



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ**



**ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

---

**ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ  
ΒΑΣΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ  
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΕΤΡΗΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ  
ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.**

---

**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ  
ΔΕΣΤΕ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ  
ΑΠΟΚΡΕΜΙΩΤΗ ΚΑΛΛΙΟΠΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ  
Δρ.Μηχ. ΕΜΜΑΝΟΥΛ ΚΑΡΑΠΙΔΑΚΗΣ**

ΧΑΝΙΑ ΜΑΡΤΙΟΣ 2009

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Το φυσικό αέριο αποτελεί μίγμα αερίων υδρογονανθράκων το οποίο εξάγεται από τις υπόγειες κοιλότητες υπό υψηλή πίεση και μεταφέρεται προς τους τόπους όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί όπως είναι χωρίς την ανάγκη περαιτέρω επεξεργασία.

Είναι άχρωμο, άοσμο και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στην βιομηχανία, στον εμπορικό και οικιακό τομέα και στα μέσα μεταφοράς. Το φυσικό αέριο εισάγεται στην Ελλάδα από την Ρωσία (Gazexport) και από την Αλγερία σε υγροποιημένη μορφή (LNG).

Για την μεταφορά και την διακίνησή του χρησιμοποιούνται Μετρητικοί (Meters), Ρυθμιστικοί (Reducing) ή Μετρητικοί/Ρυθμιστικοί σταθμοί. Επίσης αναπτύσσονται συστήματα ρύθμισης και αυτοματισμού λόγω της ανάγκης αυτοματοποίησης διεργασιών και λειτουργικών διαδικασιών αλλά και ελέγχου της ασφαλούς και εύρυθμης λειτουργίας των συστημάτων παραγωγής.

Στη γραμμή ρύθμισης χρησιμοποιούνται οι βάνες εισόδου και εξόδου του αερίου. Τα φίλτρα τα οποία κατακρατούν τη σκόνη και τα διάφορα σωματίδια. Οι εναλλάκτες θερμότητας μέσω των οποίων αυξάνεται η θερμοκρασία του αερίου.

Οι βάνες ακαριαίας διακοπής της διέλευσης του αερίου για την περίπτωση που ξεπεραστούν τα επιτρεπόμενα όρια πίεσης. Οι ρυθμιστές πίεσης που τοποθετούνται στα σημεία του δικτύου διανομής του αερίου όπου από ένα επίπεδο πίεσης μεταβαίνει σε ένα άλλο και τέλος οι ανακουφιστικές βαλβίδες που χρησιμοποιούνται για την εκτόνωση μικρών ποσοτήτων αερίου όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο.

## SUMMARY

---

Natural gas is consisted of a gas hydrocarbons mixture which is extracted from the underground concavities under high pressure and is transferred towards the places that it is going to be used by, without any further process.

It is colorless, scentless and it is used for the production of electrical power in industry, the commercial and the domestic field as well as the public transport. Natural gas is imported in Greece from Rusia (Gazexport) and from Algeria in liquid form.

Metery, Reducing or Metery/ Reducing stations are used for its transport and distribution. Adjustment and automation systems are also developed due to the need for automated processes and fuctional procedures as well as control of the secure and effective operation of the productive systems.

The gas input and output valves are used in the adjustment line. The filters which withhold dust and other particles. The heat exchangers through which the gas temperature is increased .

The valves of the instant discontinuation of the gas passage in case the allowed limits are exceeded. The pressure regulators which are positioned in the gas distribution points of the network, from where a pressure level goes to another one and finally the relieving valves which are used for the expansion of small quantities of gas when this is required.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

---

Υπάρχουν τρεις άνθρωποι, στους οποίους οφείλουμε τις θερμές μας ευχαριστίες για το ρόλο που διαδραμάτισαν στην συγγραφή της εργασίας μας . Πρώτα στον κ. Κωνσταντίνο Μαρούρη όπου έδωσε την ευκαιρία στη μια εκ των δυο σπουδαστριών που σύνταξαν την παρούσα εργασία να κάνει την πρακτική άσκηση της στην Δημόσια Επιχείρηση Αερίου από όπου και ξεκίνησε η αρχική ιδέα για το θέμα της εργασίας μας .

Και στη συνέχεια στον κ. Ευάγγελο Λυκούρη ο οποίος μας βοήθησε στο να αναπτύξουμε αυτή την εργασία με τις χρήσιμες και εμπειρισματομένες πληροφορίες που μας παρείχε.

Τέλος θα επιθυμούσαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον κ.Εμμανουήλ Καραπιδάκη που με την υποστήριξη και την σωστή καθοδήγηση του καταφέραμε να ολοκληρώσουμε επιτυχώς την παρούσα εργασία.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ : 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

1.1 Τα κοιτάσματα και η εκμετάλευση τους .	10
1.2 Οι συσσωρεύσεις του Φυσικού Αερίου.	12
1.3 Συστατικά και ιδιότητες του Φυσικού Αερίου.	15
1.4 Η καύση του Φυσικού Αερίου .	17
1.5 Οι Χρήσεις – Εφαρμογές του Φυσικού Αερίου .	23
1.5.1 Στην παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας.	26
1.5.2 Στην Βιομηχανία.	26
1.5.3 Στον Εμπορικό τομέα .	27
1.5.4 Στον Οικιακό τομέα .	27
1.5.5 Στην Μεταφορά .	28

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ .**

2.1 Μεταφορά του Φυσικού Αερίου.	31
2.2 Συστήματα Μεταφοράς .	32
2.2.1 Επίγεια δίκτυα μεταφοράς .	32
2.2.2 Υποθαλάσσια μεταφορά .	37
2.2.3 Υγροποίηση και θαλάσσια μεταφορά.	38
2.3 Δίκτυο μεταφοράς.	41
2.4 Τερματικός σταθμός Αποθήκευσης Ρεβυθούσας.	42
2.5 Σύστημα Διανομής .	42

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΤΑΦΟΡΑ & ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.**

3.1 Βανοστάσια.	43
3.2 Μετρητικοί – Ρυθμιστικοί σταθμοί (M/R) .	47

3.3 Σταθμός Ρύθμισης πίεσης Φυσικού Αερίου (R)	49
3.3.1 Σταθμός Μέτρησης Φυσικού Αερίου (M)	55
3.4 Λειτουργικές καταστάσεις .	59
3.4.1 Σταθμοί τροφοδοσίας πόλεων – Τομεακοί σταθμοί διανομής.	62
3.4.2 Μετρητικοί-Ρυθμιστικοί σταθμοί μεγάλων καταναλωτών.	66
3.4.3 Οικιακοί Ρυθμιστές Πίεσης (Ρυθμιστές παροχής).	67
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΣΤΗΜΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ .</u></b>	
4.1 Τι είναι «ρύθμιση»;	68
4.2 Στοιχειώδες σύστημα Ρύθμισης.	70
4.3 Σκοπός της ρύθμισης.	72
4.4 Αντικείμενο σταθμών M/R (Μέτρησης /Ρύθμισης).	74
4.5 Δομή σταθμού Μέτρησης –Ρύθμισης .	77
4.6 Σύστημα Τηλεμέτρησης-Τηλεδιοίκησης.	79
4.7 Συσκευές Συστήματος SCADA.	82
4.8 Διάρθρωση δικτύων SCADA.	84
4.9 Τηλεδιοίκηση-Τηλεχειρισμός συσκευών.	86
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΡΓΑΝΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.</u></b>	
5.1 Βάνες Εισόδου-Εξόδου σταθμού.	88
5.1.1 Σφαιρικές Βάνες .	88
5.1.2 Βάνες τύπου πεταλούδας.	89
5.1.3 Κωνικές βάνες .	89
5.1.4 Βάνες τύπου θύρας.	90
5.2 Φίλτρα.	93
5.3 Ρυθμιστές πίεσης .	96
5.3.1 Απλοί ρυθμιστές με ελατήριο.	97
5.3.2 Ρυθμιστές με πιλότο.	101
5.3.3 Βάνες ελέγχου.	104

5.3.4 Τρόποι σύνδεσης ρυθμιστών πίεσης .	105
5.4 Βαλβίδα ακαριαίας διακοπής (SAV).	108
5.5 Ανακουφιστική βαλβίδα (SBV).	110
5.6 Μετρητές παροχής .	112
5.6.1 Μετρητές διαφράγματος .	112
5.6.2 Μετρητές θετικής μετατόπισης.	114
5.6.3 Μετρητές στροβίλου .	115
5.7 Θερμαντήρες.	117
5.8 Μονωτικοί σύνδεσμοι.	118
5.9 Εναλλάκτης θερμότητας.	120
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΓΡΑΜΜΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.</b>	
6.1 Μέτρηση.	122
6.2 Όργανα μέτρησης .	124
6.3 Ορισμοί και είδη οργάνων μέτρησης .	125
6.4 Βασικά μέρη των οργάνων μέτρησης .	130
6.5 Διαχείριση των μετρήσεων με τηλεμετρία.	133
6.6 Κύριες ομάδες οργάνων μέτρησης .	137
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΕΛΕΓΧΟΣ &amp; ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ Μ/Ρ ΣΤΑΘΜΩΝ.</b>	
7.1 Έλεγχος Μ/Ρ σταθμών.	138
7.2 Συντήρηση Μ/Ρ σταθμών.	142

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ .**

8.1	Επικίνδυνα αντικείμενα .	145
8.2	Προστασία για το σώμα.	145
8.2.1	Γενικοί κανόνες.	145
8.3	Προστασία κεφαλής .	146
8.3.1	Ανάγκη – τρόπος προστασίας .	146
8.3.2	Υλικά κατασκευής.	148
8.4	Προστασία ματιών.	148
8.4.1	Ανάγκη –τρόπος προστασίας.	148
8.4.2.	Τύποι γυαλιών.	149
8.5	Προστασία ακοής .	150
8.5.1	Ανάγκη – τρόπος προστασίας .	150
8.6	Προστασία χεριών.	151
8.6.1	Ανάγκη – τρόπος προστασίας .	151
8.6.2	Επιλογή σωστού τύπου γαντιών.	151
8.7	Προστασία για τα πόδια.	152
8.7.1	Ανάγκη –τρόπος προστασίας .	152
8.7.2	Επιλογή ειδικών υποδημάτων.	153



<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΟΡΟΛΟΓΙΑ.</b>	
9.1 Ορισμοί –Μεγέθη των αερίων.	154
9.2 Καύση αερίων καυσίμων.	159
9.2.1 Στοιχειώδη αέρια καύσιμα.	160
9.2.2 Έιδη καύσεων .	160
9.2.3 Έναυση καύσης .	161
9.2.4 Υπολογισμός απαιτούμενου αέρα καύσης .	165
9.2.5 Εναλλαξιμότητα.	166
9.2.6 Δείκτης Εναλλαξιμότητας.	167
9.3 Πίεση- Μέτρηση Πίεσης –Όργανα.	168
9.3.1 Ορισμοί .	169
9.3.2 Ορισμοί & Ανάλυση τύπων πιέσεων.	170
9.4 Μονάδες πίεσης .	176
9.4.1 Γενικοί όροι .	171
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.</b>	179
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	181

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Το **Φυσικό Αέριο** αποτελεί μίγμα αερίων, το οποίο εξάγεται από τις υπόγειες κοιλότητες υπό υψηλή πίεση και μεταφέρεται προς τους τόπους όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί όπως είναι, χωρίς την ανάγκη περαιτέρω επεξεργασίας.

Είναι άχρωμο και άοσμο. Η χαρακτηριστική του οσμή δίνεται τεχνικά ώστε να γίνεται αντιληπτό σε τυχόν διαρροές.

Το φυσικό αέριο είναι η καθαρότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας, μετά τις ανανεώσιμες μορφές και το οποίο σε σχέση με το πετρέλαιο αποτελεί για την Ελλάδα μια πολύ ενδιαφέρουσα εναλλακτική λύση .

Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου και συνεπώς περιορίζει την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Αποτελείται από μίγμα αερίων ενώσεων, κυρίως μεθάνιο και αιθάνιο ενώ περιέχονται ενώ περιέχονται και άλλα συστατικά σε μικρότερη αναλογία όπως προπάνιο , βουτάνιο κ.λ.π.

Η σύσταση του δεν είναι σταθερή καθώς μεταβάλλεται ανάλογα με την προέλευση του. Στην Ελλάδα το φυσικό αέριο προέρχεται από δυο παροχές, από την Ρωσία (αγωγός που διατρέχει όλη την Ελλάδα ) και Αλγερία από όπου παραλαμβάνεται σε υγροποιημένη μορφή στην Ρεβυθούσα Αττικής .

Μέσω αγωγών μεγάλης διαμέτρου, το φυσικό αέριο μεταφέρεται στις διάφορες περιοχές . Η πίεση στους αγωγούς αυτούς είναι μεγάλη και για αυτό τον λόγο σε κατάλληλες θέσεις σταδιακά η πίεση μειώνεται ενώ η διατομή των αγωγών γίνεται ολοένα και μικρότερη.

Σε όλο το μήκος του δικτύου υπάρχουν σταθμοί μέτρησης ελέγχου και ρύθμισης των διάφορων παραμέτρων ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια κατά την λειτουργία του δικτύου (αυτόματα ενεργοποιούμενες βάνες) και η αξιοπιστία του δικτύου .

Το φυσικό αέριο είναι ένα αέριο το οποίο είναι ελαφρότερο σε σχέση με τον αέρα και λόγω της σύνθεσης του είναι φιλικό προς το περιβάλλον καθώς κατά την καύση του δεν παράγονται βλαβεροί ρύποι.

Λόγω όμως της αέριας φάσης στην οποία βρίσκεται πρέπει να δείχνεται ιδιαίτερη ευαισθησία σε θέματα ασφαλείας , διότι η συγκέντρωση φυσικού αερίου σε κλειστό χώρο παρουσία αέρα εγκυμονεί κινδύνους καθώς αν η συγκέντρωση του (Φ.Α) φτάσει σε ένα ορισμένο (κρίσιμο) σημείο το μίγμα γίνεται εκρηκτικό.

## 1.1 Τα Κοιτάσματα και η Εκμετάλλευσή τους.

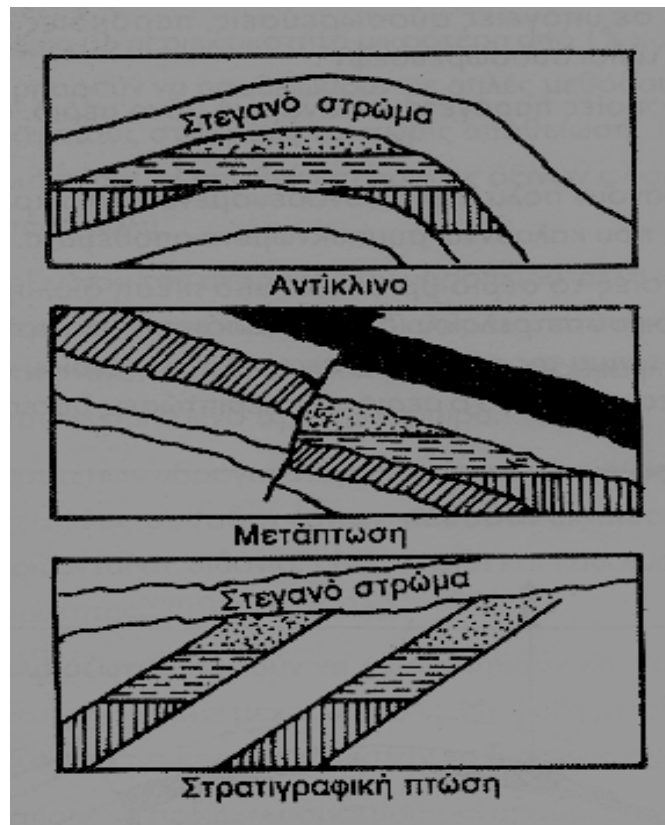
Τα φυσικά αέρια δημιουργήθηκαν πριν από πολλά εκατομμύρια χρόνια στους πυθμένες θαλασσών από μεγάλες ποσότητες μικροοργανισμών, την απουσία αέρα και υπό την επίδραση βακτηριδίων.

Κατά τη διάρκεια γεωλογικών αιώνων, δηλ. σε εκατομμύρια έτη, το υλικό αυτό βυθίσθηκε και καταπλακώθηκε από μεγάλα στρώματα γης.

Το αέριο που παράχθηκε κατά αυτόν τον τρόπο κατέφυγε στους πόρους του μητρικού στρώματος, όπου και συγκρατήθηκε προσωρινά.

Αργότερα, και κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες, το αέριο αυτό μετακινήθηκε σε άλλες στρωματικές διαμορφώσεις, στις οποίες το βρίσκουμε και σήμερα.

Αυτές οι διαμορφώσεις προϋποθέτουν ένα πλήρως στεγανό στρώμα καλύψεως, το οποίο μπορεί να είναι ένα αντίκλινο, μια μετάπτωση ή μια στρατιγραφική πτώση (Σχήμα 1).



Σχ. 1 Διαμορφώσεις Στις Οποίες Συγκεντρώνεται Το Φυσικό Αέριο

Τέτοιες διαμορφώσεις, που ερευνώνται με διάφορες μεθόδους, χαρακτηρίζονται σαν ελπιδοφόρες, όσον αφορά την ύπαρξη υδρογονανθράκων.

Κύριες μέθοδοι έρευνας είναι η μαγνητική και η σεισμική. Κατά τη μαγνητική μέθοδο προσδιορίζονται απομακρύνσεις από την κανονική κατανομή του μαγνητικού πεδίου, που μπορούν να καθορισθούν και από αεροπλάνο ή ελικόπτερο.

Κατά τη σεισμική μέθοδο προκαλούνται τεχνητές ταλαντώσεις του εδάφους, που έχουν για πάχος διαφόρων στρωμάτων διαφορετικό χρόνο διέλευσης.

Επίσης, τα σεισμικά κύματα ανακλώνται μερικώς στις επιφάνειες των διαφόρων στρωμάτων. Οι επιστρέφουσες ταλαντώσεις συλλαμβάνονται από ειδικά όργανα (τα γεώφωνα).

Οι πληροφορίες αυτές επεξεργάζονται κατάλληλα και δίνουν πλήρη εικόνα του υπεδάφους. Δεν αναφέρουν όμως τίποτα για το αν αυτές οι δομές του υπεδάφους, οι οποίες μπορεί να είναι ελπιδοφόρες, περιέχουν ή όχι υδρογονάνθρακες. Αυτό μπορεί να προσδιορισθεί μόνο με γεωτρήσεις.

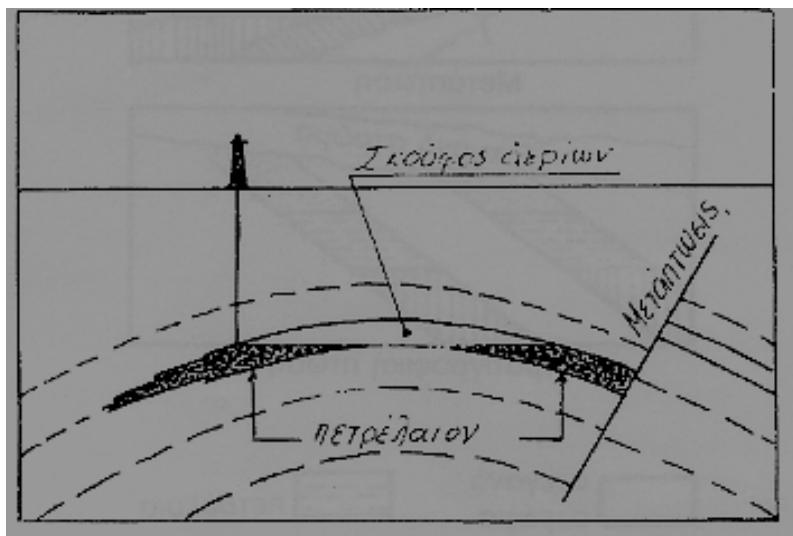
Αυτές κατά μέσο όρο έχουν βάθος από 2.500 έως 3.000 m, ενώ υπάρχουν περιπτώσεις γεωτρήσεων που φθάνουν τα 6.000 m. Η επιτυχής έκβαση αυτών (εύρεση υδρογονανθράκων) είναι της τάξεως του 10 έως 20%.

## **1.2 Οι συσσωρεύσεις του Φυσικού Αερίου.**

Το φυσικό αέριο κατά κύριο λόγο βρίσκεται σε υπόγειες συσσωρεύσεις, παρόμοιες με εκείνες του φυσικού πετρελαίου.

**Υπάρχουν τρεις τύποι τέτοιων συσσωρεύσεων:**

- Συσσωρεύσεις από τις οποίες παράγεται οικονομικά μόνο αέριο, οι οποίες καλούνται μη συνδυασμένες.
- Συσσωρεύσεις που παράγουν πολύ αέριο συνοδευόμενο από μικρές ποσότητες ελαφρών υγρών υδρογονανθράκων, που καλούνται συμπυκνωμένα αποθέματα.
- Συσσωρεύσεις στις οποίες το αέριο βρίσκεται υπό πίεση διαλυμένο εντός των υγρών υδρογονανθράκων του φυσικού πετρελαίου. Όταν η ποσότητα των αερίων είναι αρκετά μεγάλη, καταλαμβάνει το ανώτερο τμήμα της συσσωρεύσεως του πετρελαίου υπό μορφή «σκούφου» (gas-cap), όπως φαίνεται στο (Σχήμα 2). Το αέριο στις περιπτώσεις αυτές καλείται συνδυασμένο.



**Σχ. 2 Παραγωγή Πετρελαίου Από Την Ενέργεια Του Αερίου Σκούφου**

Από το «σκούφο αερίου» δεν παράγεται ποτέ αέριο, γιατί η ενέργεια του αερίου αυτού, το οποίο βρίσκεται υπό πίεση, χρησιμοποιείται για την αυτόματη μεταφορά του πετρελαίου από τα έγκατα της γης στην επιφάνεια.

Χονδρικά μπορούμε να πούμε ότι κάθε 100 m βάθους αυξάνεται η πίεση κατά 10 bar και η θερμοκρασία κατά 3 °C. Το λαμβανόμενο όμως φυσικό πετρέλαιο περιέχει διαλυμένο αέριο από το οποίο αποχωρίζεται στον τόπο της πετρελαιοπαραγωγής.



Στις περιπτώσεις αυτές η παραγωγή του αερίου εξαρτάται από την παραγωγή πετρελαίου, ενώ στην περίπτωση των μη συνδυασμένων αποθεμάτων η παραγωγή αερίου γίνεται κατά βούληση. Όταν τέλος εξαντληθεί η συσσώρευση του πετρελαίου και δεν μπορεί πλέον να παραχθεί πετρέλαιο με οικονομικό τρόπο, τότε γίνεται παραγωγή αερίου από τον σκούφο.

### **1.3 Συστατικά και ιδιότητες του Φυσικού Αερίου.**

Το φυσικό αέριο αποτελείται από υδρογονάνθρακες με πολύ χαμηλό σημείο βρασμού.

Το κύριο συστατικό του το μεθάνιο, έχει σημείο βρασμού  $-154\text{ }^{\circ}\text{C}$  ενώ το σημείο βρασμού για το αιθάνιο είναι  $-89\text{ }^{\circ}\text{C}$ , για το προπάνιο είναι  $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$  και τέλος για το βουτάνιο είναι

$-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Το φυσικό αέριο είναι σε αέρια φάση σε θερμοκρασία άνω των  $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Παρακάτω ακολουθεί παρουσίαση των χαρακτηριστικών των βασικών συστατικών του φυσικού αερίου.

### **A. Τα βασικά χαρακτηριστικά του μεθανίου είναι:**

1. Το μεθάνιο είναι το απλούστερο αλκάνιο δηλαδή άκυκλος κορεσμένος υδρογονάνθρακας με χημικό τύπο  $\text{CH}_4$  και μοριακή μάζα 16,0425.
2. Είναι άχρωμο ,άοσμο ,μη τοξικό και εύφλεκτο αέριο ελάχιστα διαλυτό στο νερό. Η ύπαρξη του δεν ανιχνεύεται εύκολα ενώ με τον αέρα σχηματίζει εκρηκτικά μίγματα. Επίσης είναι το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου σε ποσοστό από 70% έως και 90%.
3. Καίγεται κατά την αντίδραση :  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 809 \text{ KJ}$  . Η σχετικά μεγάλη ενεργειακή απόδοση και η καθαρή καύση του το κάνουν ένα πολύ ελκυστικό καύσιμο. Ενέργεια τέλειας καύσης :809 kJ/mole.

#### **Οι φυσικές ιδιότητες του είναι:**

4. Σημείο τήξης(1 atm )  $\rightarrow - 182,5 \text{ }^\circ\text{C}$
5. Σημείο βρασμού ( 1 atm ) $\rightarrow - 161,5 \text{ }^\circ\text{C}$
6. Κρίσιμη θερμοκρασία  $\rightarrow - 82,25 \text{ }^\circ\text{C}$
7. Θερμότητα καύσης  $\rightarrow 13.300 \text{ Kcal/kg}$
8. Διαλυτότητα στο  $\text{H}_2\text{O}$  (17  $^\circ\text{C}$  , 1 atm ) $\rightarrow 35 \text{ g/m}^3$ .

## **Β. Τα βασικά χαρακτηριστικά του αιθανίου είναι :**

1. Το αιθάνιο είναι το δεύτερο απλούστερο αλκάνιο , δηλαδή άκυκλος κορεσμένος υδρογονάνθρακας με χημικό τύπο  $C_2 H_6$  και μοριακή μάζα 30,070.
2. Είναι αέριο άχρωμο, άοσμο , εύφλεκτο και δίνει φλόγα θερμή και φωτεινή. Ελάχιστα διαλυτό στο νερό αλλά διαλύεται ευκολότερα σε οργανικούς διαλύτες . Η ύπαρξη του δεν ανιχνεύεται εύκολα ενώ με τον αέρα σχηματίζει εκρηκτικά μίγματα.
3. Ενέργεια τέλειας καύσης  $\rightarrow 1561 \text{ kJ/mole}$
4. Στο φυσικό αέριο βρίσκεται σε ποσοστό 5% έως και 15% .

### **Οι Φυσικές του ιδιότητες είναι:**

5. Σημείο τήξης (1 atm ) $\rightarrow -182,76 \text{ }^{\circ}\text{C}$
6. Σημείο βρασμού ( 1 atm ) $\rightarrow -88,76 \text{ }^{\circ}\text{C}$
7. Διαλυτότητα στο  $H_2O$  ( 17  $^{\circ}\text{C}$  , 1 atm ) $\rightarrow 47 \text{ g/m}^3$

## **Γ. Τα βασικά χαρακτηριστικά του προπανίου είναι :**

1. Το προπάνιο είναι το τρίτο μέλος των αλκανίων αλλά το απλούστερο από την κατηγορία του και είναι υγροποιήσιμο με συμπίεση στις κανονικές συνθήκες .
2. Είναι άχρωμο , άοσμο και εύφλεκτο αέριο γι'αυτό το λόγο προστίθενται στο αέριο ίχνη αιθανοθειόλης για να έχει τη γνώστη χαρακτηριστική μυρωδιά με σκοπό την αποφυγή ατυχημάτων από την διαρροή του.
3. Έχει χημικό τύπο  $C_3H_8$  και μοριακή μάζα 44,1.
4. Έχει ενέργεια τέλειας καύσης  $\rightarrow 2200 \text{ kJ/mole}$
5. Στο φυσικό αέριο βρίσκεται σε ποσοστό περίπου  $\sim 5\%$   
Οι φυσικές του ιδιότητες είναι :
6. Σημείο τήξης (1 atm )  $\rightarrow -187,6 \text{ }^\circ\text{C}$
7. Σημείο βρασμού ( 1atm )  $\rightarrow -42,09 \text{ }^\circ\text{C}$
8. Διαλυτότητα στο  $H_2O$  (  $17 \text{ }^\circ\text{C}$  , 1 atm )  $\rightarrow 100 \text{ g/m}^3$

### Δ. Τα βασικά χαρακτηριστικά του βουτανίου είναι:

1. Είναι το τέταρτο μέλος της ομόλογης σειράς των αλκανίων, είναι άχρωμο, άοσμο, εύφλεκτο και πτητικό το οποίο πρέπει να αποθηκεύεται σε καλά αεριζόμενο μέρος μακριά από πηγές ανάφλεξης.
2. Στο φυσικό αέριο βρίσκεται σε ποσοστό 5%
3. Ο χημικός τύπος του είναι:  $C_4H_{10}$  και το μοριακό του βάρος : 58,12 g/mol

Οι φυσικές του ιδιότητες είναι:

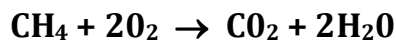
4. Σημείο τήξης (1 atm )  $\rightarrow -138,2 \text{ } ^\circ\text{C}$
5. Σημείο βρασμού ( 1 atm )  $\rightarrow -0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
6. Σημείο ανάφλεξης  $\rightarrow -60 \text{ } ^\circ\text{C}$
7. Θερμοκρασία αυτανάφλεξης  $\rightarrow 287 \text{ } ^\circ\text{C}$
8. Ειδικό βάρος  $\rightarrow 0,573$  ( σε υγρή μορφή )  
και 2,11 (σε αέρια μορφή ) .

Ακολουθεί πίνακας με την Σύσταση (% κ.ό.) του επεξεργασμένου (LNG) φυσικού αερίου που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα μέχρι σήμερα.

Συστατικό	Χώρα προέλευσης φυσικού αερίου	
	Ρωσία	Αλγερία
Μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	98	91,2
Αιθάνιο (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	0,6	6,5
Προπάνιο (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0,2	1,1
Βουτάνιο (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0,2	0,2
Πεντάνια (C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )+Βαρύτερα	0,1	-
Άζωτο(N <sub>2</sub> )	0,8	1
Διοξείδιο του άνθρακα (CO <sub>2</sub> )	0,1	-
Ανωτέρα Θερμογόνος Δύναμη(kcal/m <sup>3</sup> )	8.600-9.200	9.640-10.650

## 1.4 Η καύση Φυσικού Αερίου.

Η πλήρης καύση ενός mole μεθανίου απαιτεί δύο mole οξυγόνου, οπότε παράγονται ένα mole διοξειδίου του άνθρακα και δύο mole νερού:



Τα πράγματα όμως κατά την καύση του φυσικού αερίου (άρα και του μεθανίου) δεν είναι πάντα τόσο απλά όπως περιγράφονται από την παραπάνω στοιχειομετρική αντίδραση. Το μεθάνιο, για παράδειγμα, παρουσιάζει την ιδιοτροπία να υφίσταται σχάση και μετατροπή προς βαρύτερους υδρογονάνθρακες. Οι υδρογονάνθρακες αυτοί (μεταξύ των οποίων πιθανόν και η φορμαλδεΐδη) αποσυντίθενται με απελευθέρωση υδρογόνου (το φαινόμενο αναφέρεται ως «αφυδρογόνωση»), ώστε τελικά απομένει ένας σκελετός άνθρακα, που αποτελεί το αίτιο της φωτεινότητας της φλόγας.

Στο (Διάγραμμα 1) παριστάνεται σχηματικά η φλόγα αερίου μέσα σε φλογοσωλήνα. Η αφυδρογόνωση και η καύση του υδρογόνου γίνεται περίπου στο 15% του συνολικού μήκους της φλόγας. Το υπόλοιπο 85% έχει να κάνει με την καύση του προαναφερθέντος σκελετού λεπτότατου άνθρακα (μερικά εκατομμύρια ανά  $\text{cm}^3$ ).

Αν αυτός δεν καεί μέχρι το τέλος του μήκους της φλόγας, τότε σε θερμοκρασίες κάτω των 1000 °C δεν καίγεται, αλλά συνενώνεται σε μεγαλύτερα τεμαχίδια, που παίρνουν τη μορφή πολύ μικρών 'σκουληκιών' και αποτελούν την εκφεύγουσα από την εστία αιθάλη.

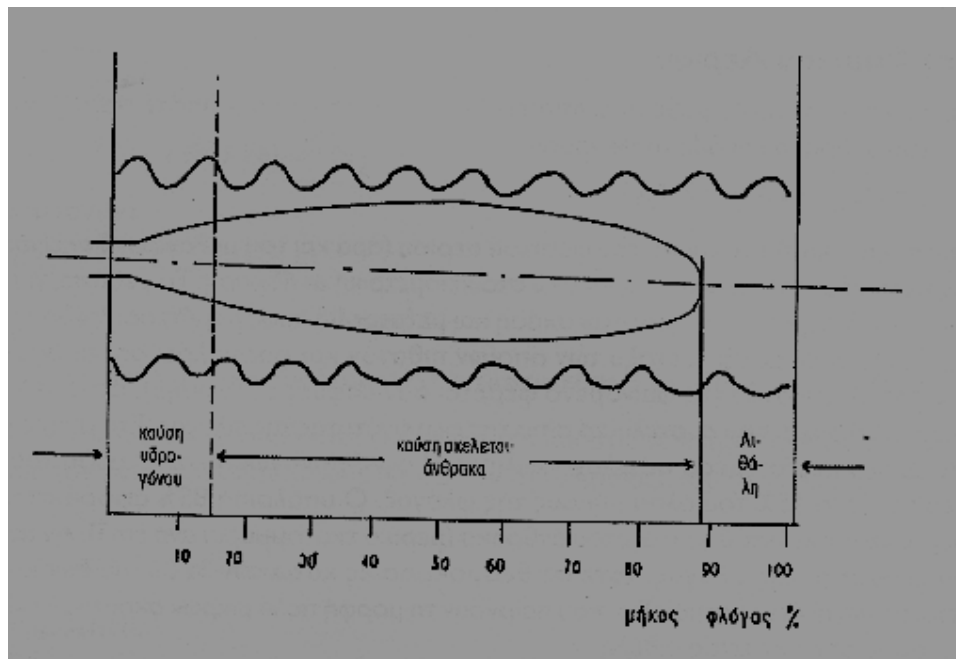
Στην πράξη λοιπόν, επειδή δεν δύναται να επιτευχθεί στοιχειωμετρική καύση, δηλαδή καύση με την θεωρητική -ελάχιστη- ποσότητα οξυγόνου, χρησιμοποιούμε πάντοτε περίσσεια αέρα.

Η καλή καύση προϋποθέτει όσο το δυνατόν μικρή περίσσεια αέρα, ώστε και η ποσότητα των καπναερίων να είναι η μικρότερη δυνατή και έτσι να μικραίνει η αποβαλλόμενη ενέργεια και συνεπώς να μειώνεται και η εκ καπναερίων απώλεια.

Αντιστρόφως, η περίσσεια αέρα πρέπει να είναι τόσο μεγάλη, ώστε να πραγματοποιείται τέλεια καύση. Ο έλεγχος λοιπόν της ποιότητας της καύσεως μπορεί να γίνει με προσδιορισμό των στοιχείων των καπναερίων του CO<sub>2</sub> του O<sub>2</sub> και των τυχόν προϊόντων ατελούς καύσης.



Έτσι, η ανάλυση των καπναερίων δίνει πλήρη εικόνα της ποιότητας της καύσης. Η ανάλυση των καπναερίων γίνεται με απλές συσκευές, που, μετά την υγροποίηση των υδρατμών, δίνουν τις αναλογίες των παραπάνω συστατικών στα ξηρά καπναέρια.



*Διαγρ. 1 Αφυδρογόνωση Και Καύση Σκελετού Άνθρακα.*

## **1.5 Οι Χρήσεις – Εφαρμογές του Φυσικού Αερίου.**

### **1.5.1 Στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.**

Με τη συνεχείς ανάπτυξη και βελτίωση της τεχνολογίας, οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε συνδυασμένο κύκλο και η από κοινού παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού από τις υπάρχουσες ενεργείες εγκαταστάσεις είναι οι καλύτερες δυνατές επιλογές από πλευράς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χαμηλή περιβαλλοντολογική επίπτωση.

### **1.5.2 Στην Βιομηχανία.**

Η χρήση του φυσικού αερίου στη βιομηχανία μπορεί να χωριστεί σε τρεις βασικές κατηγορίες:

1. Απευθείας θερμική χρήση, κυρίως από βιομηχανίες παραγωγής κατασκευαστικών υλικών (τσιμέντου, μετάλλων, κεραμικών υλικών).
2. Έμμεση θερμική χρήση (συνήθως μέσω της παραγωγής ατμού), κυρίως από χημικές βιομηχανίες και βιομηχανίες χαρτιού, τροφίμων, υφαντουργίες κ.α.
3. Ως πρώτη ύλη, από τις βιομηχανίες αμμωνίας, μεθανίου, αιθυλενίου, προπυλενίου.

### **1.5.3 Στον Εμπορικό τομέα.**

Το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται ευρέως στον εμπορικό τομέα κυρίως για θέρμανση, παραγωγή ζεστού νερού, στη μαγειρική , καθώς και σε άλλες εξειδικευμένες χρήσεις.

Εκτιμάται ότι μέχρι το 2020 η κατανάλωση αερίου από τον εμπορικό τομέα θα έχει αυξηθεί στο 33% της συνολικής κατανάλωσης αερίου από τα δίκτυα χαμηλής πίεσης .

