματος εκκίνησης. Αν σε 5'' δεν ανιχνευτεί φλόγα τότε ερχόμαστε σε κατάσταση trip.

Το σύστημα έναυσης αερίου MBP60 είναι κλειστό. Οι βαλβίδες εισόδου της μονάδας έναυσης αερίου MBP60 AA001 επιστρέφει σε θέση αναμονής, πρώτα κλείνουν οι βαλβίδες MBP60 AA010-AA020 και μετά ανοίγει η ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης MBP60 AA030 για την ανακούφιση της γραμμής μεταξύ της απομονωτικής βαλβίδας προς την ατμόσφαιρα. Τότε το σύστημα αερίου MBP41 αρχίζει να εφοδιάζει το λειτουργικό μέρος των EV καυστήρων. Το πρόσθετο στάδιο των EV καυστήρων εφοδιάζεται συμπληρωματικά από τη μονάδα ελέγχου MBP43. Οι βαλβίδες ελέγχου MBP41 AA001 και MBP43 AA001 ανοίγουν αργά. Η ροή του καυσίμου αυξάνεται στον αεριοστρόβιλο και παίρνει την ονομαστική του ταχύτητα 3000 στροφές / λεπτό. Μετά ο αεριοστρόβιλος συνδέεται με το δίκτυο.

4.2.3.4 Λειτουργία

Με το προκαθορισμένο ποσοστό του βασικού φορτίου μόνο τα 3/4 (54 καυστήρες) από τους EV καυστήρες είναι σε λειτουργία. Αυτοί εφοδιάζονται με αέριο από τα δίκτυα MBP41 και MBP43. Σε αυτό το προκαθορισμένο φορτίο οι κεφαλές των βαθμίδων είναι κλειστές (βαλβίδα ελέγχου MBP43 AA001 κλειστή), το σύστημα αερίου MBP41 παραμένει σε λειτουργία και το σύστημα αερίου MBP42 μπαίνει και αυτό σε λειτουργία (βαλβίδα ελέγχου MBP42 AA001 ανοιχτή). Το υπόλοιπο 1/4, δηλαδή οι 18 καυστήρες ανάβουν από τους σπινθήρες των

καυστήρων που είναι σε λειτουργία εκείνη τη στιγμή. Κατά τη διάρκεια της μεταγωγής οι ρυθμιστικές βαλβίδες ελέγχονται με τέτοιο τρόπο ώστε η συνολική ποσότητα του αερίου να διατηρεί το ρυθμό μεταβολής του φορτίου της μονάδας σταθερό. Οι βαλβίδες ελέγχου MBP41 AA001 και MBP42 AA001 ανοίγουν σύμφωνα με το πρόγραμμα λειτουργίας και το απαιτούμενο φορτίο. Ενώ ο αεριοστρόβιλος είναι σε λειτουργία οι ρυθμιστικές βαλβίδες MBP41 AA001, MBP42 AA001 και MBP43 AA001 κανονίζουν τον εφοδιασμό του απαιτούμενου αερίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις του δικτύου. Το απαιτούμενο φορτίο εξόδου λειτουργεί σαν σύστημα ελέγχου. Η θερμοκρασία εισόδου του αερίου στην τουρμπίνα βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο οριακά.

4.2.3.5 Κράτηση (shut-down)

Κατά τη διάρκεια κανονικής κράτησης του αεριοστροβίλου το φορτίο μειώνεται σταδιακά κλείνοντας τις ρυθμιστικές βαλβίδες MBP41 AA001 και MBP42 AA001. Όταν το φορτίο πέσει κάτω από το προκαθορισμένο ποσοστό του βασικού φορτίου το σύστημα αερίου MBP42 και μαζί το 1/4 των καυστήρων κλείνουν (βαλβίδα ελέγχου MBP43 AA001 κλειστή) και οι κεφαλές βαθμίδων μπαίνουν σε λειτουργία (βαλβίδα ελέγχου MBP43 AA001 ανοιχτή). Κατά τη διάρκεια της μεταγωγής οι ρυθμιστικές βαλβίδες ελέγχονται με τέτοιο τρόπο ώστε η συνολική ποσότητα του αερίου να διατηρεί το ρυθμό μεταβολής του φορτίου της μονάδας σταθερό. Μετά την αποφόρτιση, η μηχανή βγαίνει από το δίκτυο. Για να περιορίσουμε όμως το θερμικό σοκ στα πτερύγια του αεριοστροβίλου η μονάδα παραμένει για προκαθορισμένο χρόνο άεργη στις 3000 στροφές. Μετά ο στρόβιλος σβήνει και οι στροφές μειώνονται σταδιακά.

Η βαλβίδα Trip MBP40 AA001 και η ρυθμιστική βαλβίδα κλείνουν ενώ η ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης MBP50 AA001 ανοίγει ώστε να ανακουφιστεί η πίεση της γραμμής στην ατμόσφαιρα μεταξύ της βαλβίδας Trip και της ρυθμιστικής βαλβίδας. Στη συνέχεια η κύρια απομονωτική βαλβίδα κλείνει ενώ η ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης MBP31 AA002 ανοίγει, και έτσι ανακουφίζει στην ατμόσφαιρα την πίεση της γραμμής μεταξύ της κύριας απομονωτικής και της βαλβίδας Trip.

4.2.3.6 Μείωση φορτίου

Κατά τη διάρκεια μιας μείωσης φορτίου το φορτίο μειώνεται με έναν προκαθορισμένο ρυθμό κλείνοντας τις ρυθμιστικές βαλβίδες MBP41-42 AA001. Όταν το φορτίο πέσει κάτω από το

προεπιλεγμένο ποσοστό του φορτίου βάσης το σύστημα αερίου καυσίμου MBP42 σβήνει όπως επίσης και το 1/4 των καυστήρων (βαλβίδα MBP42 AA001 κλειστή) και μπαίνει σε λειτουργία η βαλβίδα MBP43 AA001. Κατά τη διάρκεια της μεταγωγής οι ρυθμιστικές βαλβίδες ελέγχονται έτσι ώστε η συνολική παροχή αερίου να διατηρεί ένα σταθερό ρυθμό μείωσης. Μετά την αποφόρτιση η μονάδα αποσυνδέεται από το δίκτυο και παραμένει άεργη.

4.2.3.7 Απόρριψη φορτίου

Κατά την απόρριψη φορτίου ανοίγει ο διακόπτης της γεννήτριας, ενώ κατά την απόρριψη δικτύου ανοίγει ο διακόπτης δικτύου. Μετά το άνοιγμα ενός εκ των δύο διακοπών η ρυθμιστική βαλβίδα MBP42 AA001 κλείνει ακαριαία και σβήνει έτσι το 1/4 των καυστήρων. Στη συνέχεια η ρυθμιστική βαλβίδα MBP41 AA001 κλείνει ενώ η MBP43 AA001 ανοίγει στη θέση έναυσης. Η κύρια βαλβίδα trip MBP40 AA001 και η απομονωτική MBP31 AA001 παραμένουν ανοιχτές και η μονάδα κρατείται σε ονομαστικό αριθμό στροφών από το σύστημα ελέγχου.

4.2.3.8 Trip

Όταν ενεργοποιηθεί η κατάσταση trip έκτακτου ανάγκης η κύρια βαλβίδα MBP40 AA001 και η ρυθμιστική MBP41 AA001, MBP42 AA002 και MBP43 AA001 κλείνουν ακαριαία (σβέση των φλογών). Η ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης MBP50 AA001 ανοίγει ώστε να ανακουφιστεί το δίκτυο. Η περαιτέρω διαδικασία είναι ίδια με αυτή της κανονικής κράτησης, χωρίς όμως άεργη περιστροφή. (Βλέπε παράγραφο κράτηση 4.2.3.5).

4.2.4 Εξοπλισμός ελέγχου

- MBM31 CT001 και CT002 : Μετρητές θερμοκρασίας

Αυτές οι μετρήσεις επιτηρούν την θερμοκρασία στους εναυστήρες. Μετά την ενεργοποίησή τους και εφόσον η θερμοκρασία σε μια τουλάχιστον από τις δυο μετρήσεις ξεπεράσει την προκαθορισμένη διαφορά μέσα στον προκαθορισμένο χρόνο δίνεται σήμα για τη συνέχιση του προγράμματος εκκίνησης. Σε αντίθετη περίπτωση εμφανίζεται ένδειξη **alarm** στο κέντρο ελέγχου και το πρόγραμμα εκκίνησης διακόπτεται.

- MBP01 CF001: μετρητής της ροής αερίου(ροόμετρο)

- MBP01 CP011: μετρητής της πίεσης αερίου
- MBP01 CT010: μετρητής της θερμοκρασίας αερίου

Αυτές οι μετρήσεις γίνονται πριν από την κύρια απομονωτική βαλβίδα MBP31 AA001 και ελέγχουν τη ροή αερίου προς το θάλαμο καύσης. Τα στοιχεία από τις μετρήσεις (ροή, πίεση, θερμοκρασία) χρησιμοποιούνται από τον υπολογιστή παροχής MBP01 CF002, ο οποίος είναι εγκατεστημένος σε τοπικό πίνακα σε συνδυασμό με τη μέτρηση παροχής του αερίου MBP01 CT011 για τον υπολογισμό της παροχής του αερίου, η οποία αποστέλλεται για ένδειξη στο κέντρο ελέγχου και καταγραφή στον τοπικό πίνακα.

- MBP01 CF002: μετρητής της ροής αερίου(ροόμετρο)

Οι μετρητές αυτοί υπολογίζουν την συνολική ροή προς τον EV καυστήρα MBM10, εμφανίζεται στο σύστημα ελέγχου, καταγράφεται και υποδεικνύει την ποσότητα αερίου που θα καταναλωθεί στο τοπικό σύστημα ελέγχου.

- MBP01 CF002: μετρητής της ροής αερίου(ροόμετρο)

Ο μετρητής αυτός δείχνει τοπικά την ποσότητα του αερίου που καταναλώνεται.

- MBP01 CT011: μετρητής της θερμοκρασίας αερίου

Ο μετρητής αυτός ελέγχει τη θερμοκρασία αερίου μετά το ροόμετρο και τη μετράει τοπικά.

- MBM40 CT007: μετρητής θερμοκρασίας

Οι μετρητές ελέγχουν την θερμοκρασία μετά τη βαλβίδα trip MBP40 AA001 και την υποδεικνύει στο σύστημα ελέγχου. Όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει μια συγκεκριμένη τιμή εμφανίζεται ένδειξη **alarm** στο κέντρο ελέγχου.

- MBP41 CG001: ελεγκτής της θέσης της βαλβίδας ελέγχου MBP41 AA002
- MBP42 CG001: ελεγκτής της θέσης της βαλβίδας ελέγχου MBP42 AA002
- MBP43 CG001: ελεγκτής της θέσης της βαλβίδας ελέγχου MBP43 AA002

Η θέση της βαλβίδας μεταφέρεται και εμφανίζεται στο κέντρο ελέγχου. Αν η διαφορά μεταξύ του δοθέντος σήματος και της θέσης της βαλβίδας υπερβεί κάποιο όριο ή αποτύχει η μέτρηση τότε εμφανίζεται ένδειξη **alarm** στο κέντρο ελέγχου.

- MBP41 CP002: μετρητής διαφορικής πίεσης(συσκευή αποστολής σημάτων πίεσης)
- MBP42 CP002: μετρητής διαφορικής πίεσης(συσκευή αποστολής σημάτων πίεσης)
- MBP43 CP002: μετρητής διαφορικής πίεσης (συσκευή αποστολής σημάτων πίεσης)

Οι μετρητές αυτοί ελέγχουν τη διαφορική πίεση πέρα από τις βαλβίδες ελέγχου MBP41 AA001, MBP42 AA001 και MBP43 AA001 και στέλνουν σήμα στο κέντρο ελέγχου. Αν η διαφορική πίεση ξεπεράσει μια συγκεκριμένη τιμή εμφανίζεται ένδειξη **alarm** στο κέντρο ελέγχου.

- MBP41 CP003: μετρητής διαφορικής πίεσης(συσκευή αποστολής σημάτων πίεσης)
- MBP42 CP003: μετρητής διαφορικής πίεσης(συσκευή αποστολής σημάτων πίεσης)
- MBP43 CP003: μετρητής διαφορικής πίεσης(συσκευή αποστολής σημάτων πίεσης)

Ο μετρητής MBP41 CP003 ελέγχει τη διαφορική πίεση μετά τις βαλβίδες ελέγχου ανάμεσα στο σύστημα MBP41 και MBP42, ο μετρητής MBP42 CP003 ελέγχει τη διαφορική πίεση μετά τις βαλβίδες ελέγχου ανάμεσα στο σύστημα MBP42 και MBP43, ο μετρητής MBP43 CP003 ελέγχει τη διαφορική πίεση μετά τις βαλβίδες ελέγχου ανάμεσα στο σύστημα MBP41 και MBP43. Οι μετρήσεις μεταφέρονται στο κέντρο ελέγχου. Αν η διαφορική πίεση πέρα από μια βαλβίδα διαφέρει πάρα πολύ από τις άλλες ή μια μέτρηση αποτύχει εμφανίζεται ένδειξη **alarm** στο κέντρο ελέγχου.

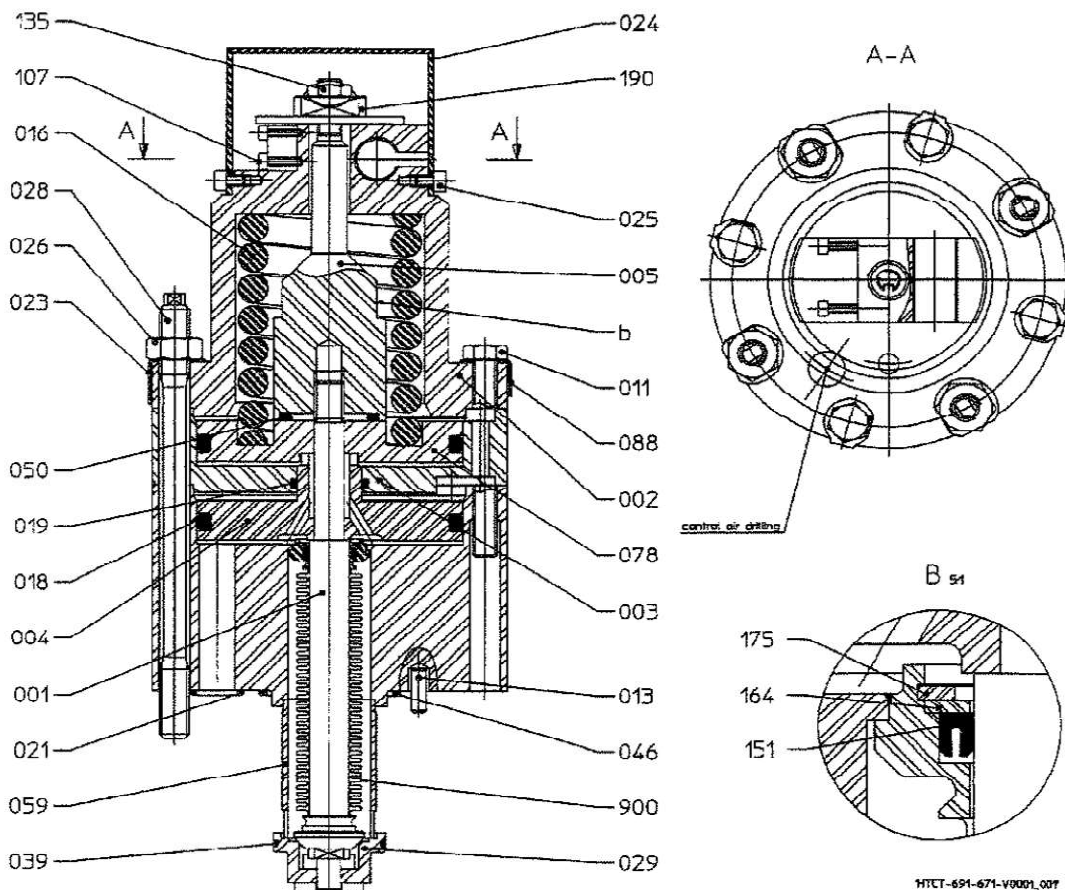
4.3 Επιπρόσθετα στοιχεία

Στο σημείο αυτό θα γίνει αναλυτική αναφορά στις βαλβίδες που αποτελούν το συγκεκριμένο δίκτυο και οι οποίες θα αποτελέσουν τη βάση του σχεδιασμού του από το λογισμικό Flowmaster.

4.3.1 Κύρια απομονωτική (Main Valve)

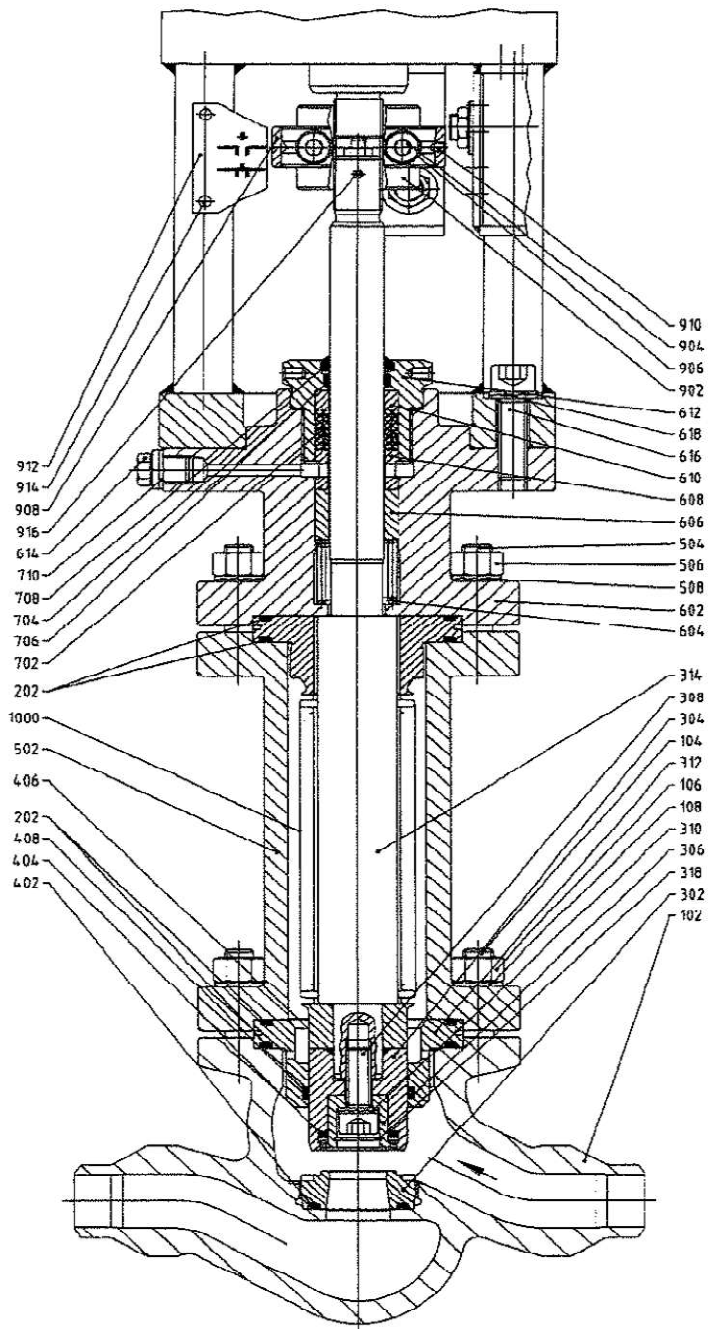
Η περιγραφή και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της απομονωτικής βαλβίδας φαίνονται παρακάτω:

Όνομαστική διάμετρος	:	10mm
Πίεση	:	0 - 11 0 bar
Τμή- Kv	:	40 l/min
Θερμοκρασία λειτουργίας	:	μέγιστη 150 °C
Μέσο	:	ρευστό



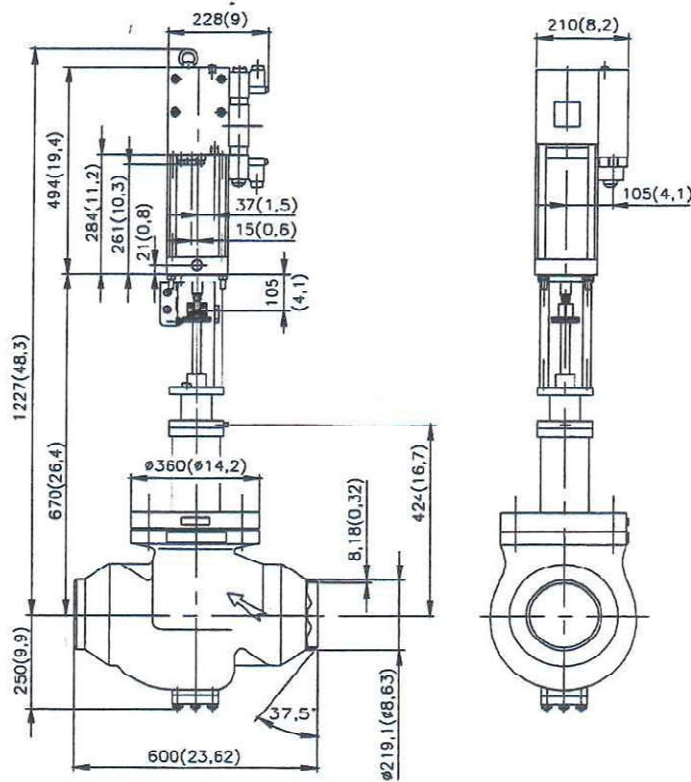
4.3.2 Ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης

Η ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης τίθεται σε λειτουργία από μια σερβομηχανή και επιτρέπει τη ροή του αερίου. Η περιγραφή και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της ασφαλιστικής βαλβίδας υπερπίεσης φαίνονται παρακάτω:



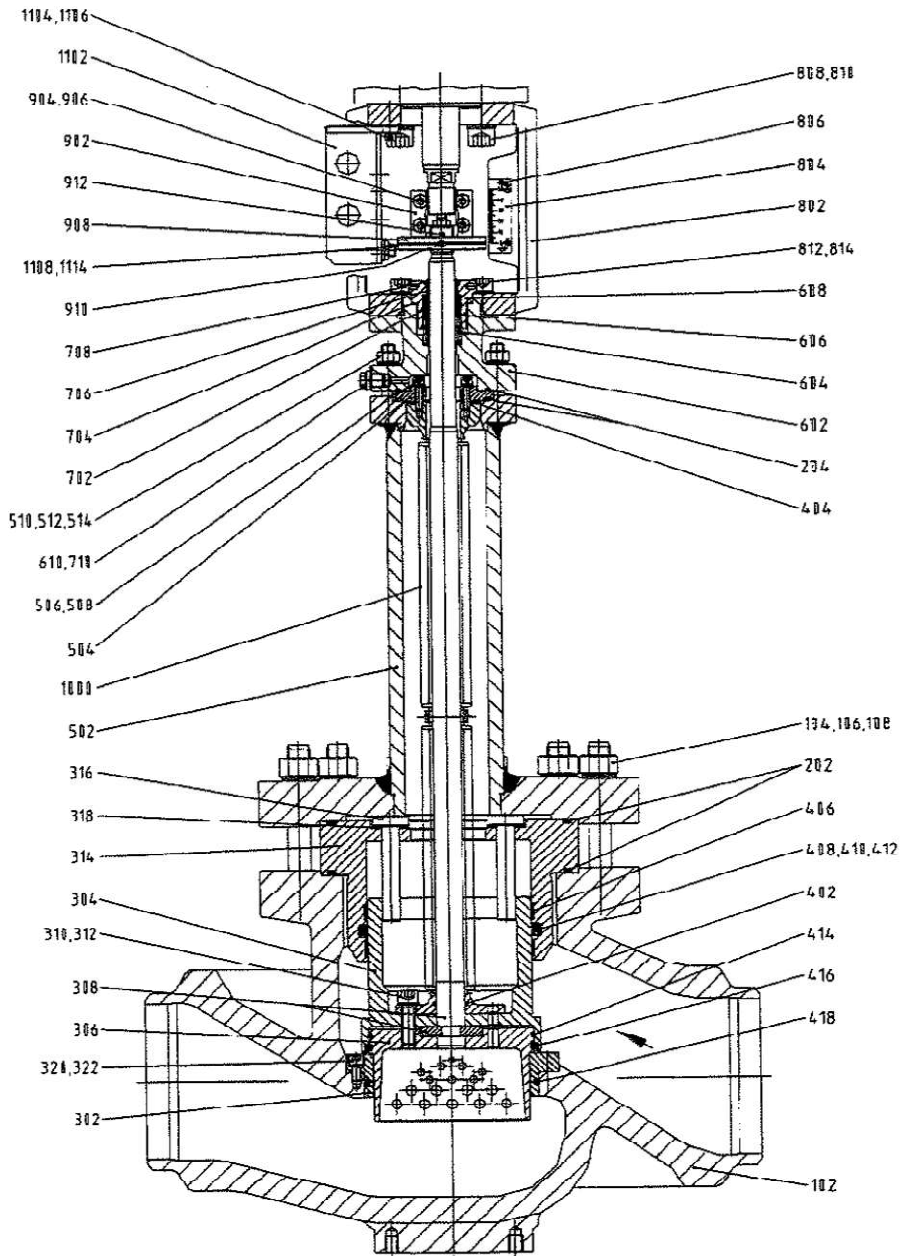
4.3.3 Gas Trip Shut – Off Valve

Κατασκευαστής	:	Waldemar Pruss
Ονομαστική διάμετρος	:	DN 200 mm
Ονομαστική Πίεση	:	PN 40 bar
Μέθοδος	:	SSV
Μέσο	:	Αέριο
Μέγιστη μέση πίεση μπροστά από τη βαλβίδα	:	26 bar
Ελάχιστη μέση θερμοκρασία	:	0°C
Επιτρεπόμενη θερμοκρασία λειτουργίας	:	180°C
Παροχή βαλβίδας	:	450 m ³ /h



4.3.4 Βαλβίδα ελέγχου

Η περιγραφή και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της βαλβίδας ελέγχου φαίνονται παρακάτω:



Κατασκευαστής

Ονομαστική διάμετρος

Ονομαστική πίεση

Μέθοδος

Μέσο

Μέγιστη μέση πίεση μπροστά από τη βαλβίδα

Μέγιστη μετρήσιμη πίεση πίσω από τη βαλβίδα

Ελάχιστη μέση θερμοκρασία

Επιτρεπόμενη θερμοκρασία λειτουργίας

Παροχή βαλβίδας

: Waldemar Pruss

: DN 150 mm (5.9 inch)

: PN 63 bar (913.75 psi)

: STV

: Αέριο

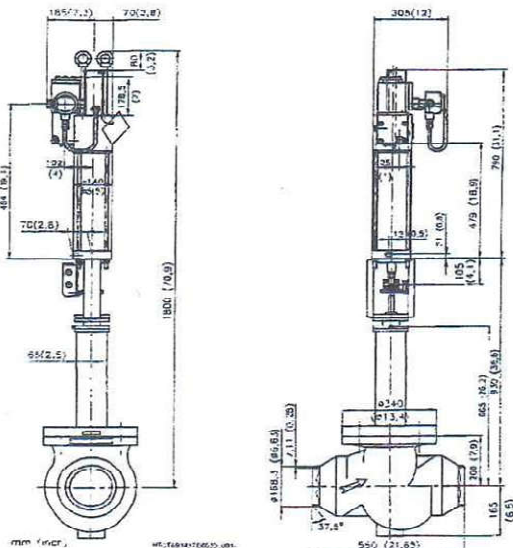
: 58 bar (841.20 psi)

: 40 bar (580.10 psi)

: 1°C (33.8° F)

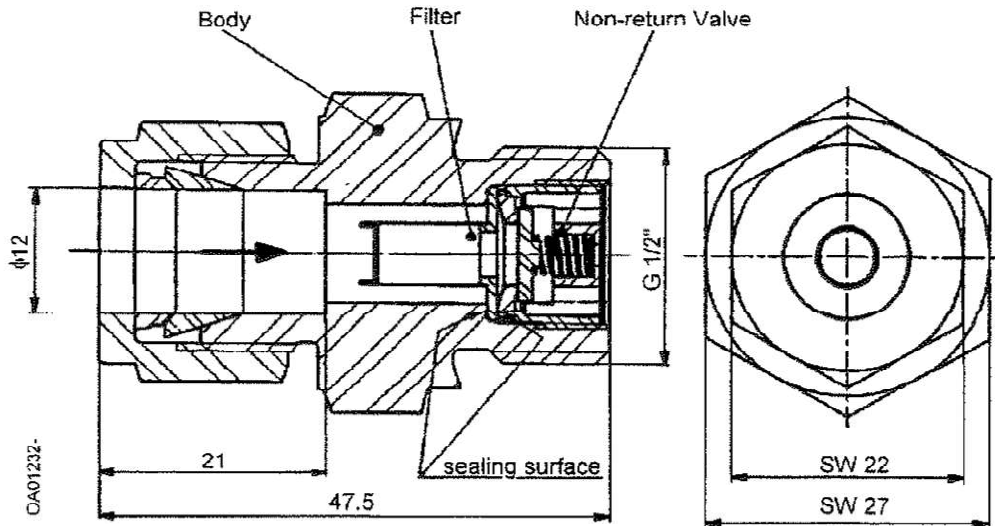
: 150°C (302° F)

: 225 m³/h



4.3.5 Βαλβίδες αντεπιστροφής

Η περιγραφή και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της βαλβίδας αντεπιστροφής φαίνονται παρακάτω:



Τύπος: 123 547 02/ 123 889 01 / 125 361

Κατασκευαστής: Eugen Seitz AG

Βαλβίδα αντεπιστροφής :

Υλικό: ανοξείδωτος χάλυβας

Ονομαστική ροή:

$k_v = 15 \text{ l/min}$

Ελάχιστη πίεση ανοίγματος:

0.6 ... 0.7 bar

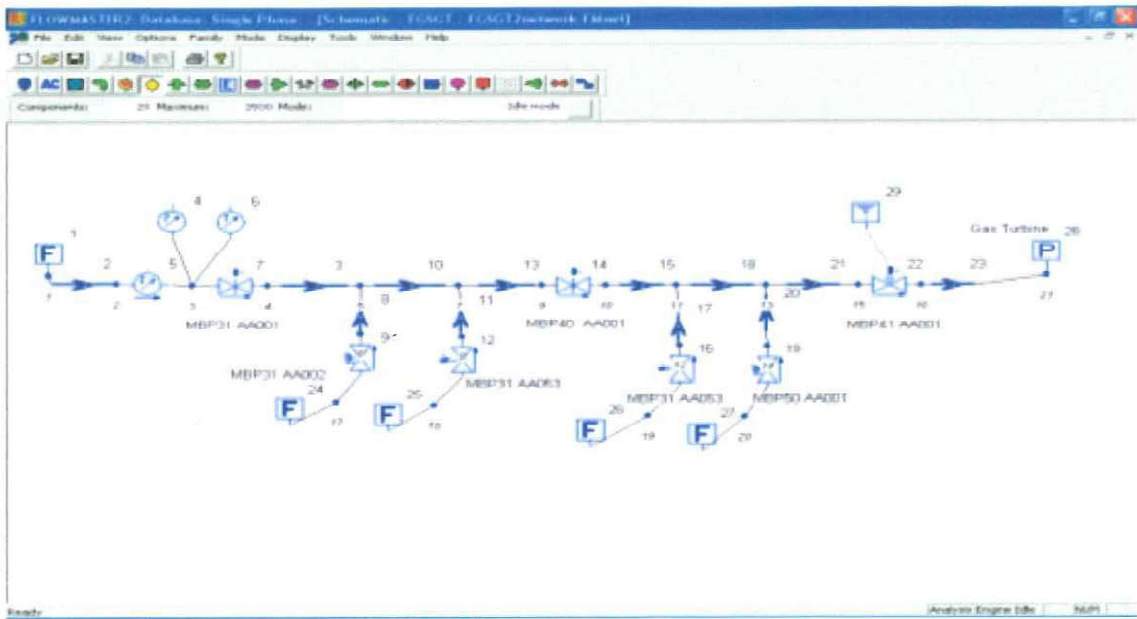
Διαφορική πίεση:

2.2 ... 2.5 bar (σε ονομαστική ροή)

Υλικά κατασκευής:

4.4 Ανάλυση μόνιμης ροής - FGSGT (SS)

Η ανάλυση του συγκεκριμένου συστήματος θα γίνει για πλήρης φορτίο. Η παροχή σε αυτή την περίπτωση είναι $9,66 \text{ m}^3/\text{sec}$ και ο αεριοστρόβιλος παράγει 156 MW. Από το προηγούμενο κεφάλαιο είναι γνωστή η διαδικασία λειτουργίας του λογισμικού Flowmaster οπότε και θα προχωρήσουμε κατευθείαν στα αποτελέσματα, αφού πρώτα παραθέσουμε το σχέδιο του συγκεκριμένου συστήματος, το οποίο φαίνεται παρακάτω.



Βλέποντας το σχέδιο καταλαβαίνει κανείς ότι έχουν γίνει κάποιες παραδοχές ώστε να διευκολυνθούν οι διαδικασίες ανάλυσης. Συγκεκριμένα στους αγωγούς έχουμε τα ισοδύναμα μήκη και αντί για τρεις ρυθμιστικές βαλβίδες χρησιμοποιούμε μία.

Μετά την ανάλυση λαμβάνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα :

Com Ταχύτητα m/sec:

1	0
2	136.661
3	136.661
4	0
5	0
6	0
7	136.661
8	2.9712e-005
9	0.000267408
10	136.661
11	2.9712e-005
12	0.000210022
13	136.661
14	136.661
15	136.661
16	0.000210022
17	2.9712e-005
18	136.661
19	0.000267408

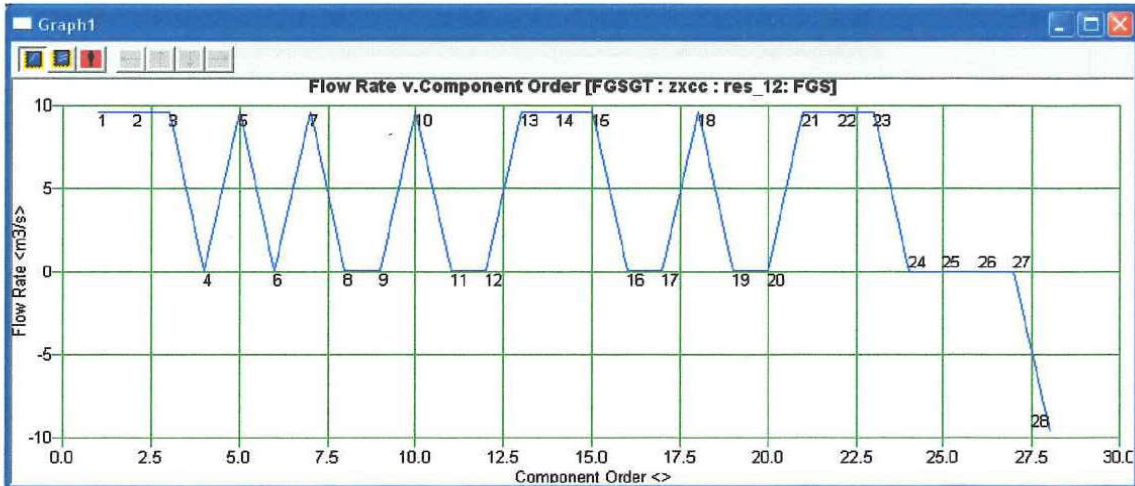
20	2.9712e-005
21	136.661
22	136.661
23	136.661
24	0
25	0
26	0
27	0
28	0

Τα αποτελέσματα της ταχύτητας που λαμβάνουμε είναι αποδεκτά, καθώς γνωρίζουμε ότι η μέγιστη ταχύτητα στο συγκεκριμένο δίκτυο στον ΑΗ.Σ Κομοτηνής είναι 150m/sec και η μέση ταχύτητα λειτουργίας είναι 100m/sec. Βέβαια, εξαιτίας των παραδοχών τα αποτελέσματα δεν ανταποκρίνονται πλήρως στην πραγματικότητα.

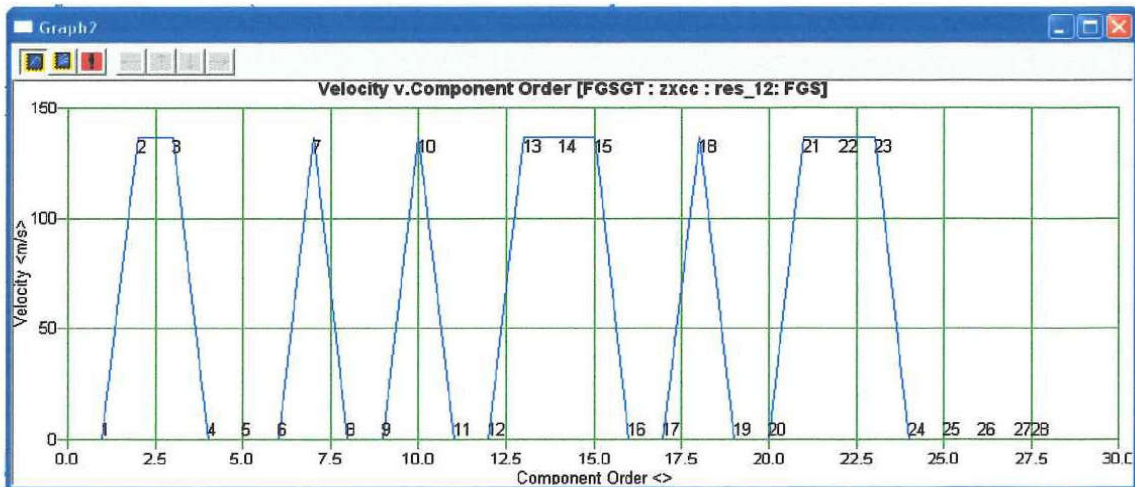
Comp	Ροή m ³ /sec
1	9.66
2	9.66
3	9.66
4	2.10022e-006
5	9.66
6	2.10022e-006
7	9.66
8	2.10022e-006
9	2.10022e-006
10	9.66
11	2.10022e-006
12	2.10022e-006
13	9.66
14	9.66
15	9.66
16	2.10022e-006
17	2.10022e-006
18	9.66
19	2.10022e-006
20	2.10022e-006
21	9.66
22	9.66
23	9.66
24	0
25	0
26	0
27	0
28	-9.66

Παρατηρούμε ότι σε μερικά στοιχεία η ταχύτητα και η ροή παίρνουν ελάχιστες τιμές. Αυτό συμβαίνει γιατί τα συγκεκριμένα στοιχεία είναι μετρητές οπότε από αυτά δεν περνάει φυσικό αέριο.

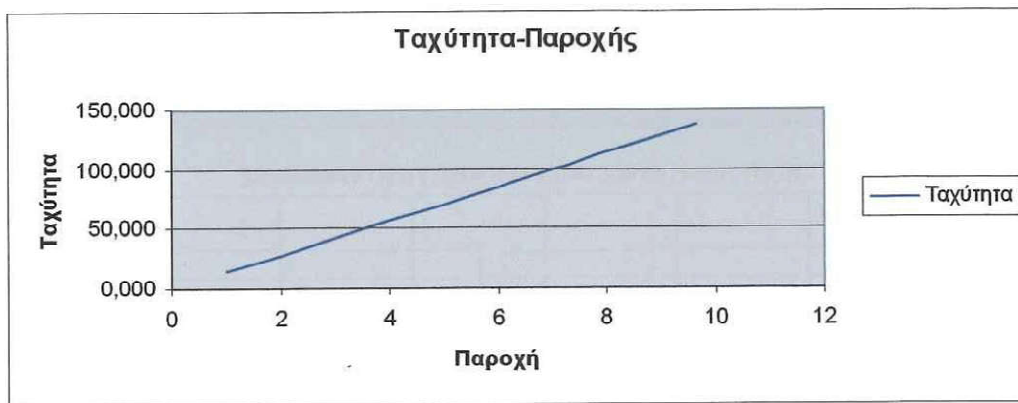
- Γράφημα ροής του συστήματος



- Γράφημα ταχύτητας του συστήματος



Μετά από δοκιμές προέκυψε το παρακάτω γράφημα μεταβολής της ταχύτητας του συστήματος σε σχέση με τη μεταβολή της παροχής :



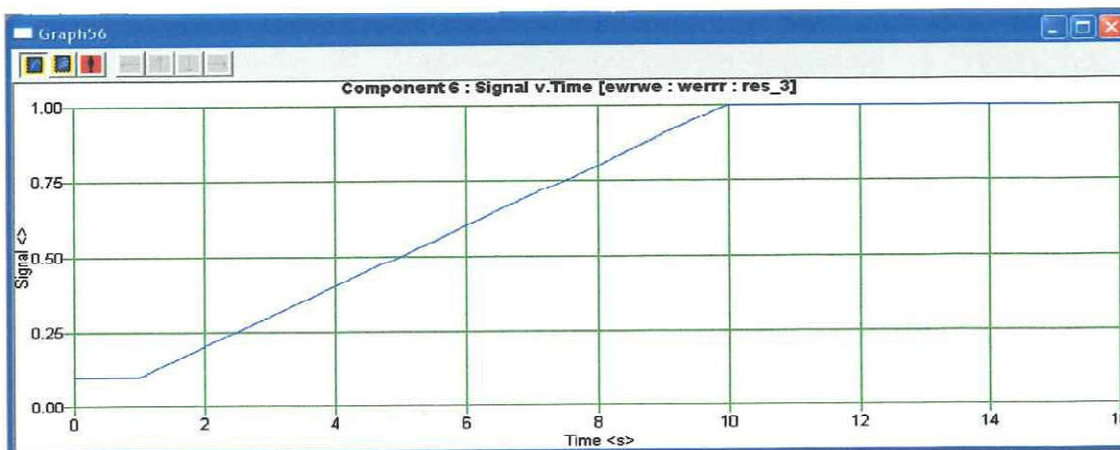
Παρατηρούμε ότι η ταχύτητα της ροής αυξάνεται γραμμικά με τη παροχή.

4.5 Ανάλυση μη μόνιμης ροής - FGSGT (ST)

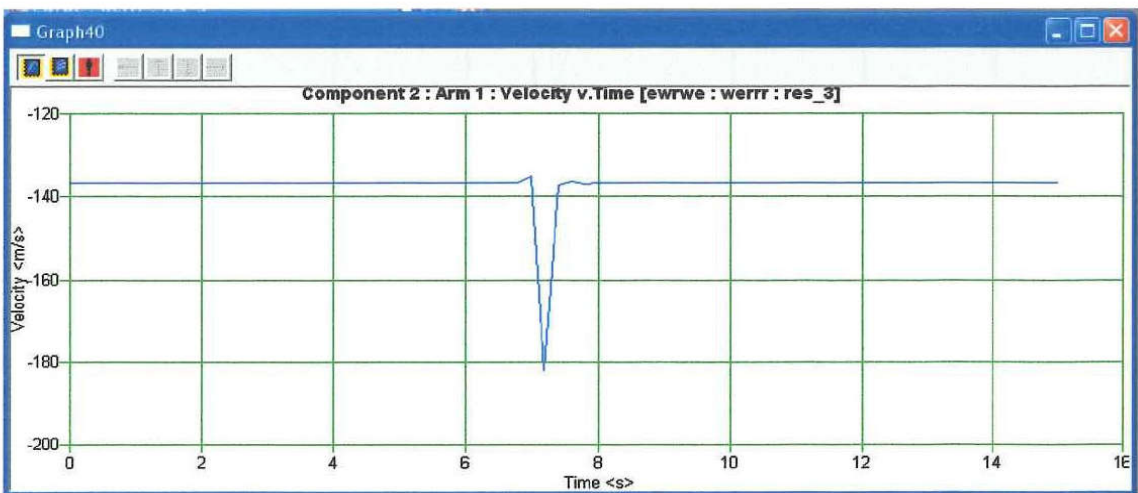
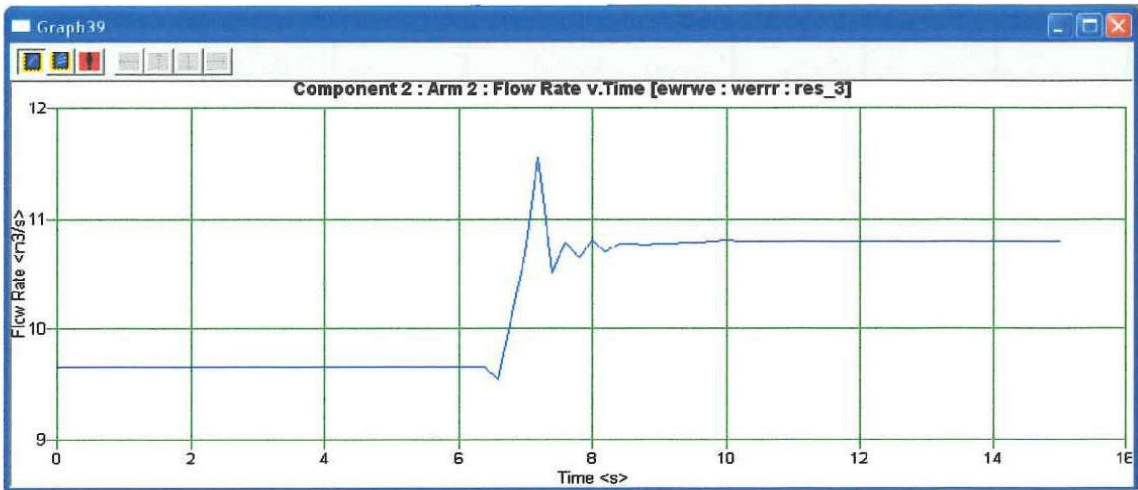
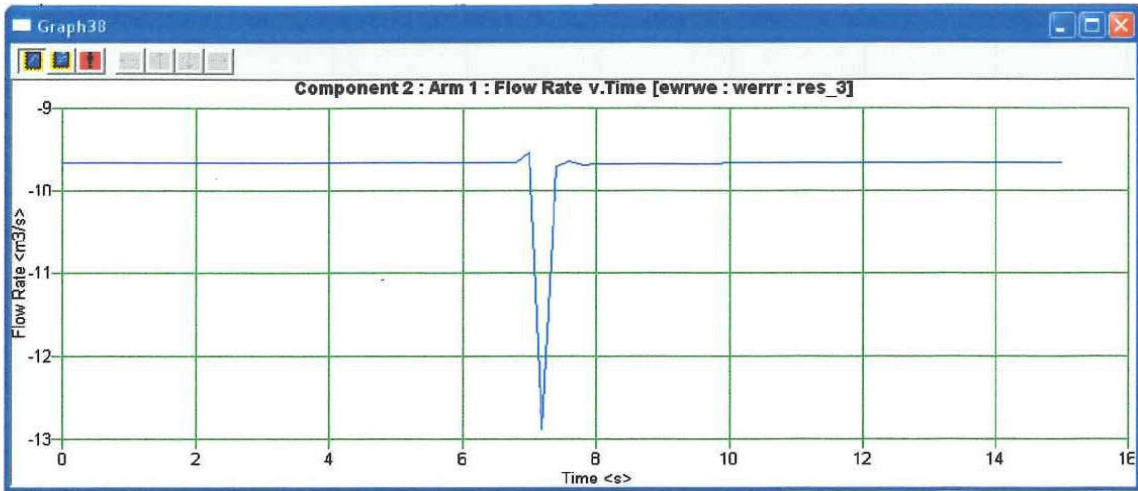
Για τη μη μόνιμη ροή η ανάλυση πρόκειται να γίνει για γραμμικό άνοιγμα/κλείσιμο ρυθμιστικής βαλβίδας και μη γραμμικό (απότομο) άνοιγμα/κλείσιμο. Η ανάλυση θα γίνει πριν και μετά την ρυθμιστική βαλβίδα MBP41 AA001.

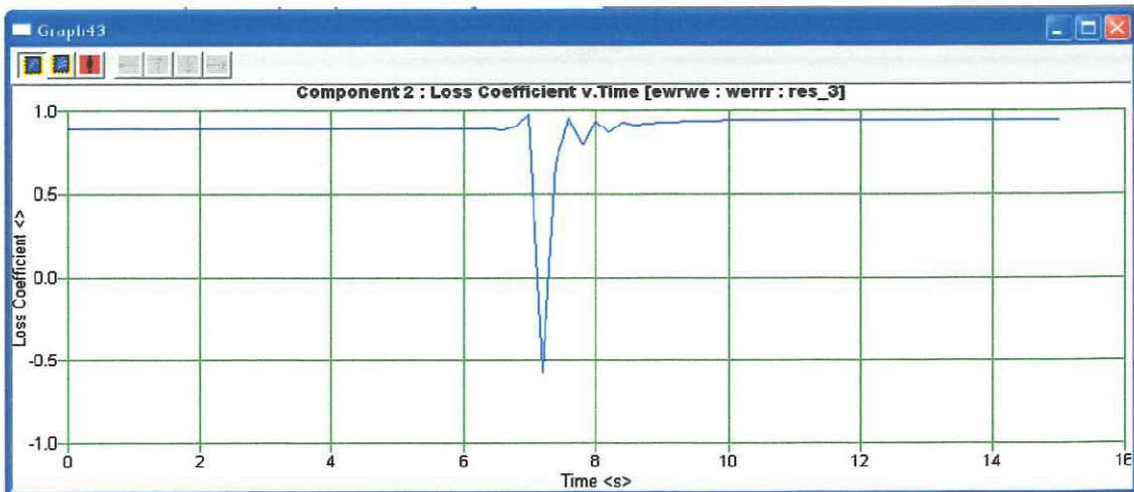
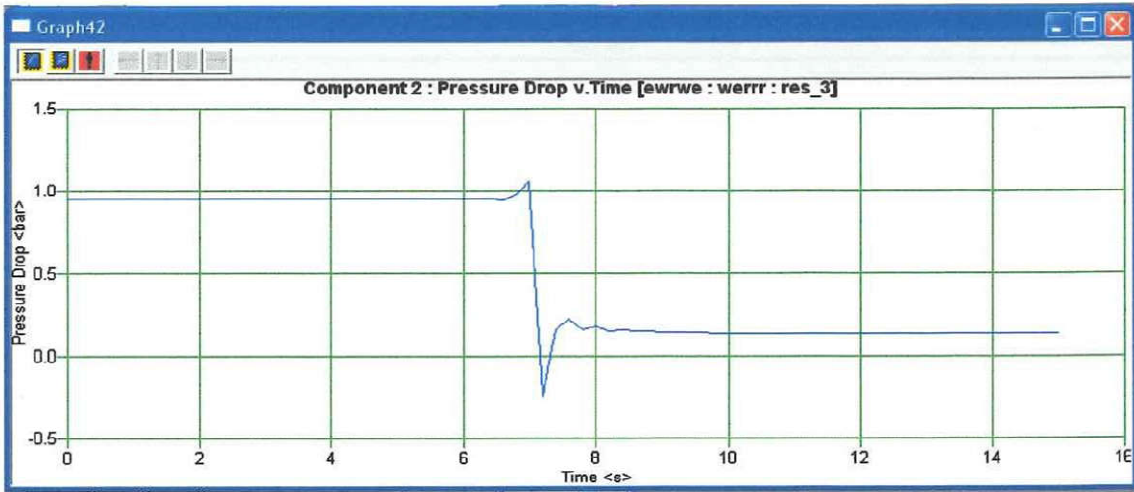
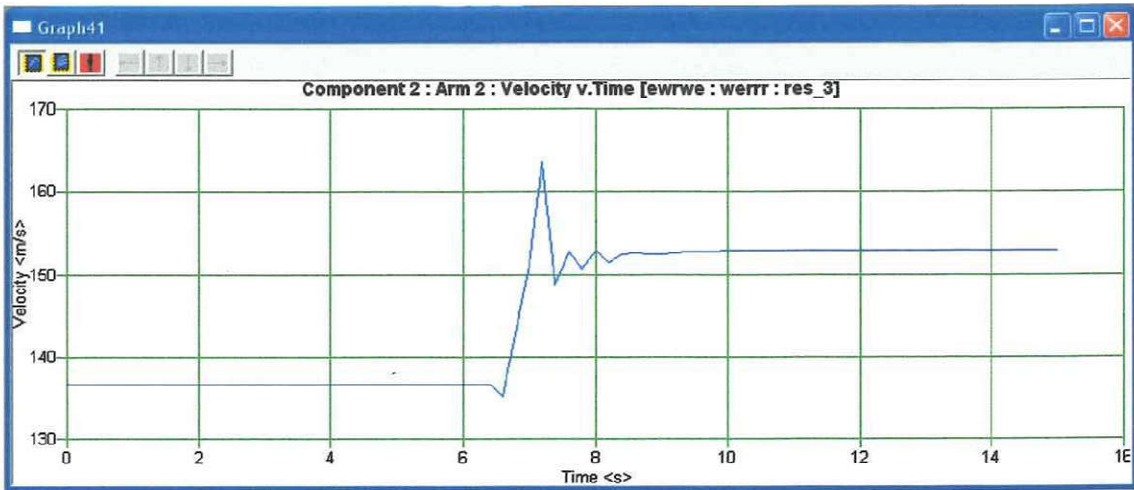
4.5.1 FGSGT (ST) – γραμμικό άνοιγμα (0.1rate/sec)