#### **1.5.4 Στον οικιακό τομέα.**

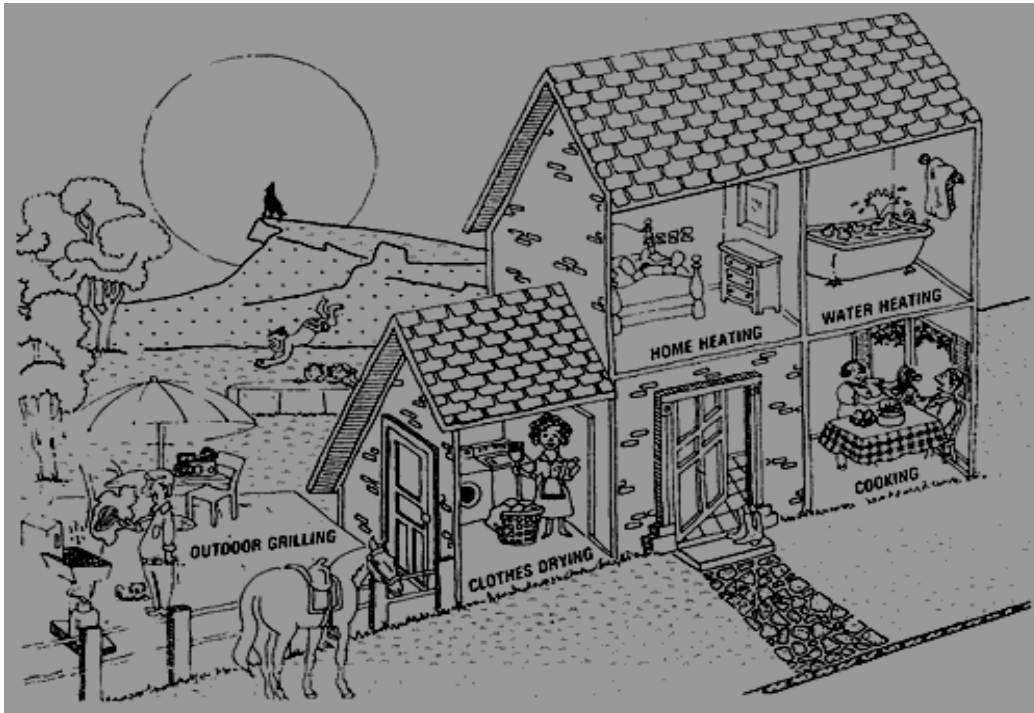
Η ανάπτυξη της χρήσης του αερίου ως καυσίμου στον οικιακό τομέα χρονολογείται από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα.

Η χρήση του στη μαγειρική , τη θέρμανση

νερού και χώρων (με λέβητες φυσικού αερίου ) , καθώς και τον κλιματισμό έχει προσφέρει μεγάλη ευκολία, ταχύτητα και οικονομία, αντικαθιστώντας έτσι τις άλλες πηγές ενέργειας, όπως το πετρέλαιο και τον ηλεκτρισμό. Σε διεθνές επίπεδο, το 1/3 περίπου της παραγωγής φυσικού αερίου χρησιμοποιείται από τον οικιακό τομέα.

Η πίεση στην οποία δουλεύουν οι οικιακές συσκευές είναι 18-23 mbar με συνέπεια να υπάρχει πληθώρα συσκευών και αυτοματισμών ώστε να διατηρείται σταθερή η πίεση αυτή .

Ανάλογα με την προέλευση του φυσικού αερίου μεταβάλλεται και η θερμογόνο δύναμη του . Έτσι η θερμογόνο δύναμη του αερίου μεταβάλλεται ανάλογα μεταξύ των τιμών 7.224 Kcal και 11.266 Kcal.



Σχ.1:Εφαρμογές του Φ.Α στον οικιακό τομέα.

### 1.5.5 Στην Μεταφορά.

Η πρώτη χρήση του φυσικού αερίου στη μεταφορά καταγράφηκε σχεδόν ταυτόχρονα με την είσοδο των μηχανών εσωτερικής καύσης από τον τομέα της μεταφοράς.

Παγκοσμίως, υπάρχει μια συνεχής αυξανόμενη χρήση του αερίου για μεταφορά και ειδικότερα από τα μέσα μαζικής μεταφοράς, λεωφορεία και φορτηγά, λόγω της οικονομίας που προσφέρει ως καύσιμο και της φιλικότητάς του προς το περιβάλλον.

Αλλά και η χρήση του σε ιδιωτικά οχήματα συνεχώς αυξάνεται. Μεγάλοι κατασκευαστές αυτοκινήτων αναπτύσσουν με ταχύς ρυθμούς τη σχετική τεχνολογία για τη χρήση του αερίου ως υποκατάστατου και ανταγωνιστικού καυσίμου.(βλέπε εικόνες 1,2,3)



*Εικ.1,2,3:Εφαρμογές του Φυσικού Αερίου στη Μεταφορά.*

## 2. ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

---

Το φυσικό αέριο εισάγεται στη Ελλάδα από τη **Ρωσία** (Gazexport) μέσω αγωγών μεταφοράς με σημείο παραλαβής τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα και σε ποσότητα 2,4 δις. κ.μ. ετησίως μέχρι το 2016 και από την **Αλγερία**, σε υγροποιημένη μορφή (LNG), με ειδικό δεξαμενόπλοιο στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης της Ρεβυθούσας. Η ελάχιστη ετήσια ποσότητα είναι 0,68 δις κ.μ., με δυνατότητα μελλοντικής αύξησης.

Το υγροποιημένο φυσικό αέριο ή **LPG (Liquified Petroleum Gas)** είναι ένα μίγμα υδρογονανθράκων που μπορεί να υγροποιηθεί υπό πίεση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Το μίγμα αποτελείται κυρίως από προπάνιο σε ποσοστό 70-90% και από βουτάνιο σε ποσοστό 10-30%.

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι το ότι επειδή η πυκνότητά του είναι μεγαλύτερη από αυτή του αέρα, σε περίπτωση διαφυγής διαχέεται στο πάτωμα σαν υγρό. Αυτός είναι και ο λόγος της μεγάλης επικινδυνότητας που παρουσιάζει και της διατύπωσης πλήθους ειδικών κανόνων ασφαλείας.

Η αποθήκευση του υγροποιημένου φυσικού αερίου μπορεί να γίνει είτε σε φιάλες είτε σε ειδικές, σταθερά στηριγμένες στο έδαφος, δεξαμενές. Εκτός από την απ' ευθείας χρήση του στην κατανάλωση, μπορεί να βοηθήσει και στην αντιμετώπιση του προβλήματος των αιχμών του φυσικού αερίου με την πρόσμιξη του σε αυτό.

Το σύστημα του φυσικού αερίου έχει ως σκοπό την ασφαλή τροφοδοσία των μεγάλων καταναλωτικών κέντρων της χώρας και αποτελείται από:

Το δίκτυο μεταφοράς του φυσικού αερίου και τον τερματικό σταθμό αποθήκευσης του υγροποιημένου (LNG) αλγερινού φυσικού αερίου στην Ρεβυθούσα. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο επαναεριοποιείται και τροφοδοτεί το δίκτυο μεταφοράς, το σύστημα διανομής του φυσικού αερίου στους καταναλωτές .

## **2.1. Μεταφορά φυσικού αερίου.**

Με τον όρο μεταφορά ή τηλεμεταφορά φυσικού αερίου εννοείται αφενός η διηπειρωτική και διεθνή μεταφορά του, αφετέρου η παράλληλη με την μεταφορά διανομή του Φ.Α. σε μεγάλους βιομηχανικούς καταναλωτές (π.χ. στην Ελλάδα, διανομή Φ.Α. στην ΕΛΒΑ).

Το κυριότερο στοιχείο στα δίκτυα μεταφοράς του Φ.Α. αποτελεί το σύστημα συμπίεστών. Οι συμπίεστες είναι συνήθως τύπου τουρμπίνας με κινητήρια μηχανή αεριοστρόβιλο ενώ σε ειδικές περιπτώσεις (συμπίεση μικρών ποσοτήτων) χρησιμοποιούνται συμπίεστες εμβόλου με κινητήριες μηχανές αεριομηχανές εσωτερικής καύσης που λειτουργούν με κύκλο OTTO ή DIESEL.

Ισχύει γενικότερος κανόνας σύμφωνα με τον οποίο οι κινητήριες μηχανές χρησιμοποιούν ως καύσιμο το ίδιο το φυσικό αέριο. Αυτό γίνεται ώστε το σύστημα μεταφοράς να είναι πιο οικονομικό και ασφαλέστερο.

Η κατανάλωση αερίου για την λειτουργία του συστήματος αποτελεί βασικό κριτήριο για την κατασκευή του. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για την διηπειρωτική μεταφορά (περίπου 500 km) απαιτείται το 1% της μεταφερόμενης ποσότητας.

## **2.2. Συστήματα μεταφοράς.**

Τα συστήματα μεταφοράς του φυσικού αερίου που επιλέγονται σε κάθε περίπτωση ανάλογα με τα πολιτικά, γεωγραφικά και τεχνικά δεδομένα, είναι τα εξής:

- Επίγεια δίκτυα μεταφοράς.
- Υποθαλάσσια δίκτυα μεταφοράς.
- Υγροποίηση και θαλάσσια μεταφορά.

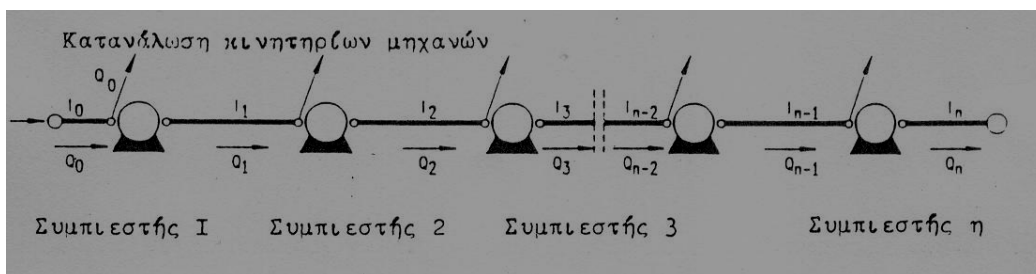
### **2.2.1. Επίγεια δίκτυα μεταφοράς.**

Το μεγαλύτερο ποσοστό των διακινούμενων ποσοτήτων αερίου διεθνώς μεταφέρεται μέσω χαλύβδινων πιεστικών δικτύων (τηλεδίκτυα). Η αύξηση της ικανότητας μεταφοράς επιτυγχάνεται με την αύξηση της πίεσης στους αγωγούς.



Οι σύγχρονες γραμμές μεταφοράς λειτουργούν σε πιέσεις 67,5 ή 80 bar με προοπτική στο μέλλον να λειτουργούν στα 120 bar. Τα παρουσιαζόμενα όμως τεχνικά όρια στην διάμετρο των αγωγών μεταφοράς, εμφανίζονται και στην πίεση μεταφοράς με αποτέλεσμα τον περιορισμό της πίεσης λειτουργίας και την χρησιμοποίηση ενδιάμεσων σταθμών συμπίεσης.

Το μοντέλο ενός δικτύου μεταφοράς μοιάζει με μια αλυσίδα που αποτελείται από κομμάτια αγωγού μεγάλης διαμέτρου και ενδιάμεσους σταθμούς συμπίεσης (βλέπε σχήμα 1 ).



**Σχ.1: Μοντέλο ενός δικτύου μεταφοράς**

Ένα μέτρο της πτώσης πίεσης κατά την τηλεμεταφορά και κατά συνέπεια του μεγέθους του σταθμού συμπίεσης αποτελεί ο συντελεστής  $\Pi$  των συμπιεστών:

$$\Pi = P_{\max} / P_u$$

Όπου :  $P_{\max}$  η μέγιστη επαρκής πίεση λειτουργίας σε barg

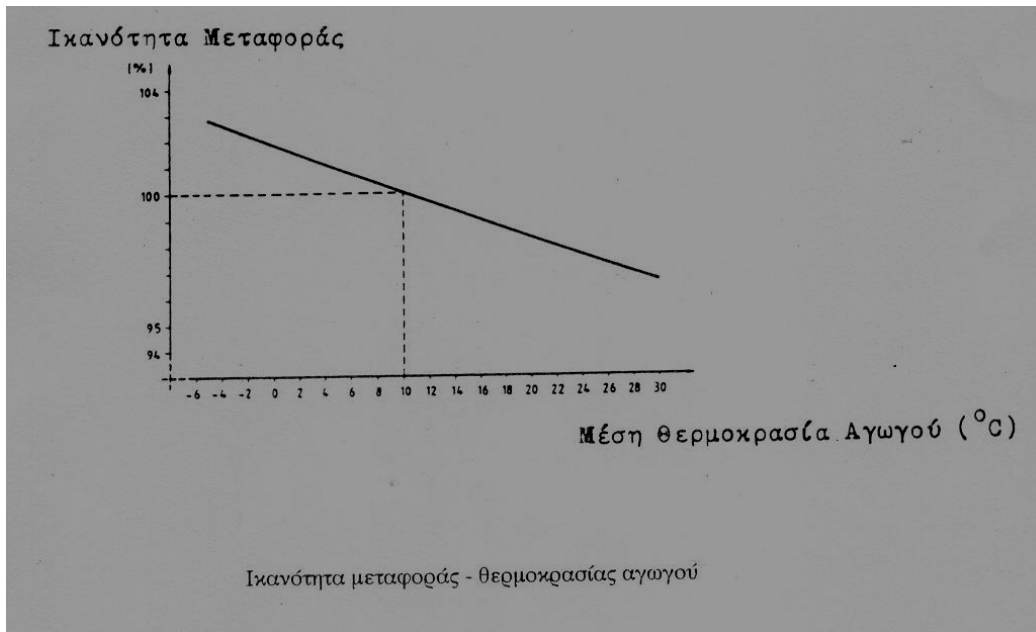
$P_u$  η μέγιστη πίεση εισόδου στο συμπιεστή σε barg

Μετά από υπολογισμούς βελτιστοποίησης διαπιστώθηκε ότι για διηπειρωτικά δίκτυα μεταφοράς (500 km και άνω) απαιτείται ένας σταθμός συμπίεσης κάθε 100 με 400km που οδηγεί στο βέλτιστο (από οικονομικής πλευράς) αριθμό σταθμών συμπίεσης μεταξύ 30 και 40.

Γενικά, η βελτιστοποίηση μεγάλων συστημάτων μεταφοράς είναι απαραίτητη λόγω των πολλών παραμέτρων που επηρεάζουν την λειτουργία τους.

Ένα παράδειγμα που δείχνει την εξάρτηση της τηλεμεταφοράς από τον παράγοντα της θερμοκρασίας περιβάλλοντος, είναι το ακόλουθο: τους θερινούς μήνες λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας, θερμαίνεται το έδαφος, με αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του Φ.Α. που μεταφέρεται από τους αγωγούς.

Η αύξηση αυτή συνεπάγεται την αύξηση των απωλειών πίεσης λόγω τριβών κατά την ροή. Αποτέλεσμα των παραπάνω, είναι η μείωση της ικανότητας μεταφοράς του συστήματος, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχ.2: Διάγραμμα ικανότητας μεταφοράς του συστήματος.

Η αύξηση της εξωτερικής θερμοκρασίας έχει επίπτωση και στην απόδοση των αεριοστροβίλων που κινούν τους συμπιεστές.

Αυτό συμβαίνει γιατί αυξάνει η θερμοκρασία του αναρροφούμενου αέρα με αποτέλεσμα οι αεριοστρόβιλοι αλλά και γενικότερα οι κινητήριες μηχανές του συστήματος, να λειτουργούν με μικρότερο βαθμό απόδοσης.

Οι αγωγοί τηλεμεταφοράς τοποθετούνται μέσα στο έδαφος σε βάθος 2-2,5m. Οι σωλήνες έχουν καθοδική προστασία με συνεχές ρεύμα και προστασία έναντι της σκουριάς.

Στα σημεία του τηλεδικτύου με το χαμηλότερο ύψος τοποθετούνται κατάλληλες διατάξεις απομάκρυνσης των συμπυκνωμάτων που δημιουργούν οι βαρύτεροι υδρογονάνθρακες. Το συνολικό μήκος των τηλεδικτύων σήμερα, υπερβαίνει τα  $10^6$  km πιεστικών αγωγών.

## 2.2.2 Υποθαλάσσια μεταφορά .

Μια ιδιαίτερη μέθοδος τηλεμεταφοράς φυσικού αερίου πραγματοποιείται μέσω υποθαλάσσιων αγωγών.

Η υποθαλάσσια μεταφορά εφαρμόζεται σε δύο περιπτώσεις:

- για την σύνδεση πηγών που βρίσκονται σε θαλάσσιο χώρο, με την ξηρά (π.χ. πηγές στη Βόρεια θάλασσα).
- για την μεταφορά αερίου από μια πηγή που βρίσκεται στην ξηρά σε καταναλωτές στην απέναντι όχθη (π.χ. υποθαλάσσιος αγωγός μεταξύ Αλγερίας και Σικελίας).

Αυτήν την στιγμή υπάρχουν υποθαλάσσιοι αγωγοί με μήκος 450km (Βόρεια Θάλασσα) ενώ στο στάδιο της μελέτης βρίσκονται αγωγοί με μήκος 1000km. Το μεγαλύτερο βάθος συναντά ο αγωγός Τυνησίας- Σικελίας και φθάνει τα 600m.

Οι σταθμοί συμπίεσης που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των απωλειών πίεσης, κατασκευάζονται σε θαλάσσιες εξέδρες και η πίεση λειτουργίας τους φθάνει τιμές μέχρι και 150bar.

### 2.2.3 Υγροποίηση και θαλάσσια μεταφορά.

Το υγροποιημένο φυσικό αέριο **L N G (Liquefied Natural Gas)** δεν είναι τίποτα άλλο παρά το φυσικό αέριο των υπογείων κοιτασμάτων, το οποίο κάτω από ειδική επεξεργασία μεταβαίνει από την αέρια στην υγρή κατάσταση (υγροποίηση) με σκοπό τη μεταφορά του με ειδικά δεξαμενόπλοια.

Η μεταφορά με δεξαμενόπλοια είναι απαραίτητη όταν το κοίτασμα απέχει από τη κατανάλωση τόσο ώστε η μεταφορά με υποθαλάσσιους αγωγούς να είναι αδύνατη ή οικονομικά ασύμφορη.

Τα ήδη υπάρχοντα υποθαλάσσια δίκτυα μεταφοράς παρουσίασαν με το χρόνο μία εξέλιξη στα μήκη τους αλλά η τεχνική εμπειρία γύρω από αυτά αφορά μόνο μικρά βάθη.

Ένας υποθαλάσσιος αγωγός που συνδέει την Τυνησία με την Ιταλία φτάνει τα εξακόσια μέτρα βάθος. Η νεώτερη τεχνολογία μπορεί να αντιμετωπίσει και βάθη μέχρι δύο χιλιάδες μέτρα αλλά στερείται πλήρως εμπειρίας.

Για τους παραπάνω λόγους ξεκίνησαν προσπάθειες με στόχο τη μεταφορά με πλοίο υγροποιημένου φυσικού αερίου, που είχαν ως αποτέλεσμα το 1959 να γίνει το πρώτο πειραματικό ταξίδι. Από το 1964 ξεκινά η συστηματική μεταφορά ποσότητας 25.000 m<sup>3</sup> μεταξύ Arzew (Αλγερία) και (Convey) Αγγλία ενώ ταχύτατα δημιουργούνται και άλλοι θαλάσσιοι δρόμοι μεταφοράς LNG.

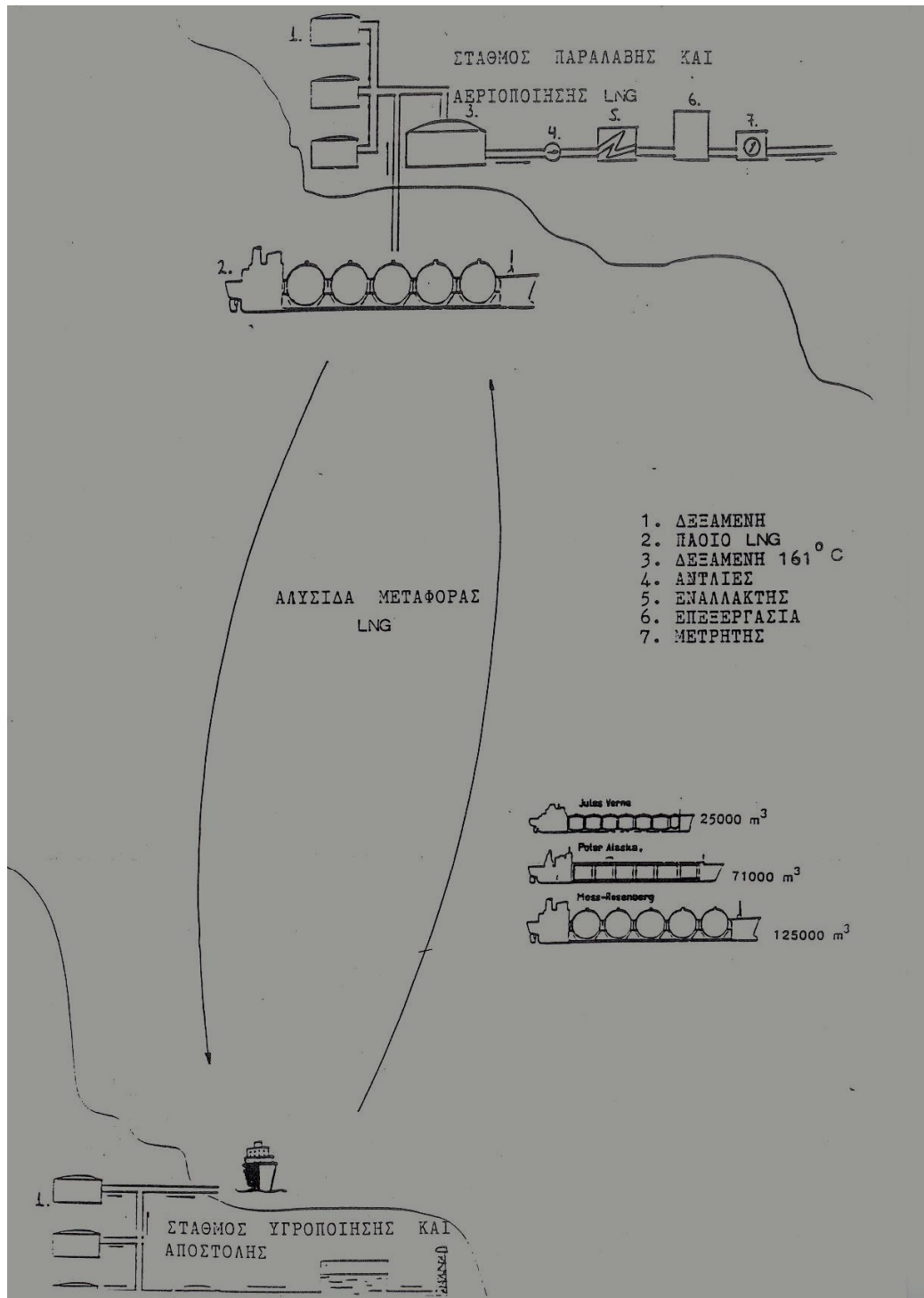
Η χωρητικότητα των πλοίων μεταφοράς εξελίχθηκε σταδιακά, και έτσι από τα 25.000m<sup>3</sup> ανέβηκε στα 71.000m<sup>3</sup> για να φτάσει στα 125.000m<sup>3</sup> των σημερινών πλοίων.

Με την εξέλιξη των πλοίων περιορίστηκε το κόστος με αποτέλεσμα να μειωθεί και ο χρόνος εκφόρτωσης ακόμα και στο ένα 24ωρο. Στο παρακάτω σχέδιο παρίσταται η αλυσίδα μεταφοράς LNC και τα πλοία της.

Μια πρωτοποριακή για την ναυπηγική λύση έχει προταθεί κατά καιρούς και αφορά τη κατασκευή πλοίου μεταφοράς LNC από σκυρόδεμα. Τα πλεονεκτήματα του σκυροδέματος είναι οι καλές κρυογενικές του ιδιότητες και το φθινό του κόστος.

Οι χρήσεις του υγροποιημένου φυσικού αερίου, πλην της αεριοποίησης και της διανομής του μέσω των δικτύων πόλεως στον τελικό καταναλωτή, είναι περιορισμένες. Σε ερευνητικό στάδιο βρίσκονται ακόμα οι προσπάθειες για χρησιμοποίηση του LNG ως καύσιμο σε μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) ή αεριοστροβίλους.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει, ιδιαίτερα όσο αφορά στα προϊόντα της καύσης του, αποτελούν ισχυρό κίνητρο στη συνέχιση των προσπαθειών αυτών.



Σχ.1: Διάγραμμα Υγροποίησης και Θαλάσσιας μεταφοράς του Φυσικού Αερίου.



## **2.3 Δίκτυο Μεταφοράς.**

Στο δίκτυο μεταφοράς του φυσικού αερίου στην Ελλάδα περιλαμβάνονται:

**Κεντρικός αγωγός μεταφοράς αερίου υψηλής πίεσης (70 bar)** από τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα μέχρι την Αττική, συνολικού μήκους 512 χλμ. Η διάμετρος του αγωγού είναι 36''(in) για τα πρώτα 100 χλμ και 30''(in) για τα υπόλοιπα.

**Κλάδοι μεταφοράς υψηλής πίεσης** προς την ανατολική Μακεδονία και Θράκη, τη Θεσσαλονίκη, το Βόλο και την Αττική, συνολικού μήκους 440 χλμ.

**Μετρητικοί και ρυθμιστικοί σταθμοί** για τη μέτρηση της παροχής αερίου και τη ρύθμιση της πίεσης.

**Σύστημα τηλεχειρισμού, ελέγχου λειτουργίας και τηλεπικοινωνιών.**

**Κέντρα λειτουργίας και συντήρησης,** στην Αττική, τη Θεσσαλονίκη και τη Θεσσαλία.

**Συνοριακός Σταθμός Εισόδου (Border Station).**

## **2.4 Τερματικός Σταθμός Αποθήκευσης Ρεβυθούσας.**

Οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης του υγροποιημένου φυσικού αερίου στην Ρεβυθούσα περιλαμβάνουν:

- Δύο δεξαμενές αποθήκευσης συνολικής χωρητικότητας 130.000 κ.μ. (65.000 κ.μ. έκαστη).
- Εγκαταστάσεις ελλιμενισμού δεξαμενόπλοιων
- Κρυογενικές εγκαταστάσεις.
- Αεριοποιητές, για την επαναεριοποίηση του LNG και την τροφοδοσία του συστήματος μεταφοράς.
- Δύο αγωγούς διασύνδεσης της Ρεβυθούσας με το σύστημα μεταφοράς.
- Ναυλωμένο δεξαμενόπλοιο χωρητικότητας 29,500 κ.μ. Υ.Φ.Α.(υγροποιημένου φυσικού αερίου).

## 2.5 Σύστημα Διανομής.

Το σύστημα διανομής στην Ελλάδα αποτελείται από:

- **Δίκτυα μέσης πίεσης (19 bar)** στην Αττική, Θεσσαλονίκη, Θεσσαλία και στις βιομηχανικές περιοχές Οινοφύτων, Πλατέος Ημαθίας, Ξάνθης, Καβάλας και ΒΙΠΕ Κομοτηνής
- **Δίκτυα χαμηλής πίεσης (4 bar)** σε Αττική, Θεσσαλονίκη και Θεσσαλία, προβλεπόμενου μήκους 6.500 χλμ.

### 3. ΜΕΤΑΦΟΡΑ & ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.

#### **3.1 Βανοστάσια.**

Στη μεταφορά αερίου, οι βάνες δεν χρησιμοποιούνται μόνο σαν όργανα διακοπής της ροής αλλά και σαν όργανα ρύθμισης της ποσότητας του αερίου.

Ειδικότερα οι βάνες που χρησιμοποιούνται για τη διακοπή της ροής είναι: α) σφαιρικοί κρουνοί (ball valve), β) κωνικοί κρουνοί (plug valves) και γ) βάνες πώματος (globe valves). Ενώ σαν βάνες ρύθμισης παροχής χρησιμοποιούνται α) οι βάνες σύρτες (gate valves) και β) οι βάνες πώματος (globe valves).

Στο δίκτυο μεταφοράς υψηλής πίεσης οι σφαιρικές βάνες είναι υπόγεια εγκατεστημένες και ο κινητήρας τους λειτουργεί δια μέσω ενός κατακόρυφου εκτεταμένου στελέχους. Αυτές είναι αντιστατικές, πυροπροστατευμένες, και συναρμολογημένες με ένα στρέφων άξονα.

Ενώ ο κινητήρας τους αποτελείται από ένα μηχανισμό ο οποίος αντιστρέφει τη γραμμική ώθηση σε στρεπτική δύναμη του πνευματικού μέρους.

Ο όρος «πνευματικός» μέρος-τμήμα προέκυψε απο την λέξη «πνεύμα» που στα αρχαία ελληνικά σημαίνει και άνεμος, αέρας. Εξ αυτής και μέσω των αγγλοσαξόνων ο όρος χρησιμοποιείται για να δηλώσει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα προκειμένου να κινήσουν κατάλληλους επενεργητές.

Πεπιεσμένο αέρα διαθέτει κάθε βιομηχανικού τύπου εγκατάσταση. Η παραγωγή του γίνεται με εμβολοφόρους ή κοχλιοφόρους συμπιεστές και υπάρχει συνήθως δίκτυο διανομής που περιλαμβάνει και αεροφυλάκιο.

Χρήση πεπιεσμένου αέρα σε εφαρμογές αυτοματισμού ενδείκνυται σε περιπτώσεις που έχουμε επενέργεια σε μικρά φορτία, θέλομε μεγάλες ταχύτητες ή επιθυμούμε απλά μία φτηνή λύση στο πρόβλημά μας.

Ο περιορισμός στα φορτία οφείλεται στο γεγονός ότι η διαθέσιμες πιέσεις είναι το πολύ 10 bar. Τα πνευματικά συστήματα είναι ιδανική λύση για ένα μεγάλο εύρος περιπτώσεων αυτοματισμού.

Στα πλεονεκτήματά τους περιλαμβάνονται :

- Χαμηλό κόστος
- Αξιοπιστία.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιβάλλοντα με υψηλές θερμοκρασίες
- Δεν λερώνουν.

Στα δε μειονεκτήματά τους και τα παρακάτω :

- Δεν είναι κατάλληλα για εφαρμογές ελέγχου θέσης που απαιτούν μεγάλη ακρίβεια λόγω συμπίεστικότητας.
- Δεν είναι κατάλληλα για περιπτώσεις όπου απαιτείται να ασκηθούν μεγάλες δυνάμεις.

Για αυτές λοιπόν τις βάνες που είναι εγκαταστημένες στον αγωγό μεταφοράς και στο δίκτυο μέσης πίεσης είναι με πλήρη άξονα, ενώ βάνες ελεύθερης σφαίρας υπάρχουν σε βοηθητικές υπέργειες εγκαταστάσεις και σε μικρές διαμέτρους.

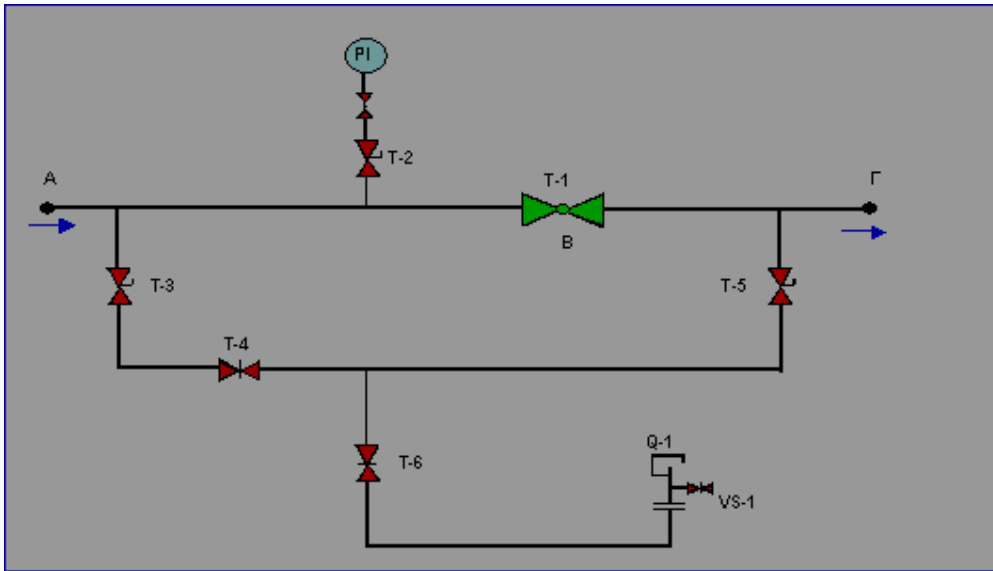
Οι σφαιρικοί κρουνοί ανοίγουν / κλείνουν με περιστροφή του άξονα κατά 90° (μοίρες). Για τις βάνες με διάμετρο μεγαλύτερη των 3 in χρειάζεται μηχανικό χειριστήριο (gear box). Στα μηχανικά

χειριστήρια μπορεί να προστεθούν κινητήρες ηλεκτρικοί, πνευματικοί ή υδραυλικοί.

Ακολουθούν διαγράμματα εγκατεστημένων βανοστασιών κατά μήκος του σωληναγωγού.

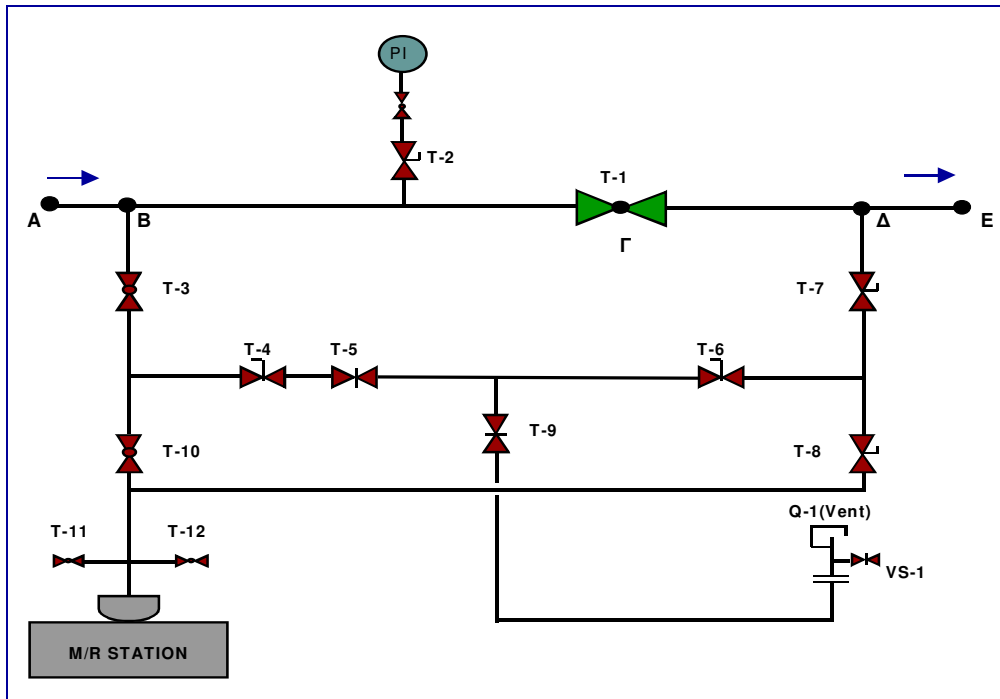
Τα βανοστάσια είναι τριών κατασκευαστικών τύπων:

**α. Απλά βανοστάσια τμηματοποίησης του αγωγού** (Σχήμα 3). Εγκαθίστανται για λόγους ασφάλειας, ώστε σε περίπτωση βλάβης του αγωγού να είναι δυνατή η απομόνωση του τμήματος που έχει υποστεί βλάβη και η εκτόνωση του αερίου εάν απαιτηθεί.



*Σχ.1: Απλό Βανοστάσιο.*

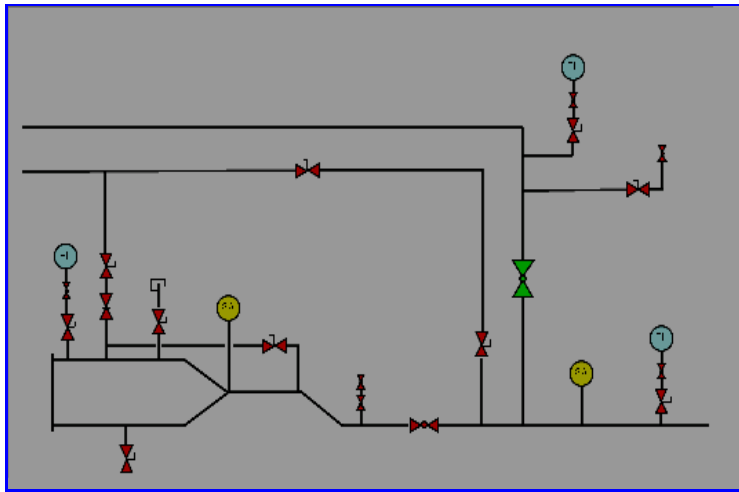
**β. Βανοστάσια σύνδεσης Μετρητικού Ρυθμιστικού Σταθμού στον αγωγό** (Σχήμα 4). Επιτρέπεται απομόνωση τμήματος του αγωγού με την ταυτόχρονη τροφοδότηση του Μ/ΡΣ με αέριο.