- Γραμμική μεταβολή ανοίγματος της βαλβίδας

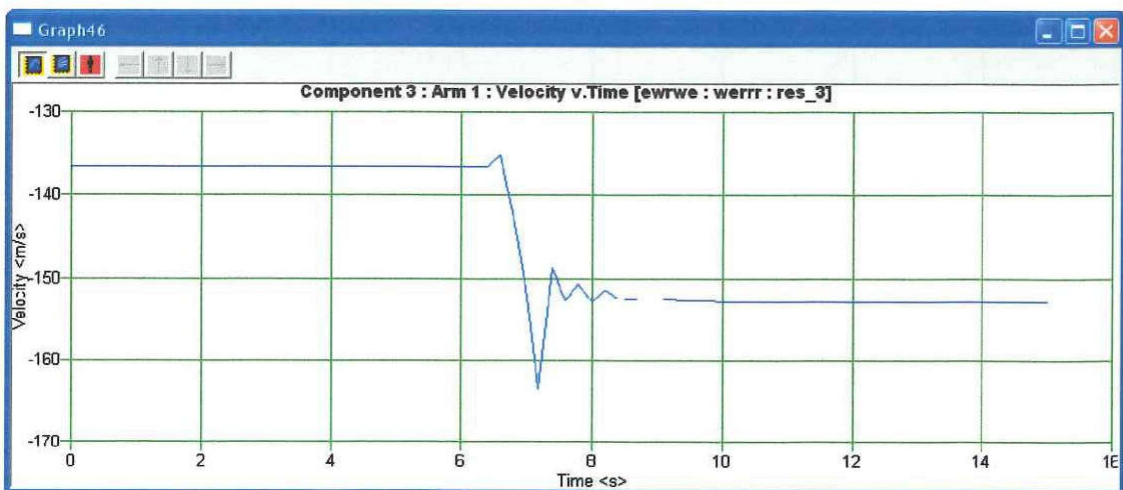
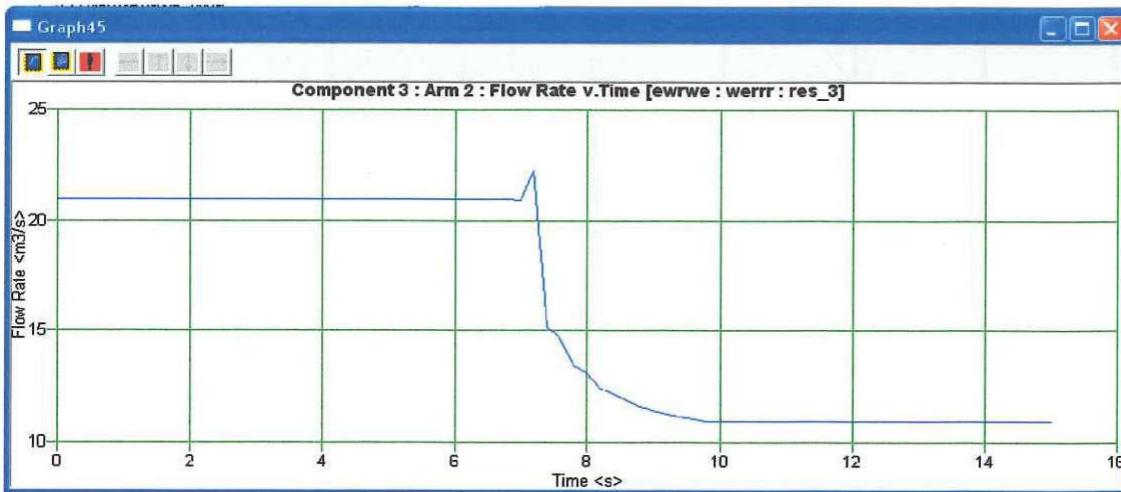
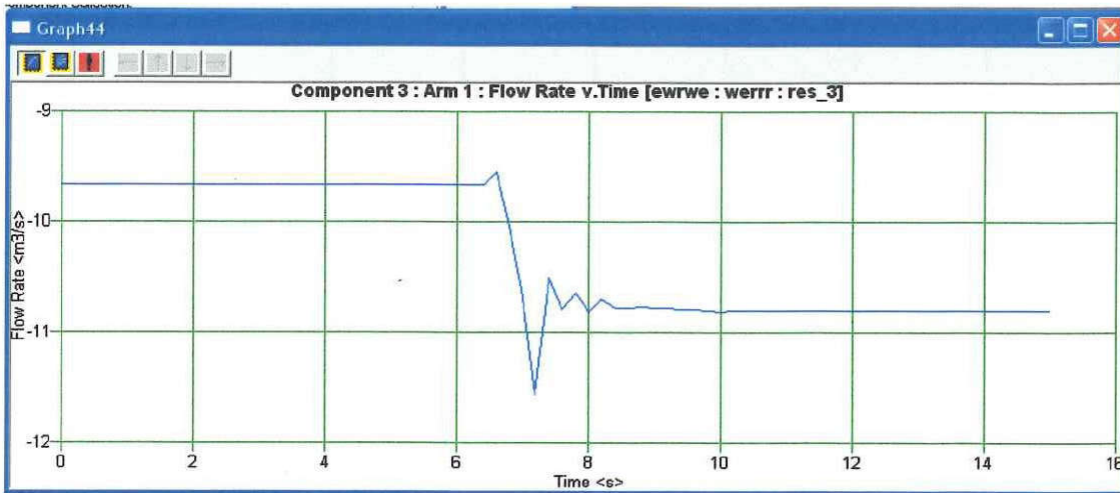


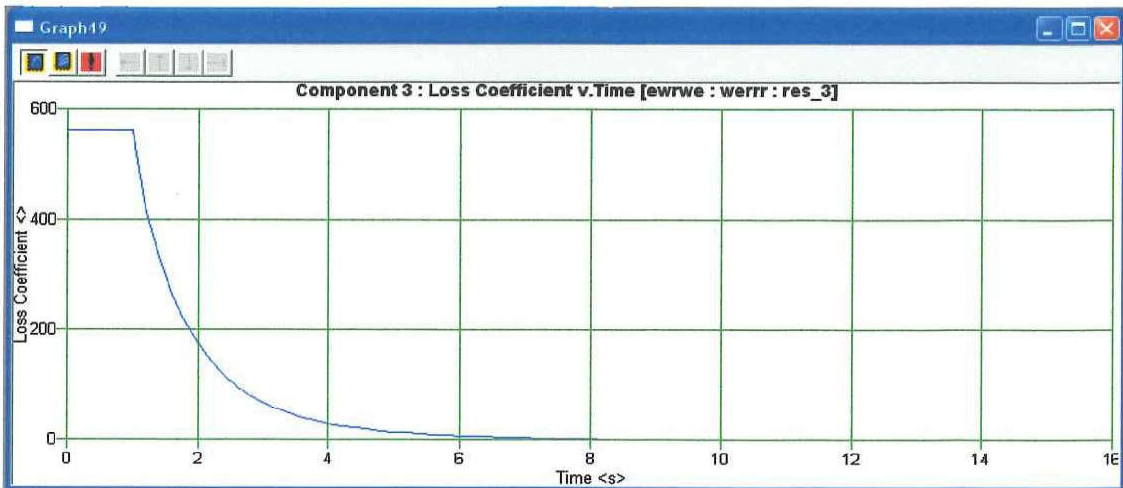
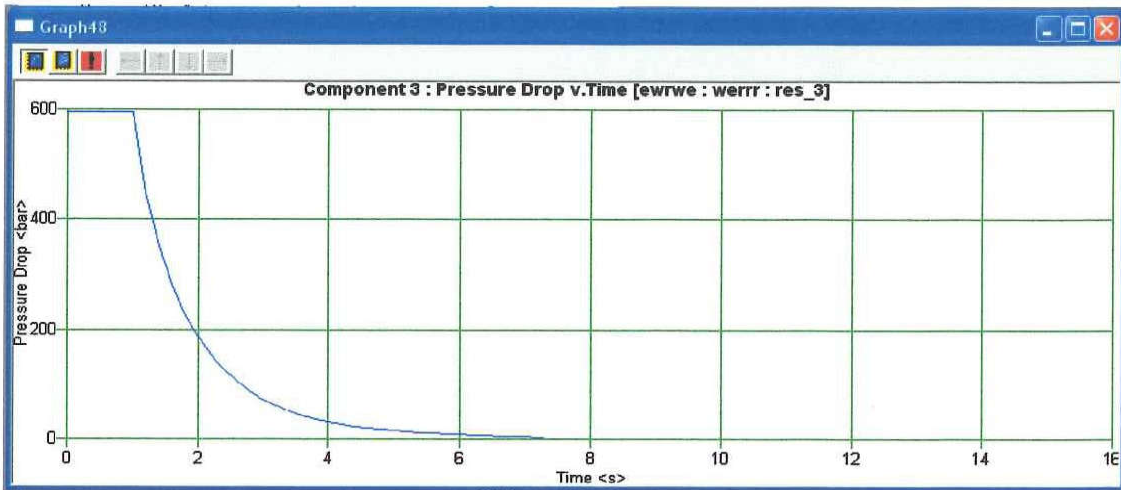
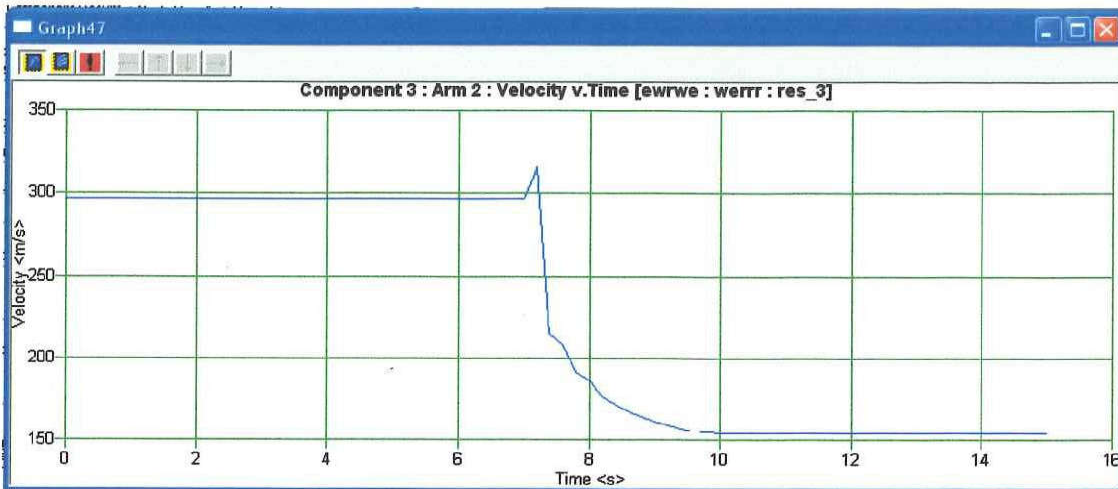
■ Αγωγός 21



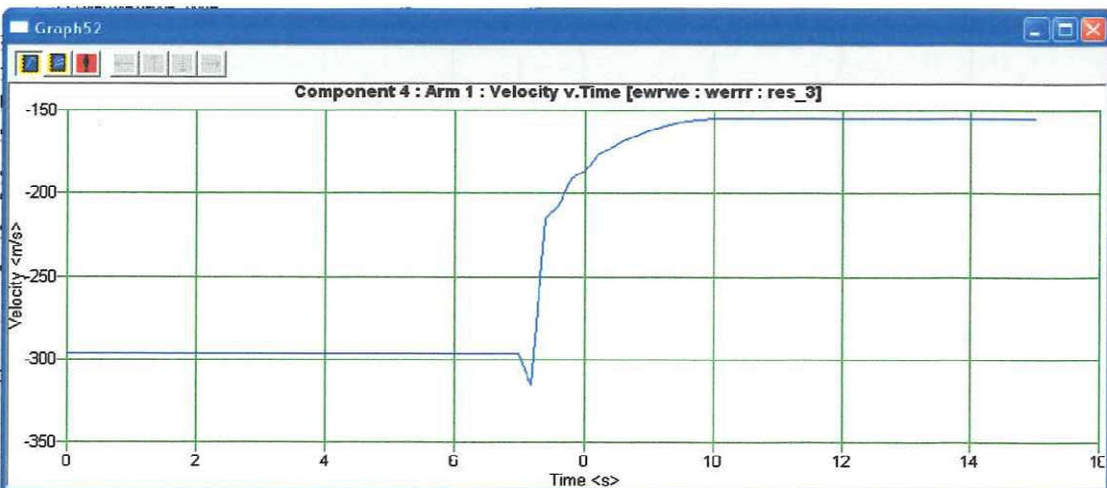
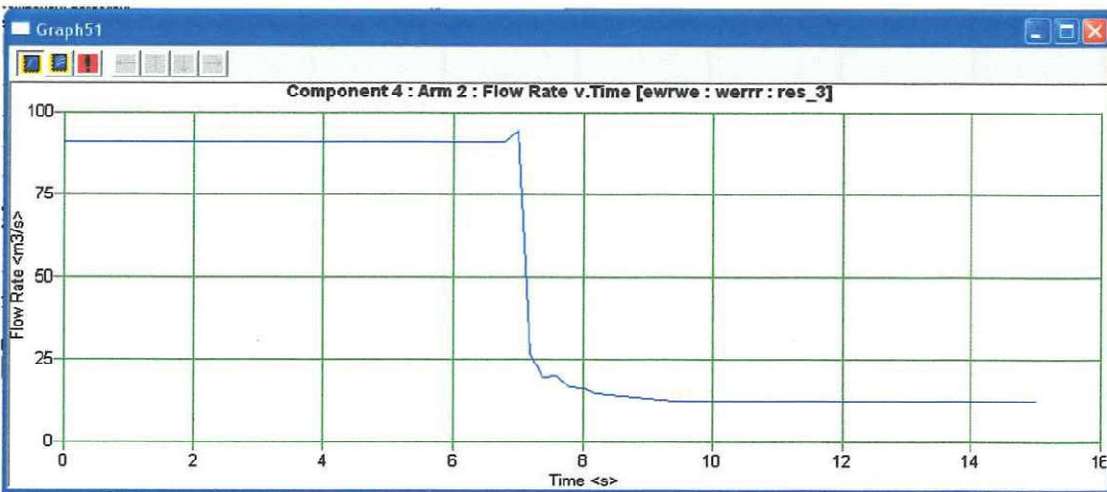
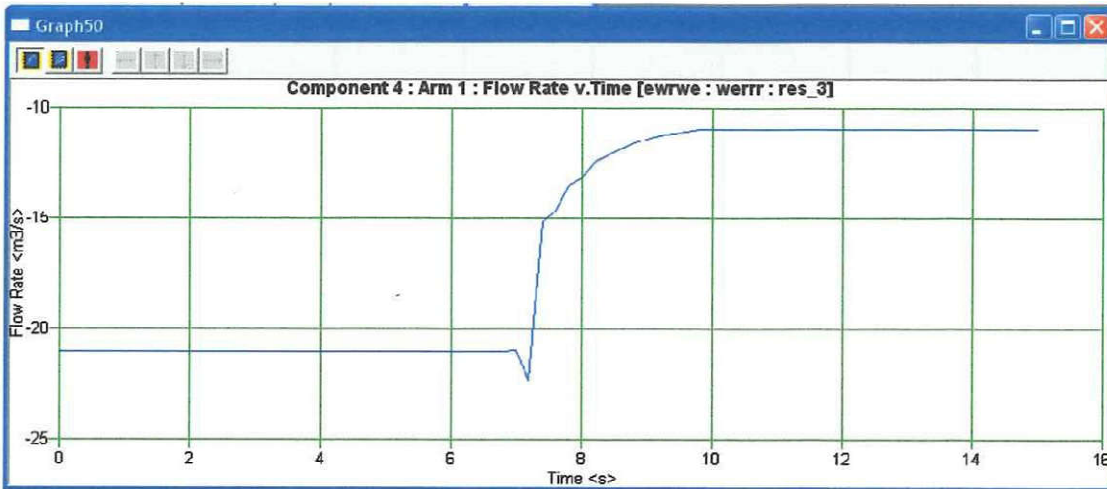


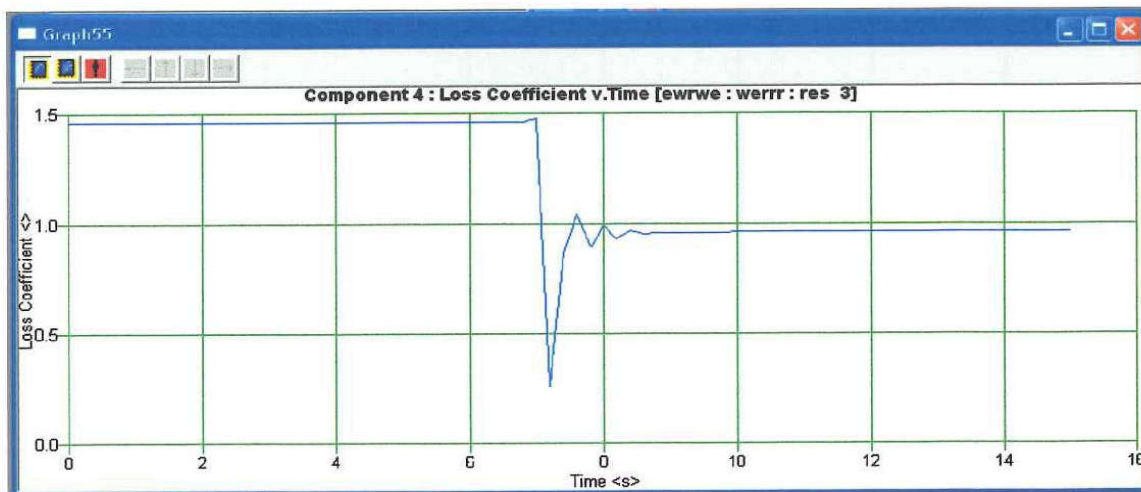
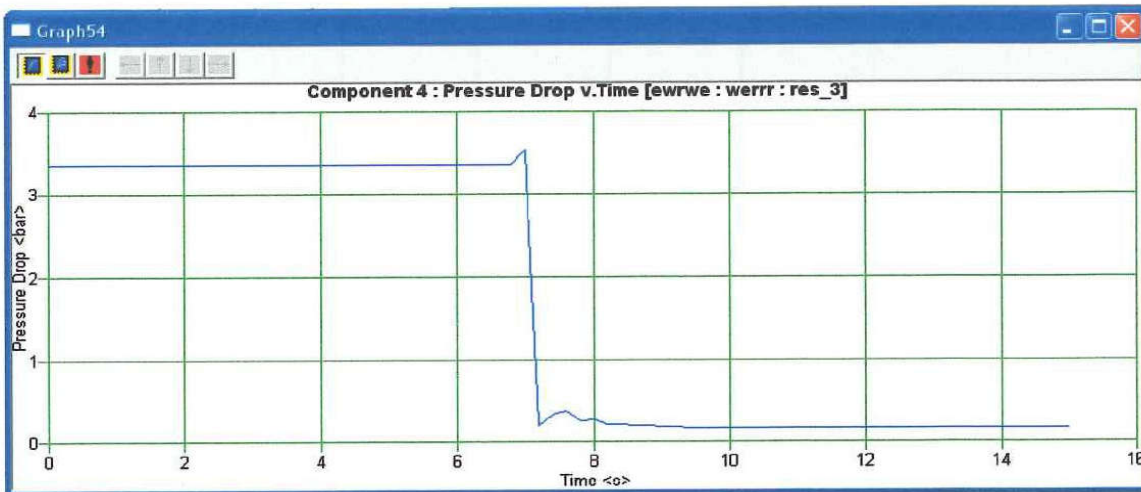
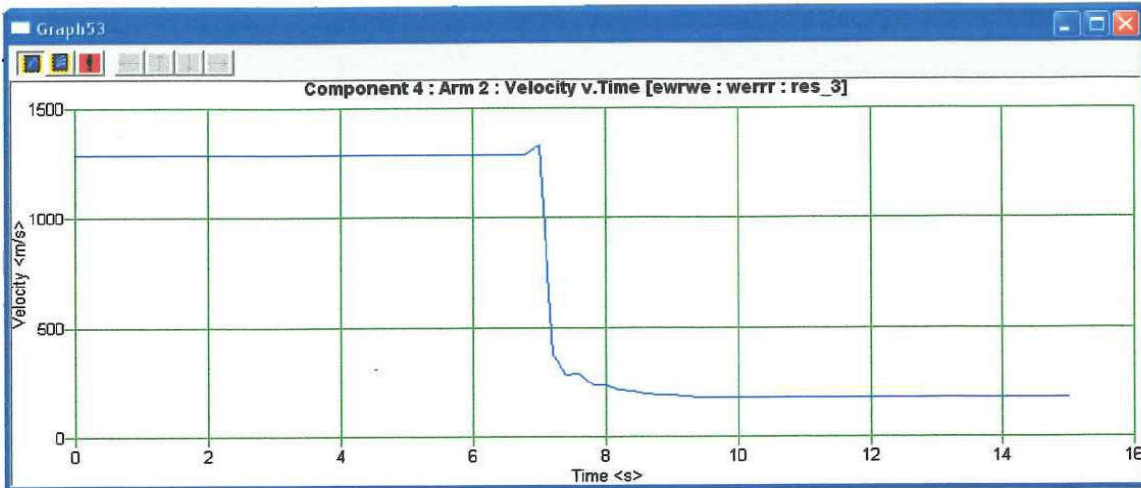
■ Βαλβίδα MBP41 AA001





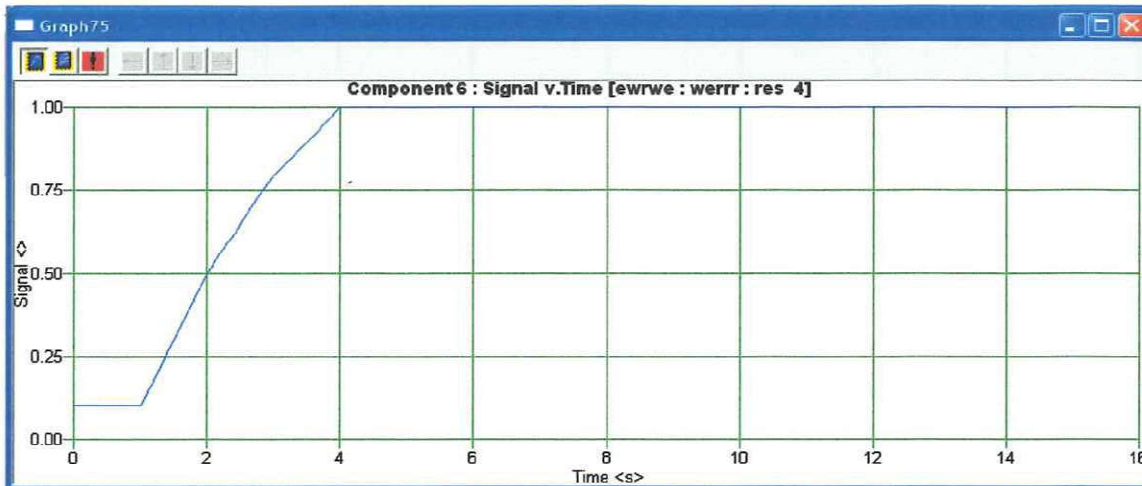
■ Αγωγός 23



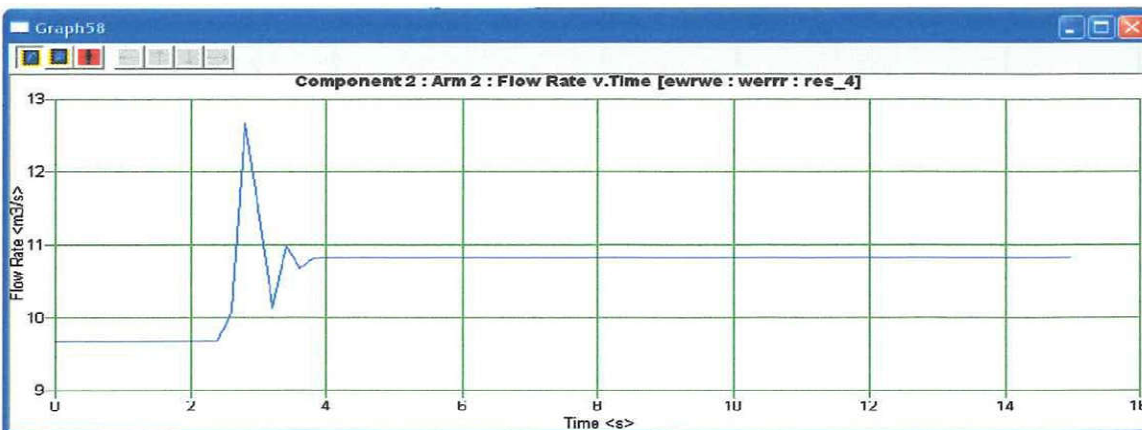
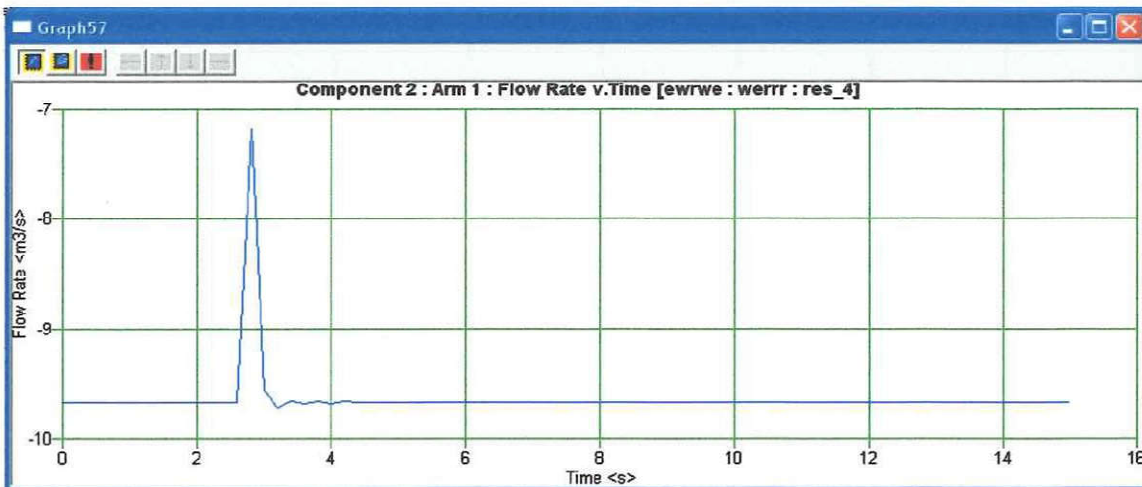


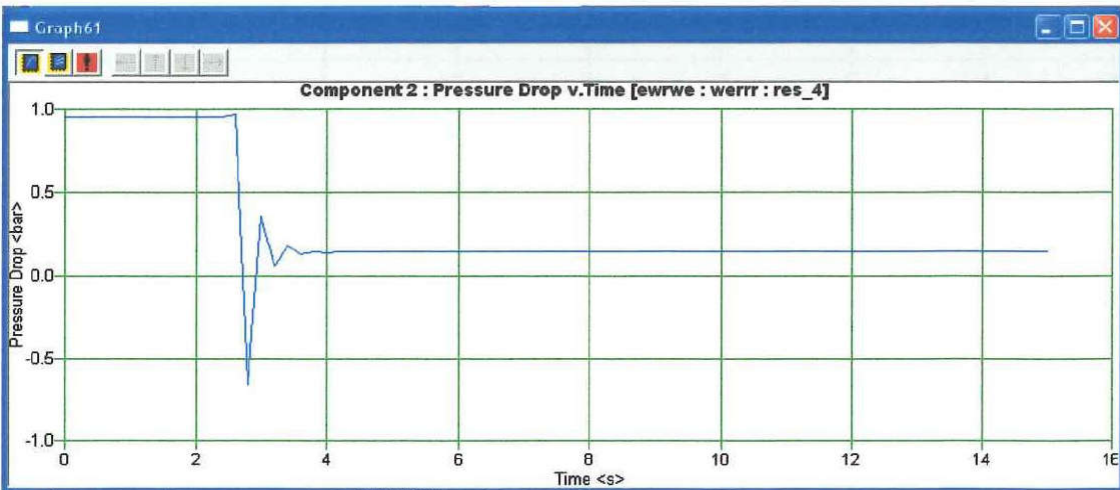
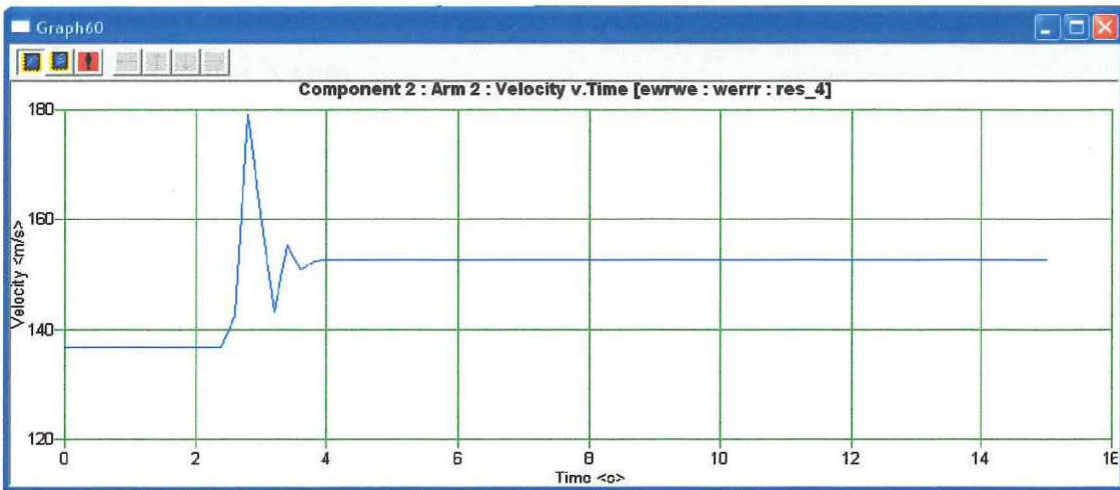
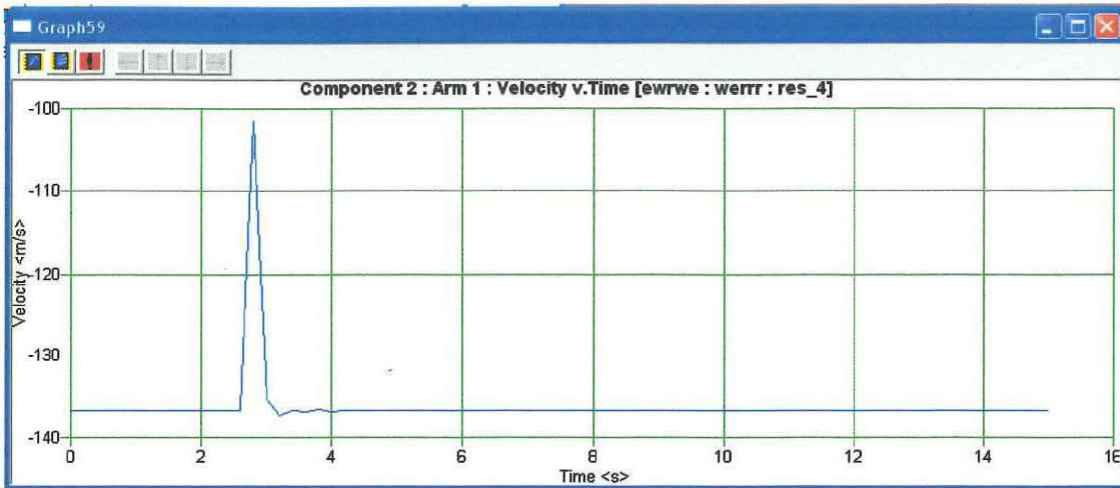
4.5.2 FGSGT (ST) – μη γραμμικό άνοιγμα (απότομο άνοιγμα)

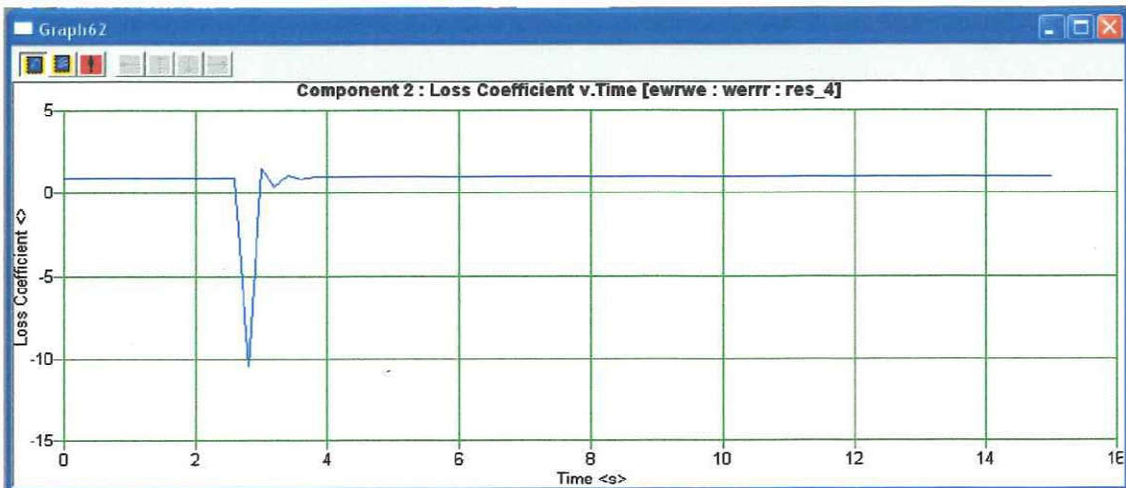
- Γραμμική μεταβολή ανοίγματος της βαλβίδας



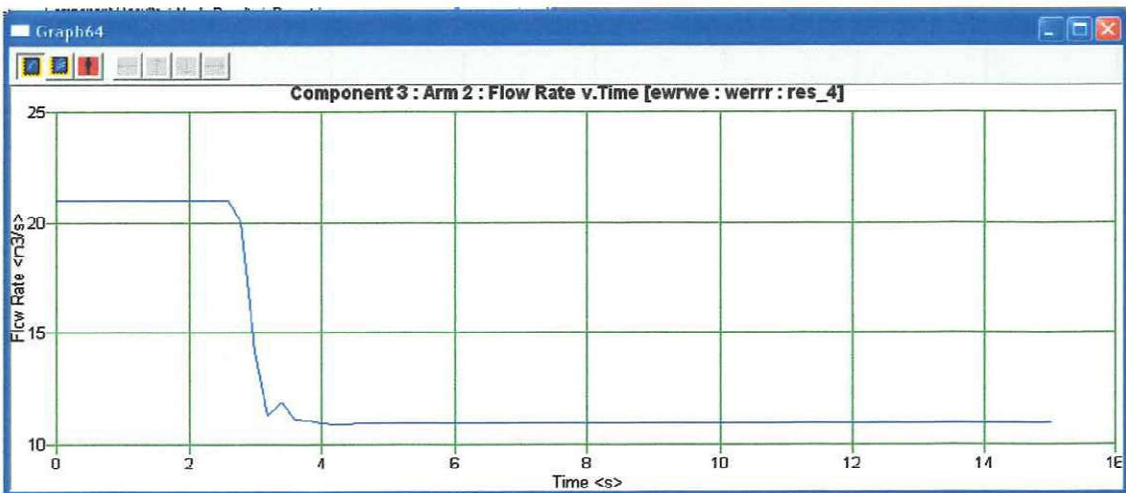
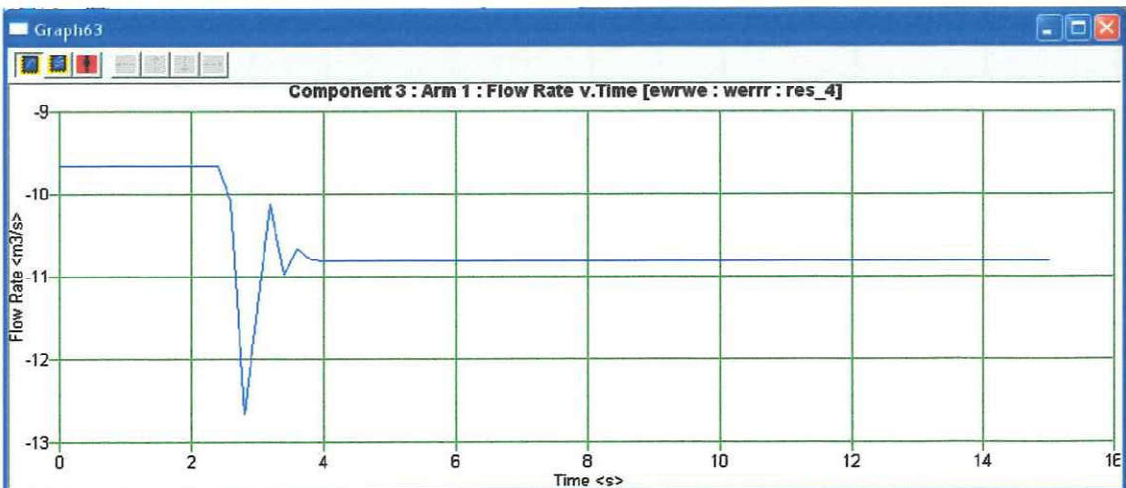
- Αγωγός 21

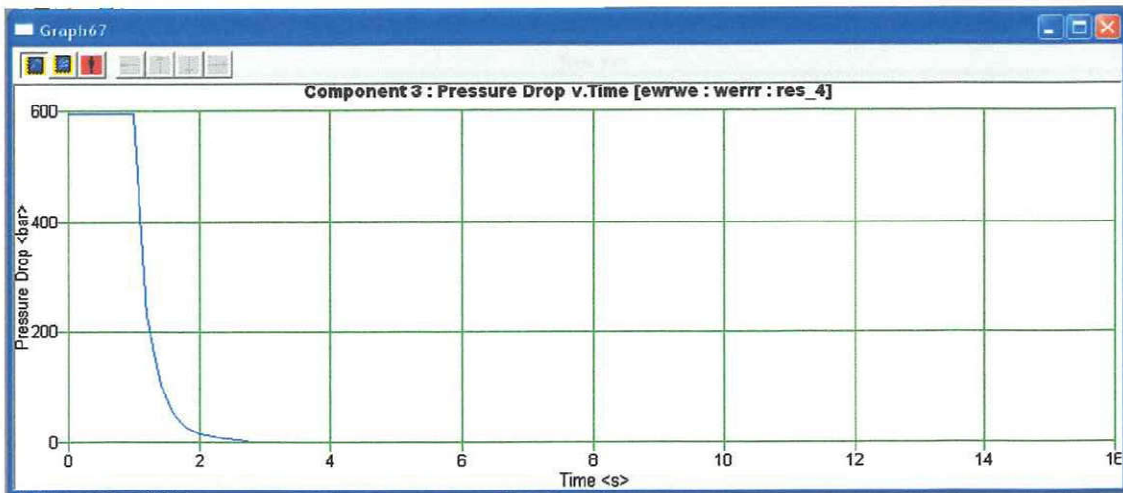
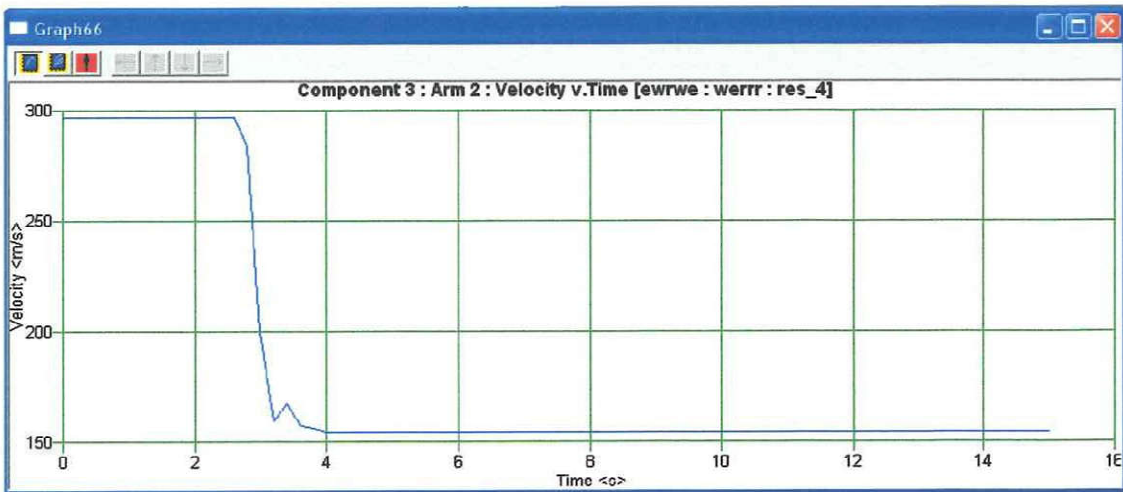
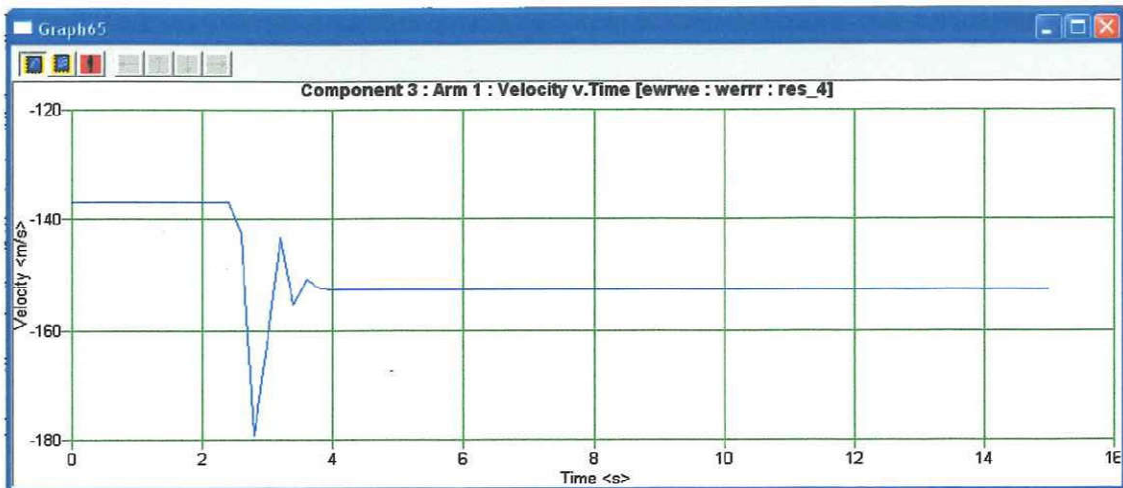


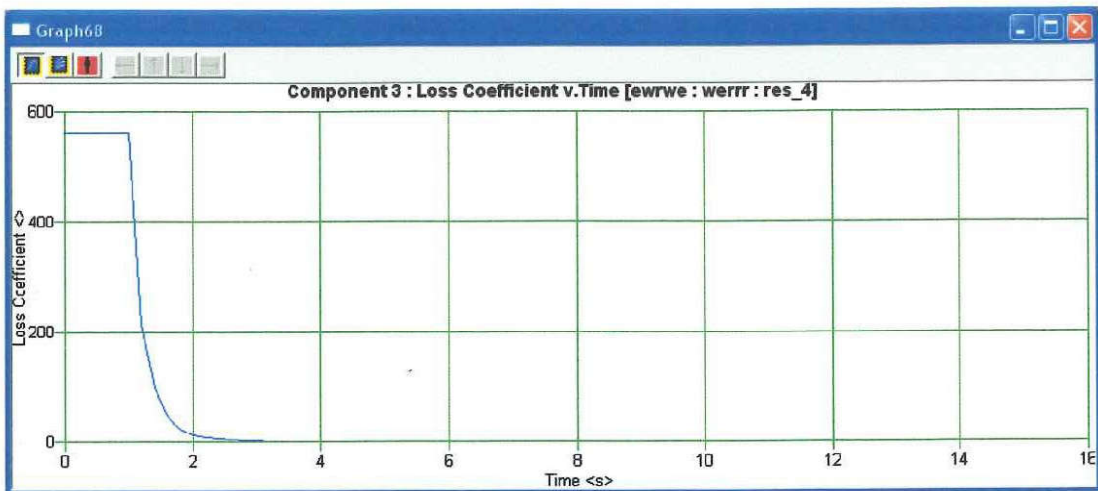




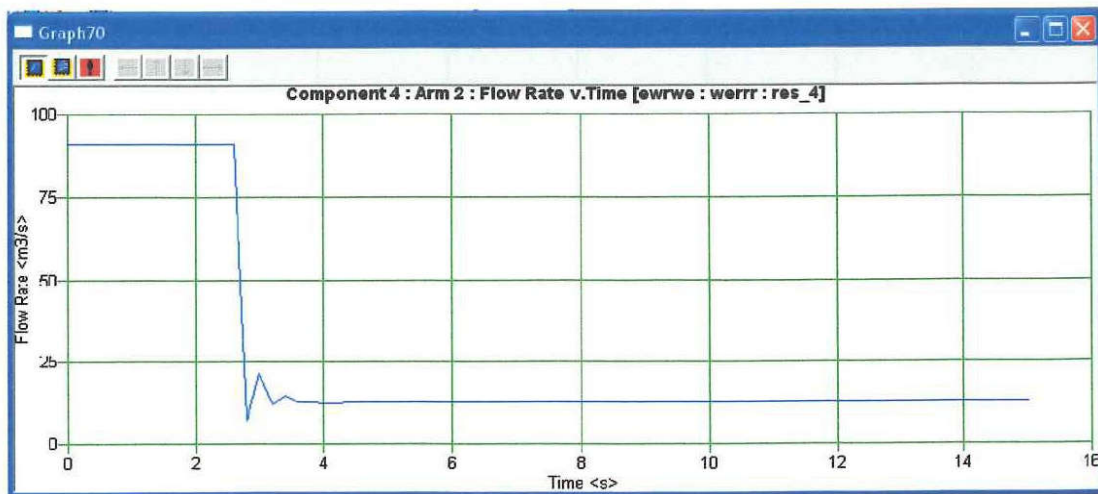
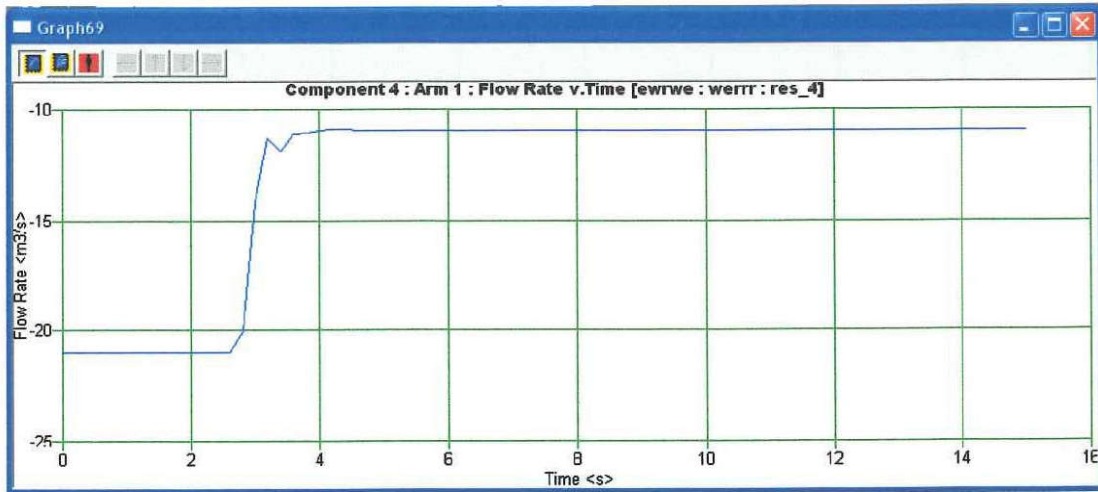
▪ Βαλβίδα MBP41 AA001

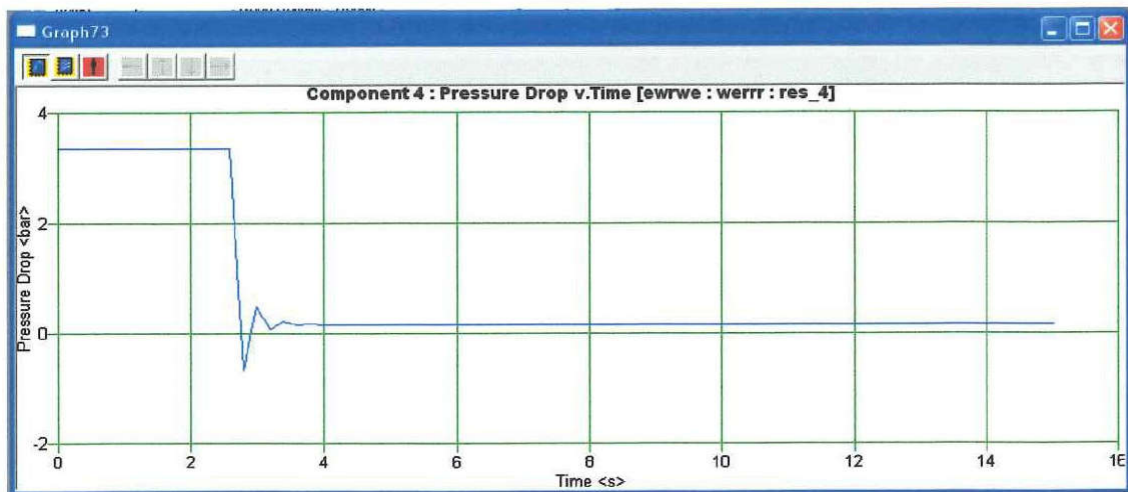
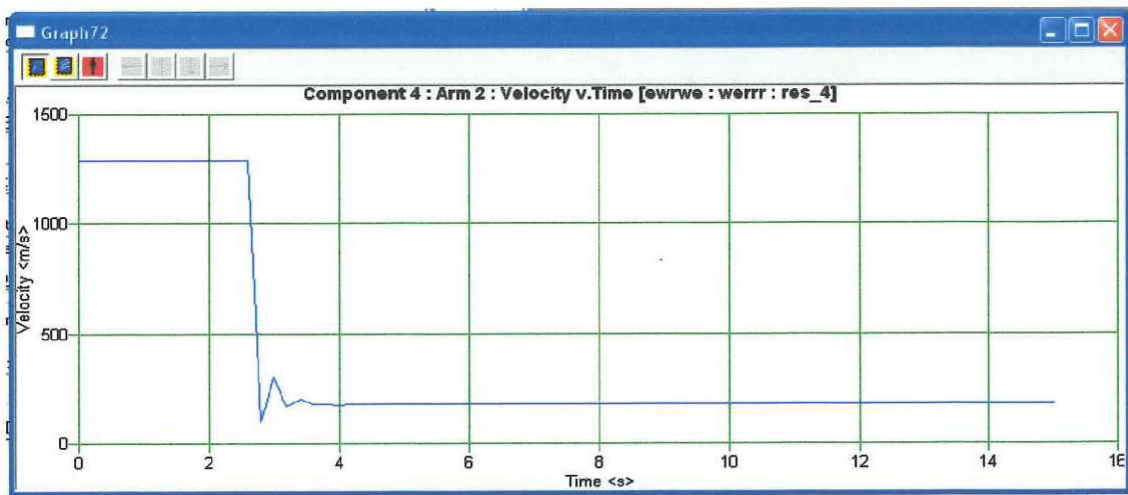
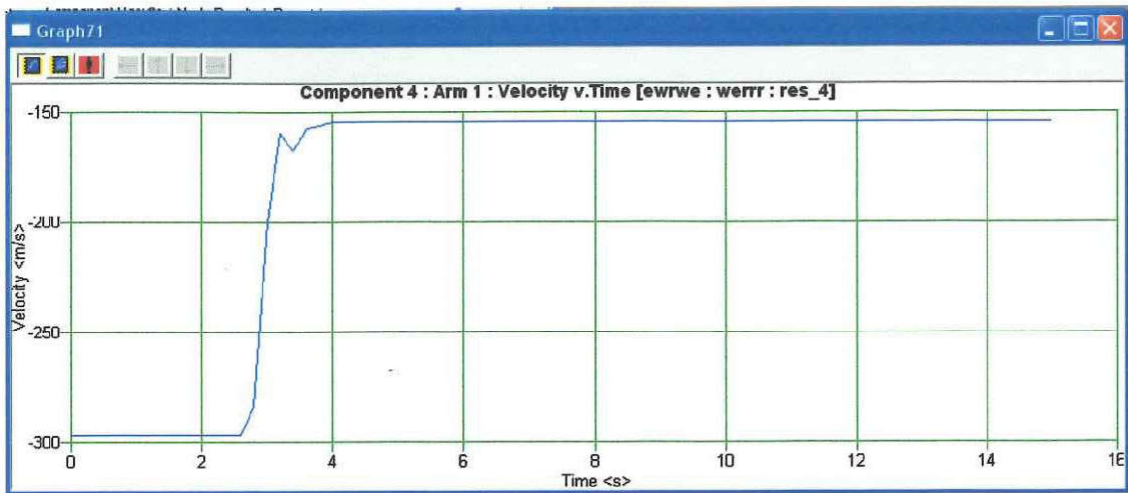