Σχ.2: Βανοστάσιο Σύνδεσης M/R.

γ. Βανοστάσια συνοδευόμενα από διατάξεις εισαγωγής ή παραλαβής ξέστρων.

τα οποία ονομάζονται ξεστροπαγίδες ή scraper stations. Αυτά κατά κύριο λόγο κατασκευάζονται ανά μεγάλη χιλιομετρική απόσταση σωληναγωγού του δικτύου μεταφοράς και σκοπός τους είναι η δυνατότητα καθαρισμού του δικτύου.



Σχ. 3 Βανοστάσια συνοδευόμενα από διατάξεις εισαγωγής ή παραλαβής ξέστρων.

### 3.2 Μετρητικοί - Ρυθμιστικοί Σταθμοί (M/R).

Τα τμήματα όλου του συστήματος φυσικού αερίου που υφίσταται ανάγκη τέτοιων σταθμών είναι:

- 1) Το σύστημα παραγωγής του φυσικού αερίου για τη ρύθμιση της πίεσεως των διατάξεων επεξεργασίας όπως π.χ. για τον καθαρισμό του , ή για την ρύθμιση της πίεσεώς του αερίου κατά την εισαγωγή του στο τηλεδίκτυο μεταφοράς.
- 2) Κατά την τροφοδότηση των τοπικών αστικών δικτύων ή των δικτύων μεγάλων καταναλωτών (μεγάλες βιομηχανίες) από τα τηλεδίκτυα μεταφοράς. Οι υποσταθμοί αυτοί έχουν και διατάξεις μετρήσεως του αερίου.

- 3) Στην μείωση της υψηλής πίεσης των τοπικών δικτύων προς τα δίκτυα κατανομής (μέσης πίεσης) και διανομής (χαμηλής πίεσης).
- 4) Στην σύνδεση οικιακών και εμπορικών καταναλωτών, επειδή η πίεση διανομής είναι πάντα μεγαλύτερη από την πίεση λειτουργίας των συσκευών και σε συνδυασμό με την μέτρηση του αερίου.
- 5) Σε διάφορες άλλες ειδικές περιπτώσεις.



**Εικ.1:** Απεικόνιση ενός σταθμού M/R.



### **3.3 Σταθμός Ρύθμισης Πίεσης Φυσικού Αερίου (R).**

Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι όταν μιλάμε για ρύθμιση πίεσης αερίων στην παρούσα εργασία, αναφερόμαστε μόνο σε σταθμούς υποβιβασμού πίεσης και όχι αύξηση αυτής.

Για την αύξηση της πίεσης του αερίου σε ένα δίκτυο απαιτείται σταθμός συμπίεσης (compressor station) και αποτελεί ένα άλλο μεγάλο κεφάλαιο στην τεχνολογία του φυσικού αερίου.

Για την διανομή του αερίου λοιπόν από το δίκτυο υψηλής πίεσης σε αστικά κέντρα αλλά και για την κατανάλωση του (καύση του) απαιτείται ο υποβιβασμός της πίεσης του. Για τον λόγο αυτό κατασκευάζονται σταθμοί ρύθμισης της πίεσης αυτού με βασικότερο εξάρτημα – διάταξη τον ρυθμιστή πίεσης.

Αυτός από μόνος του μπορεί να αποτελεί μια βαθμίδα υποβιβασμού πίεσης αρκεί να περιέχει και βαθμίδες ασφαλείας από την κατασκευή του. Σε άλλες περιπτώσεις οι σταθμοί υποβιβασμού της πίεσης αποτελούνται από ξεχωριστά εξαρτήματα, τα οποία αποτελούν μία σύνθετη διάταξη αλλά και αρκετά ευέλικτη.

Για τον σχεδιασμό των συστημάτων ρύθμισης και μείωσης της πίεσης, πρέπει να είναι γνωστές οι αρχικές και οι τελικές πιέσεις καθώς και η ρέουσα ποσότητα του αερίου (κάθε φορά).

Επειδή στις περισσότερες περιπτώσεις δεν υπάρχει τέτοια καμπύλη, προσπαθούμε να την εκτιμήσουμε από το είδος και το πλήθος των καταναλωτών και τις πιθανές καταναλώσεις κατά την διάρκεια του χρόνου.

Φυσικά για τους οικιακούς και τους εμπορικούς καταναλωτές πρέπει να γίνει διάκριση για την περίοδο αυξημένης ζήτησης, όπως είναι το παράδειγμα της παροχής για θέρμανση.

Οι βαθμίδες που συνθέτουν ένα σταθμό υποβιβασμού πίεσης είναι:

- 1) Βάνες εισόδου – εξόδου (inlet – outlet valves)
- 2) Βάνες ακαριαίας αποκοπής (slam shut valves)
- 3) Ρυθμιστής πίεσης (regulator)
- 4) Ανακουφιστική βαλβίδα (relief valve)

Στους σταθμούς αυτούς δίνεται η ευκαιρία να γίνουν και άλλες διεργασίες όπως:

- 1) Φιλτράρισμα από σκόνες και άλλα στερεά σωματίδια.
- 2) Προθέρμανση του αερίου, όταν αυτή κρίνεται αναγκαία. Η προθέρμανση του αερίου γίνεται με τους εναλλάκτες θερμότητας. Οι διάφοροι τύποι εναλλακτών θερμότητας είναι ο εναλλάκτης διπλού σωλήνα, οι εναλλάκτες κελύφους-σωλήνων (αυλοφόροι), οι εναλλάκτες πολλαπλών διαδρομών και οι εναλλάκτες θερμότητας με εκτεταμένη επιφάνεια (με πλάκες και οι σπειροειδείς).

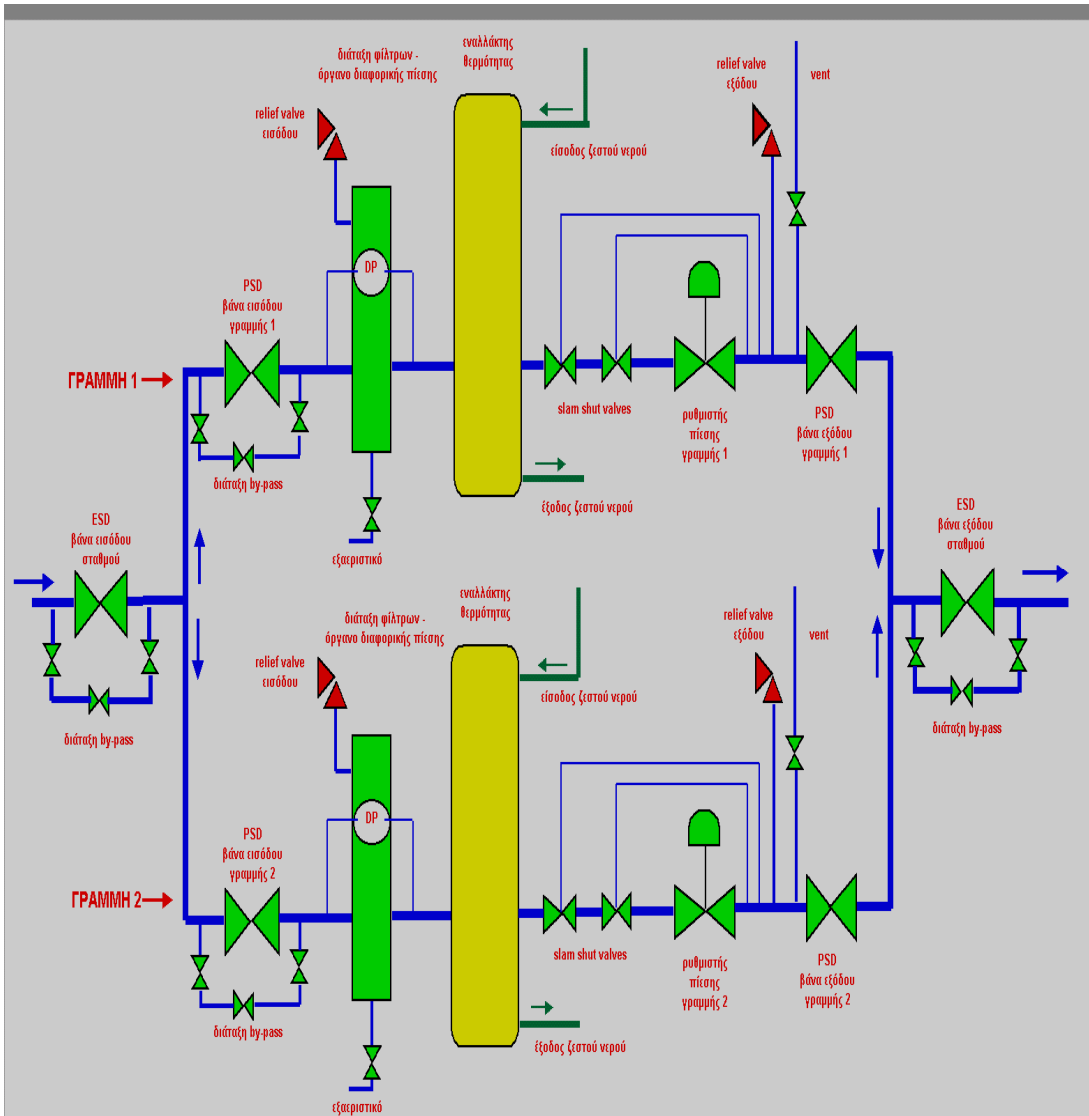
- 3) Προφύλαξη των διατάξεων χαμηλής πίεσης είτε από υπερβολική πίεση είτε από πολύ χαμηλή πίεση, η οποία μπορεί να προέρχεται από μεγάλη διαφυγή αερίου.
- 4) Ρύθμιση και καταγραφή μεγεθών τα οποία παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον.
- 5) Προσθήκη οσμής στο διανεμόμενο αέριο για λόγους ασφαλείας. Επειδή το φυσικό αέριο είναι σχεδόν άοσμο, η τυχόν διαφυγή του είναι δύσκολο να εντοπιστεί γι' αυτό και οι κανονισμοί των ανεπτυγμένων χωρών επιβάλλουν την προσθήκη οσμής με πρόσμιξη ειδικών υλών για να προσδιορίζεται τυχόν διαφυγή. Οι ουσίες που δίνουν την οσμή στο φυσικό αέριο είναι της κατηγορίας των μερκαπτανών οι οποίες είναι οργανικές ενώσεις του θείου. Μια πολύ χρησιμοποιούμενη ουσία για αυτό το σκοπό είναι η ΤΗΤ (τετραϋδροθειοφίνη), η οποία δίνεται μετά τον ρυθμιστή πίεσης στους σταθμούς τροφοδοσίας των πόλεων. Η παρακολούθηση της οσμής γίνεται από το πιο απομακρυσμένο σημείο του δικτύου.

### **Γενικά πρέπει να δίνετε ιδιαίτερη προσοχή ώστε:**

- ❖ Να υπάρχει ηλεκτρική απομόνωση του υποσταθμού υποβιβασμού της πίεσης από το υπόλοιπο δίκτυο που ακολουθεί μετά απ' αυτόν.
- ❖ Παράλληλα να υπάρχουν διατάξεις ασφαλιστικές που προβλέπουν την απομόνωση του υποσταθμού από σπινθήρες.
- ❖ Να δίνεται μεγάλη προσοχή στην επιλογή των οργάνων διακοπής, που μπορεί να είναι συρτές, κλαπέτα ή κρουνοί, τα οποία δεν πρέπει να παρουσιάζουν ευπάθεια στις σκόνες που μεταφέρει το φυσικό αέριο.
- ❖ Την πρόβλεψη τοποθέτησης φίλτρων, όταν κρίνεται αναγκαία, ειδικότερα στα χαλύβδινα, τα οποία μετά από ορισμένα χρόνια λειτουργίας, παρουσιάζουν σκουριές από διάφορες αιτίες.
- ❖ Την προθέρμανση του αερίου, που έχει να κάνει με την μείωση της πίεσης για την οποία γνωρίζουμε από τη φυσική ότι συνοδεύεται με μείωση της θερμοκρασίας (φαινόμενο Joule -Thomson).

- ❖ Το σύστημα τηλεμετρίας (SCADA). Σε ένα εθνικό σύστημα μεταφοράς μπορεί να υπάρχουν δεκάδες σταθμοί μέτρησης ή /και ρύθμισης οι οποίοι υποβιβάζουν τη πίεση και μετρούν (ποιοτικά και ποσοτικά) το αέριο από το σύστημα μεταφοράς στα δίκτυα μέσης πίεσης. Οι σταθμοί είναι μη επανδρωμένοι και εναλλακτικά λειτουργούν αυτόματα με τηλεχειρισμό από το κέντρο ελέγχου. Στο Ελληνικό εθνικό σύστημα μεταφοράς μόνο ο σταθμός του Στρυμονοχωρίου είναι επανδρωμένος.

Τα σημεία εισόδου του φυσικού αερίου στο δίκτυο. Οι σημαντικότεροι μετρητικοί σταθμοί του φυσικού αερίου βρίσκονται στο Στρυμονοχώρι και την Αγία Τριάδα.



**Σχ.1: Γραμμές Ρύθμισης.**

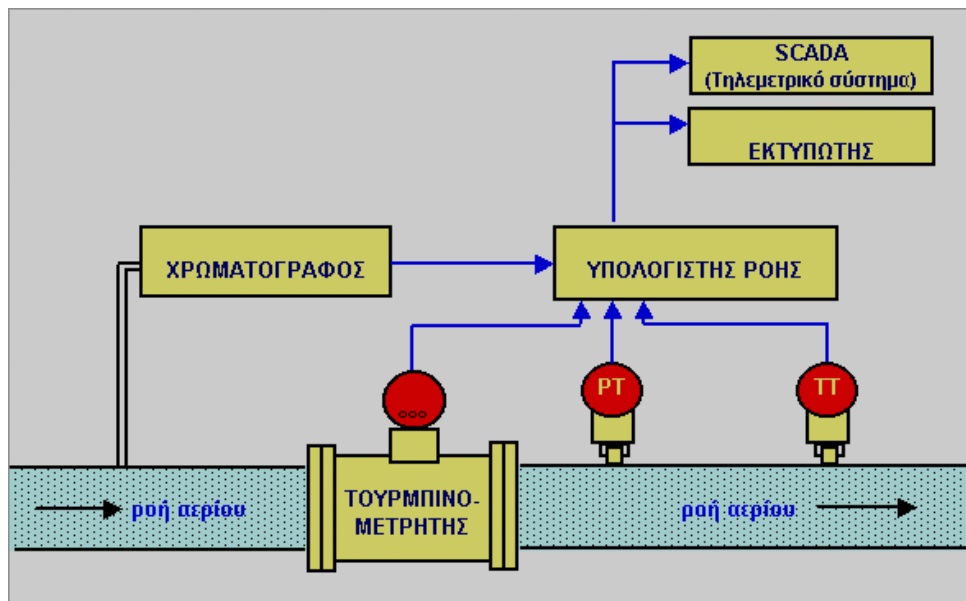
### 3.3.1 Σταθμός Μέτρησης Φυσικού Αερίου (Μ).

Σταθμός μέτρησης φυσικού αερίου θεωρείται το σύνολο των οργάνων και των διατάξεων που έχουν σαν αποτέλεσμα την μέτρηση του όγκου του αερίου και σε πιο αναπτυγμένα συστήματα μέτρησης, στον υπολογισμό της ενέργειας.

Για την μέτρηση του όγκου, αρκεί να χρησιμοποιήσουμε έναν ογκομετρητή τύπου τουρμπίνας, διαφράγματος κλπ.

Για τον υπολογισμό της ενέργειας απαιτείται μία σύνθετη διάταξη από όργανα μέτρησης όγκου, πίεσης, θερμοκρασίας, ποιοτικών χαρακτηριστικών του αερίου (χρωματογράφος αερίων) καθώς και ηλεκτρονικές υπολογιστικές διατάξεις όπως ο διορθωτής όγκου.

Το ακόλουθο σχήμα παρουσιάζει μία τέτοια διάταξη:



Σχ.2: Σύνθετη Διάταξη Μέτρησης Αερίου.

Η μέτρηση του όγκου πραγματοποιείται από τον τουρμπινομετρητή. Η ποσότητα του αερίου που διέρχεται από αυτόν καταμετρείται και απεικονίζεται σε ένα αναλογικό όργανο το οποίο βρίσκεται εγκατεστημένο στον μετρητή όγκου.

Σε αυτόν τον μηχανικό μετρητή καταγράφεται η ποσότητα του αερίου σε  $m^3$ . Αυτή και μόνη η διάταξη μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις (όπως ένας οικιακός καταναλωτής), να αποτελεί τον σταθμό μέτρησης.

Σε πιο σύνθετες περιπτώσεις όμως αυτό δεν αρκεί. Βασική προϋπόθεση είναι η πίεση λειτουργίας της διάταξης γεγονός που απαιτεί διόρθωση όγκου όταν η πίεση λειτουργίας υπερβαίνει το 1 bar.

Σε αυτήν λοιπόν την περίπτωση θα πρέπει να γίνεται μέτρηση της πίεσης του αερίου καθώς και της θερμοκρασίας και οι μετρήσεις αυτές να μεταδίδονται στον υπολογιστή ροής ή αλλιώς στον διορθωτή όγκου (PTZ) για τους υπολογισμούς του διορθωμένου όγκου του αερίου.

Για την υλοποίηση της διάταξης θα πρέπει τα όργανα μέτρησης να συνοδεύονται από μεταδότες (πομπούς) σημάτων αναλογικής ή ψηφιακής επικοινωνίας έτσι ώστε να είναι δυνατή η μετάδοση των σημάτων. Στο σχήμα 7, ο μεταδότης πίεσης έχει την ένδειξη PT (Pressure Transmitter) και ο μεταδότης θερμοκρασίας την ένδειξη TT (Temperature Transmitter).



Ο διορθωτής όγκου με αυτό τον τρόπο “διαβάζει” σε πραγματικό χρόνο, την ποσότητα του αερίου στις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας λειτουργίας και εφαρμόζοντας την συνάρτηση διόρθωσης SGERG (για την χώρα μας).

Υπολογίζει τον διορθωμένο όγκο του αερίου, δηλαδή αναγάγει τον μετρούμενο αδιόρθωτο όγκο ( $U_b$ ), σε όγκο υπό κανονικές συνθήκες πίεσης ( $P = 1.01325 \text{ bar}$ ) και θερμοκρασίας ( $T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ), τον οποίο καλούμε διορθωμένο όγκο ( $U_n$ ) και έχει ως μονάδα μέτρησης το [ $\text{Nm}^3$ ]. Πρέπει να σημειωθεί ότι ως πίεση λειτουργίας λαμβάνεται η απόλυτη πίεση του αερίου δηλαδή το άθροισμα της σχετικής πίεσης και της ατμοσφαιρικής πίεσης,

$$P_{\text{απόλυτη}} = P_{\text{ατμοσφαιρική}} + P_{\text{σχετική}}$$

και μονάδα μέτρησης αυτής θεωρούμε το bar .

Για την εφαρμογή της συνάρτησης διόρθωσης απαιτούνται και παράμετροι ποιοτικών χαρακτηριστικών του αερίου, τις οποίες μπορούμε να έχουμε είδη προγραμματίσει στον διορθωτή όγκου και να τις ανανεώνουμε σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα σύμφωνα πάντα με την διαφοροποίηση της σύστασης του φυσικού αερίου που χρησιμοποιούμε.

Σε ακόμη πιο σύνθετους σταθμούς μέτρησης και όπου απαιτείται π.χ. σταθμός μέτρησης αερίου παροχέτευσης πόλης ή συνοριακός σταθμός, θα πρέπει η διάταξη μέτρησης να υπολογίζει την ενέργεια του αερίου και όχι μόνο τον διορθωμένο όγκο και αυτό διότι ως γνωστό η τιμολόγηση του αερίου πραγματοποιείται για την ενέργεια του αερίου και όχι για την ποσότητα του.

Εκεί λοιπόν τοποθετούμε χρωματογράφους, δηλαδή συσκευές ανάλυσης του αερίου οι οποίες λαμβάνουν δείγμα αερίου, το αναλύουν και μας δίνουν την σχετική πυκνότητα, τον δείκτη Wobbe, τον συντελεστή συμπίεστικότητας, την ποσοστιαία σύσταση του αερίου και την θερμογόνο δύναμη όπου συναρτήσει του διορθωμένου όγκου υπολογίζεται η ενέργεια του αερίου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι με τους αέριους χρωματογράφους επιτυγχάνονται υπολογισμοί με ποιοτικά χαρακτηριστικά σε πραγματικό χρόνο. Τα αποτελέσματα αυτά θα πρέπει να καταγράφονται στον υπολογιστή ροής (ή διορθωτή όγκου) καθώς επίσης μπορούμε να τα μεταδίδουμε μέσω ενός συστήματος τηλεποπτείας (SCADA) σε ένα κεντρικό τμήμα ελέγχου του συστήματος και κατανομής φορτίων.

### **3.4 Λειτουργικές Καταστάσεις .**

Οι M, R, και M/R σταθμοί αποτελούνται από δύο τουλάχιστον όμοιες διατάξεις μέτρησης, ρύθμισης και μέτρησης/ρύθμισης αντίστοιχα, οι οποίες αποκαλούνται γραμμές αερίου (ρεύματα αερίου).

Σε κάθε σταθμό ένα ή περισσότερα ρεύματα βρίσκονται σε λειτουργία, ενώ υπάρχει πάντα ένα ρεύμα σε ετοιμότητα (stand-by).

Το ρεύμα αυτό αναλαμβάνει αυτόματα (λειτουργική κατάσταση B) ή με τηλεχειρισμό μέσω του συστήματος SCADA (λειτουργική κατάσταση A) σε περίπτωση που ένα από τα εν λειτουργία ρεύματα τεθεί εκτός.

#### **ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (A) :**

Τα όρια λειτουργίας (set points) και στα δύο ρεύματα είναι ίδια. Σε περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο κλείσει (πέσει) το ενεργό ρεύμα ο χειριστής από το Κέντρο Ελέγχου ή ο τεχνίτης πεδίου επί τόπου ενεργοποιεί (ανοίγει) το εφεδρικό ρεύμα.

## **ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (B) :**

Τα όρια λειτουργίας (set points) των ρυθμιστικών βαλβίδων και στα δύο ρεύματα διαφέρουν περίπου κατά 0,5 bar.

Σε περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο κλείσει (πέσει) το ενεργό ρεύμα, η πίεση εξόδου πέφτει (λόγω συνεχιζόμενης κατανάλωσης) με αποτέλεσμα να φτάσει το όριο λειτουργίας της ρυθμιστικής βαλβίδας του εφεδρικού ρεύματος η οποία ενεργοποιείται (ανοίγει) χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.

Τα εν λειτουργία ρεύματα εναλλάσσονται με τα εφεδρικά ανά τακτά χρονικά διαστήματα (τουλάχιστον δύο φορές το χρόνο) για λόγους συντήρησης.

Οι παράμετροι ποιότητας παρακολουθούνται σε συνεχή βάση με τη χρήση αέριων χρωματογράφων. Η στάση του αερίου μεταφέρεται στη συνέχεια στους υπολογιστές ροής, οι οποίοι τη χρησιμοποιούν, μαζί με τις ενδείξεις απόλυτης πίεσης και θερμοκρασίας που λαμβάνουν, για τον υπολογισμό της τρέχουσας συμπίεστότητας του αερίου.

Ταυτόχρονα, οι υπολογιστές ροής χρησιμοποιούν τα παραπάνω για να μετατρέψουν τους παλμούς που λαμβάνουν από τους μετρητές ροής σε ρυθμούς ροής ενέργειας, μάζας και όγκου.

Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας οι Σταθμοί λειτουργούν χωρίς την παρουσία προσωπικού, καθότι αυτοί επιβλέπονται από το Κέντρο Ελέγχου & Κατανομής Φορτίου της ΔΕΠΑ. Ωστόσο προβλέπονται όλα τα αναγκαία μέσα ώστε η λειτουργία του Σταθμού να καθίσταται δυνατή μέσω του τοπικού πίνακα ελέγχου του Σταθμού.

Αυτό γίνεται από το προσωπικό της ΔΕΠΑ, σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή (για τεχνικούς λόγους) η τηλεποπτεία και ο τηλεχειρισμός του Σταθμού από το Κέντρο Κατανομής Φορτίου ή σε έκτακτες περιπτώσεις, όπου η επανδρωμένη λειτουργία θεωρείται απαραίτητη από την ΔΕΠΑ.

Οι σταθμοί μέτρησης παροχής και ρύθμισης της πίεσης που διακρίνουμε είναι:

- Σταθμός τροφοδοσίας πόλης.
- Τομεακός σταθμός διανομής.
- Μετρητικός ρυθμιστικός σταθμός μεγάλου καταναλωτή.
- Ρυθμιστής / μετρητής παροχής.

### **3.4.1 Σταθμοί τροφοδοσίας πόλεων - Τομεακοί σταθμοί διανομής.**

Οι σταθμοί αυτοί έχουν σκοπό την παροχή αερίου στα δίκτυα διανομής σε μια σταθερή πίεση.

Οι σταθμοί τροφοδοσίας πόλης και οι τομεακοί σταθμοί διανομής (δηλαδή οποιοσδήποτε σταθμός με πίεση εισόδου μεγαλύτερη από 19 bar) έχουν τα ακόλουθα κοινά χαρακτηριστικά:

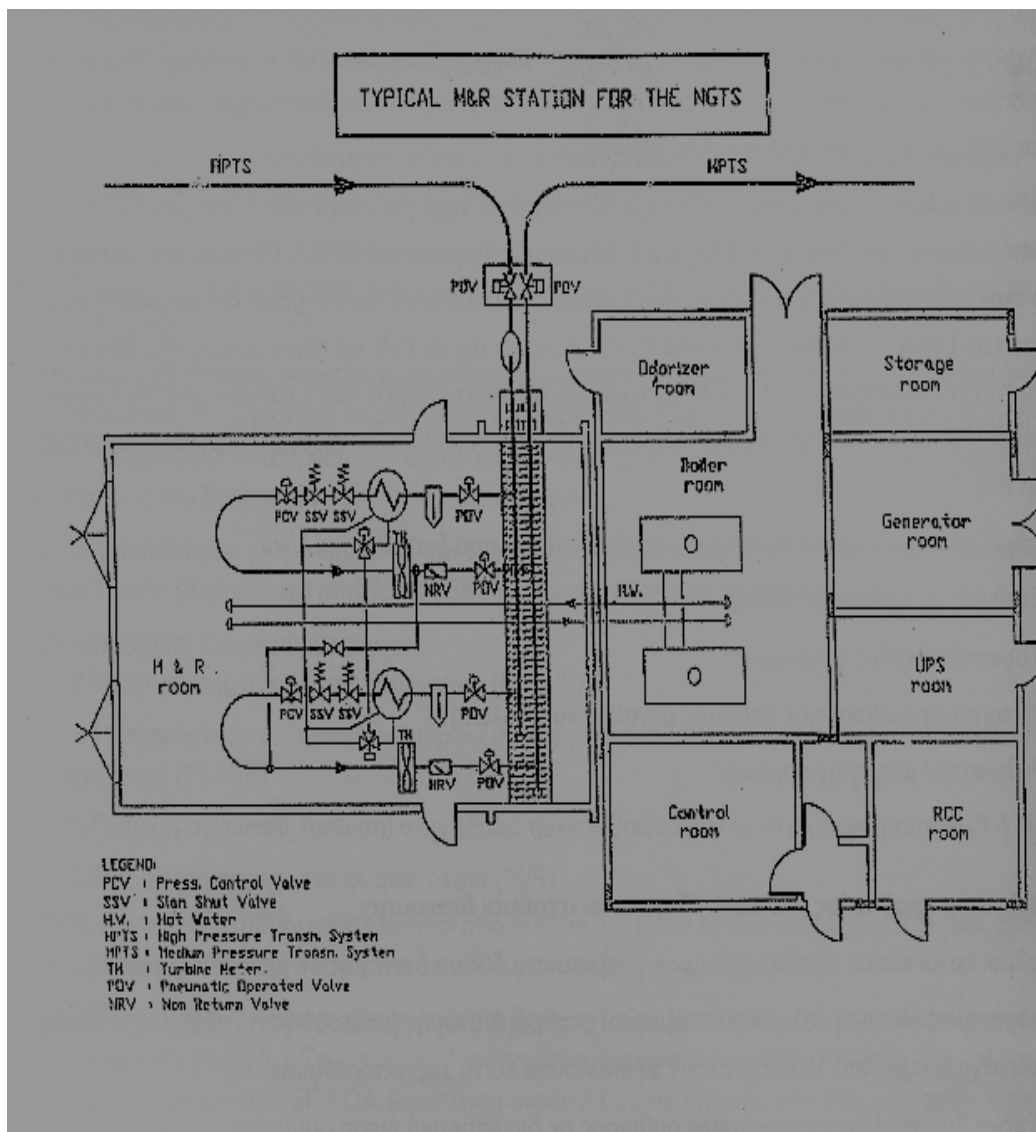
- Δύο τουλάχιστον ρεύματα (γραμμές) ρύθμισης με διαφορετική πίεση ρύθμισης.
- Σε μια γραμμή ρύθμισης εκτός από τον ρυθμιστή υπάρχουν τρία τουλάχιστον όργανα προστασίας από υπερπίεση, τα οποία μπορεί να είναι:

- 1) Ένας επιτηρητής ρυθμιστής (monitor regulator).
- 2) Βάνα ακαριαίας διακοπής (slam shut valve).
- 3) Ανακουφιστική βαλβίδα (relief valve).

Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται δύο επιτηρητές ρυθμιστές στο ίδιο ρεύμα ρύθμισης.

**Στους σταθμούς τροφοδοσίας πόλεων** (Σχήμα 3):

Ένα τουλάχιστον ρεύμα (γραμμή) ρύθμισης είναι σε κατάσταση λειτουργίας και ένα τουλάχιστον σε κατάσταση ετοιμότητας (stand - by). Η μείωση της πίεσης μπορεί να γίνεται σε μία βαθμίδα ή σε πολλές βαθμίδες.



Σχ.3: Τυπικός Μετρητικός - Ρυθμιστικός Σταθμός

Στους περισσότερους σταθμούς τροφοδοσίας πόλης όπου η μείωση της πίεσης είναι μεγάλη και έχει σαν επακόλουθο την πτώση της θερμοκρασίας του αερίου, υπάρχει και σύστημα προθέρμανσης πριν τον ρυθμιστή.

Επίσης τοποθετείται και το σύστημα που προσδίδει στο αέριο την χαρακτηριστική οσμή για λόγους ασφαλείας.

Αποτελούνται από δύο γραμμές μέτρησης - ρύθμισης. Η μία γραμμή βρίσκεται σε λειτουργία και η άλλη σε ετοιμότητα.

**Σε κάθε ρεύμα (γραμμή) διακρίνουμε τα ακόλουθα όργανα:**

- 1) Πνευματική βάνα εισόδου ρύθμισης.
- 2) Φίλτρο.
- 3) Προθερμαντήρας αερίου.
- 4) Βάνες ακαριαίας διακοπής υπερπίεσης και υποπίεσης.
- 5) Ρυθμιστής πίεσης.
- 6) Βαλβίδα εκτόνωσης.
- 7) Στροβιλομετρητής.
- 8) Ανεπίστροφη βάνα.
- 9) Πνευματική βάνα εξόδου του ρεύματος.



Στους τομεακούς σταθμούς διανομής η πίεση του αερίου μειώνεται στα 4 bar από τα 16 - 19 bar.

Επίσης στους σταθμούς αυτούς μετράτε η παροχή του αερίου για στατιστικούς λόγους.

Αποτελούνται από δύο γραμμές ρύθμισης και μια γραμμή μέτρησης.

**Σε κάθε γραμμή υπάρχουν :**

- Σφαιρική βάνα εισόδου.
- Φίλτρο αερίου.
- Βαλβίδα ακαριαίας διακοπής υπερπίεσης και υποπίεσης.
- Ρυθμιστής πίεσης με ενσωματωμένη βαλβίδα ακαριαίας διακοπής.
- Βάνα εξόδου ρεύματος τύπου πεταλούδας.

**Το ρεύμα μέτρησης αποτελείται από:**

- Έναν μετρητή.
- Μία βάνα εξόδου.

Οι σταθμοί αυτοί τοποθετούνται σε καμπίνες διαστάσεων 2,5 μ X 1,5 μ X 1,8 μ περίπου.

### **3.4.2 Μετρητικοί - Ρυθμιστικοί σταθμοί μεγάλων καταναλωτών.**

Οι σταθμοί αυτοί τροφοδοτούν βιομηχανίες απευθείας από το σύστημα μεταφοράς και είναι παρόμοιοι με τους σταθμούς τροφοδοσίας πόλεων. Οι σταθμοί που τροφοδοτούν βιομηχανίες από δίκτυο μέσης πίεσης είναι παρόμοιοι των τομεακών σταθμών διανομής με την προσθήκη μιας ανακουφιστικής βαλβίδας.

Για τους καταναλωτές που συνδέονται με το δίκτυο διανομής προβλέπονται διατάξεις με φίλτρο, ρυθμιστή και μετρητή.

#### **Οι σταθμοί αυτοί κατατάσσονται ανάλογα με την παροχή ως εξής:**

- Σταθμός M/R IND II (Παροχή 1.250 m<sup>3</sup>/h).
- Σταθμός M/R IND I (Παροχή 3.250 m<sup>3</sup>/h).
- Σταθμός M/R 5000 (Παροχή 5.000 m<sup>3</sup>/h).
- Σταθμός M/R IND 2 (Παροχή 8.000 m<sup>3</sup>/h).
- Σταθμός M/R IND 3 (Παροχή 12.500 m<sup>3</sup>/h).
- Σταθμός M/R IND 4 (Παροχή 20.000 m<sup>3</sup>/h).

Όλοι οι σταθμοί δουλεύουν με πίεση εισόδου 19 bar, και έξοδο ανάλογη με τις απαιτήσεις της κάθε βιομηχανίας-μεγάλου καταναλωτή.

Η μέτρηση της κατανάλωσης γίνεται με τουρμπινόμετρο και η διόρθωση των κυβικών μέτρων με ηλεκτρονικό Διορθωτή Όγκου (PTZ).

### **3.4.3 Οικιακοί ρυθμιστές πίεσης (ρυθμιστές παροχής).**

Οι οικιακοί ρυθμιστές που είναι συνδεδεμένοι με δίκτυο διανομής 4 barg έχουν ενσωματωμένες μια σειρά από ασφαλιστικές διατάξεις. Η ρύθμιση της πίεσης γίνεται σε δύο στάδια.

Στον ρυθμιστή είναι ενσωματωμένη βαλβίδα ακαριαίας διακοπής που δρα στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Υπερβολική ροή (Θραύση εσωτερικής εγκατάστασης).
- Χαμηλή πίεση εξόδου.
- Χαμηλή πίεση εισόδου.

Οι ρυθμιστές αυτοί τοποθετούνται μόνοι τους σε μικρά φρεάτια ή μαζί με μετρητές σε ερμάρια εκτός κτιρίων.

## 4 . ΣΥΣΤΗΜΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ.

---

### 4.1 Τι είναι «ρύθμιση»:

Αν και πολλά συστήματα ρύθμισης δείχνουν αρκετά πολύπλοκα και πραγματικά είναι, ακόμη και το πιο εξεζητημένο σύστημα θα μπορούσε να αναλυθεί και να απλοποιηθεί σε επιμέρους βασικά μέρη και στοιχεία.

Για την κατανόηση αυτής της παραμέτρου, ο τρόπος ρύθμισης μπορεί να διαφέρει από μια χειροκίνητη προσαρμογή του φυτλιού μιας σόμπας πετρελαίου έως τα πολύπλοκα και λεπτομερή συστήματα αυτομάτου ελέγχου με Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές εφαρμογές.

Ένα απλό παράδειγμα είναι αυτό της σόμπας πετρελαίου, λόγω του ψύχους ένας άνθρωπος για να θερμάνει τον χώρο του χρησιμοποιεί μία σόμπα πετρελαίου και αφού πρώτα ελέγξει ότι αυτή έχει πετρέλαιο, ανάβει το φυτίλι με ένα σπέρτο. Στην αρχή γυρίζει το φυτίλι ψηλά και το ανάβει.

Μετά από λίγη ώρα και αφού αισθανθεί ότι έχει ζεσταθεί ο χώρος μέσα στον οποίο βρίσκεται κατεβάζει το φυτίλι χαμηλότερα, με σκοπό να λάβει λιγότερη θερμότητα, ή ακόμη το κατεβάζει εντελώς έως ότου σβήσει η φλόγα και έτσι διακόπτει τελείως την απελευθέρωση της θερμότητας.

Τα συμπεράσματα που απορρέουν από το παραπάνω παράδειγμα είναι ότι υπάρχουν όλα τα στοιχεία ενός συστήματος «Ρύθμισης Κλειστού Βρόγχου».