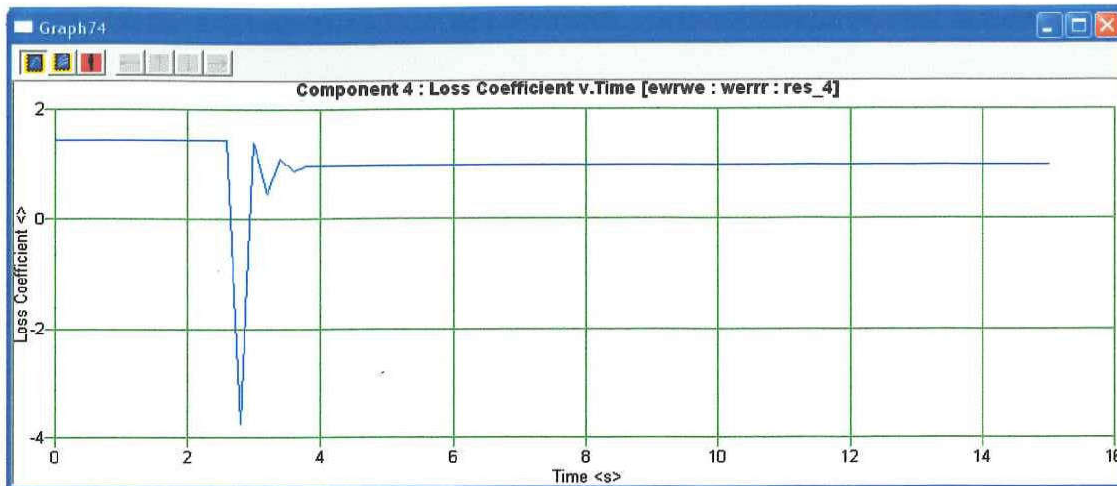




■ Αγωγός 23



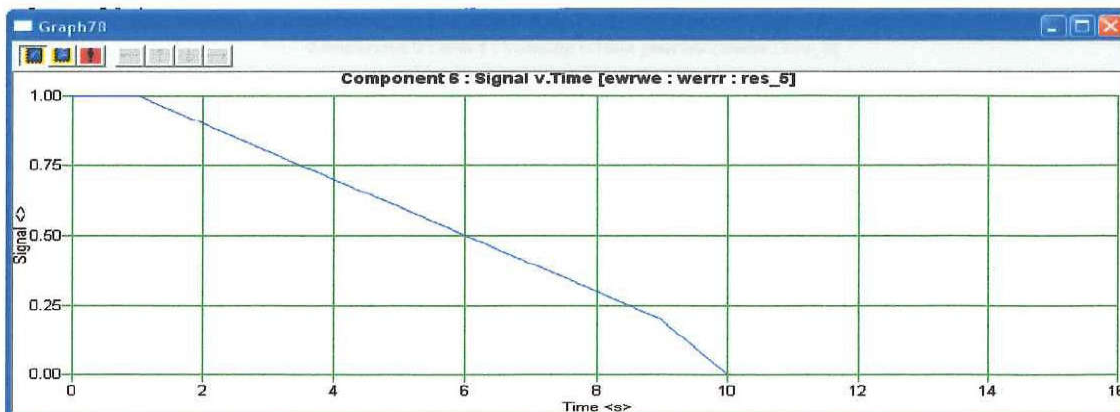




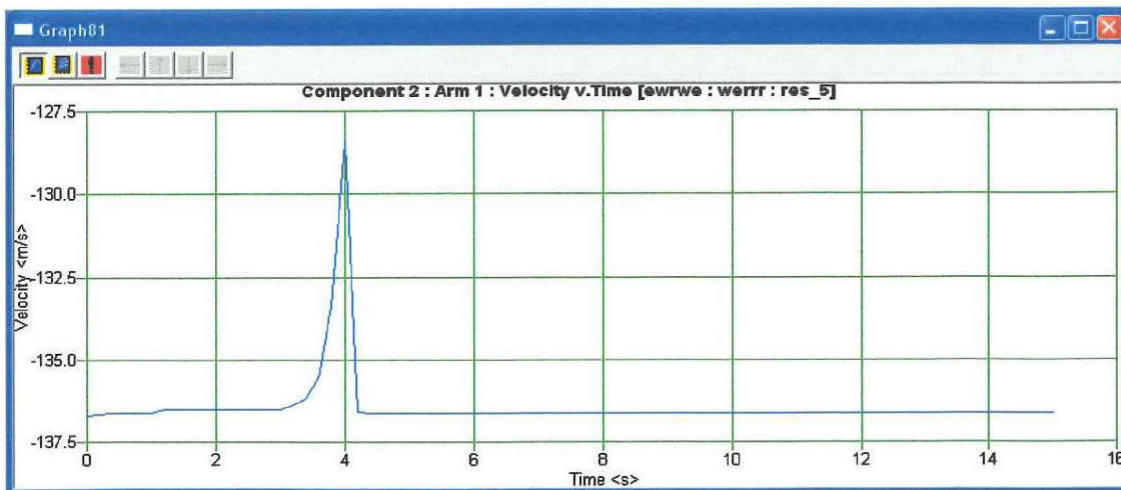
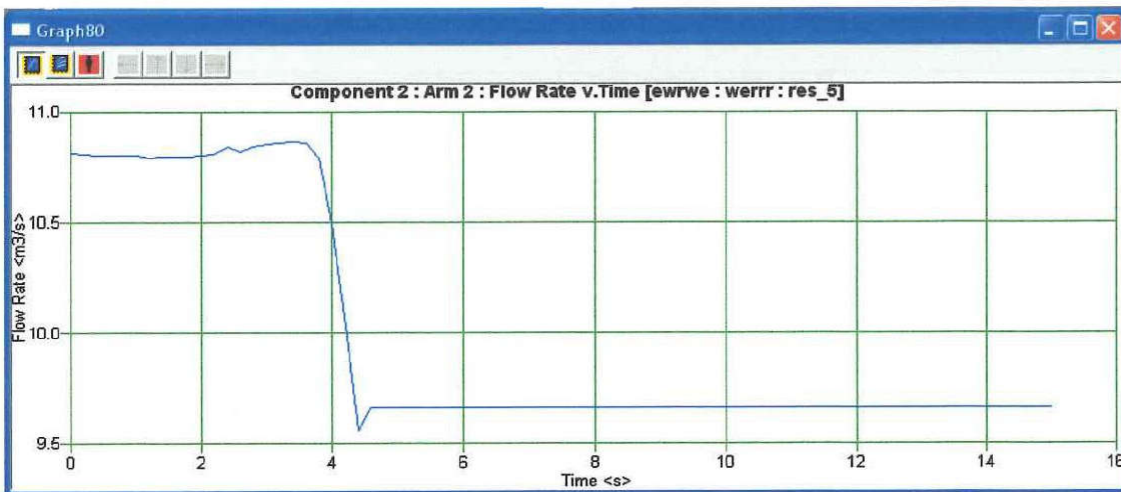
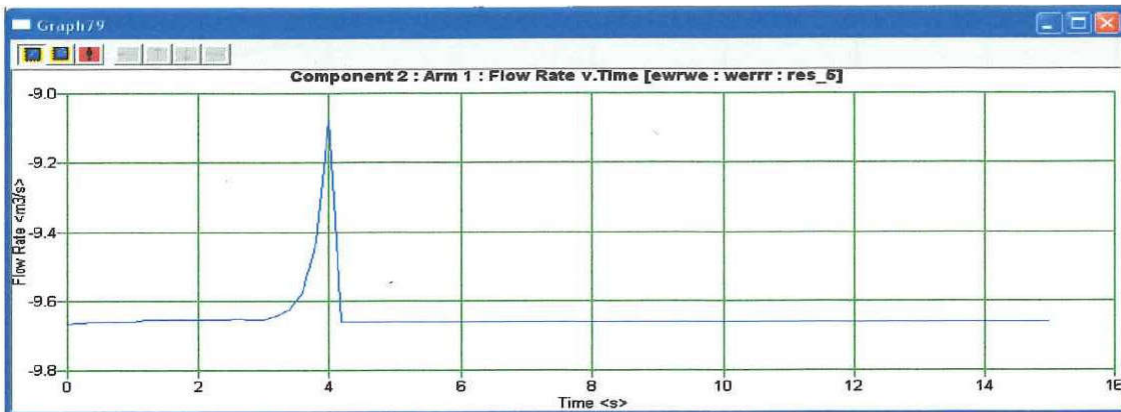
Το ποιοτικό συμπέρασμα από τα δύο παραπάνω σενάρια είναι ότι για γραμμικό άνοιγμα οι μεταβολές στο σύστημα, για την ανάκτηση της σταθερής τιμής στην κατάσταση πλήρης άνοιγμα, πραγματοποιούνται με ομαλό τρόπο, ενώ αντίθετα στο μη γραμμικό άνοιγμα οι μεταβολές είναι απότομες. Τέλος, έχουμε να παρατηρήσουμε ότι οι μεταβολές για γραμμικό άνοιγμα παρατηρούνται στο χρονικό διάστημα μεταξύ 6-8sec, ενώ για μη γραμμικό άνοιγμα μεταξύ 2-4sec.

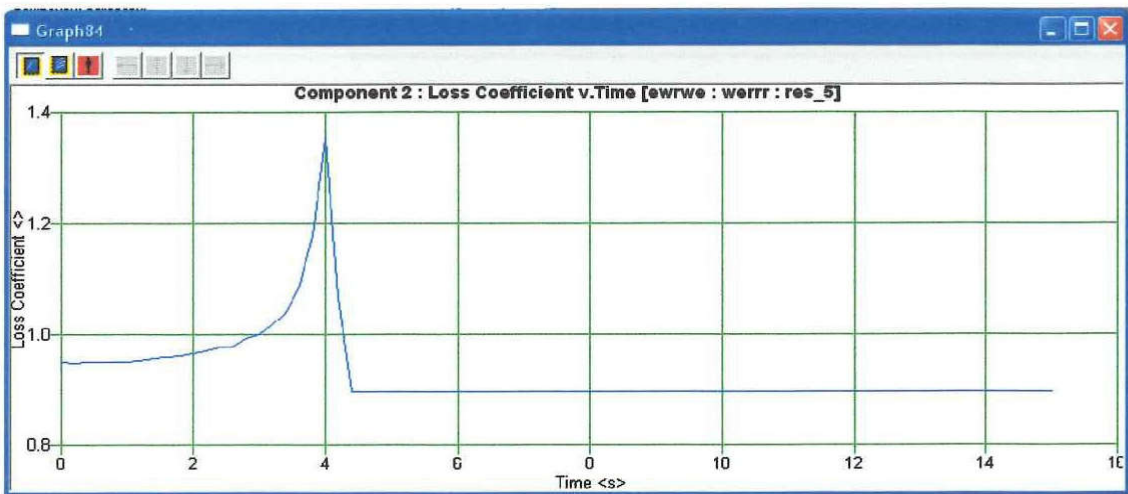
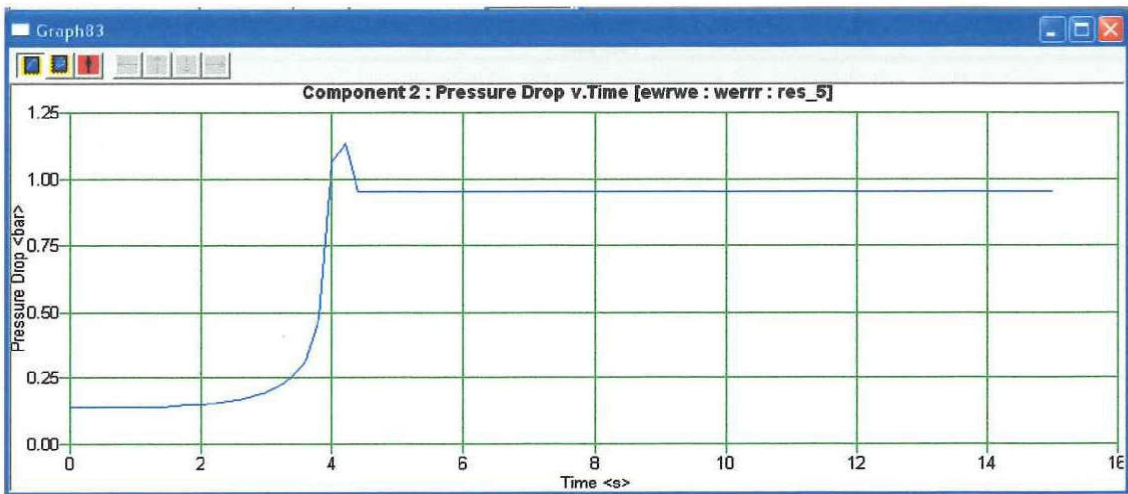
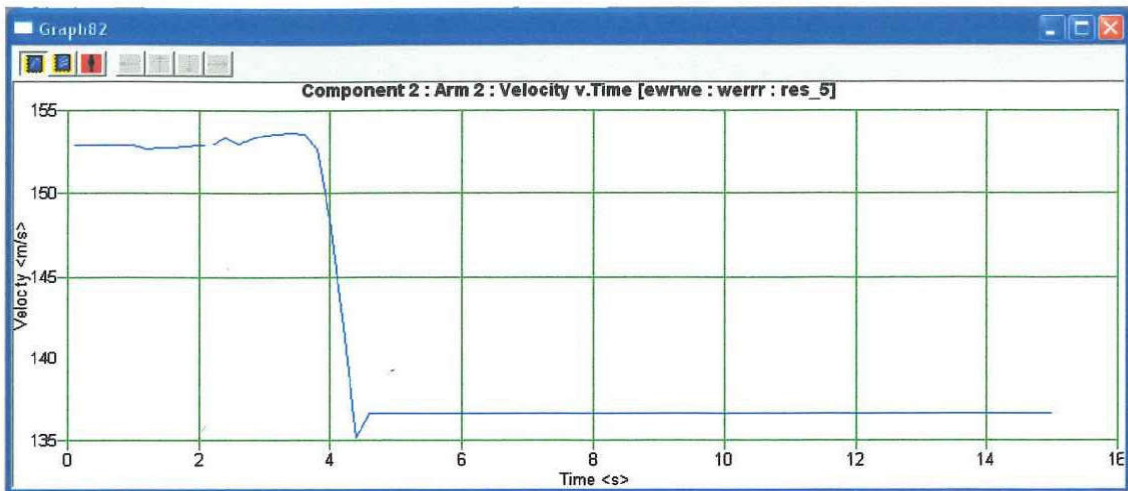
4.5.3 FGSST (ST) – γραμμικό κλείσιμο 0.1rate/sec

- Γραμμική μεταβολή ανοίγματος της βαλβίδας

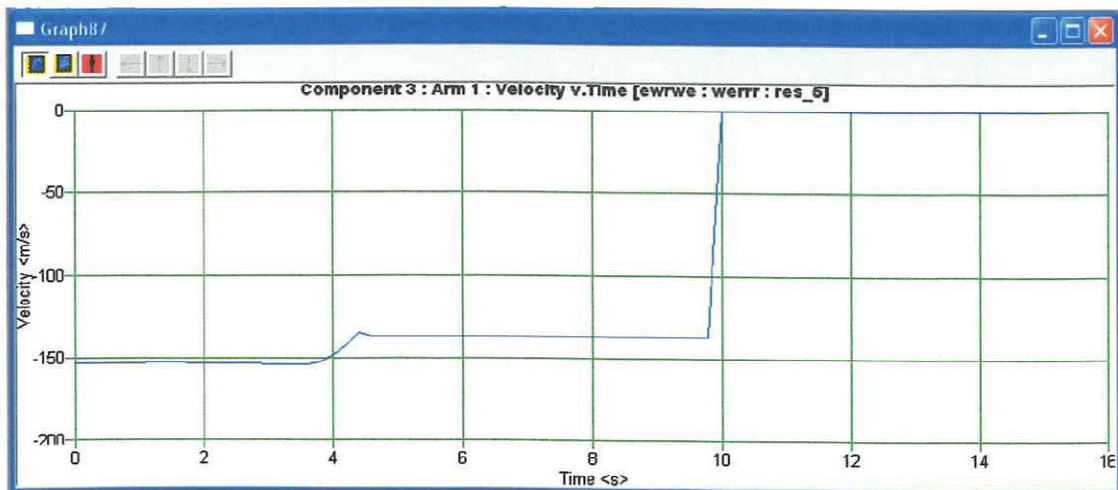
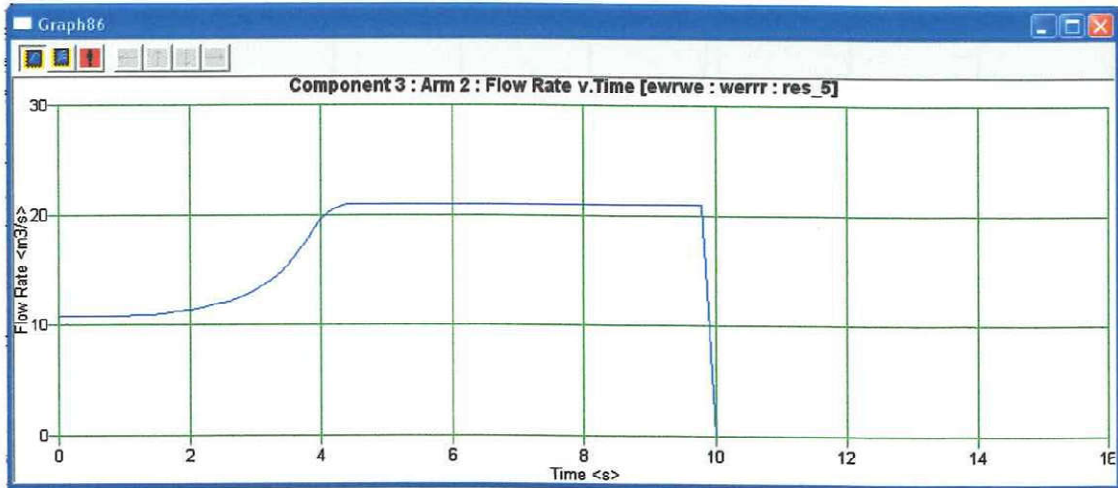
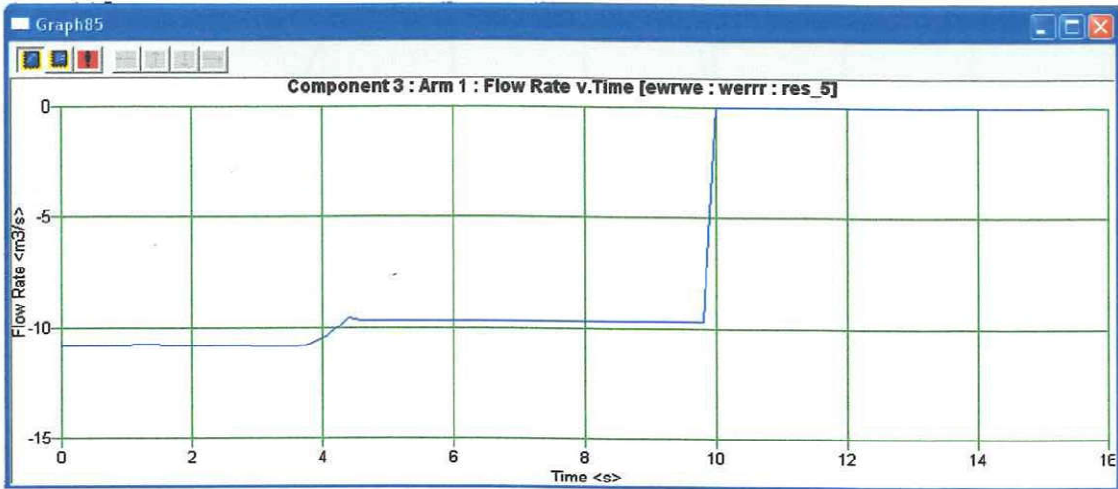


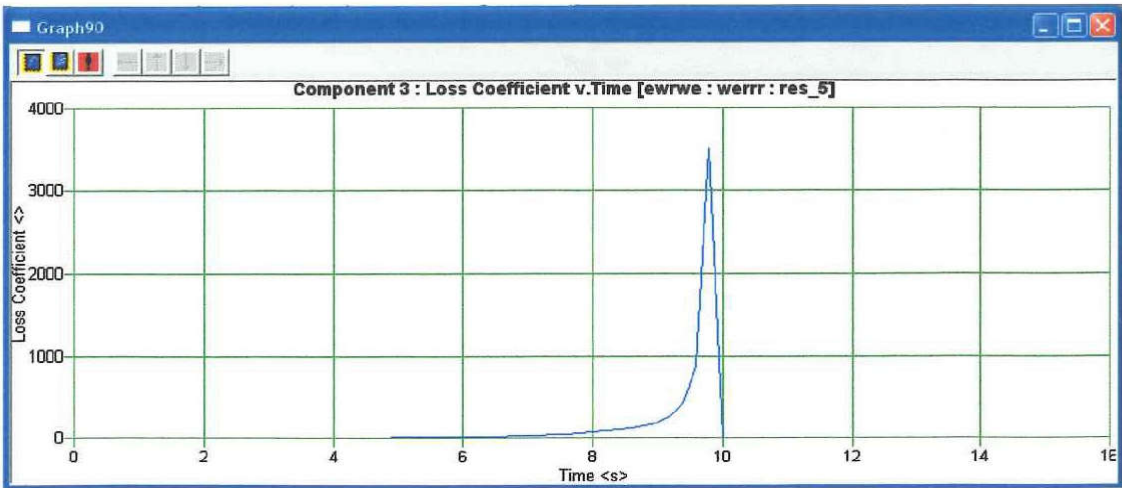
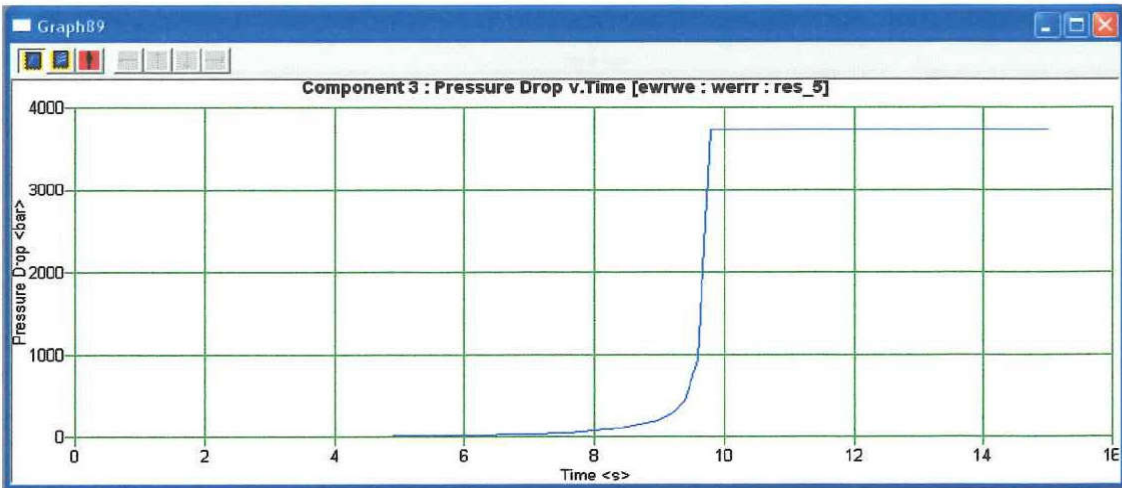
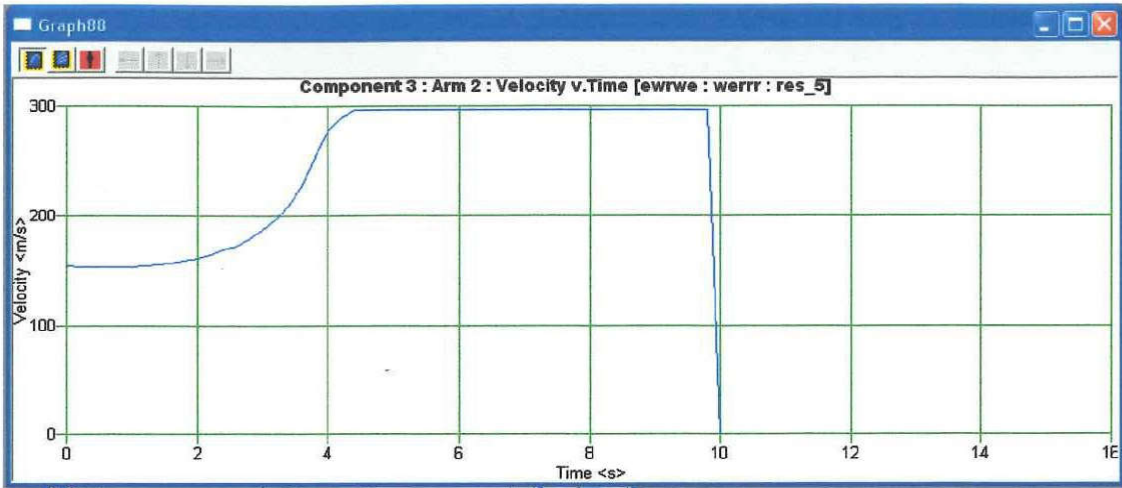
■ Αγωγός 22



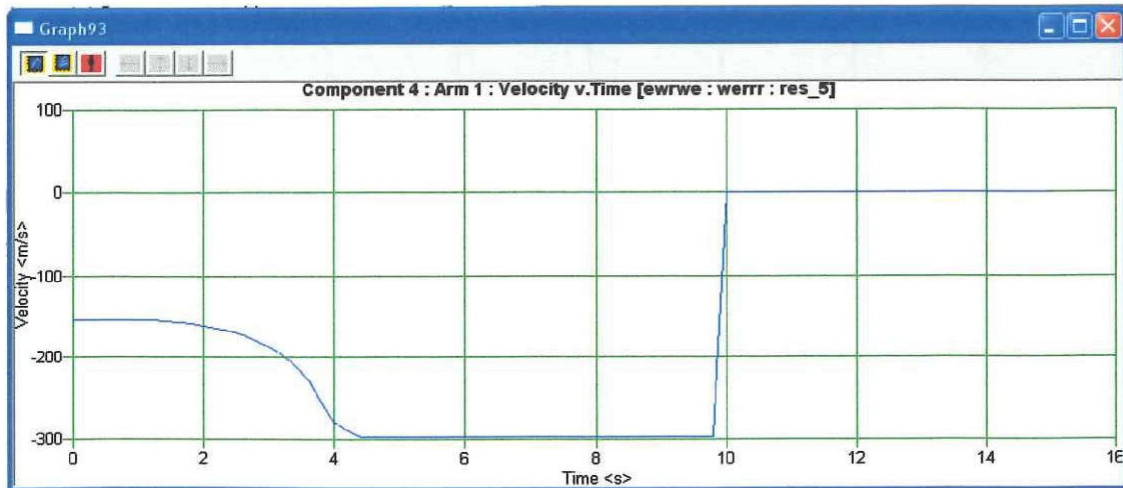
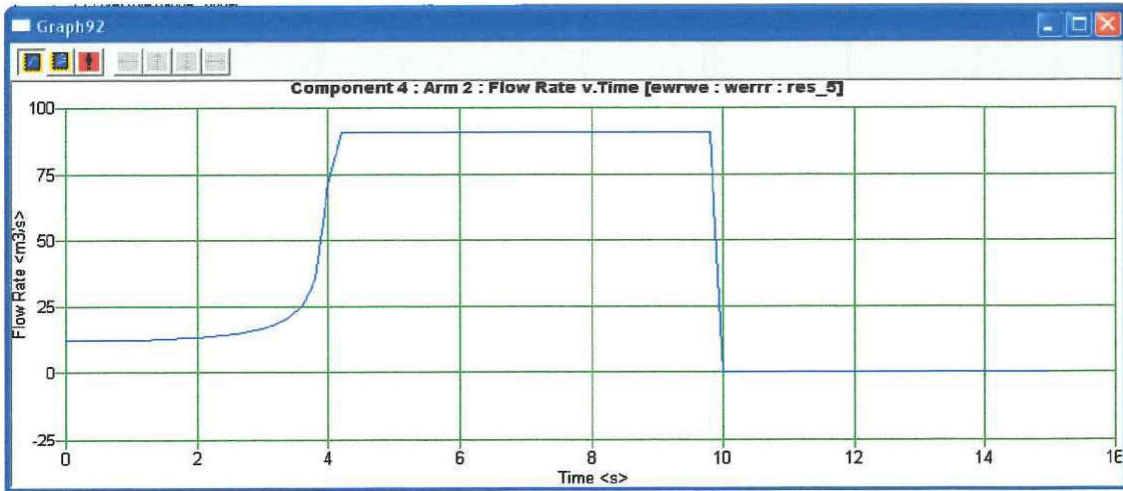
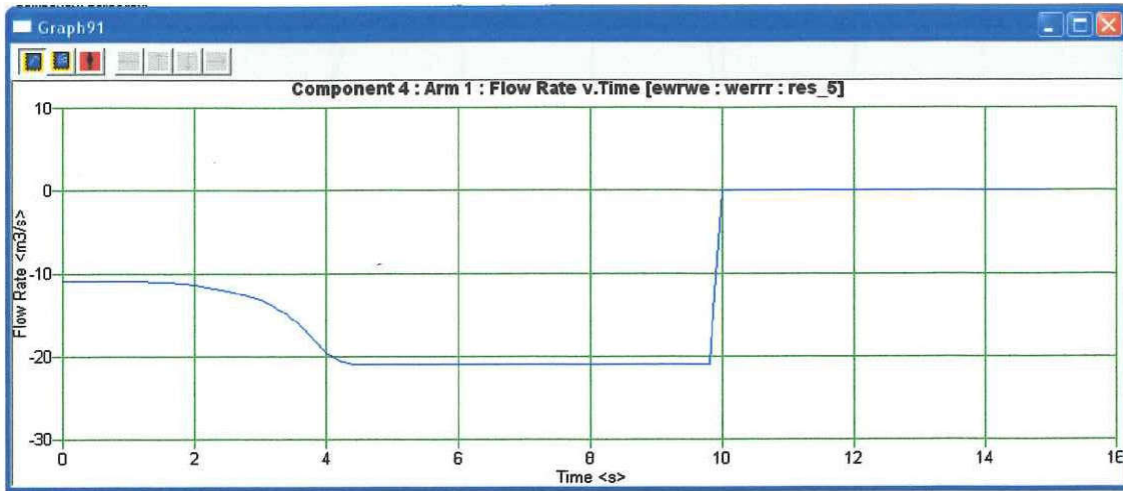


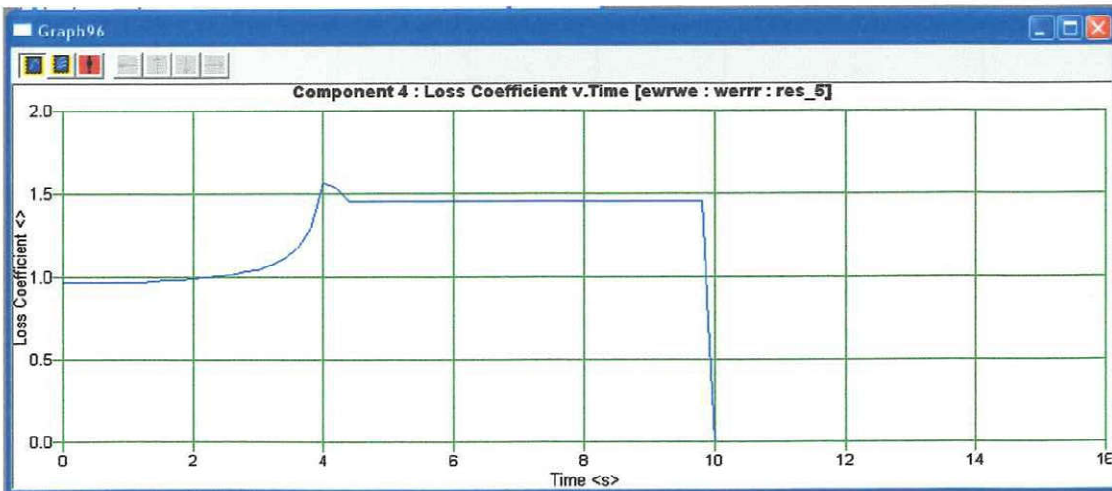
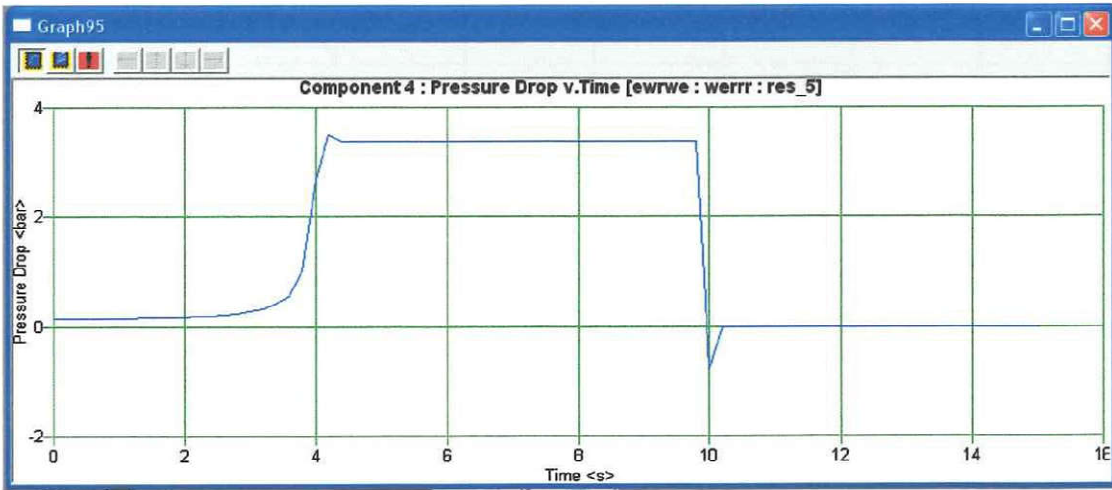
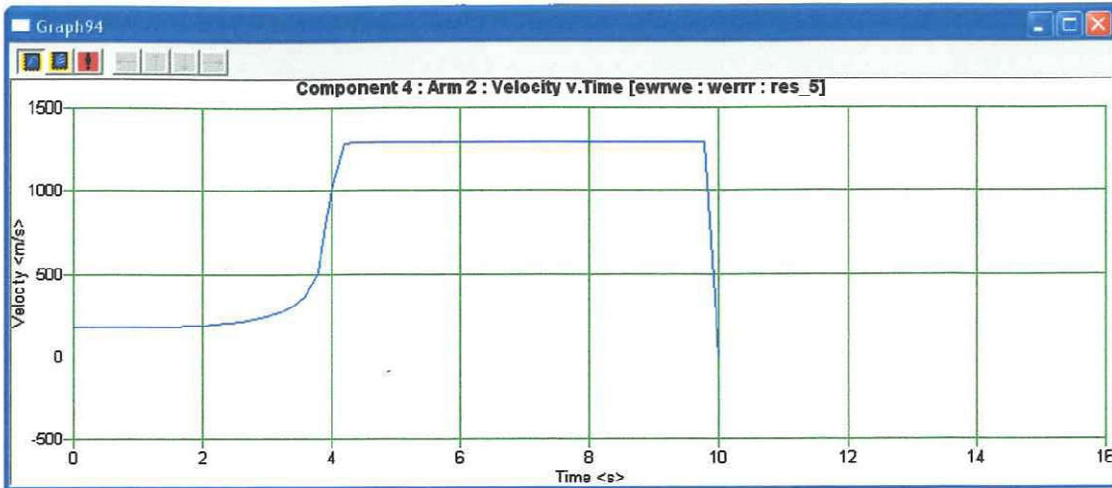
▪ Βαλβίδα MBP41 AA001





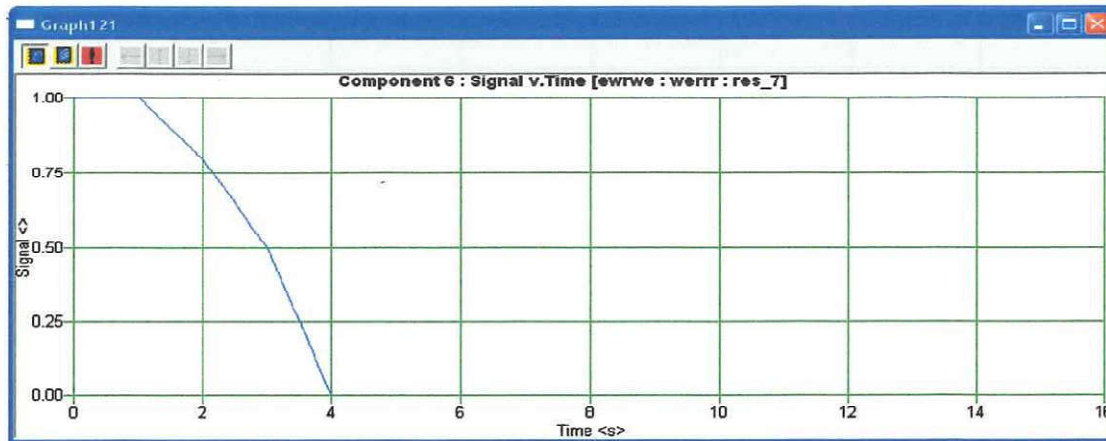
■ Αγωγός 24



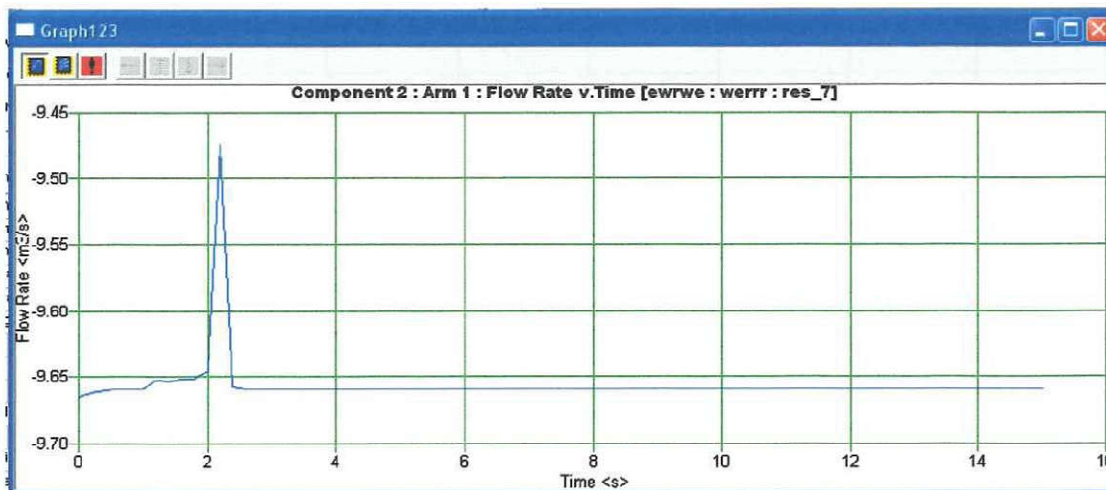


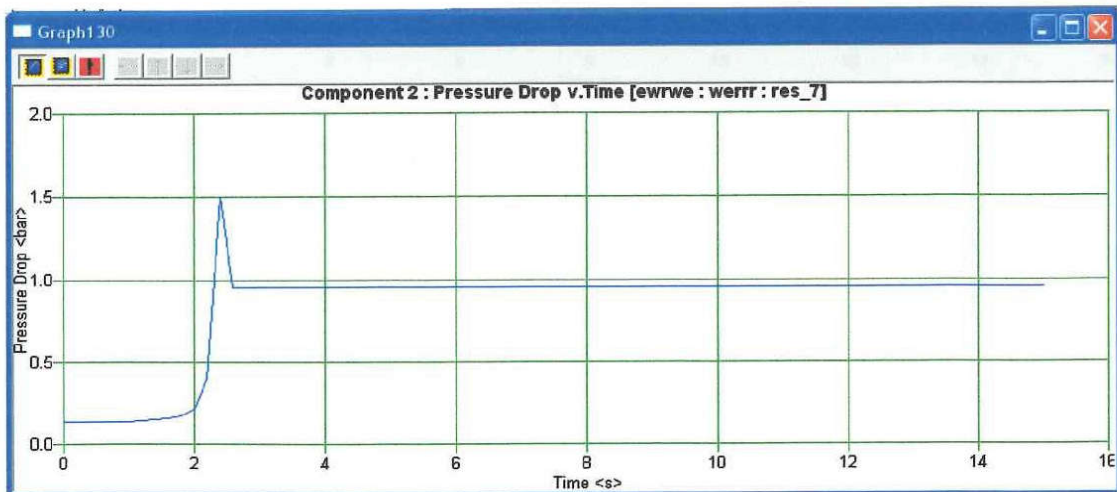
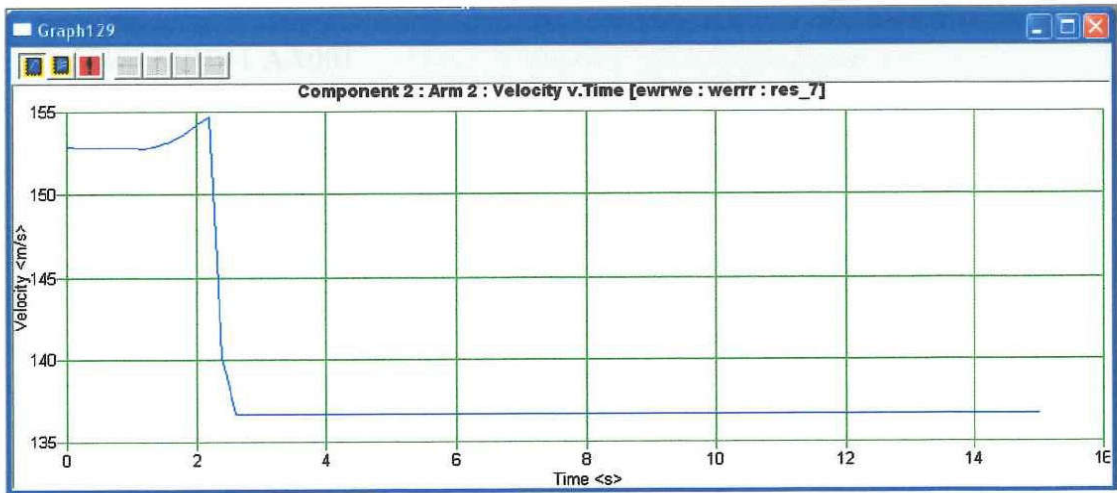
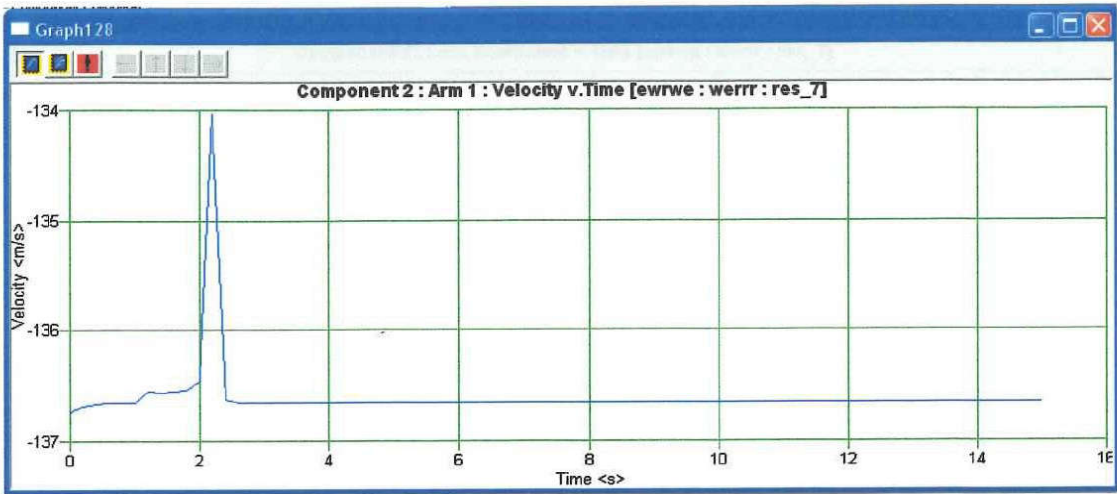
4.5.4 FGSGT (ST) – μη γραμμικό κλείσιμο (απότομο)

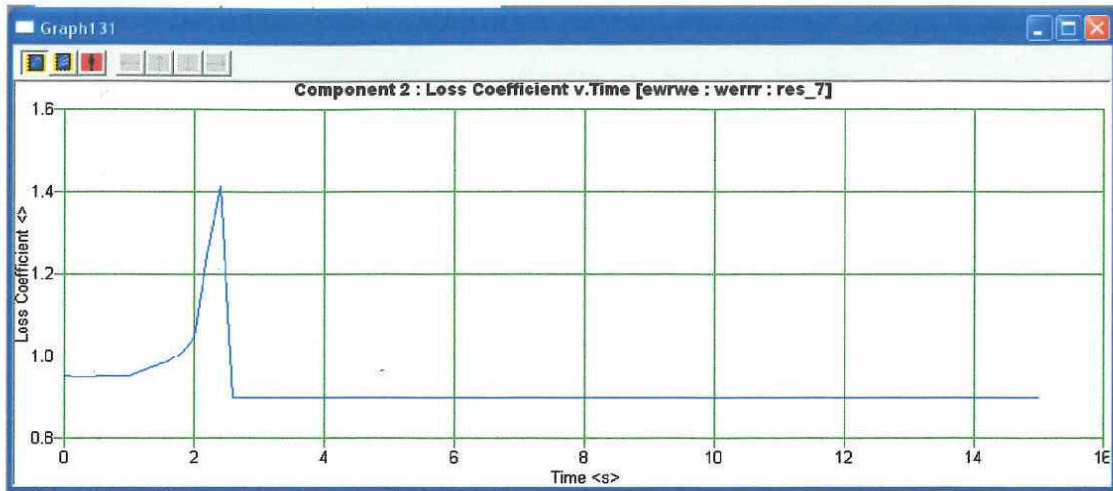
- Γραμμική μεταβολή ανοίγματος της βαλβίδας



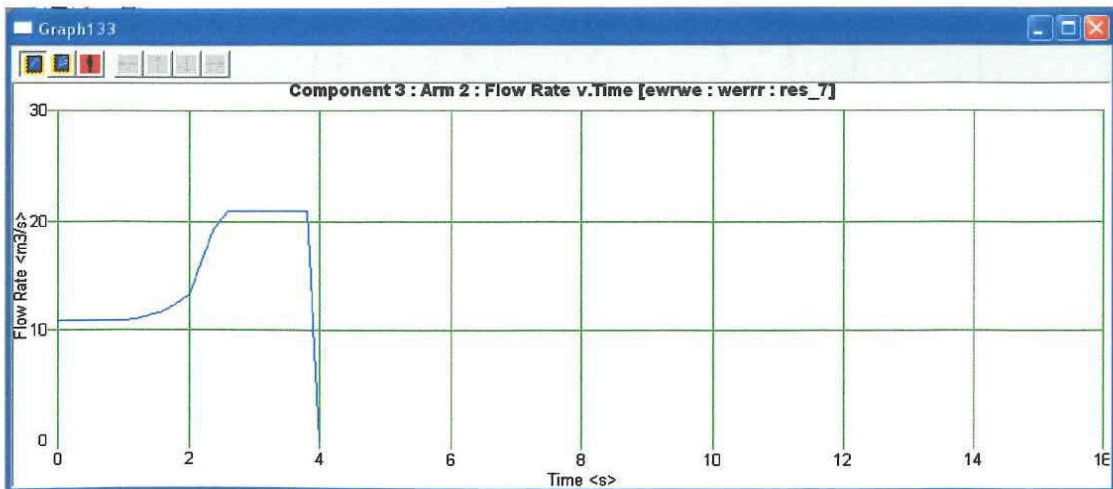
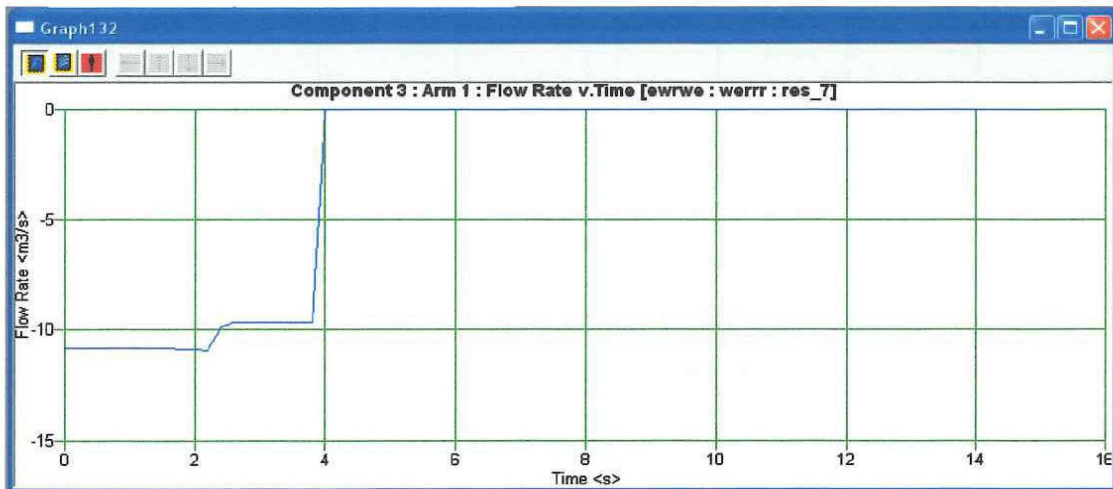
- Αγωγός 22

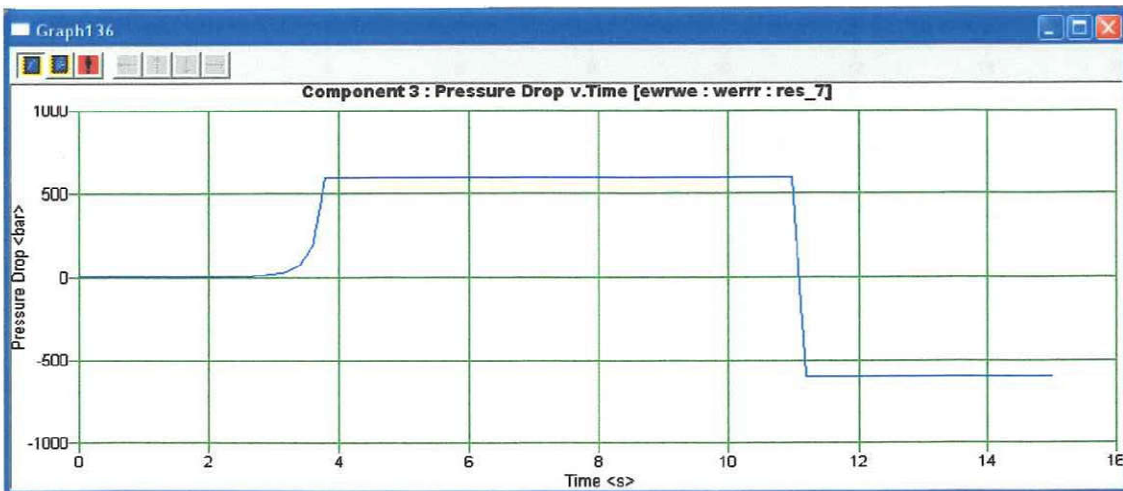
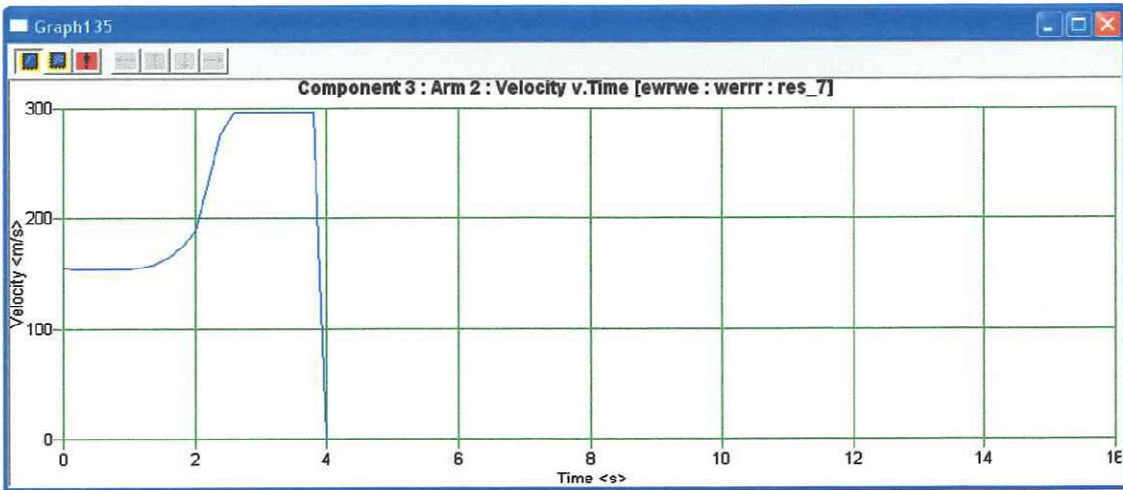
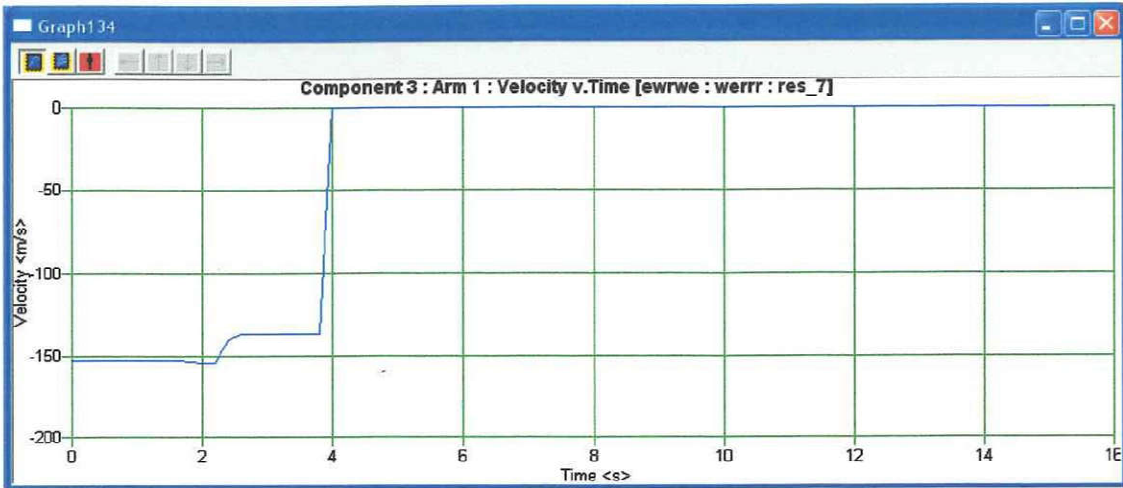