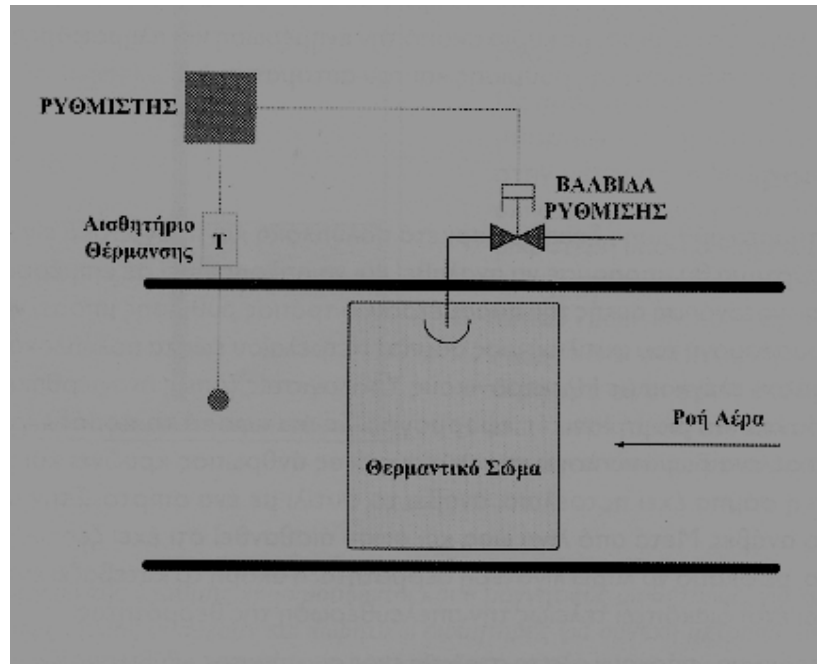
Πιο αναλυτικά εδώ η *ρυθμιζόμενη μεταβλητή διεργασία* και το φυτίλι είναι η *συσκευή ρύθμισης*. Το *στοιχείο ρύθμισης* και ο *ρυθμιστής* αντικαθίστανται από τον άνθρωπο που βρίσκεται εντός του δωματίου.

Ο άνθρωπος αυτός εκτελεί την βασική λειτουργία του *μετρητή - ρυθμιστή*, που είναι να μετρήσει την ρυθμιζόμενη μεταβλητή, να την συγκρίνει με την επιθυμητή τιμή (που είναι η προσωπική του αίσθηση της άνεσης σε σχέση με την θερμοκρασία του δωματίου) και να προσαρμόσει το στοιχείο ενεργοποίησης.

Εδώ παρατηρούμε ότι, και τα τρία αυτά στοιχεία είναι απαραίτητα για ένα υποτυπώδη σύστημα ρύθμισης: *το στοιχείο μέτρησης*, ο *ρυθμιστής* και το *στοιχείο ενεργοποίησης*.

Δηλαδή, το στοιχείο ενεργοποίησης επηρεάζει την διεργασία με τέτοιο τρόπο ώστε να προκαλεί αλλαγή στην ρυθμιζόμενη μεταβλητή. Αυτό το παράδειγμα σκιαγραφεί απλά την έννοια της ρύθμισης.

## 4.2 Στοιχειώδες σύστημα ρύθμισης.



*Σχ.1: Στοιχειώδες Σύστημα Ρύθμισης / Κλειστού Βρόγχου*

Στο παραπάνω (Σχήμα 1 ) φαίνεται ένα στοιχειώδες σύστημα ρύθμισης, το οποίο δείχνει την ροή του αέρα μέσω ενός θερμαντικού σώματος εντός ενός αγωγού.

Το στοιχείο μέτρησης που είναι το θερμόμετρο μετράει την θερμοκρασία του κατερχόμενου ρεύματος αέρος διαμέσου του θερμαντικού σώματος και μεταφέρει την σχετική πληροφορία στον ρυθμιστή.

Ο ρυθμιστής με την σειρά του συγκρίνει την θερμοκρασία του αέρα με την επιθυμητή τιμή και ανάλογα ενεργοποιεί την βαλβίδα του θερμού νερού, που είναι το στοιχείο ενεργοποίησης του συστήματος (να ανοίξει ή να κλείσει), με τρόπον ώστε να διατηρείται μία αντιστοιχία μεταξύ της θερμοκρασίας του αέρα και της επιθυμητής τιμής.

Το όλο αυτό θέμα αποτελεί ένα σύστημα ρύθμισης κλειστού βρόγχου, στο οποίο η κάθε αλλαγή της θερμοκρασίας που προκλήθηκε εντοπίζεται και πραγματοποιούνται συμπληρωματικές ενέργειες όπως απαιτείται. Στην περίπτωση αυτή, η θερμοκρασία του αέρα είναι η ρυθμιζόμενη μεταβλητή.

Η πλειονότητα των συστημάτων ρύθμισης είναι αυτού του τύπου, του Κλειστού Βρόγχου. Πάρα ταύτα όμως, σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται και συστήματα ανοικτού βρόγχου, όπου σ' αυτά το στοιχείο ρύθμισης δεν επηρεάζεται άμεσα από το στοιχείο ενεργοποίησης.

Για παράδειγμα, στην περίπτωση μίας ηλεκτρικά θερμαινόμενης κουβέρτας, ο θερμοστάτης λαμβάνει ως ρυθμιζόμενη μεταβλητή την θερμοκρασία του δωματίου και όχι αυτή της κουβέρτας.

Γίνεται αντιληπτό έως τώρα ότι, όλα σχεδόν τα συστήματα ρύθμισης παρόλο της όποιας πολυπλοκότητας που τα συνθέτει, είναι δυνατόν να αναλυθούν σε συνδυασμούς επιμέρους απλών στοιχείων.

Ο αντικειμενικός στόχος σε τέτοιου είδους συστήματα, και ίσως αυτό να αποτελεί την αναγκαιότητα της πολυπλοκότητας τους, είναι η διατήρηση της ρυθμιζόμενης μεταβλητής όσο το δυνατόν πλησιέστερα της επιθυμητής τιμής.

Ωστόσο θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι, είναι πολύ σημαντικό να αναζητείται μία ισορροπία μεταξύ της πολυπλοκότητας, της ακριβής ρύθμισης και του κόστους.

Διότι μ' αυτόν τον τρόπο θα προκύπτει ένα σύστημα αποδοτικό, οικονομικό και στην γενική του μορφή αποτελεσματικό, ως προς τον σκοπό για τον οποίο σχεδιάσθηκε και εγκαταστάθηκε.

### **4.3 Σκοπός της ρύθμισης.**

Η αναγκαιότητα αυτοματοποίησης διεργασιών και λειτουργικών διαδικασιών, καθώς και ο έλεγχος της ασφαλούς και εύρυθμης λειτουργίας συστημάτων παραγωγής αποτελούν κατά κύριο λόγο τον σκοπό για τον οποίον αναπτύσσονται και εγκαθίστανται συστήματα ρύθμισης και αυτοματισμού.

Για παράδειγμα, σε ένα σύστημα Θέρμανσης - Εξαέρωσης - Κλιματισμού τα συστήματα αυτόματης ρύθμισης εγκαθίστανται για να παρέχουν ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας των χώρων που εποπτεύουν, χωρίς αυτό να αποτελεί την μόνη υπηρεσία που μπορούν να προσφέρουν.

Μπορούν για παράδειγμα να ρυθμίσουν την σχετική πίεση μεταξύ δύο χώρων, εφαρμογή που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση της εξάλειψης ή περιορισμό μολύνσεων.

Σημαντικές υπηρεσίες μπορούν να προσφέρουν τα συστήματα ρύθμισης σε εφαρμογές που προβλέπουν την ασφάλεια εγκαταστάσεων και προσωπικού, όπου δεν επιτρέπουν την λειτουργία μίας εγκατάστασης κάτω από ανασφαλείς συνθήκες.



Επιπροσθέτως λαμβάνουν μέριμνα για την άμεση και έγκαιρη ειδοποίηση του εμπλεκόμενου προσωπικού, με διάφορους τρόπους όπως: διακοπή λειτουργίας μηχανήματος, προειδοποίηση με φωτεινή ή ηχητική ένδειξη κ.λ.π.

Οι σταθμοί Μέτρησης και Ρύθμισης του Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Φυσικού Αερίου (ΕΣΜΦΑ) υλοποιούν πληθώρα συστημάτων ρύθμισης και αυτοματισμού, τόσο για τον έλεγχο των διεργασιών που συντελούνται όσο και για την ασφάλεια των εγκαταστάσεων και του προσωπικού ως εξής:

- Η ρύθμιση της πίεσης εξόδου του σταθμού και η εποπτεία της.
- Ο έλεγχος της διαφορικής πίεσης στα φίλτρα αερίου.
- Η προστασία των στροβιλομετρητών αερίου από υπερβολική και ανεξέλεγκτη ροή.
- Ο έλεγχος των αποφρακτικών διατάξεων ασφαλείας για υποπίεση ή υπερπίεση του δικτύου.
- Η εποπτεία της θερμοκρασίας του αερίου στην έξοδο του σταθμού και οι ανάλογες ενέργειες για προθέρμανση.
- Ο έλεγχος που διενεργείται από το ολοκληρωμένο σύστημα πυρανίχνευσης και παρείσδυσης, αποτελούν μερικές από τις τόσες άλλες ρυθμιστικές και ελεγκτικές λειτουργίες που υλοποιούνται στις εν λόγω εγκαταστάσεις.

Αντιλαμβάνεται λοιπόν κανείς την σπουδαιότητα των συστημάτων ρύθμισης και αυτοματισμού, η οποία αποτελεί στις περισσότερες βιομηχανικές εφαρμογές μία από τις πιο βασικές παραμέτρους στον σχεδιασμό και στην τελική τους υλοποίηση.

#### **4.4 Αντικείμενο σταθμών M/R( Μέτρησης/Ρύθμισης).**

Ο βασικός σκοπός ενός σταθμού ρύθμισης –μέτρησης είναι να πραγματοποιεί ακριβή μέτρηση της ροής του αερίου και παράλληλα να ρυθμίζει τη πίεση του σύμφωνα με τις απαιτήσεις του δικτύου ή της συσκευής που ακολουθεί.

Τα δίκτυα φυσικού αερίου λειτουργούν μέσα σε συγκεκριμένα όρια πίεσης και για το καθένα υπάρχει μια χαρακτηριστική πίεση λειτουργίας. Έτσι, το τμήμα του σταθμού που εκτελεί τη ρύθμιση έχει πάντα ως στόχο τη διακίνηση ενός ρεύματος αερίου από ένα δίκτυο υψηλότερης πίεσης προς ένα άλλο χαμηλότερης , μέσω του υποβιβασμού της.

Για την ασφαλή λειτουργία του ρυθμιστή και του σταθμού, χρησιμοποιούνται κατάλληλες ασφαλιστικές διατάξεις. Για να εξασφαλιστεί η συνεχής λειτουργία ενός σταθμού σε περίπτωση βλάβης ή επισκευής, κατασκευάζεται μια δεύτερη γραμμή με τα ίδια εξαρτήματα και όργανα.

Αυτό γίνεται μόνο όταν για λόγους ασφάλειας κριθεί αναγκαίο. Σημειώνεται ότι και η δεύτερη γραμμή ( duty line ) πρέπει να έχει την ίδια ικανότητα παροχής με την πρώτη (κύρια γραμμή-main line).

Η μέτρηση αποτελεί ένα εξίσου βασικό στόχο της λειτουργίας ενός σταθμού. Ανάλογα με τη χρήση που θα έχει η εγκατάσταση καθορίζεται και η απαίτηση για ακρίβεια στη μέτρηση.

Για παράδειγμα , οι σταθμοί που εποπτεύονται από την εταιρία διανομής αερίου και έχουν ως στόχο την κοστολόγηση της κατανάλωσης, απαιτείται να έχουν πολύ καλή ακρίβεια. Μετρήσεις που γίνονται για λόγους παρακολούθησης ενός δικτύου ή μιας καταναλωτικής διάταξης, δεν απαιτείται να είναι το ίδιο ακριβείς.

Ο μετρητής κάθε σταθμού πραγματοποιεί μέτρηση στις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας που επικρατούν στη γραμμή. Με κατάλληλα όργανα – τους διορθωτές όγκου - γίνεται προσαρμογή σε κανονικές συνθήκες ώστε όλες οι κατανάλωσεις να μετρώνται στην ίδια βάση αναφοράς.

Για τον έλεγχο των δικτύων, είναι σημαντικό να υπάρχουν πληροφορίες για χαρακτηριστικά μεγέθη του αερίου σε διάφορα σημεία τους. Οι σταθμοί μέτρησης και ρύθμισης χαρακτηρίζονται ως κατάλληλα σημεία για την απόκτηση τέτοιων δεδομένων.

Τα δεδομένα αυτά μεταφέρονται μέσω ενός ειδικού τηλεμετρικού συστήματος (SCADA) σε ένα κεντρικό σημείο ελέγχου (CONTROL STATION). Αφού γίνει η επεξεργασία τους και εφόσον υπάρχει πρόβλημα στην εγκατάσταση, ενεργοποιούνται τα κατάλληλα τηλεχειριζόμενα όργανα του σταθμού ώστε να γίνει η επαναφορά στις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας.

Κατά τη σχεδίαση των σταθμών πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη διάφορες προδιαγραφές και τυποποιήσεις που ισχύουν για την κατασκευή τους.

Οι κυριότερες διεθνείς προδιαγραφές που ισχύουν για τον σχεδιασμό σταθμών είναι αυτές των οργανισμών τυποποίησης ISO, OIML, IEC, EEC ενώ υπάρχουν και εθνικοί οργανισμοί τυποποίησης που λαμβάνονται υπ' όψη στο σχεδιασμό σταθμών οι κυριότεροι των οποίων είναι DVGW, DIN (Γερμανία), BSI (Αγγλία), ANSI, AGA, ASTM, API, ASME (ΗΠΑ), GDF (Γαλλία).

#### 4.5 Δομή σταθμού Μέτρησης-Ρύθμισης.

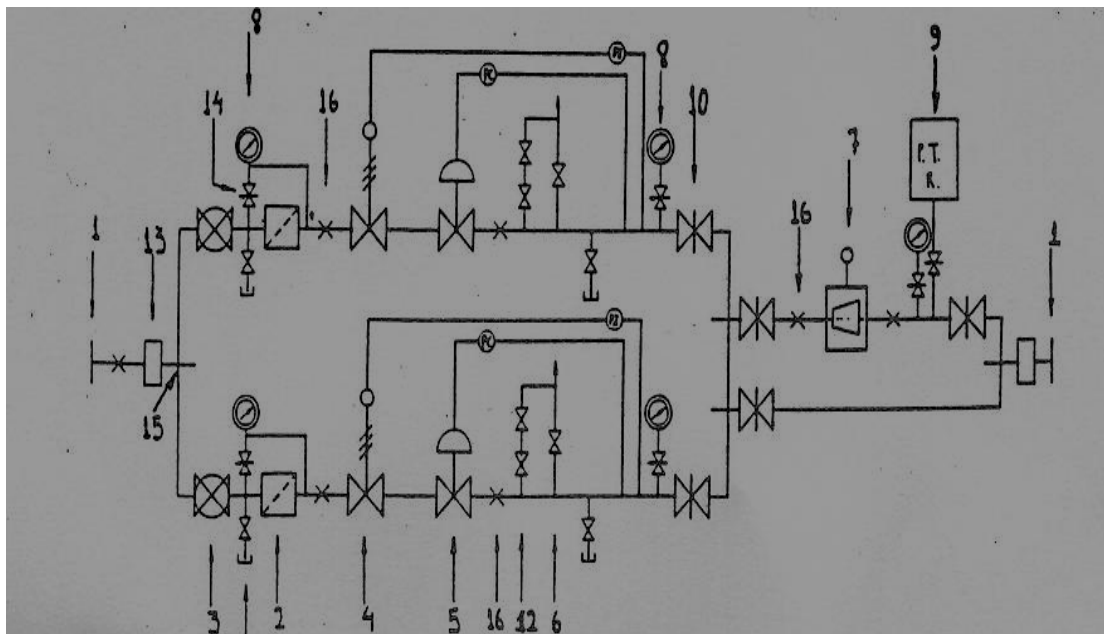
Σε μια τυπική εγκατάσταση υπάρχουν τα εξής βασικά εξαρτήματα:

<b>Αριθμός θέσης</b>	<b>Εξαρτήματα:</b>
1)	Φλάντζες εισόδου –εξόδου.
2)	Φίλτρο.
3)	Σφαιρική βάνα.
4)	Βάνα ακαριαίας διακοπής.
5)	Κυρίως ρυθμιστής πίεσης.
6)	Βάνα ανακούφισης πίεσης.
7)	Μετρητής παροχής αερίου.
8)	Δείκτης πίεσης.
9)	Διορθωτής όγκου .
10)	Βάνα τύπου πεταλούδας.
11)	Αναμονή με σφαιρική βάνα.
12)	Βάνες δοκιμαστικής λειτουργίας.
13)	Μονωτικοί σύνδεσμοι.
14)	Βαλβίδα με ακίδα περαστή.
15)	Σταυρός καθαρισμού.
16)	Συστολή διαστολή.

Παρακάτω φαίνεται το γραμμικό διάγραμμα ενός τυπικού σταθμού ρύθμισης πίεσης- μέτρησης παροχής. Στο αριστερό μέρος γίνεται η φίλτραση και η ρύθμιση της πίεσης , ενώ δεξιά υπάρχει ο μετρητής παροχής με το bypass.

Κάθε ρεύμα ρύθμισης έχει τη δυνατότητα λειτουργίας με το 100% της παροχής. Όταν το ένα ρεύμα λειτουργεί το άλλο παραμένει σε αναμονή.

Σε αρκετές περιπτώσεις τοποθετείται και μία επιπλέον γραμμή με μετρητή, έτσι ώστε αν χρειαστεί κάποια επισκευή ο ένας να μην διακοπεί η λειτουργία του σταθμού και να συνεχισθεί και η μέτρηση του αερίου.



Σχ.1: Διάγραμμα δομής σταθμού Μέτρησης-Ρύθμισης του Φυσικού Αερίου.

## 4.6 Σύστημα Τηλεμέτρησης-Τηλεδιοίκησης (Scada).

Με τον όρο τηλεμέτρηση εννοούμε τη μεταφορά διαφόρων δεδομένων από το πεδίο των εφαρμογών σε ένα κεντρικό σημείο ελέγχου.

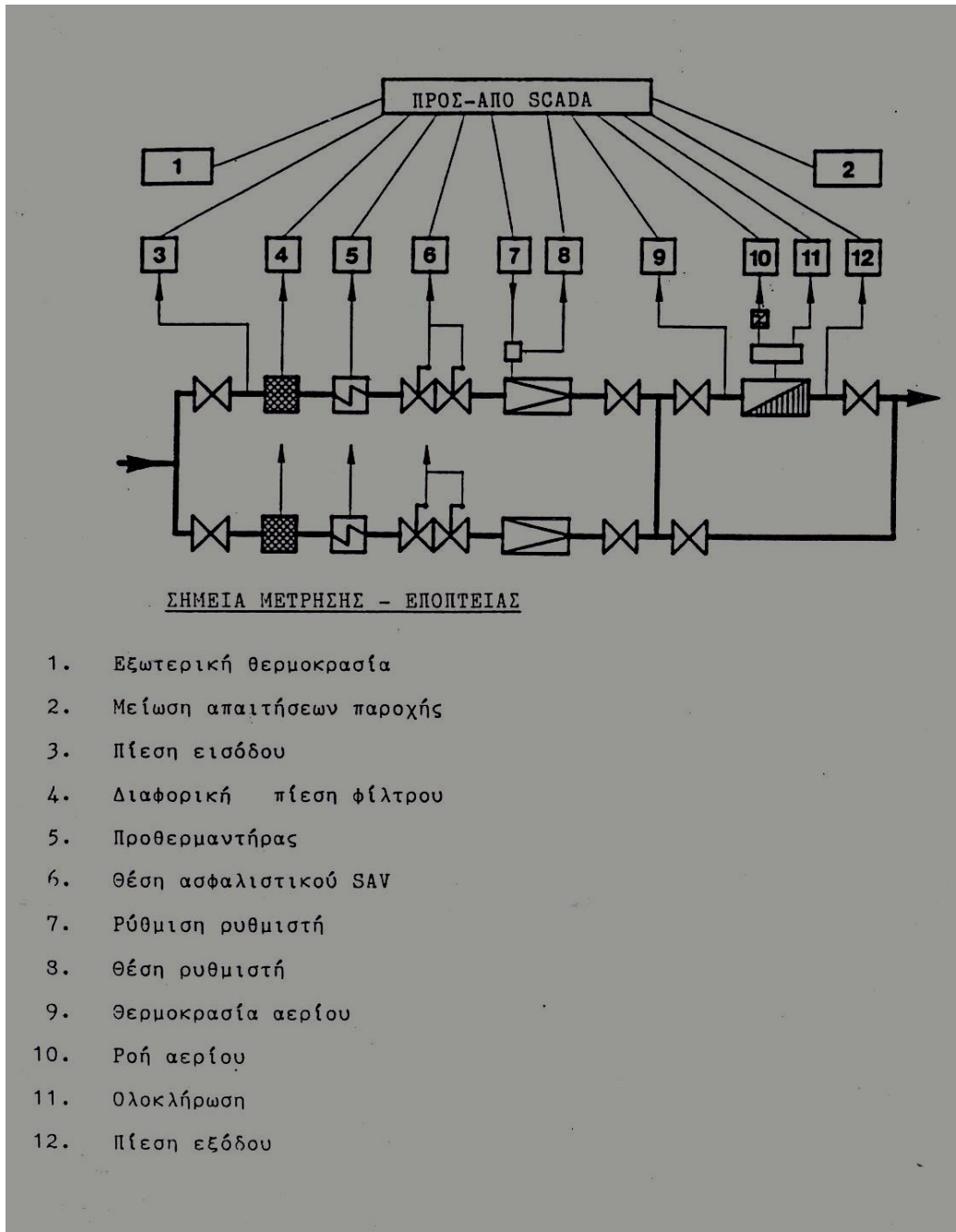
Η μεταφορά αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί με πολλούς τρόπους, που διαφέρουν μεταξύ τους κυρίως στην τεχνολογία που χρησιμοποιούν.

Ένα βασικό κριτήριο αξιολόγησης της τηλεμέτρησης είναι το ποσοστό αυτοματοποίησής της. Από αυτήν (αυτοματοποίηση) εξαρτάται η ταχύτητα με την οποία θα μεταφερθεί η πληροφορία από το πεδίο στον κεντρικό έλεγχο και κατά επέκταση η ταχύτητα της “ανάδρασης” του συστήματος, τηλεδιοίκηση.

Με τον όρο τηλεδιοίκηση εννοούμε όλες εκείνες τις ενέργειες που έχουν ως στόχο να επέμβουν στην λειτουργία μιας εγκατάστασης συνήθως ύστερα από ανάλυση των δεδομένων της τηλεμέτρησης.

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιείται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές, οι οποίοι απαιτείται να έχουν υψηλή ταχύτητα επεξεργασίας δεδομένων, ενώ το σύστημα ολοκληρώνεται με ένα δίκτυο ηλεκτρικών και ψηφιακών σημάτων.

Ένα δίκτυο τηλεμέτρησης και τηλεδιοίκησης ή S.C.A.D.A. (SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION) όπως διεθνώς λέγεται, μπορεί να παρασταθεί σχηματικά ως εξής:



Σχ.2: Διάγραμμα μέτρησης και εποπτείας με σύστημα SCADA.



Τα συστήματα τηλεμέτρησης και τηλεδιοίκησης μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο μεγάλες ,κατηγορίες:

A. Ανοικτού βρόγχου (open-loop).

B. Κλειστού βρόγχου (closed-loop).

Τα ανοικτού βρόγχου έχουν μεγάλη εξάρτηση από τον ανθρώπινο παράγοντα.

Ενώ το σύστημα λειτουργεί “κλειστά”, όσον αφορά την τηλεμέτρηση και την ανάλυση των δεδομένων, “ανοίγει” όταν θα πρέπει να πραγματοποιηθεί το στάδιο της τηλεδιοίκησης.

Τότε πρέπει να επέμβει το εξειδικευμένο προσωπικό και αφού μελετήσει τα αποτελέσματα των αναλύσεων από τους Υ/Η να ενεργοποιήσει τα τηλεχειριζόμενα όργανα του πεδίου.

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται περισσότερο και τα συναντάμε συχνά σε εγκαταστάσεις Φ.Α.

Η σφοδρή ανάπτυξη της τεχνολογίας, πέτυχε την πραγματοποίηση ενός ακόμα πιο υψηλού βαθμού αυτοματοποίησης.

Τα συστήματα κλειστού βρόγχου δεν εξαρτώνται από τον ανθρώπινο παράγοντα, ο οποίος συμμετέχει επικουρικά. Η εξέλιξη τους στις μέρες μας είναι διαρκής αλλά δεν έχουν ακόμα χρησιμοποιηθεί σε πολλές εγκαταστάσεις.

## 4.7 Συσκευές συστήματος SCADA.

Όπως θα αναφερθεί και στην συνέχεια, σημαντικό σημείο για την απόκτηση δεδομένων και την πραγματοποίηση ρυθμίσεων σε μια εγκατάσταση φυσικού αερίου είναι ο σταθμός ρύθμισης και μέτρησης.

Παρακάτω αναφέρονται τα δεδομένα που λαμβάνει ο Υ/Η από μια τέτοια εγκατάσταση καθώς και οι ρυθμίσεις που μπορεί να γίνουν.

Λόγω της εκρηκτικότητας του καυσίμου, οι περιοχές που πραγματοποιούνται μετρήσεις για την εποπτεία μιας εγκατάστασης απαιτούν όργανα που παρέχουν αντιεκρηκτική προστασία.

Έτσι τα όργανα μέτρησης πίεσης και θερμοκρασίας, οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες και οι ηλεκτροκίνητοι μηχανισμοί των οργάνων (π.χ. ηλεκτροβάνες) απαιτείται να είναι καλά μονωμένα μέσα στο εκρηκτικό περιβάλλον που λειτουργούν.

Για οικονομικούς λόγους προτιμούνται κυρίως τα “αυτασφαλή” όργανα (σύμφωνα με VDE 0170/0171-0165). Όπου όμως είναι αναγκαίο (περιπτώσεις υψηλής ασφάλειας) χρησιμοποιούνται καλύμματα με υψηλή μηχανική αντοχή και στεγανότητα. Ο λόγος είναι προφανώς η προστασία των εγκαταστάσεων Φ.Α. από πιθανούς σπινθηρισμούς.

## **ΣΗΜΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ-ΕΠΟΠΤΕΙΑΣ:**

- Εξωτερική θερμοκρασία.
- Μείωση απαιτήσεων παροχής.
- Πίεση εισόδου.
- Διαφορική πίεση φίλτρου.
- Προθερμαντήρας.
- Θέση ασφαλιστικού SAV.
- Ρύθμιση ρυθμιστή.
- Θέση ρυθμιστή.
- Θερμοκρασία αερίου.
- Ροή αερίου.
- Διόρθωση όγκου.
- Πίεση εξόδου.

Φυσικά μη ηλεκτρικά μεγέθη (π.χ. διαφορική πίεση, πίεση) μετατρέπονται σε ηλεκτρικό σήμα με σκοπό την τηλεμέτρησή τους. Η μετατροπή αυτή γίνεται με κατάλληλους μετατροπείς σήματος (transducers).

Το εύρος του σήματος εξόδου αυτών, κυμαίνεται μεταξύ 0-20mA ή 4-20mA ενώ πολλές φορές η μετάδοση γίνεται με αναλογικό σήμα 0-10Volts.

Σε παλιούς μηχανικούς μετατροπείς, ο παλμός της εξόδου μετατρέπεται μέσω ενός ηλεκτρικού relay. Για πληροφορίες που πρέπει να μεταφερθούν στον κεντρικό σταθμό ελέγχου και λαμβάνονται μέσω ηλεκτρικών επαφών (π.χ. η θέση του ασφαλιστικού διακοπής), χρησιμοποιούνται διακόπτες προσέγγισης ώστε να αποφεύγονται οι σπινθηρισμοί.

Εκτός όμως από την εγκατάσταση αντιεκρηκτικών οργάνων, μπορεί να γίνει τοποθέτηση αυτών σε ειδικά “ερμάρια αποκλεισμού” τα οποία προσφέρουν υψηλότερο βαθμό αντιεκρηκτικής προστασίας.

Παράλληλα με τα παραπάνω περιγραφόμενα όργανα, χρησιμοποιούνται, ως βασικός εξοπλισμός, ενός σταθμού τηλεμέτρησης-τηλεδιοίκησης, όργανα που δίνουν πληροφορίες για την ποιότητα του καυσίμου όπως πυκνόμετρα, θερμιδόμετρα και χρωματογράφοι.

#### **4.8 Διάρθρωση δικτύων SCADA.**

Γενικός κανόνας που πρέπει να ακολουθούν τα δίκτυα πληροφοριών μεταξύ πεδίου και κεντρικού ελέγχου, είναι να μεταφέρουν γρήγορα και με υψηλή ασφάλεια τα δεδομένα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί στην πράξη μόνο με τα σύγχρονα μέσα τηλεπικοινωνιών και πληροφορικής. Η μεταφορά αυτή μπορεί να γίνεται είτε μεταξύ προσώπων, είτε μεταξύ οργάνων πεδίου και κεντρικού ελέγχου.

Αυτή η ανταλλαγή πληροφοριών διαρθρώνεται ως εξής:

1. Δίκτυο συχνοτήτων.
2. Δίκτυο τηλεπικοινωνίας συμπεριλαμβανομένου του δικτύου λειτουργίας της εγκατάστασης.
3. Κωδικοποίηση-τηλεμεταφορά.
4. Ανάλυση δεδομένων.

**1. Δίκτυο συχνοτήτων.** Ειδικό καλώδιο μεταφοράς συχνοτήτων μεταφέρει τις πληροφορίες υπό την μορφή συχνότητας. Η τοποθέτηση του γίνεται παράλληλα με τους αγωγούς μεταφοράς και διανομής Φ.Α. εντός ειδικού προστατευτικού φρεατίου.

Το κυριότερο πλεονέκτημα αυτού του δικτύου είναι η εύκολη και με μικρό κόστος σύνδεση των καλωδίων με τις μετρητικές και ρυθμιστικές συσκευές. Σε περιπτώσεις όπου η πληροφορία πρέπει να δοθεί σε μακρινή απόσταση χρησιμοποιούνται ενισχυτές του σήματος συχνότητας.

**2. Δίκτυο τηλεπικοινωνίας.** Πρόκειται για ένα καλωδιακό δίκτυο τηλεπικοινωνίας το οποίο μπορεί να είναι είτε το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο, είτε αποκλειστικό δίκτυο τηλεπικοινωνιών της εγκατάστασης ή και τα δύο ταυτόχρονα.

**3. Κωδικοποίηση-Τηλεμεταφορά.** Η κωδικοποίηση αφορά την μετατροπή των προς μετάδοση πληροφοριών σε κατάλληλο σήμα, έτσι ώστε αυτή (μετάδοση) να γίνεται με εύκολο και ελεγχόμενο τρόπο. Η τηλεμεταφορά των δεδομένων μέσω των παραπάνω περιγραφόμενων δικτύων μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους.

Μετάδοση των πληροφοριών με διαφορετικές συχνότητες (frequency-multiplex).

Μη ταυτόχρονη μετάδοση των πληροφοριών αλλά με χρονική αλληλουχία (time multiplex), ταυτόχρονη εφαρμογή των δύο πρώτων τρόπων.

**4. Ανάλυση δεδομένων.** Τα μεταφερόμενα μέσω δικτύων κωδικοποιημένα σήματα αναλύονται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Έτσι, το προσωπικό του σταθμού ελέγχου (CONTROL STATION-CONTROL ROOM) μπορεί να επιβλέπει τη λειτουργία της εγκατάστασης.

Το hardware αποτελείται από την κεντρική μονάδα και τις περιφερειακές συσκευές. Κριτήρια για την ικανότητά τους αποτελούν η μνήμη και η ταχύτητα επεξεργασίας τους.

Για μικρά δίκτυα διανομής και κατά συνέπεια μικρά δίκτυα τηλεμέτρησης χρησιμοποιούνται PC.

Για την τηλεμέτρηση μεγάλων δικτύων μεταφοράς λειτουργούν συστήματα συνδυασμού περισσότερων από δύο Η/Υ που προσφέρουν μεγαλύτερη μνήμη και ταχύτητα επεξεργασίας δεδομένων.

#### **4.9 Τηλεδιοίκηση –Τηλεχειρισμός συσκευών.**

Για την τεχνικά και οικονομικά βέλτιστη χρήση μιας εγκατάστασης Φ.Α. ενδείκνυται η δυνατότητα τηλεχειρισμού των συσκευών.

Πρέπει δηλαδή να είναι δυνατή η ρύθμιση της πίεσης και της παροχής σε βασικά σημεία της εγκατάστασης.

Για τον λόγο αυτό πρέπει να παρέχονται οι παρακάτω δυνατότητες επέμβασης:

- Άνοιγμα –κλείσιμο αποφρακτικών οργάνων.
- Ρύθμιση της πίεσης εξόδου των συσκευών .
- Ρύθμιση της ροής.
- Ρύθμιση της πίεσης εξόδου των συμπιεστών.

- Έλεγχος διατάξεων αιχμής. (π.χ. πλήρωση –εκκένωση δεξαμενών αποθήκευσης.)

Σε ένα δίκτυο Φ.Α. βρίσκονται σε θέσεις όπου μετριέται η ροή και η πίεση, ηλεκτρικές διατάξεις ρύθμισης των παραπάνω μεγεθών. Οι διατάξεις αυτές εντολοδοτούνται από τον κεντρικό έλεγχο.

Το τηλεχειριζόμενο μέρος της συσκευής που βρίσκεται στο εσωτερικό της είναι πάντα κλειστό έτσι ώστε σε περίπτωση θέσης εκτός λειτουργίας του δικτύου τηλερύθμισης, αυτή να συνεχίσει ανενόχλητη τη λειτουργία της.

Για παράδειγμα, αναφέρεται η λειτουργία μιας ηλεκτροκίνητης βάνας ελέγχου (motorized control valve). Όταν για κάποιο λόγο η πίεση εξόδου της βάνας αυξηθεί πέρα από την ονομαστική τιμή λειτουργίας, το μανόμετρο θα καταγράψει τη μέτρηση και με σύστημα μετατροπέα- μεταδότη θα την μεταφέρει στον κεντρικό έλεγχο.

Από εκεί θα λάβει εντολή ο ηλεκτροκινητήρας να ελαττώσει τη διατομή της βάνας ελέγχου ώστε να υποβιβαστεί η πίεση στην κανονική της τιμή.

Όπως είδη έχουμε αναφέρει τα συστήματα τηλεδιοίκησης είναι συνήθως ανοιχτού βρόγχου (open loop). Για πολύ μεγάλα συστήματα με περίπλοκη λειτουργία, δημιουργούνται τοπικοί σταθμοί ελέγχου οι οποίοι βρίσκονται σε συνεργασία με τον κεντρικό σταθμό ελέγχου (π.χ. εγκαταστάσεις αποθήκευσης και αεριοποίησης LNG).

Η μετάβαση σε πλήρως αυτοματοποιημένα δίκτυα δεν έχει προχωρήσει σε μεγάλο βαθμό επειδή δεν έχει αποδειχθεί ότι με αυτόν τον τρόπο μειώνονται τα κόστη λειτουργίας και προσωπικού.

## 5. ΟΡΓΑΝΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.

---

### 5.1 Βάνες ΕΙΣΟΔΟΥ- ΕΞΟΔΟΥ σταθμού. (Station Esd Valves INLET- OUTLET).

Οι τύποι βανών που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις φυσικού αερίου, περιλαμβανομένων των σταθμών ρύθμισης-μέτρησης είναι οι εξής:

#### 5.1.1 Σφαιρικές βάνες (ball valves) .

Χρησιμοποιούνται κυρίως ως αποφρακτικές βάνες. Διακρίνονται σε πλήρους διάτρησης όπου η διατομή τους είναι ίδια με αυτή του αγωγού που τοποθετούνται και σε μειωμένης διάτρησης όπου η διατομή τους είναι μικρότερη κατά ένα τυποποιημένο μέγεθος από το ονομάστικό της βάνας.

Στα κύρια ρεύματα ροής του αερίου χρησιμοποιούνται σφαιρικοί κρουνοί πλήρους διάτρησης (full bar) δηλαδή η ροή της σφαίρας είναι της ίδιας διαμέτρου με τον σωληναγωγό χωρίς αυτό να είναι περιοριστικό.

Σύμφωνα λοιπόν με τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά τους διακρίνονται σε :

- Ελεύθερης ή σταθερής σφαίρας.
- Σφαιρικές βάνες τύπου “fire safe”.
- Ενιαίου ή διαιρούμενου σώματος.
- Σφαιρικές βάνες με διακόπτες ασφαλείας.



### **5.1.2. Βάνες τύπου πεταλούδας. (Butterfly Valves)**

Οι βάνες αυτές χρησιμοποιούνται επίσης ως αποφρακτικές για χαμηλές συνήθως πιέσεις. Με ειδική σχεδίαση πάντως επαρκούν και για μεγάλες διαφορές πίεσης.

Άκόμη μία εφαρμογή τους είναι ο έλεγχος της ροής του αερίου. Χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό αφού η απλή σχεδίαση τους έχει ως αποτέλεσμα το μικρό κόστος.

### **5.1.3 Κωνικές βάνες (Globe Valves).**

Οι κωνικές βάνες έχουν το πλεονέκτημα να είναι λιγότερο ευαίσθητες στη σκόνη απ' ότι είναι οι υπόλοιπες. Οι κωνικές βάνες πρέπει να λιπαίνονται με γράσο για να έχουν καλύτερα αποτελέσματα στη θέση κλεισίματος.