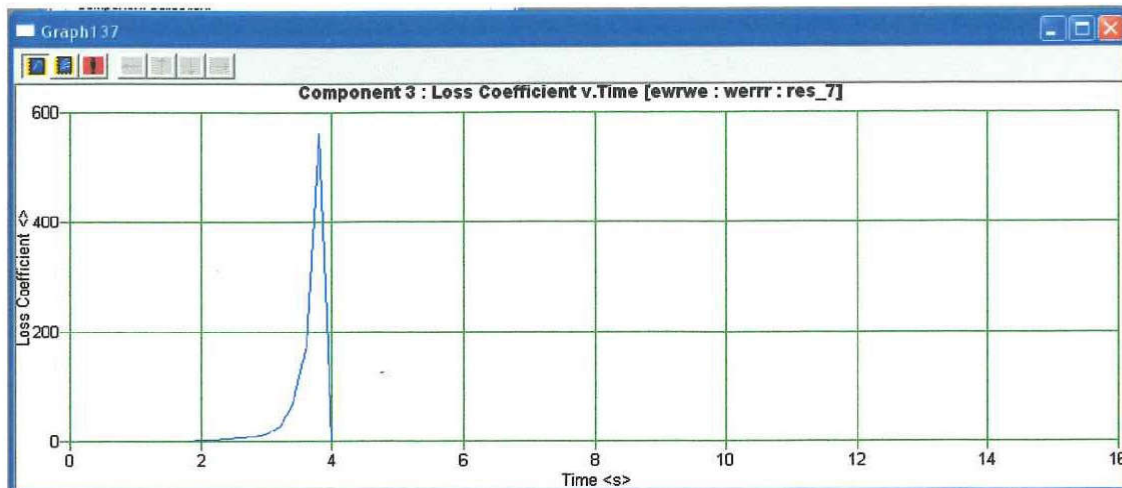




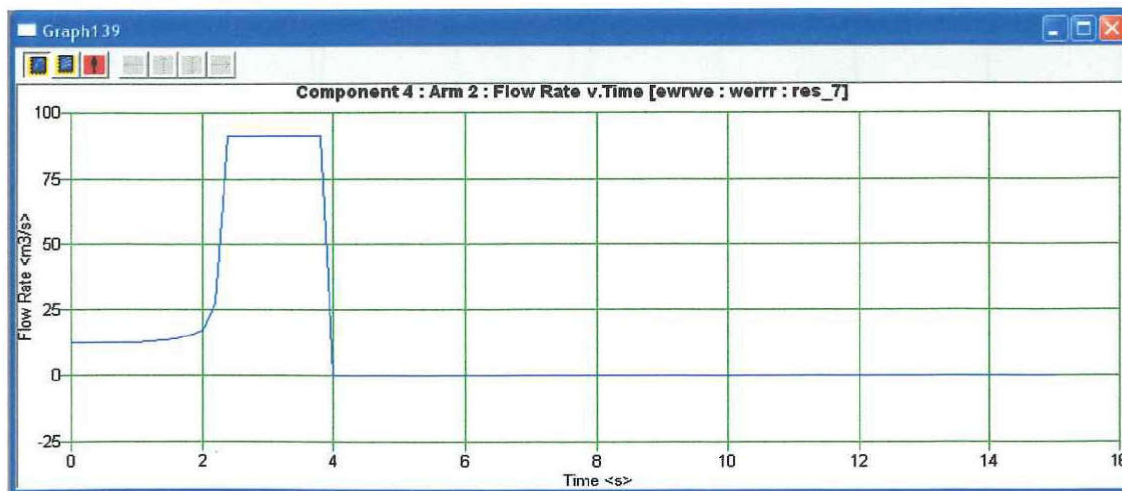
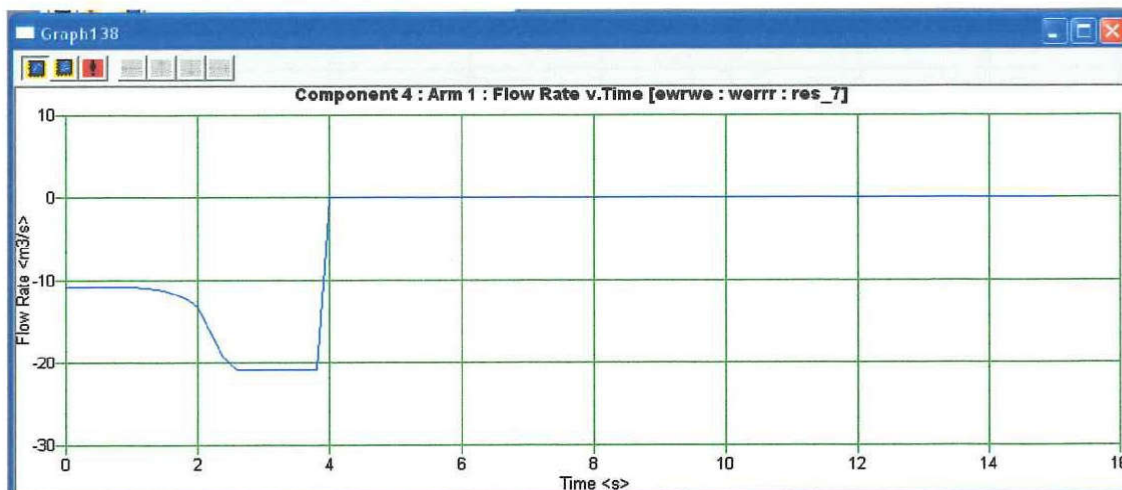
- Βαλβίδα MBP41 AA001

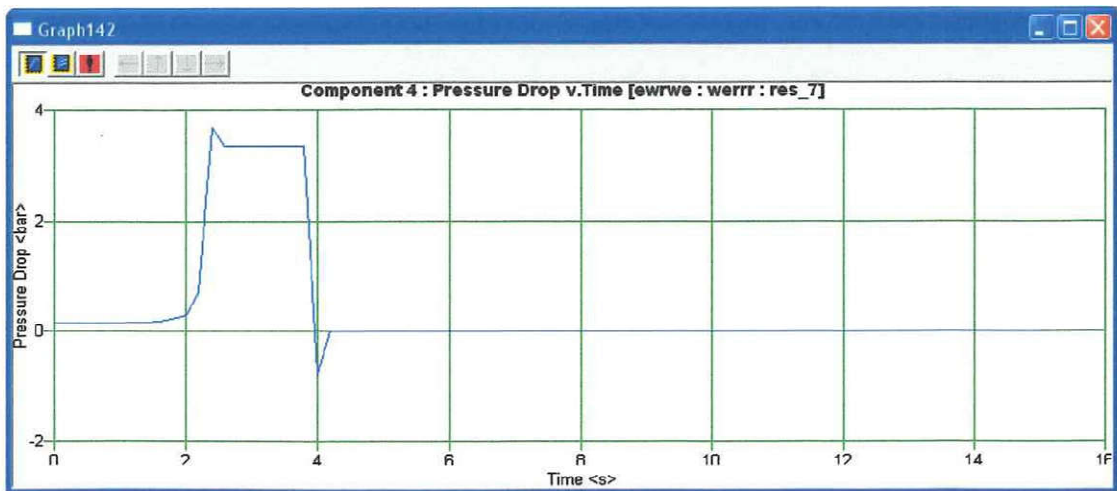
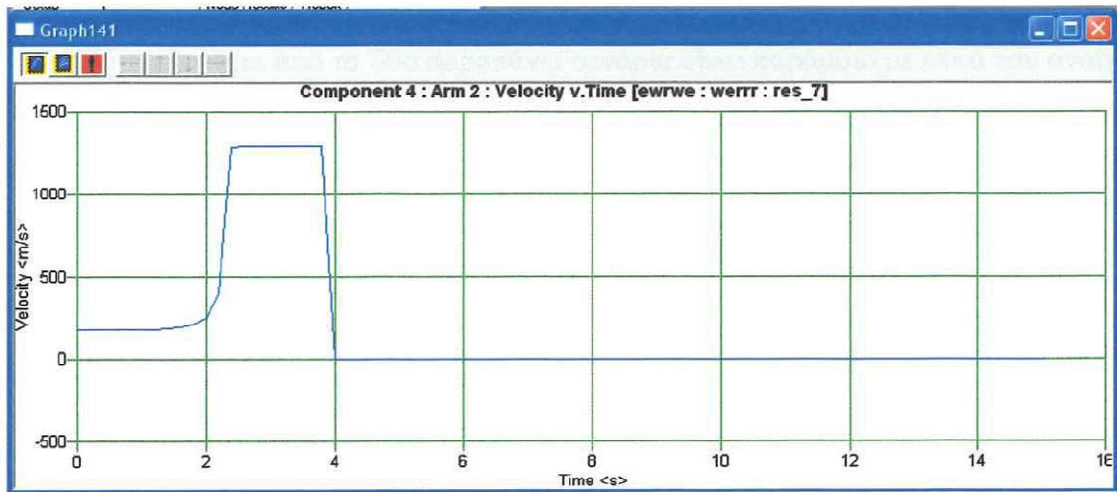
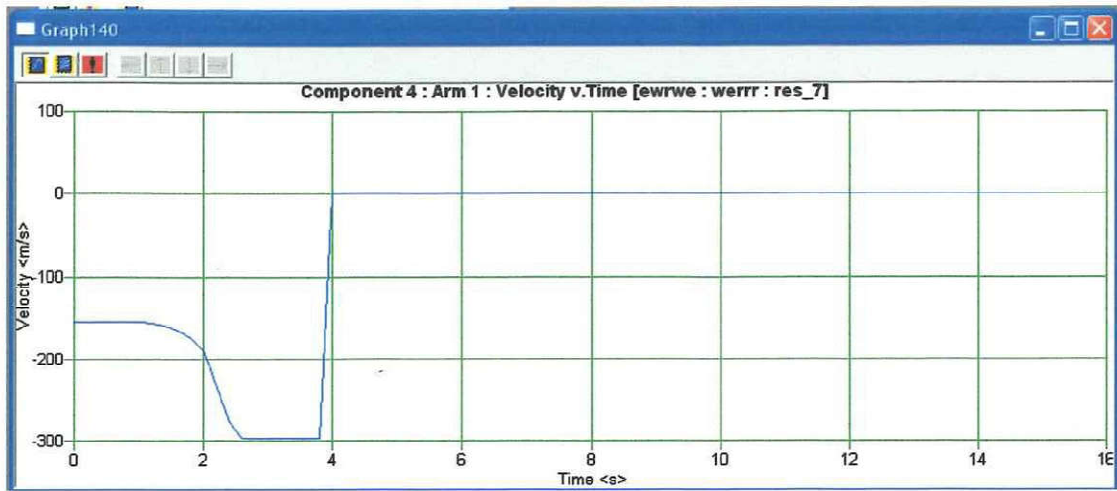


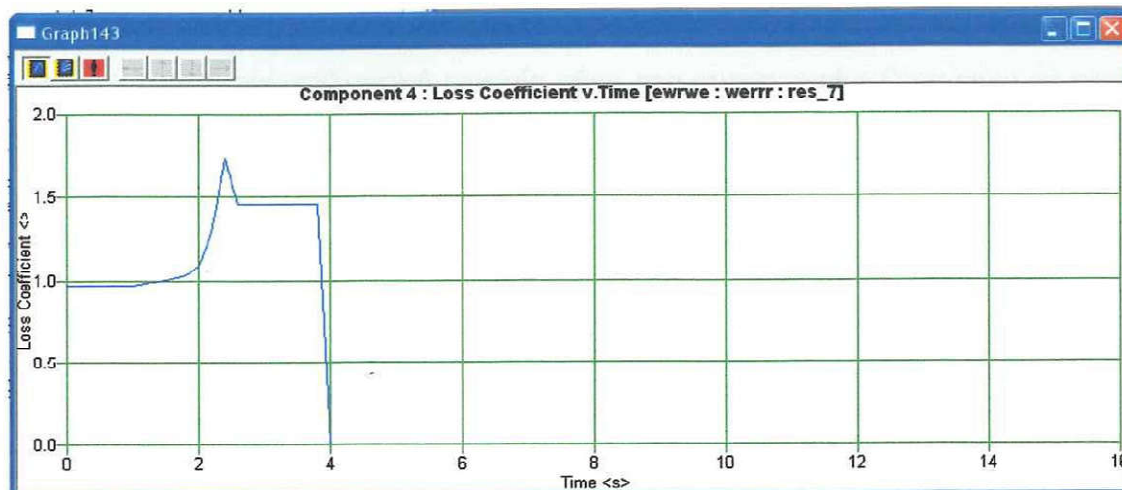




■ Αγωγός 24







Το ποιοτικό συμπέρασμα από τα δύο παραπάνω σενάρια είναι παρόμοιο με αυτό του ανοίγματος της βαλβίδας. Αυτό που μπορούμε να παρατηρήσουμε είναι ότι οι μεταβολές για γραμμικό κλείσιμο λαμβάνουν χώρα μεταξύ 4-10sec ενώ για μη γραμμικό κλείσιμο μεταξύ 2-4sec, γεγονός που αποδεικνύει την παραπάνω διαφορά.

4.6 Γενικά συμπεράσματα – Προτάσεις για μελλοντική εργασία

Φτάνοντας, λοιπόν στο τέλος αυτού του συγγράμματος και έχοντας υπόψη όλα τα παραπάνω μπορούμε να καταλήξουμε σε ορισμένα γενικά συμπεράσματα. Καταρχήν σκοπός μας ήταν να δημιουργήσουμε ένα υπολογιστικό μοντέλο για την ανάλυση ροής τροφοδοσίας φυσικού αερίου σε αεριοστρόβιλο. Ο σκοπός επιτεύχθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού Flowmaster. Το συγκεκριμένο λογισμικό μας παρείχε τη δυνατότητα να σχεδιάσουμε με εύκολο τρόπο το δίκτυο παροχής και να το μελετήσουμε με λεπτομέρεια. Μελετήσαμε, λοιπόν τόσο την πτώση πίεσης στο σύστημα, κατά τη διάρκεια διαφόρων σεναρίων, όσο και την ροή και ταχύτητα του φυσικού αερίου σε κάθε στοιχείο. Έτσι, είχαμε την ευκαιρία να κατανοήσουμε πλήρως το σύστημα και να έχουμε μια πλήρη εικόνα του, ώστε να μην ενεργούμε με τρόπο, ο οποίος μπορεί να επιφέρει προβλήματα στο σύστημα. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να δημιουργηθεί αστοχία αν μετά από απότομο άνοιγμα μια βαλβίδας η πίεση ξεπερνούσε τα όρια αντοχής της σωλήνωσης.

Με τα διάφορα σενάρια που μελετήθηκαν αντιλαμβάνεται κανείς ότι υπάρχει δυνατότητα πλήρους ελέγχου του συστήματος. Βέβαια, σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειώσουμε ότι για να καταλήξουμε σε συμπεράσματα έγιναν κάποιες παραδοχές και κάποιες αποκλείσεις από την

πραγματικότητα, γεγονός, όμως που δεν αναιρεί τη σπουδαιότητα της παραπάνω εργασίας. Πρόταση μας, λοιπόν για μελλοντική εργασία πάνω στο συγκεκριμένο θέμα είναι να σχεδιαστεί το συγκεκριμένο δίκτυο στο χώρο, δυνατότητα που μας την παρέχει το λογισμικό Flowmaster, με πραγματικά δεδομένα και να γίνει ανάλυση με πραγματικά δεδομένα, ώστε τα συμπεράσματα να μπορούν να συγκριθούν με δεδομένα από τον ΑΗ.Σ Κομοτηνής. Τέλος, θα είχε ενδιαφέρον να αναλυθούν σενάρια με πολύπλοκα συστήματα ελέγχου, δηλαδή εκκίνηση του αεριοστροβίλου όπως αυτή περιγράφεται στην παράγραφο 4.2.3.3, ελέγχοντας συγχρόνως περισσότερες από δύο βαλβίδες ελέγχου και σενάρια απόρριψης φορτίου.

5 Παράρτημα: τυποποιήσεις

5.1 Τυποποιήσεις Χαλυβδοσωλήνων

ΠΙΝ. Α' Χαλυβδοσωλήνες βαρέως τύπου	Όνομαστική διάμετρος DN		Διάμετρος εξωτερική Αντίστοιχες τιμές				Πάχος τοιχώματος Τιμές αντίστοιχες		Συμβατικά βάρη			
			Μέγ.	Ελάχ.	Μέγ.	Ελάχ.			Σωλήνες χωρίς σπειρώματα		Σωλήνες με σπειρώματα και σύνδεσμο	
	mm	in	mm	in	in	in	mm	in	kg/m	lb/ft	kg/m	lb/ft
6	1/8	10,6	9,8	0,417	0,386	2,0	0,080	0,407	0,273	0,410	0,275	
8	1/4	14,0	13,2	0,551	0,520	2,35	0,92	0,650	0,437	0,654	0,440	
10	3/8	17,5	16,7	0,689	0,657	2,35	0,092	0,852	0,573	0,858	0,577	
15	1/2	21,8	21,0	0,858	0,827	2,65	0,104	1,22	0,822	1,23	0,828	
20	3/4	27,3	26,5	1,075	1,043	2,65	0,104	1,58	1,06	1,59	1,07	
25	1	34,2	33,3	1,346	1,311	3,25	0,128	2,44	1,64	2,46	1,65	
32	1 1/4	42,9	42,0	1,689	1,654	3,25	0,128	3,14	2,11	3,17	2,13	
40	1 1/2	48,8	47,9	1,921	1,886	3,25	0,128	3,61	2,43	3,65	2,46	
50	2	60,8	59,7	2,394	2,350	3,65	0,144	5,10	3,42	5,17	3,47	
65	2 1/2	76,6	75,3	3,016	2,965	3,65	0,144	6,51	4,38	6,63	4,46	
80	3	89,5	88,0	3,524	3,465	4,05	0,160	8,47	5,69	8,64	5,80	
100	4	115,0	113,1	4,528	4,453	4,5	0,176	12,1	8,14	12,4	8,34	
125	5	140,8	138,5	5,543	5,453	4,85	0,192	16,2	10,9	16,7	11,2	
150	6	166,5	163,9	6,555	6,453	4,85	0,192	19,2	12,9	19,8	13,3	

ΠΙΝ. Β' Χαλυβδοσωλήνες ελαφρού τύπου	Όνομαστική διάμετρος DN		Διάμετρος εξωτερική Αντίστοιχες τιμές				Πάχος τοιχώματος Τιμές αντίστοιχες		Συμβατικά βάρη			
			Μέγ.	Ελάχ.	Μέγ.	Ελάχ.			Σωλήνες χωρίς σπειρώματα		Σωλήνες με σπειρώματα και σύνδεσμο	
	mm	in	mm	mm	in	in	mm	in	kg/m	lb/f	kg/m	lb/f
6	1/8	10,4	9,7	0,409	0,383	1,8	0,072	0,369	0,248	0,372	0,250	
8	1/4	13,9	13,2	0,547	0,518	2,0	0,80	0,573	0,385	0,577	0,388	
10	3/8	17,4	16,7	0,685	0,656	2,0	0,080	0,747	0,502	0,753	0,506	
15	1/2	21,7	21,0	0,854	0,825	2,35	0,092	1,10	0,737	1,11	0,743	
20	3/4	27,1	26,4	1,067	1,041	2,35	0,092	1,41	0,948	1,42	0,958	
25	1	34,0	33,2	1,339	1,309	2,9	0,116	2,21	1,49	2,23	1,50	
32	1 1/4	42,7	41,9	1,681	1,650	2,9	0,116	2,84	1,91	2,87	1,93	
40	1 1/2	48,6	47,8	1,913	1,882	2,9	0,116	3,26	2,19	3,30	2,22	
50	2	60,7	59,7	2,390	2,347	3,25	0,128	4,56	3,06	4,63	3,11	
65	2 1/2	76,3	75,2	3,004	2,960	3,25	0,128	5,81	3,90	5,93	3,98	
80	3	89,4	87,9	3,520	3,460	3,65	0,144	7,65	5,14	7,82	5,25	
100	4	114,9	113,0	4,524	4,450	4,05	0,160	11,0	7,39	11,3	7,59	

Πιν.1 Τυποποίηση χαλυβδοσωλήνων ελληνικού εμπορίου, βαρέως και ελαφρού τύπου

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ' ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΧΑΛΥΒΔΟΣΩΛΗΝΩΝ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ ΑΠΟ ΥΛΙΚΟ St. 35

ΓΕΝΙΚΑ

Το πρότυπο αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με το DIN 2450 και περιέχει μια επιλογή χαλυβδосωλήνων χωρίς ραφή σύμφωνα με το DIN 2448, για χρήση σε γραμμές σωληνώσεων, δεξαμενών κλπ.

ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Σωλήνες με πάχη τοιχωμάτων που αναφέρονται στον πίνακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις αναφερόμενες πιέσεις λειτουργίας και για θερμοκρασίες λειτουργίας μέχρι 120° C. Γά θερμοκρασίες υψηλότερες από 120° C και μέχρι 300° C η πτώση του όριου διαρροής του υλικού (ή μείωση της αντοχής του) πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη (βλέπε επίσης DIN 1629, part 1 - πίνακα 1 και DIN2401).

Τα πάχη των τοιχωμάτων αφορούν μόνο τους σωλήνες για εφαρμογές που περιλαμβάνουν κάμψεις, σωλήνων, εξαιρετικές καταπονήσεις κατά την διάρκεια της εγκατάστασης, θερμικές καταπονήσεις κλπ. πρέπει να γίνεται έλεγχος αν τα πάχη των τοιχωμάτων είναι επαρκή.

Διαστάσεις σε mm

ΟΝΟΜ. ΔΙΑΜ. ΣΩΛΗΝΑ	ΕΞΩΤ. ΔΙΑΜ. ΣΩΛΗΝΑ	ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ kg/cm ²							
		40		64		80		100	
		ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΩΜ.	ΒΑΡΟΣ kg/m	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΩΜ.	ΒΑΡΟΣ kg/m	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΩΜ.	ΒΑΡΟΣ kg/m	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΩΜ.	ΒΑΡΟΣ kg/m
10	14*			1,8	0,542			1,8	0,542
	16			1,8	0,632			1,8	0,632
	17,2			1,8	0,688			1,8	0,688
15/16	20			2	0,690			2	0,690
	21,3			2	0,962			2	0,962
20	25			2	1,13			2	1,13
	26,9			2,3	1,41			2,3	1,41
25	30			2,6	1,77			2,6	1,77
	33,7			2,6	2,01			2,6	2,01
32	38			2,8	2,29			2,6	2,29
	42,4			2,6	2,57			2,6	2,57
40	44,5			2,6	2,70			2,6	2,70
	48,3			2,6	2,95			2,6	2,95
50	57			2,9	3,90			2,9	3,90
	60,3			2,9	4,14			2,9	4,14
65	76,1			2,9	5,28	2,9	5,28	3,6	6,49
80	88,9			3,2	6,81	3,6	7,63	4	8,43
100	108	3,6	9,33	3,6	9,33	4	10,3	5	12,7
	114,3	3,6	9,90	4	11	4	11	5	13,5
125	133	4	12,8	4,5	14,2	5	15,8	6,3	19,8
	139,7	4	13,5	5	16,6	5	16,6	6,3	20,8
150	159	4	17,1	5,6	21,1	5,6	21,1	7,1	26,6
	168,3	4,5	18,1	5,6	22,4	6,3	25,3	7,1	28,3
(175)	(191)	5,4	24,7	6,3	28,7	7,1	32,2	8,8	39,5
	193,7	5,4	25,0	6,3	29,2	7,1	32,8	8,8	40,0
200	216	6	31,1	7,1	36,6	8	41,0	10	50,8
	219,1	5,9	31,0	7,1	37,2	8	41,5	10	51,6
250	267	6,3	40,6	8,8	55,8	10	63,4	11	69,7
	273	6,3	41,8	8,8	57	10	64,9	12,5	80,9
300	318	7,5	57,4	11	83,3	11	83,3	14,2	106
	323,9	7,1	55,6	11	85,3	11	85,3	14,2	109
350	355,6	8	68,3	12,5	107	12,5	107	16	133
	368	8	70,8	12,5	110	12,5	110	16	138
400	406,4	8,8	85,9	14,2	138	14,2	138	17,5	168
	419	10	101	14,2	142	14,2	142	17,5	173
500	538	11	135	16	193	17,5	211	22,2	266
	521	11,5	144	17,5	217	17,5	217	22,2	273

*Όπου δεν δίνονται πάχη τοιχωμάτων και βάρος, οι τιμές εκείνες για τις επόμενες υψηλότερες ονομαστικές πιέσεις να χρησιμοποιούνται.

Πιν.2 Παράδειγμα τυποποίησης χαλυβδосωλήνων St.35

5.2 Τυποποιήσεις Χαλκοσωλήνων

ΠΙΝ. Δ' Χαλκοσωλήνες βαρέως τύπου					
Εξωτερ. Διάμετρος χαλκοσωλήνα x πάχος τοιχώματος (mm)	Βάρος (kg/m)	Μέγιστη πίεση λειτουργίας* (bar)	Περιεκτικότητα σε νερό (l/m)	Μήκος σωλήνα ανά λίτρο (m/l)	Συσκευασία
6,0 x 1,0	0,140	229	0,013	79,30	Κουλούρες 50 m (μέχρι 15,0 x 1,0) 25 m (από 18,0 x 1,0) Ευθύγραμμο μήκη 3 m
8,0 x 1,0	0,196	163	0,028	35,30	
10,0 x 1,0	0,252	127	0,050	19,90	
12,0 x 1,0	0,308	104	0,079	12,74	
15,0 x 1,0	0,391	82	0,133	7,53	
16,0 x 1,0	0,419	76	0,154	6,50	
18,0 x 1,0	0,475	67	0,201	5,00	
22,0 x 1,0	0,587	54	0,314	3,19	
28,0 x 1,5	1,110	65	0,491	2,04	Ευθύγραμμο μήκη 3 m
35,0 x 1,5	1,410	51	0,804	1,24	
42,0 x 1,5	1,700	42	1,195	0,84	
54,0 x 2,0	2,910	44	1,963	0,51	
64,0 x 2,0	3,467	37	2,827	0,35	
76,1 x 2,0	4,144	31	4,083	0,24	
88,9 x 2,0	4,859	26	5,661	0,18	
108,0 x 2,5	7,374	27	8,332	0,12	
133,0 x 3,0	10,904	26	12,668	0,08	Ευθύγραμμο μήκη
159,0 x 3,0	13,085	22	18,385	0,05	
219,0 x 3,0	18,118	16	35,633	0,03	
267,0 x 3,0	22,144	13	53,502	0,02	

* Η μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας υπελογισθή με βάση μαλακό χαλκοσωλήνα με $R_m = 200 \text{ N/mm}^2$ και συντελεστή ασφαλείας = 3,5 (αφορά τον χαλκοσωλήνα, όχι το σημείο συνδέσεως) για θερμοκρασία λειτουργίας μέχρι 65°C .