Χρησιμοποιούνται όμως λίγο αφού το γράσο παρασυρόμενο από το αέριο μπορεί να προκαλέσει σοβαρές βλάβες στα εξαρτήματα της εγκατάστασης.

#### **5.1.4 Βάνες τύπου θύρας (Gate Valves).**

Χρησιμοποιούνται για χαμηλές και υψηλές πιέσεις σε περιπτώσεις απόφραξης του αγωγού σε συνθήκες πλήρους φορτίου.

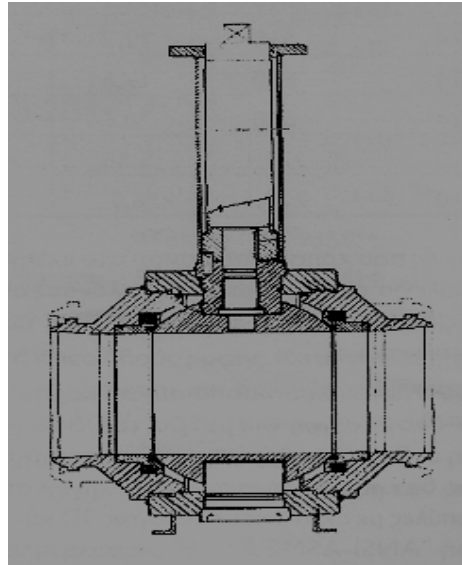
Οι μεγάλες εξωτερικές τους διαστάσεις όμως τις κάνουν λιγότερο πρακτικές και πιο ακριβές από τις συνηθισμένες βάνες.

Γενικά όλες οι βάνες πρέπει να εγκαθίστανται έτσι ώστε οι χειροτροχοί και μοχλοί να είναι εύκολα αντιστρέψιμοι. Η απαιτούμενη δύναμη για να λειτουργήσουν οι χειροτροχοί και οι μοχλοί θα πρέπει να είναι μέσα στα φυσιολογικά όρια της δύναμης του ανθρώπινου χεριού.

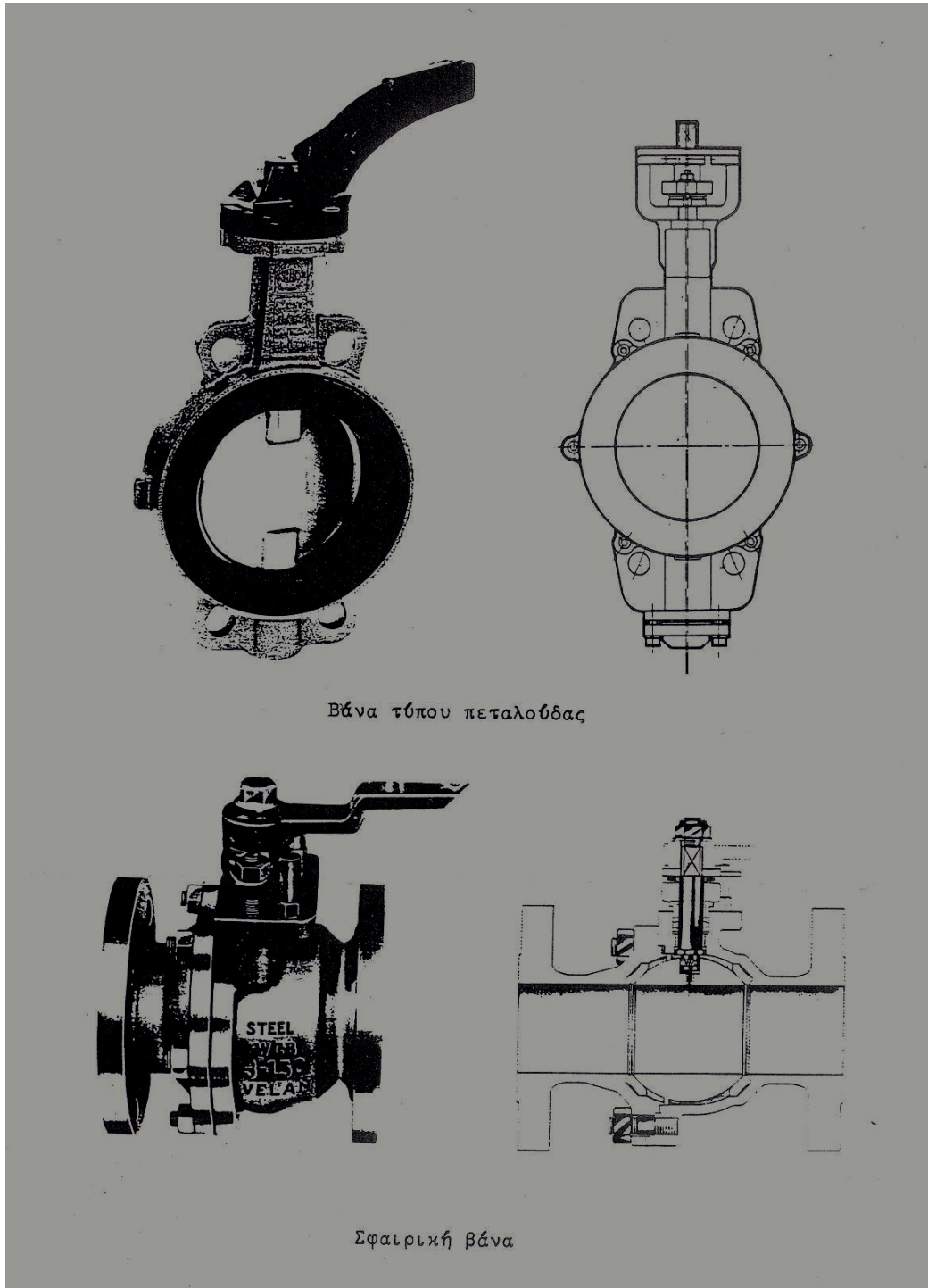
Επίσης σε όλες τις βάνες γίνονται ειδικές δοκιμές ( υδραυλικές και με αέρα) για να διαπιστωθεί η αντοχή τους. Οι δοκιμές αυτές είναι τυποποιημένες και καθορίζονται από τους οργανισμούς τυποποίησης και προδιαγραφών. Οι πιο συνηθισμένες, είναι οι δοκιμές που καθορίζονται από τα ISO, DIN, ASTM, και API.

Το υλικό είναι χάλυβας ή χυτοσίδηρος ή άλλα υλικά τα οποία επίσης καθορίζονται από τις προδιαγραφές που χρησιμοποιούνται στη σχεδίαση μιάς εγκατάστασης.

Μερικά παραδείγματα βανών είναι τα παρακάτω:



**Σχ. 1: Σφαιρικός Κρόνος Με Πλήρη Αξονα.**



Σχ.2: Βάνες τύπου πεταλούδας και σφαιρικές.

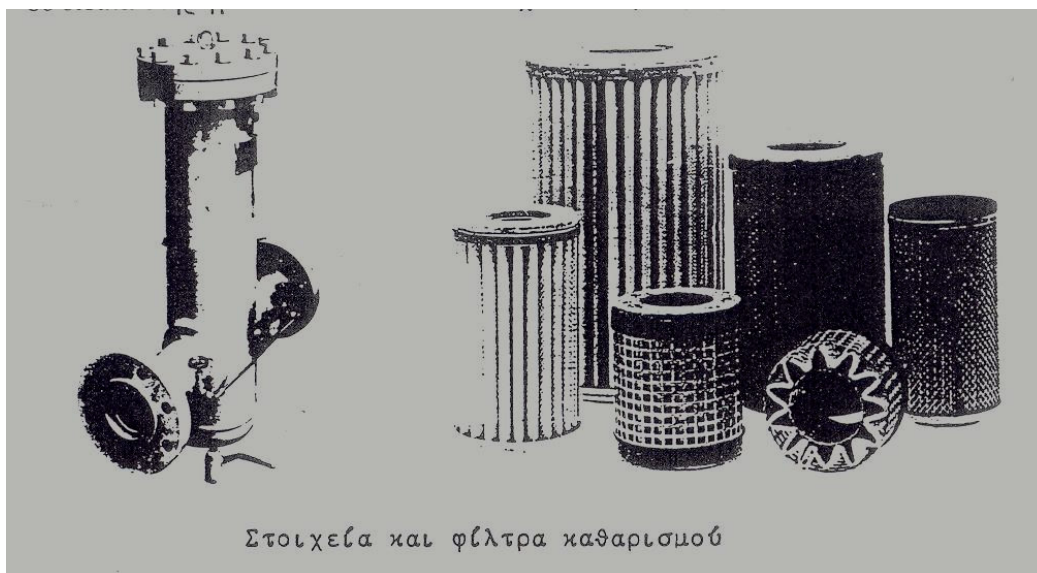
## 5.2 Φίλτρα (Filter).

Τα φίλτρα τοποθετούνται για να προστατεύσουν τις συσκευές του σταθμού αλλά και όλη την εγκατάσταση από τη σκόνη. Η σκόνη εκτός του ότι μπορεί να προκαλέσει μηχανικές φθορές σε ευαίσθητα εξαρτήματα της εγκατάστασης (π.χ. μετρητή), είναι ο κύριος οξειδωτικός παράγοντας των υλικών του δικτύου.

Η σκόνη μπορεί να προέρχεται από πολλούς παράγοντες, ενώ, αποθέματα σκόνης μπορεί να υπάρχουν και μέσα στο δίκτυο από τη κατασκευή του. Αυτά τα αποθέματα σκόνης συνήθως παραμένουν αδρανή μέχρις ότου η ροή του αερίου (παροχή και ταχύτητα) φθάσουν κάποιες συγκεκριμένες τιμές (κρίσιμο σημείο).

Τα φίλτρα έχουν δυνατότητα αλλαγής των στοιχείων τους. Παλιότερα το στοιχείο του φίλτρου ήταν ένα απλό ξηρού τύπου.

Τα τελευταία χρόνια όμως τα στοιχεία αποτελούνται από ένα έλασμα πολυεστέρα πάχους 1/8 της ίντσας τυλιγμένο με ειδικό ύφασμα και διαμορφωμένο σε σχήμα αστέρα το οποίο τοποθετείται πάνω σε ειδικά στηρίγματα. Τέτοιου τύπου στοιχεία και φίλτρα φαίνονται παρακάτω ( Εικόνες 1 και 2 ).





**Εικ.1,2 : Διάφοροι τύποι στοιχείων και φίλτρων.**

Τα στοιχεία αυτά συγκρατούν σωματίδια μεγέθους 3 -5  $\mu\text{m}$  ,ενώ όσο γεμίζουν τόσο πιο αποδοτικά γίνονται.

Μετά από μακροχρόνια χρήση αυτών των τύπων στοιχείων έχουν παρατηρηθεί τα εξής:

- Η απόδοση είναι αρκετά υψηλή και το 98% των σωματιδίων (ίσων ή μεγαλύτερων των 3μm) συλλέγεται από το φίλτρο.
- Η αποτελεσματικότητα των φίλτρων μειώνεται (σε μικρό βαθμό) όσο μειώνεται η παροχή.
- Το στρώμα σκόνης που δημιουργείται με τον καιρό αυξάνει τη ικανότητα του φίλτρου αλλά και την πτώση πίεσης που προκαλείται από αυτό.

Η ικανότητα του φίλτρου (παροχή) εξαρτάται από τη πίεση λειτουργίας και την επιτρεπόμενη πτώση πίεσης.

Τα σύγχρονα φίλτρα είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να μπορούν να αντέξουν μέγιστη πτώση πίεσης 1 barg πριν καταστραφούν τα στοιχεία τους.

Στην κορυφή του σώματος των φίλτρων υπάρχει μεταλλικό κάλυμμα που αφαιρείται για την αντικατάσταση των στοιχείο τους, ενώ στη βάση τους υπάρχει κατάλληλη βάνα για την αποστράγγιση και εξαερίωσή τους.

Επίσης κάθε φίλτρο πρέπει να συνοδεύεται από διαφορικό μανόμετρο για την ανάγνωση της πτώσης πίεσης.

Γενικότερα για την προστασία από τη σκόνη προτείνονται τα παρακάτω:

- Επίστρωση των σωληνώσεων εσωτερικά ώστε να αποφεύγεται η διάβρωση τους.
- Ελαχιστοποίηση της υγρασίας, των θειούχων ενώσεων και του διοξειδίου του άνθρακα στο φυσικό αέριο για καλύτερη προστασία από τη διάβρωση.
- Ιδιαίτερη μέριμνα ώστε να αποφεύγεται η είσοδος σκόνης και άλλων σωματιδίων στους αγωγούς κατά τη κατασκευή του δικτύου.
- Διατήρηση, όσο αυτό είναι δυνατό, σταθερής κατεύθυνσης της ροής του αερίου.
- Όσο το δυνατόν χαμηλότερη ταχύτητα.

### **5.3. Ρυθμιστές πίεσης.**

Ο ρυθμιστής πίεσης είναι ένα από τα βασικότερα εξαρτήματα μιας εγκατάστασης φυσικού αερίου. Σκοπός του είναι να υποβιβάζει την πίεση του ρέοντος αερίου ρυθμίζοντάς την διαρκώς στην επιθυμητή τιμή.

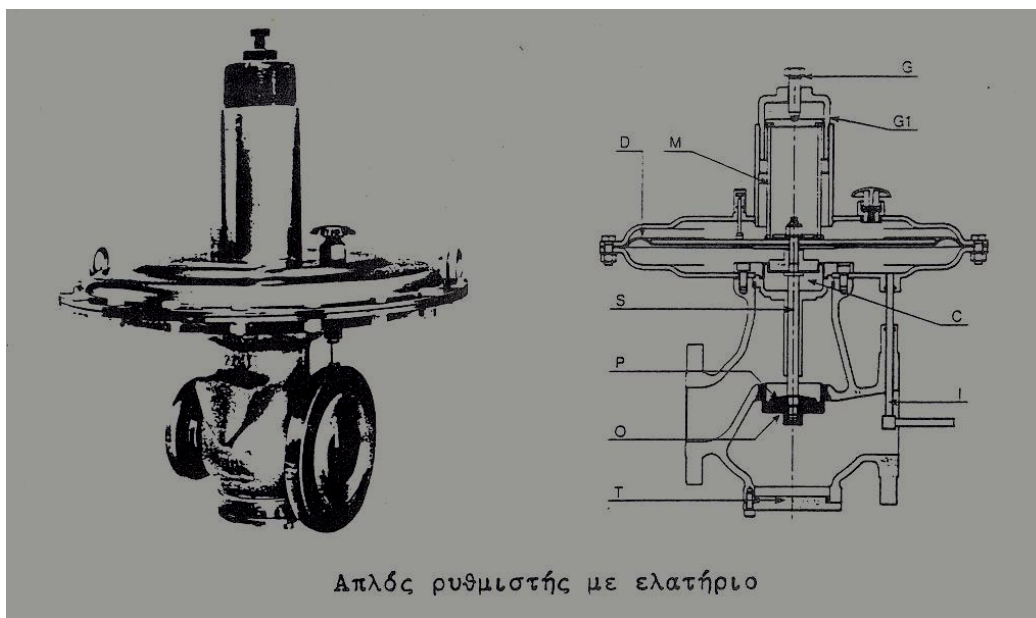
Υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες ρυθμιστών, ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους :

- Απλοί ρυθμιστές με ελατήριο.
- Ρυθμιστές με πιλότο.
- Βαλβίδες ελέγχου.



### 5.3.1. Απλοί ρυθμιστές με ελατήριο.

Οι απλοί ρυθμιστές λειτουργούν χωρίς συμπληρωματικά εξαρτήματα για να ελέγξουν τη θέση της βαλβίδας. Ένας τέτοιος ρυθμιστής φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχ.3:Απλός ρυθμιστής με ελατήριο.

Η λειτουργία αυτού του τύπου ρυθμιστή είναι η εξής:  
Οι κινήσεις του διαφράγματος D μεταφέρονται μέσω της ράβδου S στη βαλβίδα O.

Η πίεση εξόδου επενεργεί στη κάτω πλευρά του διαφράγματος μέσω της διόδου I, στην οποία επικρατεί πίεση ίση με τη πίεση εξόδου η οποία είναι αντίθετη με τη πίεση του ελατηρίου M.

Η πίεση που ασκείται από το αέριο τείνει να κλείσει τη βαλβίδα, αφού σπρώχνει το διάφραγμα προς τα πάνω, άρα και τη βαλβίδα, ενώ η πίεση του ελατηρίου τείνει να τη ανοίξει.

Όταν δεν υπάρχει ροή αερίου η βαλβίδα είναι τελείως ανοικτή. Όταν η πίεση στην έξοδο υπερβεί αυτή στην οποία είναι ρυθμισμένο το ελατήριο, η βαλβίδα κλείνει.

Το τέλειο κλείσιμο της βαλβίδας εξασφαλίζεται από το παρέμβυσμα P το οποίο είναι συμπαγώς τοποθετημένο στη βαλβίδα.

Όταν οι πιέσεις του ελατηρίου και του αερίου είναι ίσες το σύστημα διάφραγμα –ράβδος –βαλβίδα παραμένει ακίνητο και η πίεση εξόδου του αερίου είναι ίση με το σημείο ρύθμισης της πίεσης του ελατηρίου.

Σε περίπτωση που έχουμε αυξημένη ζήτηση αερίου από τις συσκευές, η πίεση εξόδου θα μειωθεί. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα η πίεση του ελατηρίου στο διάφραγμα να υπερβεί την πίεση εξόδου και έτσι η βαλβίδα θα ανοίξει περισσότερο.

Έτσι θα έχουμε μεγαλύτερη παροχή αερίου μέχρις ότου η πίεση εξόδου να φτάσει στο σημείο ρύθμισης.

Το αντίθετο συμβαίνει όταν η πίεση αυξηθεί. Στην σταθερή κατάσταση η βαλβίδα διατηρείται σε τέλεια ισορροπία, (για να μην υπάρχουν μικρομεταβολές στη πίεση και τη παροχή) μέσω του θαλάμου εξισορρόπησης C στον οποίο δρα η πίεση εισόδου.

Η ρύθμιση του ελατηρίου γίνεται μέσω των κοχλιών G και G1 κατά την έναρξη λειτουργίας της εγκατάστασης και αφού υπάρχει ροή αερίου.

Οι απλοί ρυθμιστές χρησιμοποιούνται με τις παρακάτω τροποποιήσεις – μορφές ώστε να προσαρμόζονται καλύτερα στις διάφορες απαιτήσεις των σταθμών ρύθμισης και των καταναλωτών:

- Εσωτερικού ή εξωτερικού ελέγχου (ανάδρασης).
- Με ή χωρίς ανακουφιστική βαλβίδα.
- Διαφορετικές διατομές εισόδου εξόδου.
- Διαφορετικά είδη βαλβίδων.
- Διαφορετικά μεγέθη θαλάμου διαφράγματος.
- Ελέγχου εσωτερικής ή εξωτερικής πίεσης.
- Άμεσης λειτουργίας ή λειτουργίας μοχλού.

Τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες των παραπάνω τύπων περιγράφονται στη συνέχεια :

**Εσωτερικού ελέγχου.** Είναι η πιο συνηθισμένη μορφή. Το κάτω μέρος του διαφράγματος επηρεάζεται από τη πίεση που επικρατεί αμέσως μετά την έξοδο της βαλβίδας.

Σε αυτό ακριβώς το σημείο η ταχύτητα του αερίου είναι αρκετά ευμετάβλητη με αποτέλεσμα ο ρυθμιστής να είναι πολύ ευαίσθητος στην οποιαδήποτε μεταβολή της πίεσης.

**Εξωτερικού ελέγχου.** Αυτού του τύπου ο ρυθμιστής παρέχει καλύτερη λειτουργία αφού το διάφραγμα δεν επηρεάζεται από τη πίεση που επικρατεί αμέσως μετά τη βαλβίδα.

Αλλά από αυτή που επικρατεί σε ένα σημείο που βρίσκεται σε κάποια απόσταση από το ρυθμιστή και στον οποίο οι στροβιλισμοί του αερίου είναι σημαντικά λιγότεροι.

**Οι εσωτερικές ανακουφιστικές βαλβίδες:** Αποτελούν επιλογή του σχεδιαστή αφού ανεβάζουν το κόστος της κατασκευής και δεν είναι πάντα απαραίτητες.

Το πλεονέκτημα της χρήσης τους είναι ότι απαιτείται μία συσκευή λιγότερη στην εγκατάσταση αφού βρίσκεται στο ίδιο σώμα με το ρυθμιστή.

Το κύριο μειονέκτημά τους είναι ότι μπορεί να αποτύχουν ταυτόχρονα στη λειτουργία τους και ο ρυθμιστής και η βάνα αφού βρίσκονται στο ίδιο σώμα.

**Διαφορετικές διατομές εισόδου-εξόδου:** Χρησιμοποιούνται για να επιτύχουμε τη βέλτιστη λειτουργία του σώματος του συγκεκριμένου ρυθμιστή με τους αγωγούς εισόδου – εξόδου.

Η χρήση διατομών μεγαλύτερων από αυτών που πραγματικά χρειάζονται έχει το πλεονέκτημα ότι σε μελλοντική αύξηση της παροχής δεν θα χρειαστεί να αλλαχθεί ο ρυθμιστής.

**Διαφορετικοί τύποι βαλβίδων :**Χρησιμοποιούνται για επιτύχουμε καλύτερη απόδοση του ρυθμιστή σε συνάρτηση με τις πιέσεις εισόδου – εξόδου και τη παροχή.

**Διαφορετικά μεγέθη θαλάμου διαφράγματος:** Η διάμετρος του θαλάμου εξαρτάται από τη πίεση εξόδου. Η μεγαλύτερης διαμέτρου θάλαμοι είναι πιο ευαίσθητοι στις διακυμάνσεις της πίεσης κάτι που άλλες φορές είναι επιθυμητό και άλλες όχι.

Η μεγαλύτερης διαμέτρου θάλαμοι είναι περιοριστικοί για την πίεση εξόδου εκτός αν χρησιμοποιηθούν ισχυρότερα υλικά.

**Ελέγχου εσωτερικής ή εξωτερικής πίεσης:** Η εκλογή του τύπου εξαρτάται από το σύστημα ελέγχου που χρειαζόμαστε. Οι ρυθμιστές που ελέγχουν την πίεση εισόδου ονομάζονται και ρυθμιστές προπίεσης.

Οι ρυθμιστές προπίεσης χρησιμοποιούνται για χαμηλές πιέσεις και η βάνα ανακούφισης πίεσης είναι ένας ρυθμιστής προπίεσης.

**Άμεσης δράσης ή δράσης μέσω βάκτρου:** Η χρήση του ενός ή του άλλου τύπου εξαρτάται από την εφαρμογή του σταθμού ρύθμισης. Σε άλλες η μεγάλη ευαισθησία του ρυθμιστή είναι επιθυμητή και απαραίτητη ενώ σε άλλες όχι.

Στις περισσότερες εφαρμογές απαιτείται ο δεύτερος τύπος που έχει πιο σταθερή λειτουργία και επιτρέπει μεγαλύτερες πιέσεις λειτουργίας.

### **5.3.2. Ρυθμιστές με πιλότο.**

Στους ρυθμιστές αυτούς υπάρχει ένας επιπλέον ρυθμιστής «πιλότος» ο οποίος ελέγχει τη πίεση που επικρατεί τη περιοχή του διαφράγματος του κυρίως ρυθμιστή.

Οι ρυθμιστές με πιλότο έχουν πολύ καλύτερη απόδοση από τους απλούς ρυθμιστές. Οι αλλαγές στη περιοχή του διαφράγματος του κυρίως ρυθμιστή δεν επηρεάζουν την αποδοτικότητά τους αφού διορθώνονται από το πιλότο.

Οι ρυθμιστές με πιλότο χρησιμοποιούνται , κυρίως , όταν η παροχή του αερίου είναι μόνιμη και δεν υπάρχουν γρήγορες μεταβολές στην τιμή τους.

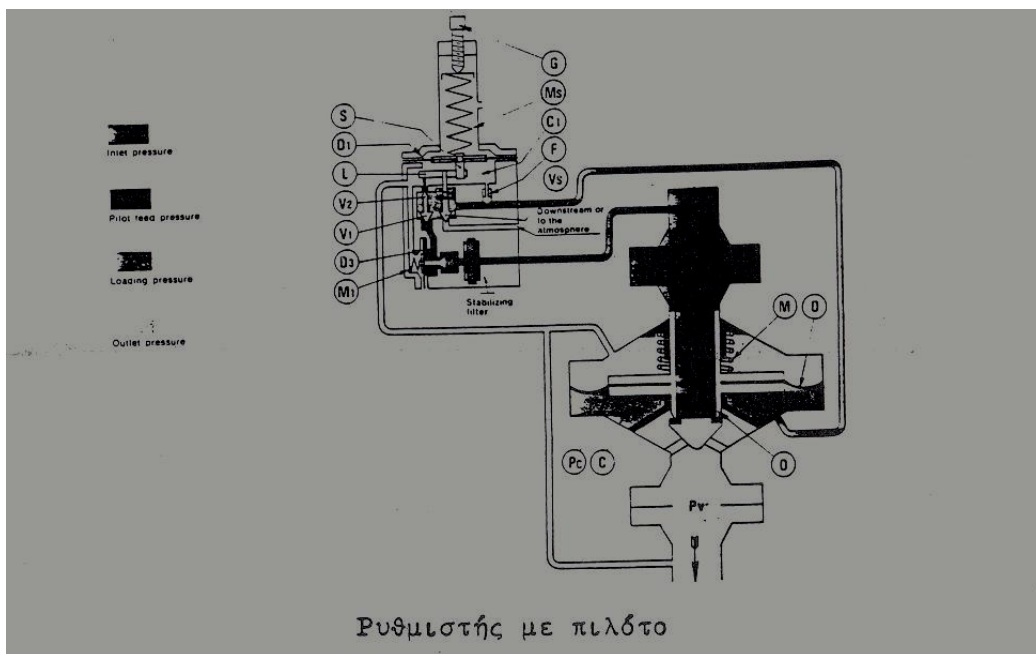
Η ταχύτητα απόκρισης των ρυθμιστών αυτών είναι χειρότερη από αυτή των απλών ρυθμιστών αφού οι αλληλεπιδράσεις των εξαρτημάτων τους είναι αρκετά πολύπλοκες αλλά επιτυγχάνουν εξαιρετική σταθερότητα της ρυθμιζόμενης πίεσης.

**Λειτουργία:** Στο επόμενο σχήμα ο πιλότος είναι ο ρυθμιστής που βρίσκεται στο επάνω αριστερό μέρος. Ο πιλότος τροφοδοτεί με αέριο συγκεκριμένης πίεσης το χώρο C ελέγχοντας έτσι τη θέση του διαφράγματος D και της βαλβίδας O, διατηρώντας με τον τρόπο αυτό σταθερή την τιμή της ρυθμιζόμενης πίεσης του κυρίως ρυθμιστή.

Ο πιλότος έχει ένα σταθεροποιητή ο οποίος διατηρεί τη πίεση τροφοδοσίας του σταθερή. Με αυτό τον τρόπο η διαφορά μεταξύ πίεσης τροφοδότησης και πίεσης ρύθμισης είναι πάντα σταθερή και δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της πίεσης και της παροχής πριν τον ρυθμιστή.

Η πίεση του σταθεροποιητή καθορίζεται από τη δράση του ελατηρίου M1 η οποία προστίθεται στη δράση που ασκεί η πίεση εξόδου P<sub>v</sub> του ρυθμιστή στο διάφραγμα D3.

Στο σταθεροποιητή υπάρχει και φίλτρο για τη προστασία του πιλότου.



Σχ.4: Διάγραμμα ρυθμιστή με πιλότο.

Υπό σταθερές συνθήκες λειτουργίας ο πιλότος προσαρμόζεται αυτόματα, έτσι ώστε η τροφοδοσία μέσω της βαλβίδας V1 να αναπληρώνει τη διαφυγή του αερίου μέσω της διόδου F και της βαλβίδας V2.

Η θέση της βαλβίδας O παραμένει σταθερή και επηρεάζεται από τη δύναμη που ασκεί στο διάφραγμα D η πίεση ρύθμισης του πιλότου P<sub>c</sub> και τη δύναμη που ασκεί το ελατήριο M και η οποία προστίθεται στη δύναμη που ασκεί η πίεση εξόδου του ρυθμιστή στο διάφραγμα. Έτσι η πίεση P<sub>c</sub> είναι μεγαλύτερη από τη P<sub>v</sub>.

Οποιαδήποτε αλλαγή στη P<sub>v</sub> επηρεάζει τον πιλότο αφού αυτή δρα στο διάφραγμα του πιλότου D1. Στο D1 ασκείται επίσης και η πίεση του ελατηρίου M<sub>s</sub>.

Για παράδειγμα, η αύξηση της P<sub>v</sub> πάνω από κάποια συγκεκριμένη τιμή, θα αναγκάσει το διάφραγμα D1 να ανασηκωθεί, το οποίο μέσω του μοχλού L και της άρθρωσης S θα αλλάξει τη θέση των βαλβίδων V1 και V2. Η V1 θα κλείσει, διακόπτοντας τη ροή του αερίου.

Η πίεση ρύθμισης του πιλότου P<sub>c</sub> ( η οποία όπως αναφέρθηκε είναι μεγαλύτερη από τη P<sub>v</sub>) θα μειωθεί αφού θα υπάρχει ροή αερίου από το χώρο C στο χώρο C1 μέσω της βαλβίδας V2 και της διόδου F. Έτσι η πίεση εξόδου του ρυθμιστή P<sub>v</sub> και του ελατηρίου M υπερνικούν την P<sub>c</sub> και κλείνουν τη βαλβίδα του ρυθμιστή O μέχρι η P<sub>v</sub> να φθάσει στην κανονική της τιμή.

Όταν η P<sub>v</sub> μειώνεται συμβαίνουν ακριβώς τα αντίθετα.

Η βαλβίδα V<sub>s</sub> απελευθερώνει αέριο στην ατμόσφαιρα ( σε περιπτώσεις γρήγορων μεταβολών της P<sub>s</sub> ), επιταχύνοντας τις αλλαγές της P<sub>c</sub>.

Με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται η απόκριση του πιλότου και ο πιλότος ρυθμίζεται από τον κοχλία G.

### 5.3.3. Βάνες ελέγχου.

Οι βάνες ελέγχου είναι ρυθμιστικές διατάξεις που λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια και με αέρα ( σε ορισμένες περιπτώσεις). Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που απαιτούνται συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ροής του αερίου.

Απαιτούν προσεκτική σχεδίαση για να διασφαλίσουν σωστή λειτουργία και καλή ισορροπία του συστήματος.

Είναι η πιο ακριβής διάταξη ρύθμισης αλλά μειονέκτημά της είναι το μεγάλο κόστος.

Για τους παραπάνω λόγους αλλά και λόγω της χρήσης ηλεκτρικού ρεύματος ( επικίνδυνο για εύφλεκτα αέρια) χρησιμοποιείται ελάχιστα σε σταθμούς ρύθμισης-μέτρησης φυσικού αερίου.

Οι ρυθμιστικές αυτές διατάξεις αποτελούνται από:

- Τη βαλβίδα ελέγχου.
- Τον ελεγκτή θέσης .
- Τη ρυθμιστική διάταξη.
- Ρυθμιστή σήματος της βαλβίδας ελέγχου.



### **5.3.4 Τρόποι σύνδεσης ρυθμιστών πίεσης.**

Σε αρκετές περιπτώσεις για να καλυφθούν οι ανάγκες κάποιας συγκεκριμένης εφαρμογής ή για να έχουμε καλύτερο έλεγχο, χρησιμοποιούμε περισσότερους από έναν ρυθμιστές.

Οι συνηθέστεροι τρόποι με τους οποίους συνδυάζονται οι ρυθμιστές και οι τρόποι ρύθμισης είναι οι παρακάτω:

**Πολλαπλή ρύθμιση ή ρυθμιστές σε σειρά** : Σε αυτή τη μέθοδο συνδέονται σε σειρά δύο ή περισσότεροι ρυθμιστές και ρίχνουν βαθμιαία τη πίεση στην επιθυμητή τιμή της.

Αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που η πίεση εισόδου είναι αρκετά υψηλή και δεν υπάρχει ρυθμιστής ικανός να υποβιβάσει τόσο πολύ τη πίεση.

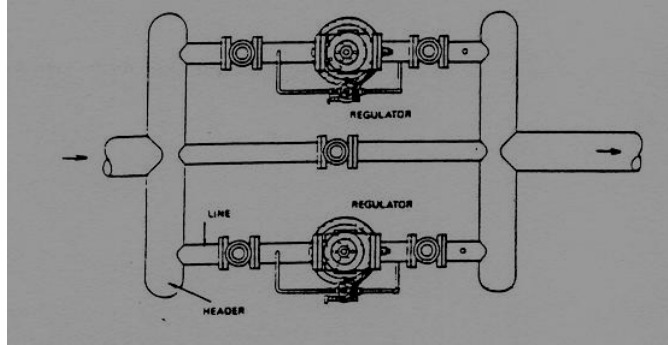
Η μέγιστη πίεση που επικρατεί σε πολύ μεγάλα δίκτυα υπερβαίνει τα 70 barg και για να μειωθεί στα 8 barg χρειάζονται δύο ρυθμιστές ενώ με τρεις μπορεί να φτάσει στα 23 mbarg.

**Παράλληλη σύνδεση ή παράλληλοι ρυθμιστές** : Σε αυτή τη μέθοδο συνδέονται παράλληλα δύο ή περισσότεροι ρυθμιστές. Με τη μέθοδο αυτή μπορούμε με μία γραμμή να εξυπηρετήσουμε μεγάλες παροχές και να περιορίσουμε το μέγεθος του ρυθμιστή (χρησιμοποιώντας αντί για ένα μεγάλο δύο μικρότερους).

Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις δεν λειτουργούν ταυτόχρονα και οι δύο ρυθμιστές αλλά μόνο ο ένας .

Ο άλλος είναι σε αναμονή για να λειτουργήσει σε περίπτωση βλάβης ή επισκευής του πρώτου ρυθμιστή.

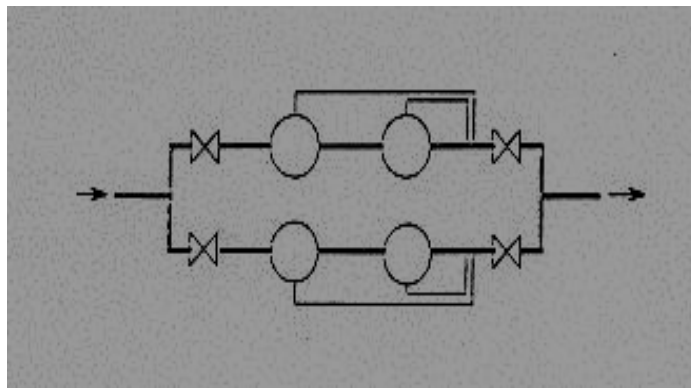
Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζουμε συνεχή λειτουργία του σταθμού.



Σχ.5: Διάγραμμα παράλληλων ρυθμιστών.

**Monitor ρυθμιστές:** Ο monitor ρυθμιστής είναι ένας απλός ρυθμιστής που βρίσκεται σε σειρά μετά από τον κύριο ρυθμιστή του σταθμού ο οποίος έχει δυνατότητα λειτουργίας fail to open (σε περίπτωση βλάβης ή αποτυχίας ρύθμισης η βαλβίδα του ρυθμιστή ανοίγει εντελώς).

Ο monitor ρυθμιστής πρέπει να έχει τις ίδιες δυνατότητες με τον πρώτο ρυθμιστή ως προς τη παροχή και τη δυνατότητα ρύθμισης. Στο σχήμα βλέπουμε ένα monitor ρυθμιστή και το γραμμικό διάγραμμα συνδυασμού παράλληλων και monitor ρυθμιστών.



Σχ.6:Γραμμικό διάγραμμα συνδυασμού παράλληλων και monitor ρυθμιστών.

Γενικά οι ρυθμιστές τοποθετούνται αξονικά στη ροή του αερίου και συνδέονται με τους αγωγούς με φλάντζες.

Οι ρυθμιστές πρέπει να εγκαθίστανται έτσι ώστε να είναι εύκολη η επισκευή και η ρύθμιση τους, ενώ το στέλεχος τους πρέπει να είναι σε κατακόρυφη θέση.

Ενδείκτες του σημείου λειτουργίας των ρυθμιστών (μανόμετρα) θα πρέπει να υπάρχουν όπου είναι δυνατόν.

Ακόμη όλες οι εξωτερικές ρυθμίσεις θα πρέπει να έχουν, υποδοχές για δυνατότητα σφράγισης.

Ο σχεδιασμός και η εφαρμογή των ελατηρίων, όπου αυτά χρησιμοποιούνται, είναι τέτοιος ώστε η ανοιγμένη τάση στους 21° C, σε πλήρες άνοιγμα, να μην υπερβαίνει το 75% της προδιαγραφόμενης τάσης διαρροής του υλικού του ελατηρίου.

Η ακρίβεια του ελέγχου της πίεσης πρέπει να εκτείνεται από το 5% έως το 100% της παροχής.

Οι ρυθμιστές είναι κατασκευασμένοι από χάλυβα ή άλλο ισοδύναμο υλικό ανάλογα με τις προδιαγραφές.

#### **5.4. Βαλβίδα ακαριαίας διακοπής (SAV).**

Σκοπός της βαλβίδας ακαριαίας διακοπής είναι να διακόπτει τη παροχή του αερίου σε περίπτωση αύξησης ή μείωσης της πίεσης εξόδου του ρυθμιστή πέρα από κάποια συγκεκριμένα και προκαθορισμένα όρια.

Η παροχή του αερίου διακόπτεται σε δύο περιπτώσεις:

- Όταν η πίεση εξόδου του ρυθμιστή είναι μεγαλύτερη από τη κανονική κάτι που σημαίνει ότι υπάρχει βλάβη στο ρυθμιστή, και
- Όταν η πίεση εξόδου του ρυθμιστή είναι χαμηλότερη από τη τιμή ρύθμισής του. Η χαμηλότερη πίεση μπορεί να οφείλεται σε βλάβη του ρυθμιστή αλλά και σε διαρροή αερίου που μπορεί να υπάρχει μετά από αυτόν.

Έτσι η βαλβίδα έχει δύο τιμές ρύθμισης, μία για τη μέγιστη πίεση και μία για την ελάχιστη.

Η τιμή ρύθμισης της μέγιστης πίεσης πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτή της ανακουφιστικής βαλβίδας για να αποφεύγεται ,όσο αυτό είναι δυνατόν, η διακοπή της παροχής.

Η βαλβίδα ακαριαίας διακοπής τοποθετείται πριν τον ρυθμιστή και λαμβάνει ως σήμα την πίεση που επικρατεί στην έξοδο του.

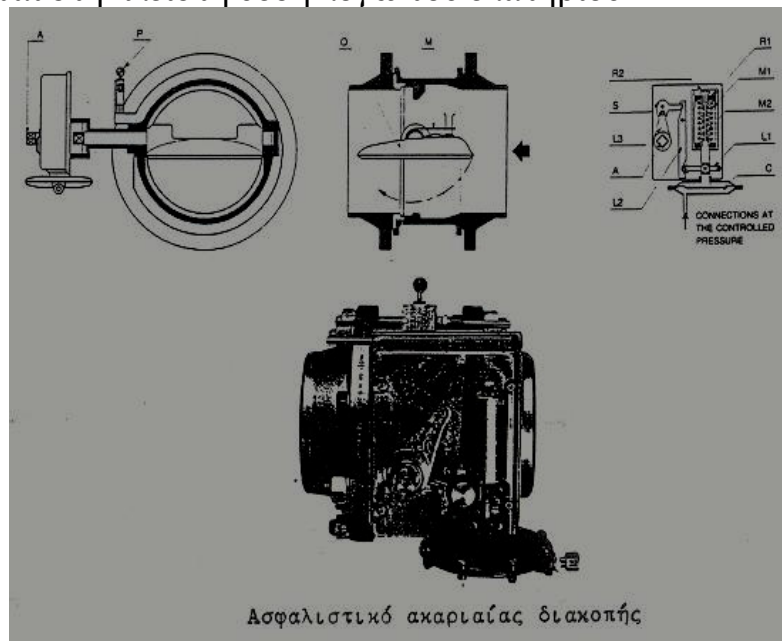
Η λειτουργία της βαλβίδας ακαριαίας διακοπής, σύμφωνα με το σχήμα που ακολουθεί είναι η εξής:

Ο άξονας A του έκκεντρου δίσκου O είναι συνδεδεμένος με τον πιλότο μέσω ενός συστήματος μοχλών. Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας η τάση του ελατηρίου της μέγιστης πίεσης M1 αντιτίθεται στην πίεση που επικρατεί κάτω από το διάφραγμα του πιλότου C ( πίεση εξόδου του ρυθμιστή) η οποία υπερνικά τη δράση του ελατηρίου της ελάχιστης πίεσης M2.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες το σύστημα των μοχλών ισορροπεί διατηρώντας το δίσκο στην ανοιχτή θέση, επιτρέποντας έτσι τη παροχή αερίου.

Οποιαδήποτε αλλαγή της πίεσης εξόδου πέρα από τα όρια ρύθμισης θα προκαλέσει την κίνηση των μοχλών L1, L2, της άρθρωσης S και τέλος του μοχλού L3 ο οποίος είναι σταθερά συνδεδεμένος με τον άξονα A.

Έτσι ο άξονας και ο δίσκος απελευθερώνεται από τους μοχλούς και στρέφεται στη κλειστή θέση λόγω του ελατηρίου M.



Σχ.7:Λειτουργία της βαλβίδας ακαριαίας διακοπής.

## 5.5. Ανακουφιστική βαλβίδα ( SBV).

Η ανακουφιστική βαλβίδα είναι ένα από τα ασφαλιστικά εξαρτήματα της εγκατάστασης. Σκοπός της είναι να επιτρέπει τη διαφυγή του αερίου στην ατμόσφαιρα σε περίπτωση υπερπίεσης μετά το ρυθμιστή .

Υπάρχουν δύο τύποι ανακουφιστικών βαλβίδων, ανάλογα με το ποσοστό της παροχής που απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα:

- Οι βαλβίδες πλήρους ικανότητας (100%).
- Και οι βαλβίδες περιορισμένης ικανότητας (έως 5%).

Η λειτουργία της ανακουφιστικής βαλβίδας, σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα είναι η εξής:

Η είσοδος του αερίου γίνεται από τη πλευρά που δείχνει το βέλος στο σχήμα.

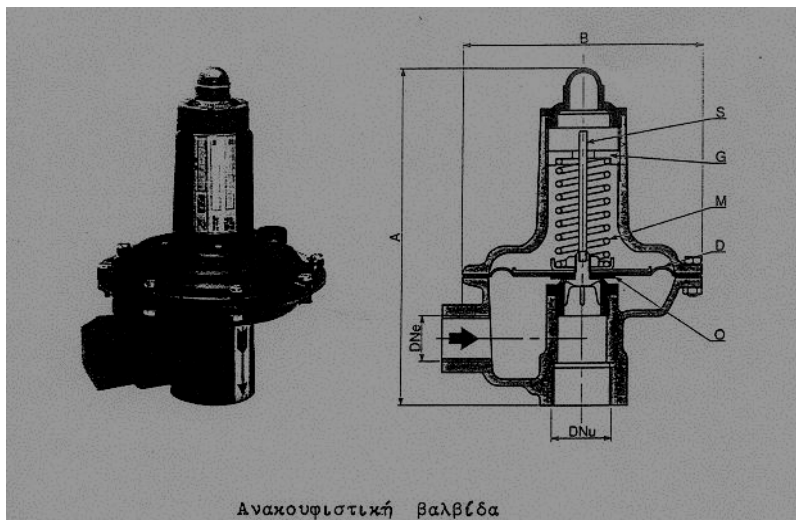
Όταν η πίεση που ασκείται από το αέριο, στο κάτω μέρος του διαφράγματος D, είναι μεγαλύτερη από τη πίεση που ασκεί το ελατήριο M, τότε το διάφραγμα ανασηκώνεται αναγκάζοντας έτσι και τη βαλβίδα O, η οποία είναι σταθερά συνδεδεμένη με το διάφραγμα , να ανυψωθεί και να ελευθερώσει τη διέλευση του αερίου προς τα κάτω.

Όταν περάσει αρκετή ποσότητα αερίου, ώστε η πίεση του αερίου στο διάφραγμα να είναι μικρότερη από το σημείο ρύθμισης της πίεσης του ελατηρίου, τότε το διάφραγμα και επομένως και η βαλβίδα θα ξανακλείσει.

Η ρύθμιση της βαλβίδας γίνεται ρυθμίζοντας την πίεση του ελατηρίου M μέσω του δακτυλίου G.

Η τιμή της πίεσης στο σημείο ρύθμισης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τη πίεση εξόδου του ρυθμιστή και μικρότερη από τη πίεση ρύθμισης του ασφαλιστικού ακαριαίας διακοπής, ώστε να αποφεύγεται η διακοπή της παροχής του αερίου.

Επιπλέον, η πίεση ρύθμισης της βαλβίδας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον κατά 15% μεγαλύτερη από τη πίεση εξόδου του ρυθμιστή καθώς είναι πιθανόν να υπάρχουν διακυμάνσεις της πίεσης εξόδου του ρυθμιστή που δεν θα οφείλονται σε βλάβη.



Σχ.8: Διάγραμμα λειτουργίας Ανακουφιστικής βαλβίδας.

Η ανακουφιστική βαλβίδα τοποθετείται μετά τον ρυθμιστή και πριν το σημείο λήψης της πίεσης (εξόδου του ρυθμιστή) του ασφαλιστικού ακαριαίας διακοπής.

Το αέριο ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα σε ύψος τουλάχιστον 3m πάνω από το έδαφος.

Ο αγωγός που ελευθερώνει το αέριο στην ατμόσφαιρα δεν πρέπει να έχει διάμετρο μικρότερη από αυτή που έχει η έξοδος του ασφαλιστικού.

Η βάνα ανακούφισης πίεσης, όπως αλλιώς λέγεται, τοποθετείται κάθετα στην ροή του αερίου.

Η ικανότητά της, όταν αυτή είναι περιορισμένη, πρέπει να είναι στο 1% περίπου αυτής του κυρίως ρυθμιστή πίεσης.

Το υλικό κατασκευής της βαλβίδας είναι χάλυβας ή αλουμίνιο.

## **5.6 Μετρητές παροχής.**

Οι μετρητές έχουν ως στόχο την μέτρηση της παροχής του αερίου σε ένα σταθμό ρύθμισης μέτρησης.

Είναι συνήθως η τελευταία συσκευή του σταθμού. Συνδέονται με τους αγωγούς με φλάντζες και συνήθως απαιτούν την τοποθέτηση ενός εξομαλυντή της ροής.

Υπάρχουν τρία βασικά είδη μετρητών, ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους :

### **5.6.1. Μετρητές διαφράγματος.**

Στους μετρητές αυτούς, η μέτρηση γίνεται με βάση τη διαφορά πίεσης μεταξύ των δύο πλευρών ενός διαφράγματος.

Οι μετρητές διαφράγματος χρησιμοποιούνται για μικρές παροχές , περίπου μέχρι 100 m<sup>3</sup>/h.



Για μεγαλύτερες παροχές το κόστος τους αλλά και το μέγεθός τους αυξάνει πάρα πολύ με συνέπεια να γίνονται ασύμφοροι. Τα βασικότερα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν είναι η δυνατότητα μέτρησης πολύ μικρών ποσοτήτων αερίου αλλά και το ότι δεν χρειάζονται συχνή συντήρηση.

Τα πιο σημαντικά μειονεκτήματα είναι το μεγάλο τους μέγεθος για αυξημένες παροχές που τους καθιστά δύσχρηστους, η περιορισμένη πίεση λειτουργίας και η μεγάλη πτώση της πίεσης που προκαλούν. Λόγω του εύρους μέτρησης τους ( $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  έως  $250\text{m}^3/\text{h}$ ) χρησιμοποιούνται κυρίως σε οικιακούς καταναλωτές.

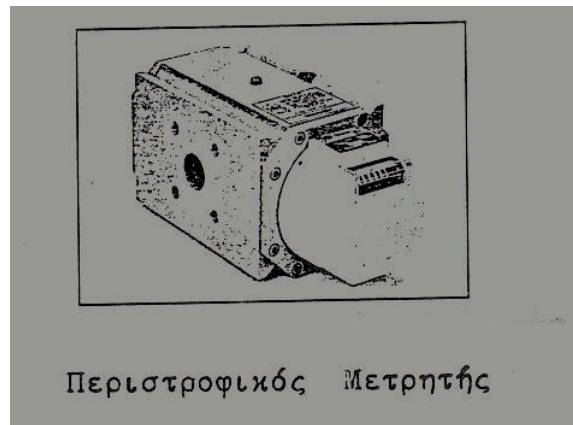


Σχ.9:Μετρητής Διαφράγματος.

## 5.6.2. Μετρητές θετικής μετατόπισης.

Στους μετρητές θετικής μετατόπισης, η μέτρηση γίνεται με βάση την παροχή αερίου που περνά μέσα από ένα θάλαμο γνωστού κυβισμού (ογκομέτρηση).

Οι μετρητές αυτοί μπορούν να μετρούν παροχές μέχρι  $400\text{m}^3/\text{h}$ . Η μέγιστη πίεση λειτουργίας μπορεί να φθάσει μέχρι 16 bar για μετρητές με αλουμινένιο πλαίσιο.



Σχ.10:Περιστροφικός Μετρητής.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματά τους:

- Είναι η αντοχή τους σε μεγάλες πιέσεις.
- Το μικρό τους μέγεθος.
- Η μικρή ευαισθησία τους στους στροβιλισμούς του αερίου πριν το μετρητή.
- Και η δυνατότητα μέτρησης μικρών παροχών.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα τους είναι:

- Ότι χρειάζονται συχνή λίπανση.
- Και ότι η παρουσία σκόνης στο αέριο μπορεί να προκαλέσει βλάβες.

Οι περιστροφικοί μετρητές έχουν την δυνατότητα να διακόπτουν τη ροή του αερίου σε περίπτωση αστοχίας στη μέτρηση. Αυτό μπορεί και να θεωρηθεί και ως μειονέκτημα αλλά και ως πλεονέκτημα, ανάλογα με το είδος του σταθμού ρύθμισης - μέτρησης στον οποίο τοποθετούνται.

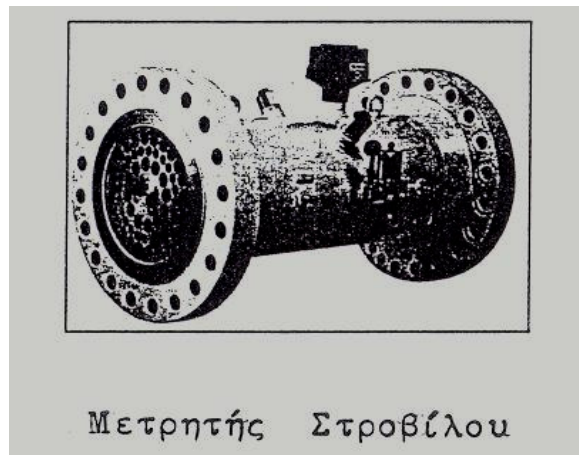
### **5.6.3. Μετρητές στροβίλου.**

Στους μετρητές αυτούς, η μέτρηση γίνεται με βάση την ταχύτητα του αερίου το οποίο διαρρέει ένα στρόβιλο.

Είναι οι μετρητές που χρησιμοποιούνται, σε μεγάλη κλίμακα, στους σταθμούς μέτρησης των δικτύων διανομής αφού μπορούν να μετρήσουν πολύ μεγάλες παροχές αερίου ενώ η πίεση λειτουργίας τους μπορεί να φτάσει μέχρι 150 bar.

Τα πλεονεκτήματά τους είναι:

- Η εύκολη τοποθέτηση.
- Η συνεχής ροή του αερίου ακόμα και σε αστοχία του μετρητή.
- Οι μεγάλες πιέσεις λειτουργίας.
- Η δυνατότητα μέτρησης μεγάλων παροχών.
- Η ικανοποιητική ακρίβεια.
- Το μικρό μέγεθός τους.
- Και η μηδαμινή απαίτηση συντήρησης.



Σχ.11: Μετρητής Στροβίλου.

Τα μειονεκτήματά τους είναι:

- Η αδυναμία άμεσης διαπίστωσης πιθανού λάθους στη μέτρηση.
- Και η μεγάλη τους ευαισθησία στις διαταραχές της ροής.

## 5.7 Θερμαντήρες.

Η πτώση της πίεσης, λόγω της εκτόνωσης του αερίου έχει ως αποτέλεσμα την πτώση της θερμοκρασίας. Γενικά η πτώση της πίεσης κατά 1 bar, προκαλεί πτώση της θερμοκρασίας κατά 0.50C . Επίσης αν το αέριο περιέχει μεγάλες ποσότητες υγρασίας υπάρχει πρόβλημα απόφραξης των αγωγών αλλά και των οργάνων και επιτάχυνση της φθοράς των αγωγών.

Ακόμα το νερό που πολλές φορές παραμένει στους αγωγούς μετά την υδροστατική δοκιμή μπορεί να προκαλέσει πρόβλημα. Η ταυτόχρονη ύπαρξη υγρασίας και η πτώση της θερμοκρασίας προκαλούν το πάγωμα των αγωγών και των οργάνων ( κυρίως του ρυθμιστή, στον οποίο γίνεται ο υποβιβασμός της πίεσης).

Για τους λόγους αυτούς, το αέριο πρέπει να έχει όσο γίνεται μικρότερο ποσοστό υγρασίας.

Πρέπει επίσης να λαμβάνεται μέριμνα ώστε η θερμοκρασία του αερίου να μην είναι ποτέ μικρότερη από 0 0C.

Με την τοποθέτηση θερμαντήρων του αερίου αποφεύγουμε την πτώση της θερμοκρασίας του αερίου κάτω από τα όρια και την παρουσία υγρασίας μέσα στους αγωγούς.

## 5.8 Μονωτικοί σύνδεσμοι.

Οι μονωτικοί σύνδεσμοι αποτελούν μέρος της καθοδικής προστασίας των σωληνώσεων. Η τοποθέτηση τους μας εξασφαλίζει έναντι φαινομένων στατικού ηλεκτρισμού αλλά και διαρροής ρεύματος στους σταθμούς μέτρησης και ρύθμισης λόγω της μεθόδου καθοδικής προστασίας που εφαρμόζεται στα δίκτυα.

Η καθοδική προστασία είναι απαραίτητη καθώς η φθορά των μετάλλων από τη διάβρωση καθιστά την εγκατάσταση επικίνδυνη. Σε περίπτωση προχωρημένης φθοράς, εκτός του κόστους επισκευής και απώλειας παραγωγής (όταν πρόκειται για βιομηχανικούς καταναλωτές) μπορεί να υπάρξουν διαρροές με αποτέλεσμα πιθανές εκρήξεις αλλά και μόλυνση.

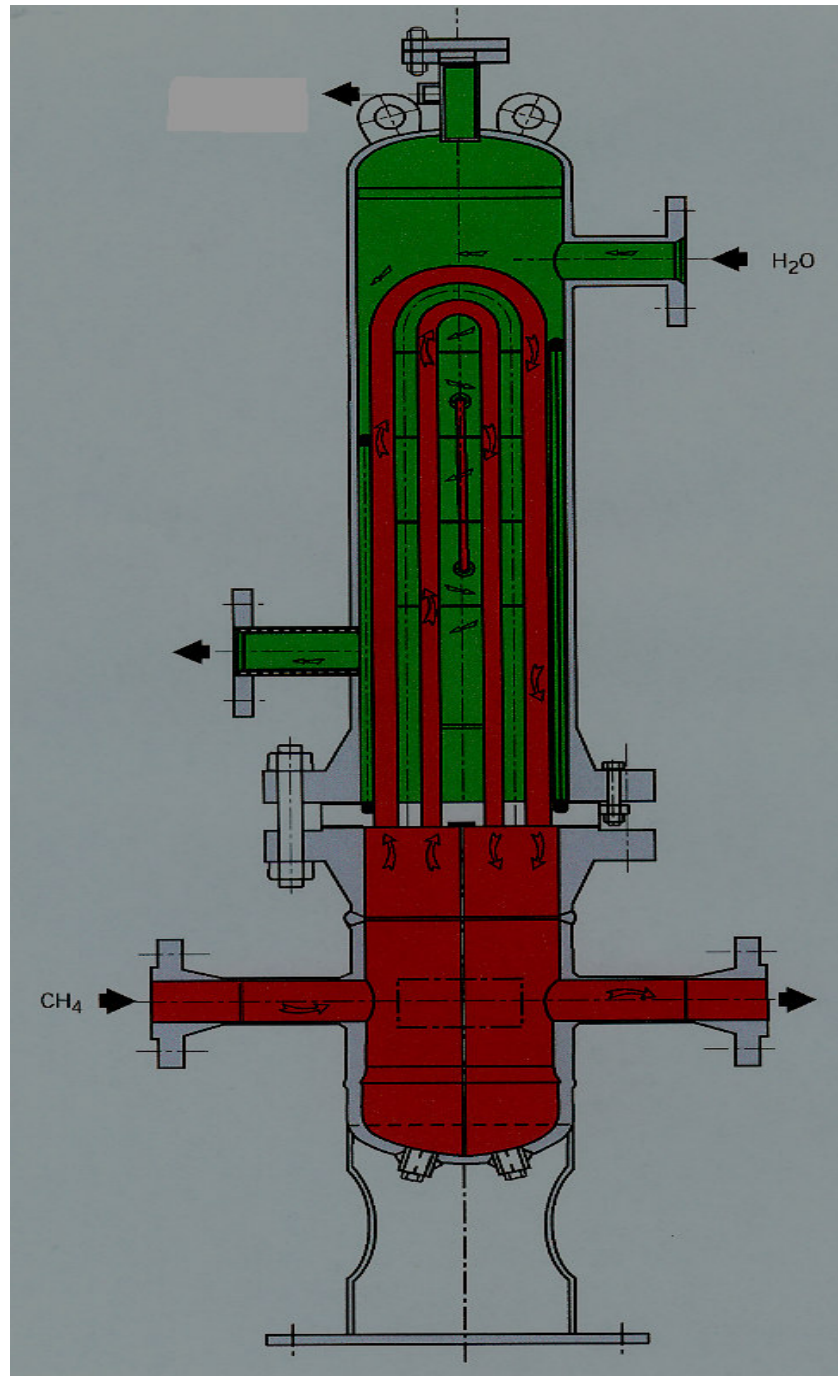
Με την χρήση των μονωτικών συνδέσμων αποτρέπεται η είσοδος στους σταθμούς επιφανειακών ρευμάτων που διαρρέουν τις σωληνώσεις τα οποία προέρχονται είτε από την καθοδική προστασία είτε από κεραυνικό πλήγμα στους αγωγούς ανάντι και κατάντι του σταθμού.

Ενσωματωμένο στο φίλτρο βρίσκεται ένα διαφορικό μανόμετρο το οποίο αποτελεί δείκτη της σωστής λειτουργίας του.

Η διαφορική πίεση του φίλτρου αερίου παρακολουθείται από διακόπτες σε περιπτώσεις όπου η διάταξη του αποτελείται κατασκευαστικά από κέλυφος το οποίο εμπεριέχει στοιχείο φίλτρου και όταν είναι απαραίτητος ο καθαρισμός του στοιχείου ή η αλλαγή του, τότε ειδικοί λαμπτήρες και αυτοματισμοί μας προειδοποιούν.

Η υγρασία και η σκόνη που κατακρατούνται στο στοιχείο του φίλτρου αποβάλλονται μέσω μιας σφαιρικής βάνας σε συνδυασμό με την πίεση του αερίου.

## 5.9 Εναλλάκτης θερμότητας. (Heat Exchanger)



Σχ. 12: Σφαιρικός Κρούνος Με Ελεύθερη Σφαίρα.



Είναι η διάταξη μέσω της οποίας παρέχεται η δυνατότητα αύξησης της θερμοκρασίας του αερίου, πριν από την είσοδο του στην διάταξη υποβιβασμού της πίεσης.

Η εναλλαγή της θερμοκρασίας του αερίου μπορεί να γίνετε είτε με θερμαντικές αντιστάσεις τις οποίες περικλείει ο εναλλάκτης θερμότητας( κόκκινο χρώμα) είτε μέσω θερμαντικού μέσου (νερό – πράσινο χρώμα).

Με κάποιον αυτοματισμό που εποπτεύει την θερμοκρασία του αερίου μετά τον υποβιβασμό της πίεσης του, μπορούμε να ελέγχουμε την λειτουργία του εναλλάκτη θερμότητας έτσι ώστε αυτή να διατηρείτε στο επιθυμητό για τον λειτουργό επίπεδο.

Πρέπει να διευκρινισθεί ότι η ανάγκη τοποθέτησης εναλλάκτη θερμότητας προκύπτει από την απώλεια θερμοκρασίας δύο βαθμών Κελσίου κατά τον υποβιβασμό της πίεσης του αερίου κατά 1bar (Φαινόμενο Joule Thomson).

Συνεπώς η τοποθέτηση εναλλάκτη θερμότητας δεν είναι απαραίτητη αλλά εξαρτάται από την πίεση εισόδου μιας γραμμής υποβιβασμού πίεσης αερίου και από την επιθυμητή πίεση εξόδου.

Για παράδειγμα σε μία γραμμή υποβιβασμού πίεσης η θερμοκρασία εισόδου του αερίου είναι 15<sup>0</sup>C, η πίεση εισόδου 50 bar και η επιθυμητή πίεση εξόδου είναι 10 bar τότε προκύπτει θερμοκρασία εξόδου του αερίου ίση με -5 <sup>0</sup>C.

Τιμή μη αποδεκτή για λειτουργικούς λόγους και ίσως μη συμβατικούς στην πώληση του φυσικού αερίου.

## 6. ΓΡΑΜΜΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.

---

### 6.1 Μέτρηση.

Σύμφωνα με την παραπάνω ενότητα κρίνεται ότι πρέπει να τεθούν υπ' όψιν στον αναγνώστη κάποιες σημαντικές παράμετροι που συγκροτούν τα συναφή θέματα μίας μέτρησης ή μίας ρύθμισης και έχουν σχέση με την πρακτική εφαρμογή του συγκεκριμένου αντικειμένου.

Γενικά, όλες οι δράσεις ρύθμισης που αναφέρθηκαν σ' αυτή την ενότητα εξαρτώνται από την μέτρηση της ρυθμιζόμενης μεταβλητής. Οι ακριβείς και ταχείς μετρήσεις αποτελούν μία σοβαρή πρόκληση και παράμετρο στον σχεδιασμό των συστημάτων ρύθμισης.

Μολονότι, η ορθή ρύθμιση προϋποθέτει μία στιγμιαία και ακριβής μέτρηση, στην πράξη κάτι τέτοιο είναι αρκετά δύσκολο να εξασφαλισθεί, ειδικά όταν το μετρούμενο μέγεθος ταλαντεύεται μεταβάλλεται με γρήγορους ρυθμούς.

Ο βασικός σχεδιασμός αυτών των συστημάτων θα πρέπει λοιπόν να λαμβάνει σοβαρά υπ' όψιν τους πρακτικούς περιορισμούς ακρίβειας και απόκρισης των διαθέσιμων συσκευών μέτρησης.

Για παράδειγμα, οι θερμοστάτες επηρεάζονται από την παρουσία αερίων ρευμάτων, την θερμοκρασία των επιφανειών που εγκαθίστανται και την εκπεμπόμενη από τη γύρω τους περιβάλλον ακτινοβολία.

Για ένα γραφείο ή μία μικρή κατοικία η θερμοκρασία του χώρου μπορεί να κυμαίνεται έναν ή δύο βαθμούς γύρω από την επιθυμητή τιμή, χωρίς κανένα πρόβλημα ως προς την αποδοχή.

Για τις συνθήκες ενός εργαστηρίου όμως μία μεταβολή της θερμοκρασίας κατά  $\pm 0,05$  °C μπορεί να κριθεί ως μη αποδεκτή.

Ένα μανόμετρο, για παράδειγμα που τοποθετείται σε ένα σημείο τυρβώδους ροής, όπως είναι μία γωνία ή ένα σημείο φραγής της διαμέτρου του αγωγού δεν θα δώσει ποτέ ακριβείς και συνεπείς μετρήσεις. Για το λόγο αυτό προτιμείται η τοποθέτηση των μανομέτρων σε ευθεία τμήματα του αγωγού και με μεγάλο μήκος.

Όπως διαφαίνεται απ' όλα τα προαναφερθέντα, αποτελεί μέγιστης σημασίας στον σχεδιασμό των συστημάτων ρύθμισης να είναι γνωστές οι βασικοί παράμετροι που συνθέτουν μία συγκεκριμένη εφαρμοσμένη διεργασία και ανάλογα με αυτές να σχεδιάζονται όσο το δυνατόν ρεαλιστικά η απόκριση και η ακρίβεια ενός τέτοιου συστήματος.

## 6.2 Όργανα μέτρησης.

Τα όργανα μέτρησης παίζουν σημαντικό ρόλο στην λειτουργία των συστημάτων που ενσωματώνονται στο δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου. Μεταβλητές όπως η πίεση, η θερμοκρασία και η ροή του αερίου είναι σημαντικότερες παράμετροι στις διεργασίες που διενεργούνται σε όλα τα σημεία του εν γένει δικτύου.

Αυτές οι μεταβλητές αποτυπώνονται σε ειδικά όργανα, τα οποία βρίσκονται εγκατεστημένα στα βανοστάσια, στους Μετρητικούς και Ρυθμιστικούς σταθμούς, καθώς και σε άλλα σημεία του δικτύου.

Μέσω λοιπόν αυτής της αποτύπωσης των μεταβλητών παραμέτρων από τα ειδικά όργανα μέτρησης, πραγματοποιείται η διαχείριση του όλου συστήματος, είτε τοπικά είτε ακόμη και τηλεμετρικά, ανάγονται οι ποσότητες του αερίου προς τους καταναλωτές στην τελική μορφή κοστολόγησης, ελέγχεται η εύρυθμη λειτουργία του συστήματος σε συνεχιζόμενη βάση, αναλύεται η ποιότητα του εισερχόμενου αερίου, και ουσιαστικά διενεργείται με την δέουσα εποπτεία και έλεγχο η όλη λειτουργία με έγκυρο και αποτελεσματικό τρόπο.

### 6.3 Ορισμοί και είδη Οργάνων Μέτρησης.

Με τον όρο όργανο εννοείται μία ευαίσθητη ηλεκτρική ή μηχανική ή πνευματική ή ψηφιακή συσκευή μέτρησης -μετάδοσης - ή ελέγχου μίας μεταβλητής παραμέτρου, η οποία συσκευή είναι εγκατεστημένη στο σύστημα και διασυνδεδεμένη με τις διατάξεις και τα μέρη της διεργασίας παραγωγής.

Σε ότι αφορά την έννοια του αυτοματισμού μίας εγκατάστασης θα μπορούσαμε να αποδώσουμε τον ορισμό λέγοντας ότι, αυτοματισμός σημαίνει η μέτρηση, η καταγραφή και ο τελικός έλεγχος των σημαντικών μεταβλητών παραμέτρων μίας διεργασίας που λαμβάνει χώρα σε ένα λειτουργικό σύστημα μέσω μετρητικών οργάνων, με στόχο την διαχείριση αυτής της διεργασίας είτε τοπικά είτε τηλεμετρικά με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα.

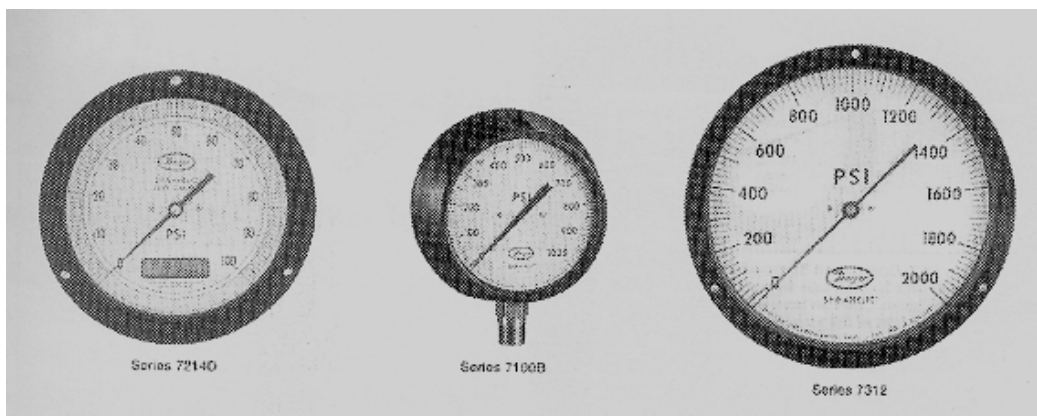
Τα διάφορα είδη οργάνων μέτρησης θα μπορούσαμε να τα κατατάξουμε ανάλογα με το είδος της μέτρησης που διενεργούν.

Σύμφωνα λοιπόν με το είδος μέτρησης τα όργανα εντάσσονται σε τρεις βασικές κατηγορίες οι οποίες είναι :

- 1) Ενδεικτικά όργανα μέτρησης.
- 2) Καταγραφικά όργανα.
- 3) Αθροιστικά όργανα.

Σε ότι αφορά τα **ενδεικτικά όργανα**, αυτά μετρούν και αποτυπώνουν στην στιγμιαία τιμή μίας μεταβαλλόμενης μεταβλητής παραμέτρου που σχετίζεται ουσιαστικά με την διεργασία παραγωγής και δεν είναι απαραίτητη η αποθήκευση ή καταγραφή της σε μορφή είτε αναλογική είτε ψηφιακή.

Τέτοια όργανα για παράδειγμα είναι: το αναλογικό ή ψηφιακό μανόμετρο (όργανο μέτρησης πίεσης), το θερμομέτρο (όργανο μέτρησης θερμοκρασίας), .. κλπ. Τέτοιου είδους ενδεικτικά όργανα μέτρησης δείχνει το ακόλουθο (Εικόνα 1)



**Εικ. 1: Ενδεικτικό Όργανο Μέτρησης Πίεσης.**

Σε ότι αφορά τα **Καταγραφικά Όργανα Μέτρησης**, αυτά είναι τα όργανα τα οποία χρησιμοποιούνται για την μόνιμη ή μερική καταγραφή των μεταβλητών παραμέτρων μίας διεργασίας, με σκοπό την συστηματική καταγραφή λειτουργικών δεδομένων που χρειάζονται στον λειτουργό για μελέτη και περαιτέρω ανάλυση.

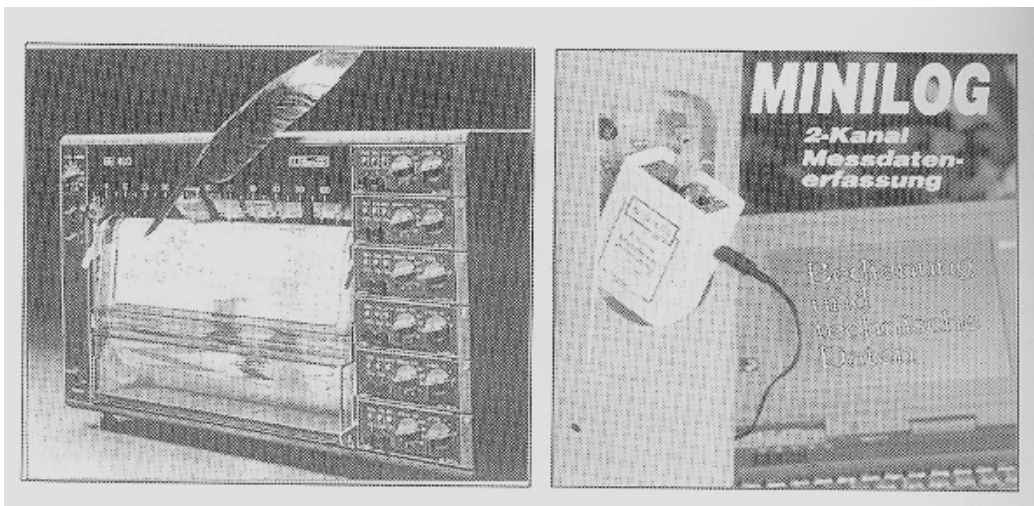
Στην ουσία τα όργανα αυτά, εάν πρόκειται για αναλογική λειτουργία, καταγράφουν σε επιφάνεια χάρτου (διαβαθμισμένου αναλόγως την χρήση) την μεταβολή της λειτουργικής μεταβλητής συναρτήσει του χρόνου.

Η σημερινή τεχνολογία χρησιμοποιεί ευρέως καταγραφικά όργανα με ψηφιακή λειτουργία (Digital Data Loggers), τα οποία καταγράφουν τα δεδομένα των μετρήσεων, ανάλογα με τις επιθυμητές ρυθμίσεις, σε ψηφιακή μνήμη, απ' την οποία μπορούν να αναχθούν με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή και να αναλυθούν με κατάλληλα λογισμικά προγράμματα.

Με τον τρόπο αυτό και με την βοήθεια των καταγραφικών οργάνων μέτρησης, ο λειτουργός ενός συστήματος έχει την δυνατότητα να αποθηκεύσει τα διάφορα λειτουργικά δεδομένα για την αναγκαία επεξεργασία τους και για την μελλοντική χρήση τους.

Μία τέτοιου είδους δυνατότητα καθίσταται πολύ σημαντική και χρηστική στην ευρύτερη λειτουργία των επιχειρήσεων που αναπτύσσονται και λειτουργούν με τα σημερινά πρότυπα.

Οι ακόλουθες (Εικόνες 2 και 3 ) απεικονίζει ένα αναλογικό και ένα ψηφιακό Καταγραφικό Όργανο Μέτρησης που χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές στην διαχείριση του συστήματος μεταφοράς (π.χ. καταγραφή της ηλεκτρικής τάσεως των συστημάτων ελέγχου της λειτουργίας των σταθμών Μέτρησης και Ρύθμισης Φ.Α. του δυναμικού Αγωγού - Εδάφους του Ενεργού Συστήματος Καθοδικής Προστασίας Επιβαλλόμενου Ρεύματος, δεδομένα συνεχιζόμενων μετρήσεων συστημάτων παρακολούθησης διολίσθησης πρανών στον Χώρο Διέλευσης του Αγωγού Μεταφοράς, δεδομένα μετρήσεων για την τιμολόγηση του αερίου στα σημεία παράδοσης.. κλπ.).