ΠΙΝ. Ε' Χαλκοσωλήνες ελαφρού τύπου					
Εξ. διάμ. x Πάχος d x s (mm)	Εσωτ. διάμετρος (mm)	Ονομαστικό Βάρος χαλκού	Εξωτερ. Επιφ. (m ² /m)	**Μέγιστη πίεση λειτουργίας (kg/cm ²)	
				Μαλακός	Σκληρός
10 x 0,75	8,5	0,194	0,031	63	90
12 x 0,75	10,5	0,236	0,038	52	75
15 x 0,80	13,4	0,318	0,047	60	75
18 x 0,80	16,4	0,384	0,056	35	50
22 x 0,90	20,2	0,531	0,069	35	50
28 x 0,90	26,2	0,682	0,087	27	39
35 x 1	33,0	0,950	0,110	24	35
42 x 1,20	39,6	1,368	0,131	23	34
54 x 1,20	51,6	1,771	0,170	19	27

** Ενδεικτικές τιμές που προκύπτουν με συντ. ασφ. ≈ 3,5

Πιν.3 Τυποποίηση χαλκοσωλήνων ελληνικού εμπορίου

ΠΙΝ. Ζ'												
P _{max}	7		16		25		40		64		100	
O.D.	t	w	t	w	t	w	t	w	t	w	t	w
6	1	0,14	1,25	0,167	1,25	0,167	1,25	0,167	-	-	-	-
8	1	0,197	1,25	0,237	1,25	0,237	1,5	0,270	2	0,34	-	-
10	1	0,250	1,25	0,310	1,5	0,360	1,75	0,41	2	0,45	2,5	0,53
12	1,25	0,38	1,5	0,44	1,5	0,44	1,75	0,5	2	0,56	2,5	0,67
13	1,25	0,41	1,5	0,48	1,5	0,48	1,75	0,55	2	0,62	3	0,84
14	1,25	0,45	1,5	0,53	1,75	0,60	1,75	0,6	2	0,67	3	0,93
15	1,25	0,48	1,5	0,57	1,75	0,65	2	0,73	2,5	0,88	3	1,01
16	1,25	0,52	1,5	0,61	1,75	0,70	2	0,79	2,5	0,95	3,5	1,23
19	1,5	0,74	1,75	0,85	2	0,95	2,5	1,16	3	1,35	3,5	1,52
20	1,5	0,78	1,75	0,90	2	1,01	2,5	1,23	3	1,43	4	1,8
22	1,5	0,86	1,75	1,00	2	1,12	2,5	1,37	3	1,60	4	2,02
25	1,75	1,14	2	1,29	2,5	1,58	3	1,85	3,5	2,11	4,5	2,59
28	1,75	1,29	2	1,46	2,5	1,79	3	2,11	3,5	2,41	-	-
30	1,75	1,39	2	1,57	2,5	1,93	3	2,27	4	2,92	-	-
35	1,75	1,49	2,5	2,07	3	2,44	-	-	-	-	-	-
38	1,75	1,78	2,5	2,49	3	2,95	-	-	-	-	-	-
44	2	2,36	2,5	2,91	3,5	3,98	-	-	-	-	-	-
57	2	3,09	3	5,26	-	-	-	-	-	-	-	-
76	2,5	5,16	4	8,09	-	-	-	-	-	-	-	-
89	2,5	6,07	4,5	10,68	-	-	-	-	-	-	-	-
110	3	9,02	5	14,75	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μέγιστη θερμοκρασία λειτ. 200° C						Μέγιστη θερμοκρασία λειτ. 175° C						
P _{max} = Μέγιστη πίεση λειτουργίας (BAR)												
O.D. = Εξωτερική διάμετρος (mm)												
t = πάχος (mm)												
w = Βάρος χαλκοσωλήνα/m (kgf/m)												

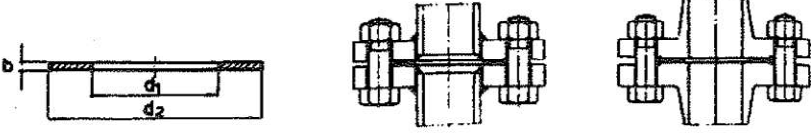
Πιν.4 Παράδειγμα τυποποίησης χαλκοσωλήνων ναυτικού τύπου

ΠΙΝ. Η'	κατάσταση προϊόντος	συμβολισμός κατά DIN	Φορτίο θραύσεως N/mm ²	Τάση σε 0,2% N/mm ²	Επιμήκυνση A5%	Σκληρότης H.B.
Υλικό SF - Cu κατά DIN 1787 DHP Cu κατά ISO	ανοπημένο	F - 22	240	70	45	54
	ημίσκληρο	F - 25	275	225	32	76
	σκληρό	F - 30	340	305	5	95
	"	F - 37	420	400	5	115

Πιν.5 Στοιχεία αντοχής για διάφορες καταστάσεις χαλκού (ΧΑΛΚΟΡ Α.Ε)

5.3 Τυποποιήσεις συνδέσεων

ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑΤΑ (ΤΣΟΝΤΕΣ) ΓΙΑ ΦΛΑΝΤΖΕΣ ΜΕ Η ΧΩΡΙΣ ΠΑΤΟΥΡΑ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ 1 Μέχρι 64 BAR



Διαστάσεις σε mm

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	d ₁	d ₂						b ≈		
		1 και 2,5	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ (PN) BAR							
			6	10	16	25	40	64	2	
6	10	βλέπε PN 6	29	βλέπε PN 40	βλέπε PN 40	βλέπε PN 40	39	-	2	
8	14		34				-	2		
10	18		39				-	2		
15	22		44				-	2		
20	28		54				-	2		
25	35		64				-	2		
32	43		76				-	2		
40	49		86				-	2		
50	61		96				-	2		
65	77		116				-	2		
80	90	132	-	2						
100	116	152	βλέπε PN 16	162	βλέπε PN 40	168	174	2		
125	142	182		192		194	210	2		
150	170	207		218		224	247	3		
(175)	196	-		248		254	265	277	3	
200	222	262		273		284	290	309	3	
(225)	-	-		-		-	-	-	-	-
250	276	317		328		329	340	352	364	3
300	328	373		378		384	400	417	424	3
350	360	423		438		444	457	474	486	3
400	411	473		489		495	514	546	543	3
(450)	462	528	539	555	-	571	-	3		
500	514	578	594	617	624	628	-	3		
600	616	679	695	734	731	747	-	3		
700	718	784	810	804	833	-	-	3		
800	820	890	917	911	942	-	-	3		
900	922	990	1017	1011	-	-	-	3		
1000	1025	1090	1124	1128	-	-	-	3		
1200	1230	1290	1307	1341	-	-	-	3		
1400	1430	1490	1524	1548	-	-	-	3		
1600	1630	1700	1724	-	-	-	-	3		

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Το υλικό των παρεμβυσμάτων καθορίζεται σύμφωνα με τις εκάστοτε απαιτήσεις.

Πιν.6 Παράδειγμα τυποποίησης παρεμβυσμάτων φλαντζών

Υλικό:
St 37-2

Flansche, glatt zum Lötten oder Schweißen

Νεννδρυκ 10
Φλάντζες γιά συγκόλληση, ονομαστ. πίεσ. 10 bar

DIN
2576

Flanges for soldering or welding; nominal pressure 10 bar για θερμοκρασία μέχρι 120°C Ersatz für DIN 8601

Anwendungsbereich Maße in mm διαστάσεις σε mm

Die Flansche in den Abmessungen dieser Norm aus St 37-2 können für Betriebsdrücke bis 10 kp/cm² bei Temperaturen bis 120 °C verwendet werden. Bei höheren Temperaturen als 120 °C ist der Abfall der Streckgrenze zu berücksichtigen.

τύπος (Form) A: Διημέτρική ~ ελιφ. στεγανότητας ~
" (Form) B: Διημέτρική ~ " ~

Ausführung für den Schiffbau
Form AS: Διημέτρική ~
Form BS: Διημέτρική ~

b₂ = b₁ / 3

Obrige Maße und Angaben wie Form A und B

Bezeichnung eines glatten Flansches Form A von Nennweite 100 für Rohr-Außendurchmesser d₁ = 114,3 mm

Flansch A 100/114,3 DIN 2576

Bezeichnung eines glatten Flansches Form AS von Nennweite 100 für Rohr-Außendurchmesser d₁ = 108 mm

Flansch AS 100/108 DIN 2576

Nennweite d ₁	Φλάντζα/Flansch					Anzahl αριθμός κοιλιών	Schrauben/κοιλίες			Gewicht eines Flansches (7,85 kg/dm ³) Βάρος (kg) φλάντζας
	d ₂	D	b ₁ ¹⁾	k	Gewinde απόσπασμα		d ₂			
10	14	14,5	90	14	60	4	M 12	(1/2")	14	0,613
	17,2	17,7								0,603
15	20	20,5	95	14	65	4	M 12	(1/2")	14	0,475
		21,3								21,8
20	25	25,5	105	16	75	4	M 12	(1/2")	14	0,947
		24,9								27,4
25	30	30,5	115	16	85	4	M 12	(1/2")	14	1,14
		33,7								34,2
32	38	38,5	140	16	100	4	M 12	(1/2")	14	1,66
		42,4								42,9
40	44,5	45	150	16	110	4	M 12	(1/2")	14	1,89
		48,3								48,8
50	57	57,5	165	18	125	4	M 16	(5/8")	18	2,31
		60,3								60,8
65	76,1	76,6	185	18	145	4	M 16	(5/8")	18	3,00
		88,9								89,4
80	108	108,5	200	20	160	4	M 16	(5/8")	18	4,20
		114,3								114,8
100	133	133,5	250	22	210	8	M 16	(5/8")	18	5,71
		139,7								140,2
150	159	159,5	285	22	240	8	M 16	(5/8")	18	6,72
		168,3								168,8
(175)	191	192	315	24	270	8	M 16	(5/8")	18	8,60
		193,7								194,7
200	216	217	340	24	295	12	M 20	(3/4")	23	9,50
		219,1								220,1
250	267	268	395	26	350	12	M 20	(3/4")	23	12,5
		273								274
300	318	319	445	26	400	16	M 20	(3/4")	23	14,4
		323,9								324,9
350	355,6	356,6	505	28	460	16	M 20	(3/4")	23	20,6
		369								369
400	406,4	407,4	565	32	515	16	M 24	(7/8")	27	27,9
		419								420
500	508	509	670	38	620	20	M 24	(7/8")	27	41,1
		521								522

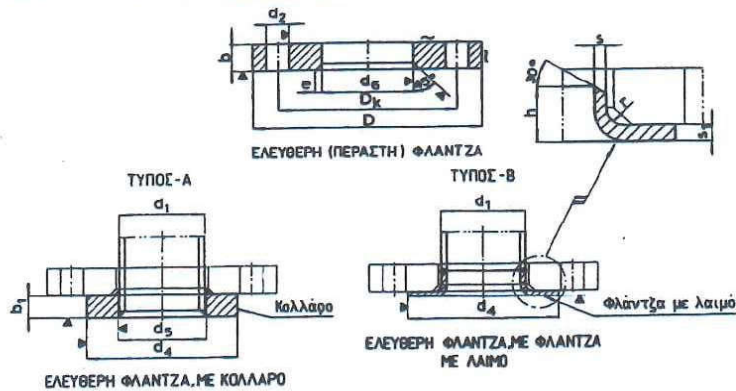
Eingeklammerte Nennweite möglichst vermeiden Eingeklammerte Gewindegrößen nicht für Neukonstruktionen

¹⁾ Durch eine Bearbeitung der Dichtfläche verringert sich die Blattdicke b₁ um 1 bis 1,5 mm. Fortsetzung Seite 2
Befestigungsbeispiele und Erläuterungen Seite 2

Fachnormenausschuß Rohre, Rohrverbindungen und Rohrleitungen im Deutschen Normenausschuß (DINA)

Πιν.7 Τυποποίηση συγκολλητών χαλύβδινων φλαντζών κατά DIN

LOOSE FLANGES - PLAIN COLLARS - WELDING NECK FLANGES - NOMINAL PRESSURE 6 BAR
 ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ (ΠΕΡΑΣΤΕΣ) ΦΛΑΝΤΖΕΣ - ΑΠΛΑ ΚΟΛΛΑΡΑ - ΦΛΑΝΤΖΕΣ ΜΕ ΛΑΙΜΟ - ΟΝΟΜΑΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ 6 ΒΑΡ



DIN 2641

Διαστάσεις σε mm

ΟΝΟΜ. ΔΙΑΜ.	d ₁		ΦΛΑΝΤΖΑ				ΚΟΚΛΙΕΣ		ΚΟΛΛΑΡΟ-ΦΛΑΝΤΖΑ ΜΕ ΛΑΙΜΟ							ΒΑΡΟΣ ΣΕ =kg.					
	ΣΕΙΡΑ 1	ΣΕΙΡΑ 2	d ₆	D	D _k	b	e	ΑΡΙΘΜ.	ΣΠΕΙΡΩΜΑ	d ₂	d ₅	d ₄	b ₁	h min	s min	s ₁ min	r	ΦΛΑΝΤΖΑ	ΚΟΛΛΑΡΟ		
10	14	16	75	50	10	2	4	M 10	11	14,5	35	8	9	1,8	3	2	0,30	0,05			
	17,2	19											17,7	40	8	9	2	3	2	0,33	0,06
15	20	22	80	55	10	2							21	40	8	9	2	3	2	0,41	0,11
	21,3	24											22	50	10	12	2	3	2	0,60	0,15
20	25	28	90	65	10	2							26	60	10	15	2	3	3	0,85	0,19
	26,9	30											27,6	70	10	15	2,6	3,5	3	0,97	0,25
25	30	33	100	75	12	3							31	80	10	17	2,6	3,5	3	1,07	0,32
	33,7	36											34,4	90	12	23	2,6	3,5	3	1,34	0,46
32	38	42	120	90	12	3							39	110	12	23	2,6	3,5	3	2,23	0,71
	42,4	46											43,1	128	14	23	3,2	4	3	2,46	0,73
40	44,5	50	130	100	12	3							45,5	148	14	28	3,2	4	3	2,92	1,00
	48,3	54											49	178	14	30	3,2	4	3	3,23	1,01
50	57	62	140	110	12	3	8	M 16	18	58,1	202	14	30	3,2	4	3	4,83	1,70			
	60,3	65											61,1	222	16	30	3,2	4	3	7,23	2,35
65	81	86	160	130	12	3							77,1	270	18	30	4	5	3	11,71	2,85
	76,1	81											80,3	312	18	30	4	5	3	16,48	4,73
80	94	99	190	150	14	3							109,6	360	18	35	4	5	4	19,47	5,83
	88,9	94											115,9	415	18					27,33	8,37
100	108	113	210	170	14	3							134,6	465	20					38,63	9,42
	114,3	119											141,6	513	22					50,05	12,59
125	133	138	240	200	14	3							161,1	570	22					67,97	15,09
	139,7	145											170,5	616	22					81,86	17,68
150	159	164	265	225	14	3							181,1	670	24						
	168,3	173											170,5	718	24						
200	219,1	225	320	280	16	3				222	820	24									
	267	273								270	860	24									
250	273	279	375	335	20	3				276	922	26									
	323,9	329								328	980	26									
300	355,6	362	440	395	24	4	24	M 27	30	360	415	18									
	368	374											372	465	20						
350	413	413	490	445	26	4							423	513	22						
	406,6	413											441	570	22						
400	419	426	540	495	28	4							465	616	22						
	508	517											513	670	22						
500	517	517	645	600	32	4							570	718	24						
	610	618											616	775	24						
600	610	618	755	705	36	4							670	820	24						
	711	721											718	860	24						
700	711	721	860	810	40	4							775	922	26						
	813	824											820	980	26						
800	813	824	975	920	44	4				860											
	914	926								922											
900	914	926	1075	1020	48	4															
1000																					
1200																					

Πιν.8 Παράδειγμα τυποποίησης ελεύθερων (περαστών) φλαντζών

5.4 Τυποποιήσεις σύνδεσης σωλήνων με κοχλιωτά εξαρτήματα

ΚΟΧΛΙΩΤΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΑΠΟ ΜΑΛΑΚΟ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟ, ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ DIN 2950

ΓΕΝΙΚΑ
Το πρότυπο αυτό περιέχει τύπους και διαστάσεις εξαρτημάτων και συμφωνεί με τις οδηγίες του ISO/R49, για κοχλιωτά εξαρτήματα σύνδεσης σωλήνων από μαλακό χυτοσίδηρο σύμφωνα με τις οδηγίες του ISO/R7.

ΧΡΗΣΕΙΣ
Εξαρτήματα του πρότυπου αυτού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την σύνδεση χαλυβιδωτών σωλήνων με σπειρώματα σύμφωνα με DIN 2440 και DIN 2441, για ονομαστικές διαμέτρους από 6 mm (1/8") μέχρι και 150 mm (6") ανάλογα με τον τύπο και για πιέσεις λειτουργίας όπως αυτές του παρακάτω πίνακα.

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (inch)	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ (kg/cm ²)	ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ kg/cm ² ΓΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ:		ΠΙΕΣΗ ΔΟΚΙΜΗΣ (kg/cm ²)
		Μέχρι 120° C	Μέχρι 300° C	
1/8 μέχρι 3/4	25	25	20	40
1 μέχρι 4	16	16	13	25
5 και 6	10	10	8	16

ΥΛΙΚΟ
Μαλακός χυτοσίδηρος GTW-35 σύμφωνα με DIN 1692.

ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΑ
Παράλληλα θηλυκά και κωνικά αρσενικά σπειρώματα σύμφωνα με DIN 2999 (σπειρώματα σωλήνων whitworth για κοχλιωτούς σωλήνες και εξαρτήματα).
Για τους τύπους P₁ και P₄ σπειρώματα σύμφωνα με DIN 259.

ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ
Παραδίδονται μαύρα ή γαλβανισμένα.

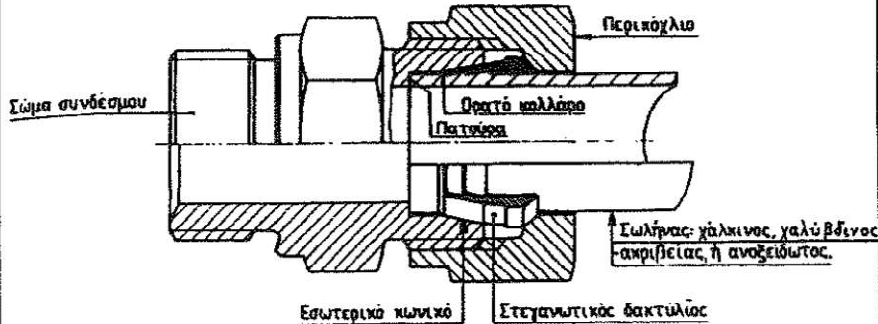
ΤΥΠΟΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ
Υπάρχουν διάφοροι τύποι εξαρτημάτων, όπως καμπύλες, ταυ, μαστοί, ρακόρ κλπ.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ
Όταν τα εξαρτήματα έχουν συνδέσεις (άκρα) με ονομαστικές διαστάσεις ίσες, η ονομαστική διάσταση αναγράφεται μια φορά. Π.χ. καμπύλη 2" - A₄ DIN 2950 - γαλβανισμένη.
Όταν τα εξαρτήματα είναι συστολικά ή διαστολικά, οι ονομαστικές διαστάσεις των συνδέσεών των (άκρων), πρέπει να αναγράφονται με την ακόλουθη σειρά:

Π.χ. Ταυ (T) 1 x 1/2 x 1/2 - B₁ DIN 2950.
Σταυρός 1 x 1/2 x 1 x 1/2 - C₁ DIN 2950.
Μούφα 1 x 1/2 - M₂ DIN 2950.
Στην περίπτωση μουφών με δεξιόστροφο και αριστερόστροφο σπείρωμα το σύμβολο R-L προστίθεται στην ονομαστική διάμετρο π.χ. 2" - R-L M₂ DIN 2950.

Πιν.9 Παράδειγμα τυποποίησης κοχλιωτών εξαρτημάτων

**ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΣΩΛΗΝΩΝ ΜΕ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΟ ΔΑΚΤΥΛΙΟ
(ΤΥΠΟΥ "ΕΡΜΕΤΟ")**



A. ΓΕΝΙΚΑ

Οι σύνδεσμοι σωλήνων με στεγανωτικό δακτύλιο που παρουσιάζονται στην συνέχεια κατασκευάζονται σύμφωνα με DIN 2353 και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την σύνδεση χαλκοσωλήνων, χαλυβοσωλήνων ακριβείας, ανοξειδωτων σωλήνων κλπ, χωρίς ραφή και για εξωτερική διάμετρο μέχρι 42 mm.

Οι σύνδεσμοι αποσυναρμολογούνται όταν αυτό είναι απαραίτητο και επανασυναρμολογούνται χωρίς καμιά επίπτωση από πίεση ή θερμοκρασία.

Οι σύνδεσμοι κατασκευάζονται και παραδίνονται βασικά σε 3 σειρές (τύπους) σύμφωνα με το DIN 2353:

LL = Πολύ ελαφρού τύπου

L = Ελαφρού τύπου

S = Βαρύς τύπου

B. ΥΛΙΚΟ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ:

1. Για χαλυβοσωλήνες ακριβείας, χωρίς ραφή σύμφωνα με DIN 2391/c υλικό St. 35,4 (NBK): Τραβηκτός ή σφυρήλατος χάλυβας.

2. Για χαλκοσωλήνες χωρίς ραφή σύμφωνα με DIN 1754 και DIN 1755: Σφυρήλατος ή τραβηκτός ορείχαλκος ποιότητας CuZn 35Ni (SoMs)

3. Για ανοξειδωτους και ανθεκτικούς στα οξέα σωλήνες χωρίς ραφή: Τραβηκτός ή σφυρήλατος ανοξειδωτος χάλυβας ποιότητας X10 Cr Ni Mo Ti 18 10 (Αρ. υλικού 1.4571).

4. Τραβηκτός ή σφυρήλατος χάλυβας ανθεκτικός στην θερμοκρασία.

Γ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ

Σειρά LL: Σώμα και περικόχλια: Γ αλβανικά επιψευδαργυρωμένα.

Στεγανωτικός δακτύλιος: Επικαθμιωμένος

Σειρά L & S: Σώμα και περικόχλια: Φωσφατωμένα και λαδιωμένα.

Στεγανωτικός δακτύλιος: Επικαθμιωμένος

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ

Σύνδεσμοι με στεγανωτικό δακτύλιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν: Σε πνευματικά & υδραυλικά συστήματα, σε ψυκτικές εγκαταστάσεις, σε συστήματα θέρμανσης λαδιού και πετρελαίου, στην χημική βιομηχανία και βιομηχανία τροφίμων, σε πλαστικούς σωλήνες κλπ. για πιέσεις λειτουργίας μέχρι 630 bar και για θερμοκρασίες μέχρι 500 °C ανάλογα με το υλικό.

Για χαλύβδινους συνδέσμους οι ονομαστικές πιέσεις του παρακάτω πίνακα, κάτω από κανονικές συνθήκες λειτουργίας και για θερμοκρασίες μέχρι 120 °C, μπορούν να λαμβάνονται σαν πιέσεις λειτουργίας.

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ (bar)

ΤΥΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ	ΣΕΙΡΑ S		ΣΕΙΡΑ L						ΣΕΙΡΑ LL																						
	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΟΥ ΣΩΛΗΝΑ (mm)																														
	6	8	10	12	14	16	20	25	30	38	6	8	10	12	15	18	22	28	35	42	4	6	8	10	12	14	15	16	18	20	22
ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ «ΒΑΝΔΟ»	400		250		250		160		100		40																				
ΥΠΟΛΟΙΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ	630		400		250		250		160		100		100		64																

Πιν.10 Σύνδεσμοι σωλήνων ακριβείας

6 Βιβλιογραφία

- 1) Αντλίες και Σωληνώσεις Ιωάννου Μ. Μαυρούδη, Εκδοτική παραγωγή:Επτάλοφος ΑΒΕΕ, ΑΘΗΝΑ 1994
- 2) Τεχνολογία Εγκαταστάσεων και Χρήσεων Φυσικού Αερίου Κωνσταντίνου Γ. Πασπαλά, Έκδοση Συλλόγου Μηχανολόγων-Ηλεκτρολόγων Β. Ελλάδας, Επιμέλεια έκδοσης : Falcon Advertising 1999, ΣΜΗΒΕ, Θεσσαλονίκη
- 3) Pipe Protection-A review of current practice, R. Galka and APJ Yates, 2nd Edition-BHRA 1984
- 4) Τεχνολογίες Χερσαίων & Θαλάσσιων Μεταφορών Ενεργειακών Πόρων Παυλουδάκη Φραγκίσκου
- 5) Υδροδυναμικές Εγκαταστάσεις, Σωληνώσεις-Αντλιοστάσια Υδραυλικό πλήγμα Δημητρίου Ε. Παπαντώνη, Εκδόσεις Συμεών ΑΘΗΝΑ 1998
- 6) Μηχανική Ρευστών Απόστολου Κ. Γούλα, Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη Ο.Ε
- 7) Υδροδυναμικές Μηχανές Νικ. Α. Αθανασιάδη ΑΘΗΝΑ 1982
- 8) Τεχνολογία Φυσικού Αερίου Καραπάνος Χαράλαμπος, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 2000
- 9) Κανονισμοί-Πρότυπα: DIN, MARINE JAPANESE INDUSTRIAL STANDARDS, VDE, HDW, ΕΛΛ. ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ, κ.ά.
- 10) Oil and gas pipeline fundamentals Kennedy, John L., (1993), 2nd edition, PennWell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma
- 11) Allen, M.D & Lewis, D.A Cathodic protection in civil engineering. Spencer & Partners, Inst. Civ. Engrs. In: Proc. Corrosion in Civil Engineering Cont. (London, U.K., 21-22 Feb. 1979), London UK., Inst. Civ. Engrs., 1979, Paper 7, p.79-94, 0-7277-0079-0. Languages: English.
- 12) Anon, Ferrous pipeline corrosion processes detection and mitigation. Los Angeles, U.S.A., Mechanics Res. Inc. Oct. 1971, 256pp. (pa 269 056). Languages: English.
- 13) Anon, Protecting pipes: recent developments. WorldConstr, Vol.33, No.6, June 1980, p.90-93, Coden: WOCOAK. Languages: English.
- 14) Thorley, A.R.D, and Tiley, C.H. 'Unsteady and Transient Flow of Compressible Fluids in Pipelines – A Review of Theoretical and some Experimental Studies' Int. J. Heat and Fluid Flow 8 (1), March 1987

15) Ιστοσελίδες:

- ◆ www.depa.gr
- ◆ www.flowsystems.alstom.com
- ◆ www.haestad.com
- ◆ www.eng-software.com
- ◆ www.flowmaster.com