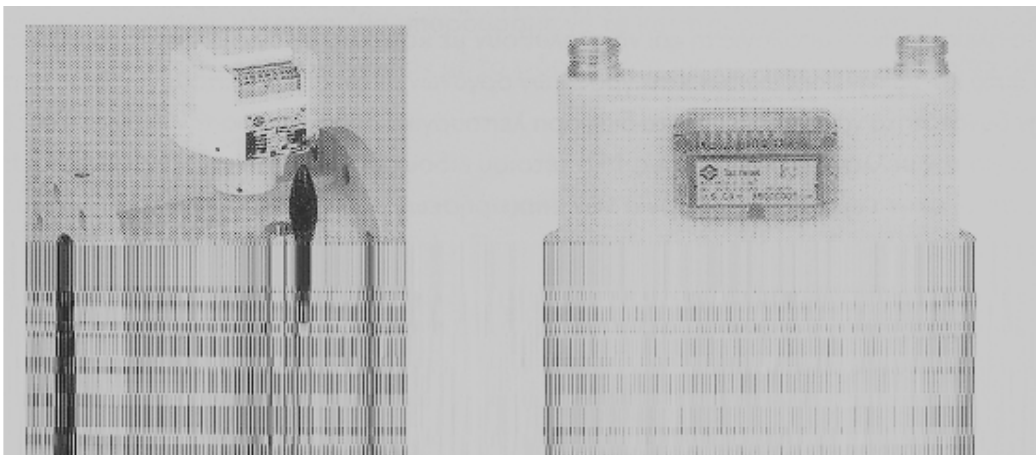
Εικ. 2,3 : Καταγραφικά Όργανα Μέτρησης (A - Αναλογικού & B - Ψηφιακού Τύπου).

Σε ότι αφορά τα **Αθροιστικά Όργανα Μέτρησης** τα οποία ονομάζονται και μετρητές (αναλογικοί - μηχανικοί ή ψηφιακοί), αυτά καταγράφουν την συνολική τιμή της λειτουργικής μεταβλητής για ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, κατά το οποίο το όργανο ή η διάταξη μέτρησης μιας συγκεκριμένης παραμέτρου ήταν σε λειτουργία.



Τέτοια αθροιστικά όργανα τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως στην βιομηχανία φυσικού αερίου είναι όπως για παράδειγμα: το όργανο καταγραφής του συνολικού όγκου φυσικού αερίου το οποίο έχει διέλθει για ένα χρονικό διάστημα από τον στροβιλομετρητή αερίου ή άλλου τύπου μετρητή στους Μετρητικούς και Ρυθμιστικούς σταθμούς του συστήματος μεταφοράς, καθώς και σε μετρητές αερίου διαφόρων τύπων σε άλλα σημεία κατανάλωσης αερίου (βιομηχανικός, εμπορικός και οικιακός τομέας).

Τέτοιου είδους αθροιστικά όργανα μέτρησης απεικονίζονται στις παρακάτω (Εικόνες 4 και 5 ). Οι εν λόγω μετρητές είναι εγκατεστημένοι σε διατάξεις διεργασίας μέτρησης του όγκου αερίου (σε στροβιλομετρητή και σε μετρητή διαφράγματος).



**Εικ. 4,5: Αθροιστικό Όργανο Μέτρησης Ενσωματωμένο Σε Μετρητή Αερίου Διαφράγματος.**

Άλλα παραδείγματα για την πλήρης κατανόηση αυτού του τύπου αθροιστικών οργάνων, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε:

Τα αθροιστικά όργανα μέτρησης της συνολικής καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (kwh) στους μετρητές της ΔΕΗ στις οικίες μας, ακόμη και τα όργανα καταγραφής της συνολικής διανυθείσης χιλιομετρικής απόστασης των αυτοκινήτων.

#### **6.4 Βασικά μέρη των Οργάνων Μέτρησης.**

Από τα πιο απλά ενδεικτικά όργανα έως τα πιο σύνθετα, θα μπορούσαμε να αναφερθούμε ουσιαστικά στα κύρια και βασικά μέρη τα οποία συνθέτουν την ολοκληρωμένη λειτουργία ενός οργάνου.

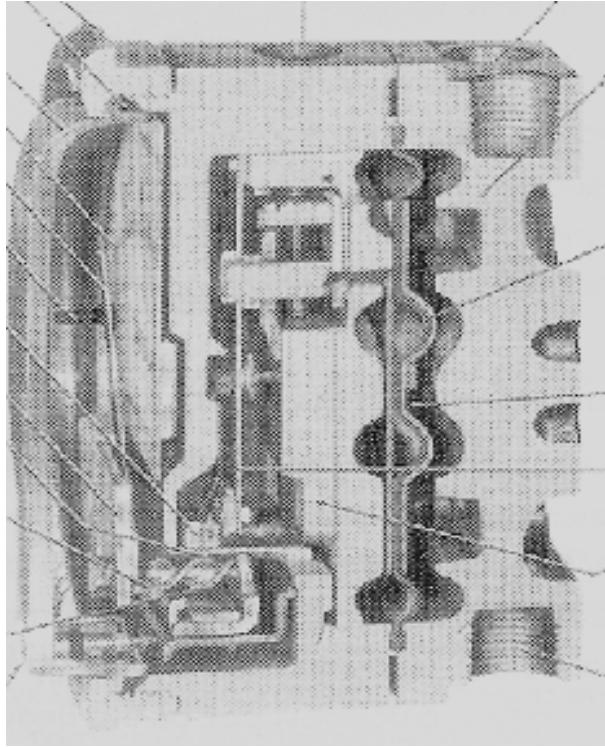
Ασφαλώς ένα απλό όργανο μέτρησης, όπως π.χ. ένα γυάλινο επαγωγικό θερμόμετρο ή ένας δείκτης στάθμης υγρών διαφέρει ως προς την σύνθεσή του από ένα πιο πολύπλοκο όργανο, όπως π.χ. έναν πομπό μετάδοσης πίεσης, ένα ηλεκτρικό θερμοστοιχείο, ένα ψηφιακό πολύμετρο ηλεκτρικών παραμέτρων, κλπ.

Τα περισσότερα λοιπόν όργανα μέτρησης, κατά κανόνα περιλαμβάνουν τα εξής βασικά μέρη:

- 1) Στοιχείο Ανίχνευσης (βασικό στοιχείο μέτρησης), που σκοπό έχει να ανιχνεύσει την τιμή της μεταβλητής παραμέτρου την οποία καλείται να μετρήσει το συγκεκριμένο όργανο. Η μεταβλητή μπορεί να είναι η θερμοκρασία του διερχόμενου αερίου, η πίεση την δεδομένη στιγμή, η ροή, κλπ. Δηλαδή αυτό το στοιχείο το οποίο είναι ευαίσθητο στην βασική παράμετρο της μεταβλητής, και το οποίο αλλάζει φυσική κατάσταση λόγω της επαφής του (γαλβανικής ή μη) με την μεταβλητή παράμετρο (π.χ. ο υδράργυρος σε ένα θερμόμετρο, το μεταλλικό έλασμα σε ένα αναλογικό μανόμετρο, η ηλεκτρική αντίσταση σε ένα θερμοστοιχείο, το διάφραγμα σε όργανο διαφορικής πίεσης, .. κλπ).
  
- 2) Στοιχείο Μέτρησης, το οποίο ουσιαστικά μετατρέπει την μεταβολή του Στοιχείου Ανίχνευσης σε μετρήσιμο μέγεθος. Δηλαδή είναι η τελική ένδειξη της τιμής η οποία απεικονίζεται είτε τοπικά στο όργανο μέτρησης είτε τηλεμετρικά. Στοιχείο Μέτρησης για παράδειγμα είναι ένας δείκτης ενός μανομέτρου ή ενός θερμομέτρου επάνω σε μία διαβαθμισμένη κλίμακα, ή μία ψηφιακή ένδειξη (αριθμός) σε οθόνη παρατήρησης με την μονάδα μέτρησης (π.χ. bar, °C, mVdc, mmH2O, .. κλπ).
  
- 3) Στοιχείο Μετάδοσης ή Σύνδεσης, το οποίο σκοπό έχει να ενώσει τα δύο πρώτα στοιχεία και να μεταφέρει την πληροφορία από την διαδικασία ανίχνευσης στην διαδικασία μέτρησης. Αυτό μπορεί να είναι ένας μεταλλικός σύνδεσμος ή ηλεκτρικά καλώδια ή ακόμη και μία τηλεπικοινωνιακή ασύρματη σύνδεση, που μεταφέρει την πληροφορία της μέτρησης από το στοιχεία ανίχνευσης στο στοιχείο μέτρησης.

Η ακόλουθη (Εικόνα 6) περιγράφει την δομή ενός οργάνου μέτρησης, συγκεκριμένα ενός αναλογικού οργάνου μέτρησης της διαφορικής πίεσης. Περιγράφονται τα διαφορετικά μέρη που

αποτελούν το συγκεκριμένο όργανο, που κάθε ένα από αυτά είναι απαραίτητο για την λειτουργία του οργάνου.



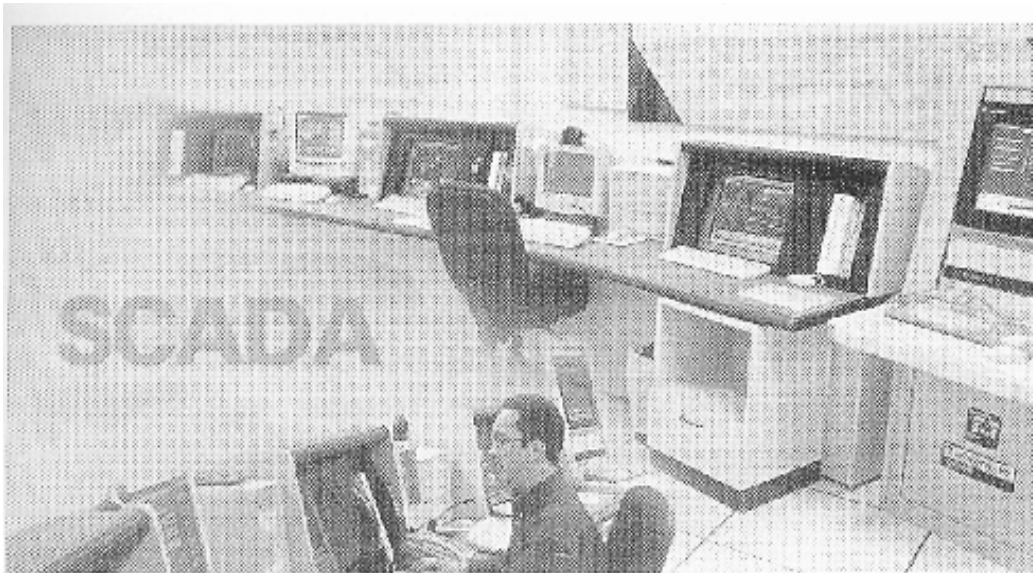
**Εικ.6: Τομή Οργάνου Μέτρησης Διαφορικής Πίεσης.**

## 6.5 Διαχείριση των μετρήσεων με τηλεμετρία.

Όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω, το στοιχείο μετάδοσης έχει την δυνατότητα να μεταφέρει την τιμή μιας πρωτογενούς μέτρησης σε ένα απομακρυσμένο γεωγραφικό χώρο, με σκοπό την συνολική διαχείριση, ανάλυση και αποθήκευση.

Αυτή η λειτουργία παρέχει την δυνατότητα της συγκέντρωσης στοιχείων πολλαπλών μετρήσεων των μεταβλητών παραμέτρων της διεργασίας ή των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα σε ένα γεωγραφικά κατανομημένο σύστημα, σε ένα κεντρικό σημείο που ονομάζεται Κέντρο Ελέγχου (π.χ. το GCC της ΔΕ ΠΑ Α.Ε) μέσω ενός Συστήματος Τηλεμετρίας, Τηλεχειρισμού και Τηλεελέγχου ή SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition.

Με αυτόν τον τρόπο μπορούν οι βασικές λειτουργικές παράμετροι ενός μεγάλου και σύνθετου συστήματος να συλλεχθούν και να συγκριθούν εάν απαιτείται ταυτόχρονα σε ένα συγκεκριμένο χώρο και έτσι με αυτόν τον τρόπο να διασφαλίζεται η εύρυθμη και ασφαλής λειτουργία του.



**Εικ. 7: Χώρος κεντρικού συστήματος Τηλεμετρίας, Τηλεχειρισμού και Τηλεελέγχου.**

Πληροφοριακά, το σύστημα SCADA είναι ένα σύστημα το οποίο αποτελείται από κεντρικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές που βρίσκονται στο Κέντρο Ελέγχου, από περιφερειακές μονάδες και βασικά από άλλα ηλεκτρικά - ηλεκτρονικά συστήματα.

Το όλο σύστημα συνδέεται μεταξύ των περιφερειακών και των άλλων ηλεκτρικών συστημάτων τα οποία βρίσκονται κατανεμημένα στους διάφορους σταθμούς, όπου συντελείται η διεργασία παραγωγής, μέσω ενός ολοκληρωμένου τηλεπικοινωνιακού δικτύου, απ' το οποίο μεταφέρονται όλα τα σχετικά σήματα μέτρησης - ρύθμισης και ελέγχου.

Όλες οι σχετικές πληροφορίες και τα σήματα από τα τοπικά όργανα μέτρησης στους σταθμούς των διεργασιών (π.χ. Σταθμοί Μέτρησης και Ρύθμισης της Δ.Ε.Π.Α. Α.Ε) μετατρέπονται από ηλεκτρικά κατά κύριο λόγο σήματα σε μία κατάλληλη μορφή και μέσω του φορέα τηλεπικοινωνίας (οπτικές ίνες στην συγκεκριμένη περίπτωση) με ένα ειδικό πρωτόκολλο (MODBUS) μεταφέρονται με υψηλές ταχύτητες (π.χ. 9.600 bps) στους κεντρικούς υπολογιστές του Κέντρου Ελέγχου για την σχετική διαχείριση.

Σημειωτέον είναι ότι, η εν λόγω επικοινωνία είναι αμφίδρομη, δηλαδή τα διάφορα σήματα, είτε αυτά είναι τιμές μέτρησης είτε είναι σήματα ελέγχου, μεταδίδονται από τα σημεία της διεργασίας παραγωγής προς το Κέντρο Ελέγχου, αλλά και αντιστρόφως.

Σε μερικές περιπτώσεις όπου το στοιχείο μετάδοσης ή σύνδεσης δεν βρίσκεται πολύ μακριά από το σημείο μέτρησης, χρησιμοποιούνται συστήματα πνευματικής μετάδοσης, τα οποία μπορούν να εξασφαλίσουν σε μεγάλο βαθμό την δέουσα ασφάλεια, όταν η διεργασία συντελείται σε επικίνδυνο περιβάλλον (κίνδυνος έκρηξης ή ανάφλεξης).

Τα σύγχρονα όμως συστήματα μετάδοσης των τιμών μέτρησης υλοποιούν την ηλεκτρική μετάδοση χωρίς προβλήματα ασφάλειας, ακόμη και σε διαβαθμισμένες περιοχές (π.χ. περιοχή αερίου).

Αυτό είναι εφικτό διότι χρησιμοποιείται η τεχνολογία "Intrinsically Safe", όπου η ηλεκτρική ενέργεια διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα και έτσι δεν μπορεί να αναπτυχθεί η απαιτούμενη θερμική ενέργεια για την ανάφλεξη ενός αναφλέξιμου μέσου (π.χ. φυσικό αέριο).

Όλες οι τιμές μέτρησης μεταφέρονται μέσω χαμηλής εντάσεως σηματοδότησης (4 - 20 mA<sub>rms</sub>) από ειδικούς ηλεκτρικούς αγωγούς (ενισχυμένα καλώδια με σπλισμό και προστασία γείωσης), όπως επίσης και η ηλεκτρική τροφοδοσία των οργάνων (π.χ. μεταδότες πίεσης και θερμοκρασίας, .. κλπ) δεν μπορεί να υπερβεί τάση μεγαλύτερη των 50 V<sub>dc</sub>, στις περισσότερες περιπτώσεις η τάση τροφοδοσίας είναι ίση με 24 V<sub>dc</sub>.

Η αξιοπιστία ενός τέτοιου συστήματος μετάδοσης των μετρήσιμων μεγεθών, η ταχύτητα μετάδοσης αυτών, καθώς επίσης και η απλούστευση της εφαρμογής σε συνδυασμό με την οικονομία της εγκατάστασης καθιστούν τα συστήματα αυτά τα πιο διαδεδομένα στις σύγχρονες εφαρμογές.



## 6.6 Κύριες ομάδες οργάνων μέτρησης.

Σε ότι αφορά τις διάφορες ομάδες που μπορούν να καταταγούν τα όργανα μέτρησης, αυτές προσδιορίζονται από τις διάφορες μεταβλητές που ενυπάρχουν στις συγκεκριμένες διεργασίες παραγωγής. Γενικά, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι οι κύριες μεταβλητές στην περίπτωση του Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Φυσικού Αερίου είναι οι κάτωθι:

- Θερμοκρασία – Πίεση.
- Ροή αερίου.
- Στάθμη υγρού.

Κατά συνέπεια οι πιο σπουδαιότερες ομάδες οργάνων σε σχέση με τις παραπάνω μεταβλητές συνοψίζονται στις εξής:

- Θερμόμετρα (Αναλογικά ή Ψηφιακά / Μεταδότες).
- Μανόμετρα (Αναλογικά ή Ψηφιακά / Μεταδότες).
- Μετρητές ροής ή Ροόμετρα (Σροβιλομετρητές Διαφράγματος, Θετικής Μετατόπισης, ...κλπ).
- Μετρητές Στάθμης ή Δείκτες Στάθμης (Μηχανικοί, Ηλεκτρικοί / Αναλογικοί ή Ψηφιακοί).

### 7.1 Έλεγχος Μετρητικών / Ρυθμιστικών Σταθμών.

Οι σταθμοί ελέγχονται σε εβδομαδιαία, βάση για την λειτουργική τους κατάσταση.

Αναλυτικά ελέγχονται:

- Θέση ESD βανών, καθώς και του By-pass τους.
- Λειτουργική κατάσταση των γραμμών αερίου (Θέση βανών εισόδου - εξόδου, Πίεση εισόδου - εξόδου, set - point κλπ).
- Λειτουργική κατάσταση γραμμών καυσίμου αερίου.
- Λεβητοστάσιο (Λέβητες, κυκλοφορητές, πίεση νερού, θερμοκρασία).
- Πίνακας ελέγχου (Διακόπτες, λυχνίες).
- Υπολογιστής λειτουργικής απεικόνισης (Visual Display Unit).
- Μονάδα πρόσδοσης Οσμής.

- Σύστημα χρωματογραφίας.
- Υπολογιστές Ροής (Flow computers, PTZ).
- Κλιματισμός χώρου.
- Πίνακας συστήματος παρείσδυσης.
- Πίνακας Πυρανίχνευσης κ αυτόματης κατάσβεσης.
- Σύστημα κατάσβεσης με INERGEN.
- Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (Στάθμη λαδιού, νερού, κατάσταση μπαταριών, στάθμη πετρελαίου).
- Μονάδα αδιάλειπτης παροχής τάσης (UPS).
- Τηλεπικοινωνιακός κόμβος (RCC).

Η λειτουργική κατάσταση των σταθμών καθώς και οι όποιες παρατηρήσεις που πρέπει να αναφερθούν, καταγράφονται σε ένα φύλλο ελέγχου το οποίο συμπληρώνεται από το προσωπικό που διενεργεί τον περιοδικό έλεγχο.

Στις επόμενες σελίδες φαίνεται ένα τέτοιο τυπικό φύλλο εβδομαδιαίου ελέγχου.

**ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΡΗΤΙΚΟΥ-ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ A.NORTH U-2910**

ΟΝΟΜΑΤΟΥΧΟΣ ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ : ..... ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : .....

ΕΒΔΟΜΑΔΑ : ..... ΩΡΑ ΕΙΣΟΔΟΥ : ..... - ΩΡΑ ΕΞΟΔΟΥ : .....

**A. ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΟΥ**

**B. ΕΞΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΟΥ**

Θέση βάνας	E.S.D	Ανοιχτή	Κλειστή	Θέση βάνας	E.S.D	Ανοιχτή	Κλειστή
Θέση by pass	E.S.D	Ανοιχτή	Κλειστή	Θέση by pass	E.S.D	Ανοιχτή	Κλειστή
Θέση χειριστηρίου	E.S.D	Πνευματικό	Υδραυλικό	Θέση χειριστηρίου	E.S.D	Πνευματικό	Υδραυλικό

**Panel Χειρισμού ESD:**

**Panel Χειρισμού ESD:**

Θέση Διακόπτη	Local	Remote	Θέση Διακόπτη	Local	Remote
Θέση Φίλτρου	Λειτουργία	By Pass	Θέση Φίλτρου	Λειτουργία	By Pass

Πίεση barg Πίεση barg

**SKID ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ :**

**SKID 1**

**SKID 2**

Actuator Gas Supply	barg						
Πίεση εισόδου	barg		Πίεση εισόδου	barg			
Πίεση εξόδου	barg		Πίεση εξόδου	barg			
Θερμοκρασία εξόδου αερίου	°C		Θερμοκρασία εξόδου αερίου	°C			
Διαφορική πίεση φίλτρου	mbar		Διαφορική πίεση φίλτρου	mbar			
Θέση βάνας εισόδου	Open	Close	Θέση βάνας εισόδου	Open	Close		
Θέση χειριστηρίου βάνας	Manual	Automatic	Θέση χειριστηρίου βάνας	Manual	Automatic		
Θέση διακόπτη χειριστηρίου	Local	Remote	Θέση διακόπτη χειριστηρίου	Local	Remote		
Θέση διακόπτη χειριστηρίου	Open	0	Close	Θέση διακόπτη χειριστηρίου	Open	0	Close
Πίεση ρύθμισης(set point)	bar		Πίεση ρύθμισης(set point)	bar			
Θέση βάνας σύνδεσης SKID 1&2	Open	Close					
Θέση βάνας εξόδου	Open	Close	Θέση βάνας εξόδου	Open	Close		
Θέση χειριστηρίου βάνας	Manual	Automatic	Θέση χειριστηρίου βάνας	Manual	Automatic		
Θέση διακόπτη χειριστηρίου	Local	Remote	Θέση διακόπτη χειριστηρίου	Local	Remote		
Θέση διακόπτη χειριστηρίου	Open	0	Close	Θέση διακόπτη χειριστηρίου	Open	0	Close
Ενδειξη τουρμπινομετρου	m³		Ενδειξη τουρμπινομετρου	m³			
Ελεγχος πλήρωσης ελαίου στρόφιγγη	Ναι	Όχι	Ελεγχος πλήρωσης ελαίου στρόφιγγη	Ναι	Όχι		

**ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑΣ**

OK πρόβλημα

**SKID καυσίμου πετρελ No 1**

**SKID καυσίμου πετρελ No 2**

Θέση βάνας ΠΑΡΟΧΗΣ	Ανοιχτή	Κλειστή	Θέση βάνας ΠΑΡΟΧΗΣ	Ανοιχτή	Κλειστή
Θέση βάνας εισόδου	Ανοιχτή	Κλειστή	Θέση βάνας εισόδου	Ανοιχτή	Κλειστή
Θέση stop / shut	Ανοχτες	Κλειστες	Θέση stop / shut	Ανοχτες	Κλειστες
Πίεση εξόδου	mbar		Πίεση εξόδου	mbar	
Ενδειξη μετρητού	m³		Ενδειξη μετρητού	m³	
Θέση βάνας εξόδου	Ανοιχτή	Κλειστή	Θέση βάνας εξόδου	Ανοιχτή	Κλειστή
Θέση βάνας επικοινωνίας ΕΙΣΟΔΟΥ	Ανοιχτή	Κλειστή	Θέση βάνας επικοινωνίας ΕΞΟΔΟΥ	Ανοιχτή	Κλειστή

**Αίθουσα Λεβητοστάσιου**

**Αίθουσα Οσμωποίησης T.M.T**

Οπτικός έλεγχος	καλώς	κακώς	Οπτικός έλεγχος	καλώς	κακώς			
Λέβητας σε λειτουργία	1	2	Μυρωδιά	Έντονη	Φυσιολογική			
Κυκλοφορητής σε λειτουργία	1	2	Αντλία σε λειτουργία	1	2			
Πίεση κυκλώματος νερού	bar		Βαρέλι	1	25%	50%	75%	100%
Θερμοκρασία κυκλώματος νερού	°C		Βαρέλι	2	25%	50%	75%	100%

ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΡΗΤΙΚΟΥ-ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ <b>ΑΤΗ.NORTH U-2910</b>										
ΑΙΘΟΥΣΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ (control room)										
Οπτικός έλεγχος	Καλώς	Κακώς	Παρατηρήσεις: .....							
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ										
Έλεγχος καλής λει.ενδεικτικών λυχνιών	Καλώς	Κακώς	Α/Σ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ				OK	πρόβλημα		
Διακόπτης Ready for Operation	Remote	Local	ΠΙΝΑΚΑΣ INTRUDER				OK	πρόβλημα		
Διακόπτης Isolate Run 1	YES	NO	ΠΙΝΑΚΑΣ FIRE				OK	πρόβλημα		
Διακόπτης Isolate Run 2	YES	NO	ΦΙΛΛΕΣ INERGEN barg							
V.D.U.			Πίνακας ανιχν.αερίου				OK	πρόβλημα		
Σε λειτουργία	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Φιάλη ήλιου					barg		
T.I.C. PANEL			Φιάλη προύπου					barg		
T.I.C.1 Σε λειτουργία	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Αποθήκη							
Θερμοκρασία αερίου			C Δεξαμενή νερού				10%	30%	50%	80%
T.I.C.2 Σε λειτουργία	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΓΕΝΗΤΡΙΑ							
Θερμοκρασία αερίου			C Ωρομετρής λειτουργίας					h		
ODORIZER PANEL			Οπτικός έλεγχος/ Διαρροές				OK	Πρόβλημα		
Οθόνη σε λειτουργία	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Θέση διακόπτη λειτουργίας				ΑΥΤ.	ΧΕΙΡ.		
Ανγλία σε λειτουργία	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Έλεγχος ενδεικτικών λυχνιών				ΝΑΙ	Καμένες		
Παραχή ΤΗΤ			g/h: Έλεγχος στοιχείων (υγρά)				OK	Πρόβλημα		
Δοσολογία ΤΗΤ			mg/Nm <sup>3</sup> : Έλεγχος λαδιού				OK	Πρόβλημα		
ΘΘΝΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΟΥ			Έλεγχος νερού ψυγείου							
Σε λειτουργία	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Στάθμη πετρελαίου %				25	50	75	100
FAULT	ΝΑΙ	ΟΧΙ	U.P.S.							
Χαρτί εκτύπωσης	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Οπτικός έλεγχος				OK	Πρόβλημα		
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ ΡΟΗΣ F.C.1			Λυχνία "Load on Inverter"				Αναμμένη	ΟΧΙ		
FAULT	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Λυχνία "By pass within Limits"				Αναμμένη	ΟΧΙ		
Vh			A/Σ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ				ΝΑΙ	ΟΧΙ		
Qh			Nm <sup>3</sup> /h				R.C.C.			
Χαρτί εκτύπωσης	ΝΑΙ	ΟΧΙ	A/Σ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ				ΝΑΙ	ΟΧΙ		
	p	bar	T			C	Τροφοδοτικό			
							1	2		
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ ΡΟΗΣ F.C.2			ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ-ΒΛΑΒΩΝ							
FAULT	ΝΑΙ	ΟΧΙ								
Vh			Nm <sup>3</sup>							
Qh			Nm <sup>3</sup> /h							
Χαρτί εκτύπωσης	ΝΑΙ	ΟΧΙ								
	p	bar	T			C				
U.P.S.1										
Ενδεικτική λυχνία	LOW	Operation	ON							
ΤΑΣΗ	V									
U.P.S.2										
Ενδεικτική λυχνία	LOW	Operation	ON							
ΤΑΣΗ	V									

Πίν.1,2 : Τυπικό Φύλλο Εβδομαδιαίου Ελέγχου.

## 7.2 Συντήρηση Μ / Ρ Σταθμών.

Εκτός από τον σύντομο έλεγχο που πραγματοποιείται εβδομαδιαία, είναι απαραίτητο να γίνεται περιοδικά πλήρης έλεγχος του εξοπλισμού, έλεγχος λειτουργίας, ρύθμιση των τιμών πίεσης και των διατάξεων ασφαλείας, όπως οι ακόλουθες:

- Βάνες.
- Φίλτρα.
- Ρυθμιστές.
- Βάνες ασφαλείας.
- Βάνες εκτόνωσης.
- Όργανα.
- Μετρητές.
- Σύστημα τηλεμετάδοσης.
- Σύστημα γείωσης.

Όπου είναι δυνατό, η συντήρηση των διαφόρων τμημάτων που αποτελούν το σταθμό γίνεται ταυτόχρονα. Ανάλογα με το βαθμό εξειδίκευσης των εκτελούμενων δραστηριοτήτων (όργανα, σύστημα τηλεμετάδοσης, μετρητής) η συντήρηση μπορεί να γίνεται από αρκετούς κάθε φορά τεχνικούς.

Μέσα στις εργασίες περιοδικής/ προληπτικής συντήρησης περιλαμβάνονται επίσης και οι διάφορες εργασίες βαθμονόμησης του εξοπλισμού που ανήκει στο μετρητικό σύστημα των σταθμών.

Αναλυτικά αυτό περιλαμβάνει:

- Μεταδότες πίεσης (pressure transmitters).
- Μεταδότες Διαφορικής Πίεσης.
- Μεταδότες Θερμοκρασίας (temperature transmitters).
- Χρωματογράφο αερίου.
- Στροβιλομετρητές ροής (Τουρμπινόμετρα).
- Μετρητές στένωσης (Orifice plates).
- Υπολογιστές ροής (Flow computer).

Η συχνότητα των εργασιών βαθμονόμησης σταθμού είναι ετήσια, εκτός περιπτώσεων ειδικής συμφωνίας με τον πελάτη.

Στον επόμενο (Πίνακα 3) φαίνονται τα τυπικά διαστήματα προληπτικής συντήρησης που εκτελούνται στους μετρητικούς / ρυθμιστικούς σταθμούς.

PREVENTIVE MAINTENANCE PROGRAMME									
DESCRIPTION	W	M	3M	6M	AN	2Y	4Y	5Y	MAINTENANCE LEVEL
M/R Station general	x								Vis. Check of Site/Op. Plant
UPS Batteries		x							Check Batteries/Recharge
EDG Batteries		x							Check Batteries/Recharge
ED Generator		x							Run for 1 hr. check power oil and fuel
Ed Generator					x				Replace Fuel Filter
ED Generator					x				Replace Oil Filter
Transformers		x							Check Silica Gel
Liquid Catcher		x							Empty Liquid
Dehydrator Leeden VD178			x						Free from Condensation
Main Gas Filter			x						Check Filter
Main Gas Filter					x				Change Filter
Inergen Release Alarm Syst.			x						I Funct. Check by Independent expert
Inergen Etec Control/Detect Syst.			x						Functional Check
Inergen Pneumatic System			x						Functional Check
PLC System					x				Replace Lithium Battery
Station ESD Valves				x					Check Operation
Station ESD Valves					x				Lubricate
Skid inlet/Outlet valves				x					Check Operation/Pressure Settings
Skid inlet/Outlet valves					x				Lubricate
Borsing Valves					x				Check Operation and Lubricate
Pluf valves					x				Check Operation and Lubricate
Ledeen Actuators					x				Check Operation
Hot Water Boiler					x				Check Operation and Maintain
Hot Water Boiler								x	Hydraulic Revalidation/NDT Test
Tartarini Regulator				x					Check Operation/Pressure Settings
Tartarini Regulator								x	Strip Down Maintenance
Relief valve								x	Check Operation/Pressure Settings
Relief valve								x	Strip Down Maintenance
Turbine Meter				x					Function Check
Main Gas Heat Exchanger					x				Pre winter Glycol Check
Main Gas Heat Exchanger						x			Hydraulic Revalidation/NDT Test
Fuel Gas Heat Exchanger					x				Pre winter Glycol Check
Fuel Gas Heat Exchanger								x	Hydraulic Revalidation/NDT Test
Fuel Gas Heat Exchanger				x					Clean
Y Type Strainers									Check/Replace Filter as Required
Odourising Unit		x							Check/Replace as Required
Fier Extinguishers		x							Lubricate
Gates and Doors					x				Empty
Septic Tank					x				Damage/Corrosion Check
Pipework						x			Function Check
Cathodic Protection						x			Electrical Check
Lighting Systems						x			Electrical Check
Earthing Systems						x			Visual Check
Roadways						x			Visual Check
Buildings						x			Visual Check
Goodwin Check Valve									No preventive Maintenance Required
Gas Xhromo. ENCAL 2000									No preventive Maintenance Required
Floe Comp.Inst. 793 1G									No preventive Maintenance Required
St. Control Inst. 793 4SC									No preventive Maintenance Required
VDU Provit 4000									No preventive Maintenance Required
PLC System									No preventive Maintenance Required
Pressure Gauge					x				Check Reading
Pressure Gauge						x			Calibration
Pressure Transmitter					x				Check Reading
Pressure Transmitter						x			Calibration
Pressure Transmitter						x			Calibration
Pressure Switch					x				Function Check
Level Transmitter						x			Calibration
Level Transmitter							x		Calibration
Level Switch					x				Function Check
Pressure Differential Ind.						x			Calibration
Pressure Differential Ind.							x		Calibration
Pressure Differential Switch						x			Check Reading
Temperature Gauge Ind.							x		Calibration
Temperature Gauge Ind.						x			Check reading
Temperature Transducer					x				Calibration
Temperature Transducer						x			Calibration
Temperature Switch						x			Calibration

Πιν. 3 Τυπικά Διαστήματα Προληπτικής Συντήρησης.



## 8. ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ .

---

### 8.1 Επικίνδυνα αντικείμενα:

Σε εγκαταστάσεις όπου Η/Σ μπορεί να είναι παρόντες όπως οι σταθμοί Μ/Ρ είναι:

- Κάμερες με φλας & κάθε κάμερα που περιέχει μπαταρίες.
- Φορητά ραδιόφωνα & μαγνητόφωνα.
- Αέριο υπό πίεση (αεροζόλ κ.λ.π).
- Σπίρτα και αναπτήρες.
- Ραδιενεργές, διαβρωτικές ή τοξικές ουσίες .

### 8.2 Προστασία για το σώμα.

#### 8.2.1 Γενικοί κανόνες .

- Για την προστασία του σώματος κατά την εργασία, συνιστούνται ανάλογα κάθε φορά με τη φύση της εργασίας, φόρμες , στολές δερμάτινες ή στολές από αμίαντο, ή λάστιχο επίσης πλαστικές ή λαστιχένιες ποδιές.

- Σορτς, κοντά ή μαζεμένα, μανίκια, πρέπει να απαγορεύονται.
- Το ίδιο ισχύει και για φαρδιά ή μακριά ρούχα για εργαζόμενους σε περιστρεφόμενα μηχανήματα.
- Μεταλλικά αντικείμενα, δακτυλίδια, κ.λ.π πρέπει να αφαιρούνται από τους ηλεκτρολόγους ή λοιπούς εργαζόμενους για τους οποίους υπάρχει η πιθανότητα ηλεκτροπληξίας.
- Οι εργαζόμενοι που εργάζονται εντός της περιοχής αερίου θα πρέπει να εφοδιάζονται με φόρμες θερμοανθεκτικές στη φωτιά (στολές NOMEX).
- Κατάλληλος λαστιχένιος εξοπλισμός ή πλαστικός ρουχισμός ανθεκτικός στα οξέα θα πρέπει να φοριέται για εργασίες με οξέα , αλκάλια ή εξοπλισμό που περιέχει οξύ ή αλκάλι. (Ρουχισμός που γίνεται κορεσμένος με υδρογονάνθρακες ή άλλο υλικό, θα πρέπει να αλλάζεται αμέσως).

## **8.3 Προστασία Κεφαλής.**

### **8.3.1 Ανάγκη – Τρόπος προστασίας.**

Κάθε χειριστής, τεχνίτης πρέπει να ενθαρρύνεται να χρησιμοποιεί το κεφάλι του για να απορροφά γνώσεις και **KANENAS** δεν πρέπει να το χρησιμοποιεί για να απορροφά κτυπήματα.

Έτσι εργαζόμενοι που εκθέτονται σε τέτοιο κίνδυνο δηλ. σε περιοχές κατασκευών ή όπου υπάρχει πιθανός κίνδυνος να πέσει ή να πεταχτεί αντικείμενο ή σε περιοχές που υπάρχουν εμπόδια στο ύψος της κεφαλής **ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΦΟΡΑΝΕ ΚΡΑΝΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ** .

Τα κράνη ασφαλείας σχεδιάζονται για να προστατεύουν το κεφάλι από κτυπήματα ή και ηλεκτροπληξία. Μπορούν, επίσης, να προστατεύσουν το δέρμα της κεφαλής, το λαιμό και το πρόσωπο ,από πτώση οξέων, άλλων χημικών ή ζεστών υγρών όταν αυτά πέσουν από ψηλότερο σημείο.

Επίσης, προστατεύουν το τρίχωμα από σκόνες ή μπλέξιμο σε περιστρεφόμενα μηχανήματα.

Το προσωπικό λοιπόν πρέπει να φορά εγκεκριμένα κράνη ασφαλείας όταν εργάζεται έξω από τα γραφεία και τις περιοχές κέντρου ελέγχου και συγκεκριμένα:

- Εντός των σταθμών του δικτύου.
- Των σταθμών M/R και
- Εντός του συνοριακού σταθμού .

### **8.3.2 Υλικά κατασκευής.**

Τρεις τύποι υλικών χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους και οι οποίοι προσφέρουν τον ίδιο βαθμό αντοχής από κτυπήματα στο κεφάλι καθώς και υψηλό βαθμό προστασίας από ηλεκτροπληξία :

- FIBER GLASS: Προστασία μέχρι 2200 Volts, χρήσιμα και για υψηλές θερμοκρασίες γιατί δεν προωθούν την καύση ούτε λειώνουν.
- Θερμοπλαστικό υλικό: Προστασία μέχρι 30000 Volts, πιο φθηνά, λιγότερο ανθεκτικά στη θερμοκρασία.
- Αλουμίνιο: Καμία προστασία από τάση, δεν συνηθίζονται πολύ.

## **8.4 Προστασία Ματιών.**

### **8.4.1 Ανάγκη – Τρόπος προστασίας.**

Η προστασία που παρέχεται στα ανθρώπινα μάτια από τη δομή του σώματος του ( βλέφαρα, δάκρυα, οστά προσώπου ), δεν είναι αρκετή να αποτρέψει ατυχήματα σε αυτά για τους εργαζομένους στη βιομηχανία.

Αν και η ανάγκη προστασίας των ματιών έχει από πολύ καιρό αναγνωρισθεί (1870) , αν και έχει αναπτυχθεί μια μεγάλη ποικιλία γυαλιών ασφαλείας, κατάλληλα για διάφορες χρήσεις το 6% του συνόλου των ατυχημάτων είναι ατυχήματα ματιών.

Το ποσοστό μπορεί να είναι μικρό αλλά αναμφισβήτητο ότι μία βλάβη στα μάτια κοστίζει πιο ακριβά από βλάβη σε άλλο σημείο του σώματος.

#### **8.4.2 Τύποι γυαλιών .**

- Τα γυάλινα ασφαλείας.
- Τα γυαλιά χημικής προστασίας.
- Την ασπίδα προσώπου
- Τα γυαλιά και την μάσκα κεφαλής - προσώπου του συγκολλητού.
- Τα γυαλιά κάλομπαρ.

## **8.5 Προστασία Ακοής .**

### **8.5.1 Ανάγκη – Τρόπος προστασίας .**

Έχει αποδειχθεί ότι εκτεταμένη έκθεση σε υψηλά επίπεδα θορύβου προκαλεί προσωρινή μείωση της ακουστικής ικανότητας , κόπωση ή και μόνιμες βλάβες των αυτιών.

Γι'αυτό σε χώρους εργασίας με υψηλά επίπεδα θορύβου επιβάλλεται η προστασία τους . Συνήθως περνά τα 90 – 85 db.

#### **Μέσα προστασίας.**

**Βύσματα** : εξασθενούν το θόρυβο φράσσοντας την ακουστική οδό. Κατασκευάζονται από λάστιχο, σκληρό ή μαλακό πλαστικό, κερί, ειδικό λεπτό απορροφητικό βαμβάκι.

Υπάρχουν σε διάφορα μεγέθη και η εφαρμογή και η τοποθέτηση τους χρειάζεται προσοχή. Μικρή μετατόπιση ή απόκλιση από τη σωστή θέση τους μπορεί να περιορίσει την ικανότητα μείωσης του θορύβου στα 15 db μόνο.

**Ωτοασπίδες** : Καλύπτουν και το εξωτερικό μέρος του αυτιού . Η αποτελεσματικότητά τους ποικίλει και εξαρτάται από το μέγεθος , το σχήμα, το υλικό φραγής, τη μάζα του κελύφους και των τύπο στήριξής τους.

Όπου τα επίπεδα θορύβου υπερβαίνουν τα 85 db θα πρέπει να φοριέται ακουστική προστασία.

## **8.6 Προστασία χεριών .**

### **8.6.1 Ανάγκη – Τρόπος προστασίας.**

Στατιστικές αναφέρουν ότι τα μισά και παραπάνω από τα ατυχήματα στη βιομηχανία συμβαίνουν στα χέρια.

Έτσι εύκολα καλύπτει η αναγκαιότητα προστασία τους με γάντια κατά την διάρκεια δραστηριοτήτων λειτουργίας και συντήρησης σε εγκαταστάσεις αερίου, αγωγούς και στα συνεργεία.

### **8.6.2 Επιλογή σωστού Τύπου γαντιών:**

Τα γάντια ανάλογα με το υλικό και τον τρόπο προστασίας τους είναι κατάλληλα για προστασία των χεριών από τις διάφορες εργασίες στη βιομηχανία.

Συνηθέστερα είναι:

- Γάντια πλαστικά ή λαστιχένια.
- Γάντια δερμάτινα.
- Γάντια βάσης αμιάντου.
- Γάντια με επένδυση .
- Γάντια προστασίας από υψηλή τάση.
- Γάντια μάλλινα ή υφασμάτινα ή χειρουργικά.

## **8.7 Προστασία για τα πόδια .**

### **8.7.1 Ανάγκη – Τρόπος προστασίας .**

Παπούτσια ασφαλείας ή μπότες θα πρέπει να φοριούνται σε κάθε εγκατάσταση αερίου όταν γίνετε εργασία έξω από τις περιοχές γραφείων.

Τα παπούτσια ασφαλείας είναι:

- Αντιολισθητικά και αντιστατικά.
- Θα έχουν προστατευτικό δακτύλων.

Πέδιλα και σιδερένια εξαρτήματα όπως καρφιά παπουτσιών δεν επιτρέπονται μέσα στις περιοχές εγκατάστασης αερίου.

Υπάρχουν λίγα πόστα εργασίας στη βιομηχανία για τα οποία δεν απαιτούνται παπούτσια ασφαλείας. Δηλαδή παπούτσια που προστατεύουν τα πόδια και ιδιαίτερα τα δάκτυλα των ποδιών από μηχανικές κακώσεις, από καυστικά ή διαβρωτικά υλικά , η γλιστρήματα σε περιοχές με λιπαρές ουσίες κ.λ.π.



### 8.7.2 Επιλογή ειδικών υποδειμάτων.

- Η ποικιλία των παπουτσιών ασφαλείας είναι μεγάλη και η επιλογή του κατάλληλου τύπου κάθε φορά εξαρτάται από τη συγκεκριμένη χρήση τους.
- Τα παπούτσια ασφαλείας κατά κανόνα έχουν ένα μεταλλικό, ή από άλλο σκληρό υλικό, κάλυμμα των δακτύλων , που τα προστατεύει από πτώση αντικειμένου, χωρίς να προσθέσει μεγάλο βάρος.
- Μερικά προστατεύουν το πέλμα από τρύπημα από καρφιά και έτσι διαθέτουν εύκαμπτο μεταλλικό φύλλο στη σόλα τους .
- Άλλα δεν επιτρέπουν τη συσσώρευση στατικού ηλεκτρισμού (διαθέτουν αγωγίμες σόλες), ή τη δημιουργία σπινθήρων ή φωτιά (κατασκευάζονται από μη μεταλλικό υλικό).
- Άλλα προστατεύουν από ηλεκτροπληξία (σόλες από μη αγωγίμο υλικό).
- Τα κατάλληλα για προστασία (μεταταροου) είναι εξοπλισμένα με εσωτερικό ή επιπρόσθετο κάλυμμα.
- Ελαστικές μπότες με προστατευτικό κάλυμμα των δακτύλων προστατεύουν από πιτσιλίσματα καυστικών ή διαβρωτικών υλικών και χρησιμεύουν σε περιοχές με νερά, λάσπες, ιζήματα, κατακαθίσεις.
- Παπούτσια με περικνημίδες, χωρίς κορδόνια, που εύκολα βγαίνουν, χρησιμοποιούνται σε χυτήρια.

## 9.ΟΡΟΛΟΓΙΑ

---

### 9.1 Ορισμοί - Μεγέθη των αερίων .

**Κανονική κατάσταση (ΚΣ)** : Συνήθως είναι σε συνθήκες αναφοράς 0°C και 1,01325 bar απόλυτη πίεση. Στις συνθήκες αυτές ανάγονται οι ποσότητες και τα Χαρακτηριστικά των αερίων. Σε ορισμένες χώρες αντί των 0°C προτιμούν τους 15°C, ενώ σε ειδικές περιπτώσεις, όπως προκειμένου περί χημικών αντιδράσεων, χρησιμοποιείται σαν χημική κατάσταση αναγωγής οι 25°C.

**Κανονικό κυβικό μέτρο (Nm<sup>3</sup>)** : Είναι η ποσότητα του αερίου που περικλείεται σε ένα κυβικό μέτρο (m<sup>3</sup>) σε Κανονικές Συνθήκες.

**Μοριακή μάζα (M)** : Είναι η ποσότητα της μάζας του αερίου που περιέχεται σε όγκο 1 kmol.

**Μοριακός όγκος (Vm)** : Είναι ο όγκος που καταλαμβάνει 1 Kmol οποιουδήποτε ιδανικού αερίου σε ΚΣ, και που είναι πάντοτε ίσος με 22,4 m<sup>3</sup>.

**Ιδανικό αέριο**: Είναι το αέριο που η συμπεριφορά του ακολουθεί τον νόμο:

$$P * V = n * R * Tα$$

Όπου:

$P$  = η απόλυτη πίεση .

$V$  = ο όγκος .

$n$  = η ποσότητα .

$R$  = η παγκόσμια σταθερά των αερίων (σε μονάδες ανάλογες με τα υπόλοιπα μεγέθη) .

$T$  = η θερμοκρασία του αερίου .

Για τα πραγματικά αέρια, στο δεύτερο μέρος της εξίσωσης υπεισέρχεται και ένας συντελεστής  $Z$  (συντελεστής συμπιεστότητας ) που φανερώνει την απόκλιση του αερίου από την ιδανική κατάσταση (για τα ιδανικά αέρια ο συντελεστής συμπιεστότητας ισούται με την μονάδα).

## Πίεση .

1. **Μανομετρική πίεση ή υπερπίεση:** Είναι η μετρούμενη πίεση με ένα μανόμετρο ή με ένα πιεσόμετρο. Υπολογίζεται από την διαφορά της απόλυτης πίεσης και της ατμοσφαιρικής.
2. **Απόλυτη πίεση:** Είναι η επικρατούσα στον χώρο του αερίου πίεση που είναι το άθροισμα της μανομετρικής και της ατμοσφαιρικής πίεσης.
3.  **$P$  απόλυτη =  $P$  ατμοσφαιρική +  $P$  μανομετρική**
4. **Πίεση ηρεμίας (στατική):** Είναι η πίεση του αερίου που ηρεμεί (δεν υπάρχει ροή).
5. **Πίεση ροής:** Είναι η στατική πίεση η οποία λόγω των τριβών που αναπτύσσονται είναι μικρότερη από την πίεση ηρεμίας.
6. **Δυναμική ή κινητική πίεση:** Είναι η πίεση που αναπτύσσεται λόγω της ταχύτητας ροής του αερίου.

7. **P δυναμική = P \* w<sup>2</sup> / 2:**

8. Όπου:

9. ρ: Πυκνότητα

10. w :Ταχύτητα αέριου.

11. **Συνολική πίεση:** Είναι το άθροισμα της στατικής και της δυναμικής πίεσης. Η συνολική πίεση δεν αποτελεί χαρακτηριστικό στοιχείο του αερίου.

12. **P συνολική = P στατική + P δυναμική.**

**Σχετική πυκνότητα:** Είναι το πηλίκο της μάζας ενός μέρους όγκου ενός αερίου προς τη μάζα ίσου όγκου ξηρού αέρα σε ΚΣ.

**Θερμογόνος δύναμη:** Η ποσότητα ενέργειας που απελευθερώνεται κατά την πλήρη καύση συγκεκριμένης μοναδιαίας ποσότητας καυσίμου. Για αέρια καύσιμα εκφράζεται συνήθως σε kcal/m<sup>3</sup>, ενώ για υγρά και στερεά καύσιμα σε kcal / kg.

## **Διακρίνεται σε:**

### **Ανωτέρα Θερμογόνο Δύναμη:** (Gross calorific / heating value)

Για τον υπολογισμό της θεωρείται ότι το νερό που παράγεται κατά την καύση έχει υγροποιηθεί και έχει απελευθερώσει την λανθάνουσα θερμότητά του.

### **Κατώτερα Θερμογόνο Δύναμη :** (Net calorific / heating value)

Για τον υπολογισμό της θεωρείται ότι το νερό που παράγεται κατά την καύση βρίσκεται σε αέρια φάση (δεν έχει απελευθερωθεί η λανθάνουσα θερμότητά του). Το ποσοστό κατά το οποίο πρέπει να προσαυξηθεί η κατώτερα θερμογόνος δύναμη για να υπολογιστεί η ανωτέρα θερμογόνος δύναμη ενός καυσίμου είναι ενδεικτικά κατά καύσιμο όπως παρακάτω:

1. Φυσικό Αέριο: 10%.
2. L.P.G.: 7.5%.
3. Υγρά καύσιμα (μαζούτ, ντήζελ): 6%.
4. Στερεά καύσιμα: 3%.

**Δείκτης Wobbe (W) :** Είναι το πηλίκο της Ανωτέρας Θερμογόνου Δυναμείας προς την τετραγωνική ρίζα της σχετικής πυκνότητας ενός αερίου. Ο δείκτης αυτός αποτελεί μία ένδειξη της ποσότητας της ενέργειας που δίνεται σε ένα καυστήρα από το αέριο καύσιμο. Η ενέργεια αυτή είναι γραμμική συνάρτηση του δείκτη. Δύο αέρια διαφορετικής σύστασης αλλά με τον ίδιο δείκτη Wobbe θα δίνουν την ίδια ενέργεια κάτω από τις ίδιες συνθήκες πίεσης.

**Συνεκτικότητα (Ιξώδες) :** Συνεκτικότητα είναι το μέγεθος εκείνο που εκφράζει την εσωτερική τριβή που αναπτύσσεται κατά την ροή του αερίου. Διακρίνεται σε κινηματική και δυναμική συνεκτικότητα.

Η κινηματική συνεκτικότητα συμβολίζεται με το (V) και η δυναμική με το (n).

Μεταξύ κινηματικής και δυναμικής συνεκτικότητας ισχύει η εξής σχέση:

$$V = n / \rho$$

Όπου:

$\rho$ : Η πυκνότητα

Και οι δυο συνεκτικότητες, στην περίπτωση των αερίων αυξάνουν με την αύξηση της θερμοκρασίας. Σε υψηλές πιέσεις παρουσιάζεται το αντίθετο φαινόμενο, δηλαδή μειώνονται οι τιμές όσο αυξάνεται η θερμοκρασία.

Η δυναμική συνεκτικότητα δεν εξαρτάται από την πίεση, η κινηματική όμως συνεκτικότητα εξαρτάται από την πίεση, είναι αντίστροφος ανάλογη της πυκνότητας άρα και της πίεσης.

## 9.2 Καύση αερίων καυσίμων.

Σαν καύση χαρακτηρίζουμε τη χημική αντίδραση καυσίμων υλών προς το οξυγόνο, που γίνεται εν γένει με τόση ταχύτητα, ώστε να αυξάνεται πολύ η θερμοκρασία και που συγχρόνως ελευθερώνεται η χημικά συνδεδεμένη ενέργεια των υλών αυτών.

Όλα τα καύσιμα δεν αποτελούνται μόνο από καύσιμες ύλες, που κατά βάση είναι ο άνθρακας C και το υδρογόνο H<sub>2</sub> και σε μικρή αναλογία το ανεπιθύμητο θείο S. Ένα ποσοστό τους αποτελείται από αδρανή, δηλαδή ύλες που δεν μετέχουν στην καύση, όπως η ανόργανη τέφρα στα στερεά καύσιμα ή το άζωτο N<sub>2</sub> και το διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> στα αέρια καύσιμα. Εάν υπάρχει και οξυγόνο δεχόμαστε ότι και αυτό παίρνει μέρος στην αντίδραση.

Είναι προφανές ότι για να υπάρξει αντίδραση πρέπει καύσιμα και αέρας να είναι καλά αναμεμειγμένα. Από αυτή την άποψη τα αέρια καύσιμα υπερτερούν των άλλων καυσίμων, αφού η ανάμιξή τους με τον αέρα είναι πολύ πιο εύκολη.

Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι όλοι οι υπολογισμοί γίνονται σε όγκου, αφού στα καύσιμα αέρια δίνεται η σύνθεσή τους κατ' όγκο.

### 9.2.1 Στοιχειώδη αέρια καύσιμα.

1.  $H_2$  (Υδρογόνο).
2. CO (Μονοξείδιο του άνθρακα).
3. Υδρογονάνθρακες:
  - Κορεσμένοι  $CH_4$ ,  $C_2H_6$  κλπ.
  - Ακόρεστοι  $C_2H_4$ ,  $C_3H_6$  κλπ.

### 9.2.2 Είδη καύσεων .

#### Τέλεια καύση:

Στην τέλεια καύση ενώνεται ο άνθρακας με το οξυγόνο και δημιουργείται το διοξείδιο του άνθρακα.

#### Ατελής καύση:

Στην ατελή καύση συμβαίνει να έχουμε προϊόντα όπως το μονοξείδιο του άνθρακα. Ο αέρας δεν είναι αρκετός έτσι ώστε ο άνθρακας να καεί με το οξυγόνο και να μας δώσει διοξείδιο του άνθρακα και καίγεται σε μονοξείδιο του άνθρακα.

#### Καύση με περίσσεια αέρα:

Λόγω εξωτερικών παραγόντων η ποσότητα του αέρα μπορεί να αυξομειώνεται Η περίσσεια του αέρα είναι απαραίτητη για την καύση. Δεν χρησιμοποιούμε όμως μεγάλη περίσσεια αέρα γιατί προκαλούνται ενεργειακές απώλειες.



Τα μειονεκτήματα της έλλειψης του αέρα είναι:

- Κίνδυνος έκρηξης.
- Δηλητηριώδες μονοξείδιο του άνθρακα.
- Μειωμένη ενεργειακή απόδοση.

### 9.2.3 Έναυση καύσης .

Για τη διεργασία της έναυσης, ουσιώδους σημασίας, είναι τα εξής μεγέθη:

- Θερμοκρασία έναυσεως.
- Όρια έναυσεως.
- Ταχύτητα φλόγας.

Αναλυτικότερα:

**Θερμοκρασία έναυσεως:** Θεωρούμε την ελάχιστη θερμοκρασία που με πρόσδοση θερμότητας από εξωτερική πηγή, αρχίζει η καύση και παράγεται αρκετή θερμότητα ώστε να συνεχιστεί.

Η θερμοκρασία έναυσεως εξαρτάται από τις συνθήκες του πειράματος , για το ίδιο καύσιμο μπορεί σε διαφορετικές βιβλιογραφίες να υπάρχουν διαφορετικές τιμές.

Η μικρότερη τιμή επιτυγχάνεται κατά την ομοιόμορφη θέρμανση ή κατά την συμπίεση. Για να αρχίσει να γίνεται η έναυση πρέπει να δώσουμε στο καύσιμο μια ελάχιστη ποσότητα ενέργειας, η οποία κυμαίνεται, ανάλογα με τις συνθήκες της διεργασίας.

Η ελάχιστη αυτή ποσότητα ενέργειας είναι της τάξεως μερικών mJoule, όταν έχουμε καύση με σπινθήρα, ενώ κατά την καύση με βοηθητική φλόγα ή με θερμαινόμενο σύρμα, είναι μεγαλύτερη.

**Σημείο ανάφλεξης:** Είναι η θερμοκρασία εκείνη που αρχίζει να γίνεται η καύση, αλλά μπορεί να μην παραχθεί τόση ποσότητα θερμότητας ώστε να συνεχιστεί.

Για να αρχίσει να γίνεται η καύση, πρέπει να δώσουμε στο καύσιμο, ένα πόσο θερμότητας από εξωτερική πηγή.

**Σημείο αυτανάφλεξης:** Υπάρχει περίπτωση ένα καύσιμο να παρουσιάσει έναρξη καύσεως χωρίς εξωτερικό αίτιο, δηλαδή να αυτανάφλεχθεί, την θερμοκρασία αυτή την ονομάζουμε σημείο αυτανάφλεξης.

Θερμοκρασίες ανάφλεξης για διάφορα αέρια είναι, για το  $H_2$  οι  $530^\circ C$ , για το  $CO$  οι  $610^\circ C$ , για το  $CH_4$  οι  $645^\circ C$ , για το  $C_2H_6$  οι  $510^\circ C$ , για το  $C_3H_8$  οι  $490^\circ C$ .

**Όρια ανάφλεξης ή εναύσεως:** Η καύση ενός καυσίμου αερίου προϋποθέτει την παρουσία αέρα (οξειδωτικό μέσο). Η δυνατότητα ανάφλεξης ενός αερίου περιορίζεται σε μια περιοχή που έχει ως όρια ένα μέγιστο και ένα ελάχιστο ποσοστό του αερίου στο μίγμα.

- **Κατώτερο όριο ανάφλεξης:** Κάτω από την τιμή αυτή συμβαίνει να υπάρχει μεγάλη περίσσεια αέρα (λέμε ότι το μίγμα είναι φτωχό σε αέριο, ώστε να μπορεί να επεκταθεί η καύση στο σύνολο της μάζας του μίγματος)
- **Ανώτερο όριο ανάφλεξης:** Πάνω από αυτή την τιμή συμβαίνει να υπάρχει μεγάλη έλλειψη αέρα (λέμε ότι το μίγμα είναι πλούσιο σε αέριο, ώστε να μπορεί η καύση να επεκταθεί στο σύνολο της μάζας του μίγματος).

Τα όρια ανάφλεξης δίνονται, σε στοιχειομετρικές αναλογίες, από την σχέση:

$$\text{Όγκος καύσιμου αερίου} / \text{Όγκο μίγματος} * 100$$

Πολλές φορές χρησιμοποιούμε τον παράγοντα αερισμού για να εκφράσουμε τα όρια ανάφλεξης.

Τα όρια ανάφλεξης εξαρτώνται από την πίεση και την θερμοκρασία του μίγματος. Ειδικότερα η περιοχή του ανάφλεξης, μεγαλώνει, όταν η θερμοκρασία του μίγματος αυξάνει.

#### **Τα όρια ανάφλεξης για το φυσικό αέριο είναι:**

Κατώτερο όριο 5,2 % (αναλογία αερίου - αέρα) και ανώτερο 14,3 % (Ρωσικό φυσικό αέριο). Κατώτερο όριο 4,8 % και ανώτερο 13,9 % (Αλγερινό φυσικό αέριο).

**Χρόνος υστέρησης:** Είναι ο χρόνος που απαιτείται για να αρχίσει να γίνεται η καύση. Ο χρόνος αυτός είναι της τάξεως των 10 msec και εξαρτάται από την αναλογία του αέρα και την θερμοκρασία του μίγματος.

**Απόσταση σβέσεως:** Μεταξύ της ζώνης αντίδρασης και ενός παράπλευρου τοιχώματος, είτε πρόκειται για τοίχωμα του καυστήρα, είτε πρόκειται για τοιχώματα κυλινδρικού σωλήνα, υπάρχει μια απόσταση ασφάλειας, η οποία χαρακτηρίζεται σαν απόσταση σβέσεως. Η απόσταση αυτή εξαρτάται από τις συνθήκες.

Οι μετρήσεις γίνονται για φλόγα που αναπτύσσεται μεταξύ δυο ψυχωμένων πλακών.

Μεταξύ της φλόγας και των πλακών αναπτύσσεται μια ζώνη που λόγω της έντονης προσδώσεις θερμότητας. από την φλόγα, η θερμοκρασία πέφτει κάτω από την θερμοκρασία εναύσεως και σταματάει η διεργασία της καύσης.

Η απόσταση σβέσεως είναι για το υδρογόνο τα 0,5 mm και για το μεθάνιο τα 2 mm. Αυτή η απόσταση αυξάνεται με την αύξηση της περιόσειας αέρα και ελαττώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας των πλακών ή της πίεσης του χώρου καύσεως.

**Ταχύτητα καύσης:** Είναι η ταχύτητα προώθησης της αντίδρασης της καύσης σε ένα μίγμα αερίου και αέρα, μετά την καύση. Μπορούμε να πούμε ότι πρόκειται για την ταχύτητα με την οποία προχωράει το μέτωπο της καύσης μέσα στο μίγμα.

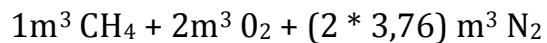
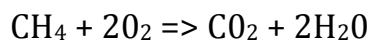
Η ταχύτητα αυτή εξαρτάται από την σύνθεση του αερίου, την αναλογία αερίου και αέρα, την πίεση, την θερμοκρασία και από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του μίγματος.

Η ταχύτητα μετάδοσης της φλόγας είναι ένα μετρήσιμο φυσικό μέγεθος. Συνηθίζεται να δίνεται η μέγιστη τιμή της ταχύτητας, σε συνθήκες γραμμικής ροής. Εκφράζεται συνήθως σε cm / sec ή m / sec. Υπό συνθήκες τυρβώδους ροής, η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη και εξαρτάται από τις συνθήκες ροής του μίγματος.

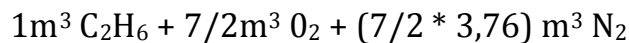
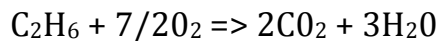
Η ταχύτητα για μίγματα αερίου και οξυγόνου είναι μεγαλύτερη από αυτήν που έχουν τα μίγματα αερίου και αέρα. Η μέγιστη ταχύτητα επιτυγχάνεται όταν το αέριο καύσιμο και ο αέρας βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία.

#### 9.2.4 Υπολογισμός απαιτούμενου αέρα καύσης.

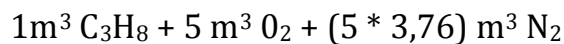
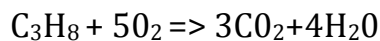
- **Καύση μεθανίου:**



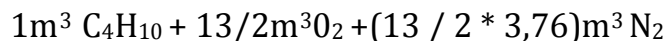
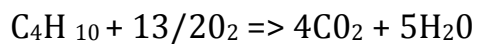
- **Καύση αιθανίου:**



- **Καύση προπανίου:**



- **Καύση βουτανίου:**



**Σημείωση:** Ένα κυβικό μέτρο οξυγόνου (O<sub>2</sub>) αντιστοιχεί σε 3,76 κυβικά μέτρα αζώτου (N<sub>2</sub>).

Ο συνολικός όγκος αέρα που απαιτείται για την καύση και στις τέσσερις περιπτώσεις βρίσκεται αν προσθέσουμε τον όγκο του οξυγόνου ( $O_2$ ) και τον όγκο του αζώτου ( $N_2$ ) που απαιτείται σε κάθε περίπτωση.

$$\mathbf{V_{αέρα} = V_{οξυγόνου} + V_{αζώτου}}$$

### **9.2.5 Εναλλαξιμότητα.**

Με τον όρο εναλλαξιμότητα εννοούμε την δυνατότητα υποκατάστασης ενός αέριου καυσίμου από

ένα άλλο, διατηρώντας τις ίδιες συνθήκες λειτουργίας. Δυο αέρια θεωρούνται εναλλάξιμα όταν εξασφαλίζεται τόσο η θερμική φόρτιση όσο και η ποιότητα της καύσης.

Για να αντικαταστήσουμε ένα αέριο με ένα άλλο πρέπει να εξετάσουμε τέσσερα βασικά σημεία:

- Την διατήρηση της θερμικής φόρτισης.
- Την σταθερότητα της φλόγας.
- Την ποιότητα της καύσης.
- Την δυνατότητα της διαχείρισης του καυσίμου, του αέρα και των καυσαερίων .

## 9.2.6 Δείκτης εναλλαξιμότητας .

Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι για να προβλέψουμε την εναλλαξιμότητα ενός καύσιμου. Οι κύριες ιδιότητες ενός αερίου, οι οποίες έχουν να κάνουν με τα Χαρακτηριστικά της καύσης του είναι:

- Η θερμογόνος δύναμή του.
- Η σχετική πυκνότητά του.
- Η ταχύτητα καύσης του.

Για να είναι δυνατή η σύγκριση αερίων θα πρέπει οι ιδιότητές τους να εκφραστούν αριθμητικά ή να υπάρξουν κατάλληλοι δείκτες με βάση τους οποίους θα κατασκευάσουμε το διάγραμμα (για την σύγκρισή τους).

Κοινό χαρακτηριστικό όλων των αερίων είναι ο δείκτης Wobbe που ορίζεται από το πηλίκο της ανώτερης θερμογόνου δύναμης, προς την τετραγωνική ρίζα της σχετικής πυκνότητας

$$W = \frac{\Theta \cdot \Delta}{\sqrt{d}} \text{ σχετική}$$

Η ταχύτητα καύσης εκφράζεται με έναν άλλο δείκτη που ονομάζεται, παράγοντας ταχύτητας της φλόγας και τον υπολογίζουμε από την σύνθεση του αερίου.

### 9.3 Πίεση - Μέτρηση πίεσης - Όργανα .

Η μέτρηση της πίεσης θεωρείται, ιδιαίτερα σε ότι αφορά το Σύστημα Μεταφοράς Φυσικού Αερίου, μία από τις πιο σημαντικές μετρήσεις στην όλη διεργασία. Επίσης μια από τις πιο κύριες παραμέτρους του βασικού σχεδιασμού του εν λόγω συστήματος είναι η πίεση λειτουργίας του αγωγού μεταφοράς.

Βάση της πίεσεως του αερίου εντός του αγωγού προσδιορίζεται ο συνολικός του όγκος, η κανονική του ποσότητα προς τιμολόγηση (δηλαδή ο διορθωμένος όγκος του), η ροή του συναρτήσκει μιας συγκεκριμένης κατανάλωσης, κλπ.

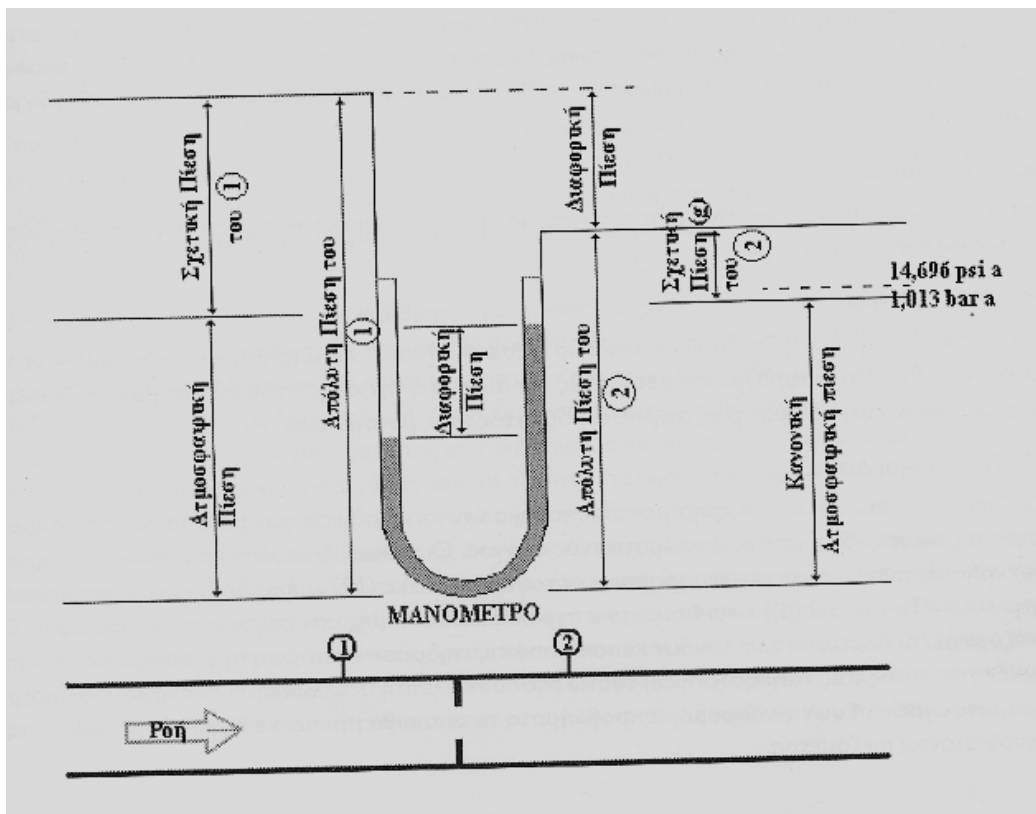
Κατά συνέπεια, βάσει όλων αυτών των σημαντικών λειτουργικών παραμέτρων που ουσιαστικά καθορίζουν την εν γένει λειτουργία του συστήματος - την ασφάλειά και την ακεραιότητά του, η μέτρηση της πίεσης ως ένα αυτούσιο μέγεθος - οι τρόποι μέτρησης - τα διάφορα όργανα και διατάξεις για την μέτρηση αυτού του μεγέθους, είναι οι σημαντικές παράμετροι για τις οποίες γίνεται αναφορά στο παρόν κεφάλαιο.



### 9.3.1 Ορισμοί .

Πίεση ορίζεται ως η ένταση της δύναμης και αξιολογείται ως η δύναμη η οποία εξασκείται σε μία μονάδα επιφανείας. Στο Αγγλικό σύστημα των μονάδων της μηχανικής, η μονάδα πίεσης είναι η λίβρα ανά τετραγωνική ίντσα ή πάουντ ανά τετραγωνική ίντσα (Round - force per square inch) lb/in<sup>2</sup> ή PSI.

Στο διεθνές σύστημα μονάδων (SI), η μονάδα της πίεσης είναι Newton ανά τετραγωνικό μέτρο N /m<sup>2</sup>. Από αυτές τις μονάδες εξάγονται χρήσιμες μονάδες μέτρησης προς διευκόλυνση όπως: ίντσες νερού, bar, κανονική ατμόσφαιρα, .. κλπ. Εννέα διαφορετικοί όροι χρησιμοποιούνται για τον ορισμό επιπέδων πίεσης και διαφορές πίεσης. Αυτοί οι όροι αναπτύσσονται παρακάτω και διευκρινίζονται στο ακόλουθο (Σχήμα 1).



Σχ.1: Διάγραμμα όλων των τύπων Πίεσεων .

### **9.3.2 Ορισμοί & Ανάλυση τύπων Πιέσεων.**

Εάν όλα τα μόρια αφαιρεθούν από έναν θάλαμο, ένα ιδανικό κενό θα μπορούσε να υπάρξει εντός του θαλάμου και καμία δύναμη πίεσης θα μπορούσε να εξασκηθεί στα τοιχώματα του θαλάμου.

Αυτή η ιδανική κατάσταση ορίζει την κατάσταση της μηδενικής πίεσης και αναφέρεται ως «απόλυτο μηδέν».

#### **Απόλυτη Πίεση:**

Η απόλυτη πίεση είναι η πίεση πάνω από το απόλυτο μηδέν. Η στατική απόλυτη πίεση ορίζει την μοριακή δραστηριότητα ενός αερίου. Είναι η πίεση που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της πυκνότητας του αερίου.

#### **Ατμοσφαιρική Πίεση :**

Η πίεση που εξασκείται από την ατμόσφαιρα πάνω από το απόλυτο μηδέν ορίζεται ως ατμοσφαιρική πίεση. Καίτοι, αυτή η πίεση μεταβάλλεται κατά περιοχή, είναι ευκολία να ορισθεί ένα πρότυπο ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια της θάλασσας ως 101,325 KPa (1.01325 bar.a) ή 14,696 Psí.a, και να χρησιμοποιήσουμε αυτή την τιμή ως σημείο αναφοράς για τους υπολογισμούς του όγκου αερίου.

Η μέτρηση της πραγματικής ατμοσφαιρικής πίεσης πραγματοποιείται με βαρόμετρο και μεταβάλλεται σε σχέση με το υψόμετρο. Στα 1524 m (5000 ft) είναι περίπου ίση με 84,8 KPa ή 0,848 bar.a (12,3 Psí.a), στα 3048 m (10000 ft) είναι ίση με 69 kPa ή 0,69 bar.a (10 psi a).

### **Σχετική Πίεση (Gauge Pressure):**

Τα όργανα μέτρησης της πίεσης (pressure gauges) μετρούν την διαφορά μεταξύ της πίεσης εντός ενός στοιχείου πίεσης και της ατμοσφαιρικής πίεσης που το περιβάλλει. Για να αναχθεί η απόλυτη πίεση θα πρέπει η ατμοσφαιρική πίεση να προστεθεί στην σχετική πίεση δηλ στην μέτρηση του οργάνου πίεσης.

### **Κενά (vacuums) :**

Μία μέτρηση σχετικού κενού είναι μέτρηση κάτω απ' την ατμοσφαιρική πίεση, που συνήθως εκφράζεται σε ίντσες ή mm υδραργύρου.

### **Διαφορική Πίεση :**

Διαφορική πίεση είναι η διαφορά μεταξύ δύο πιέσεων. Μπορεί να μετρηθεί είτε διαχωρίζοντας τις δύο πιέσεις με ένα διάφραγμα και μετρώντας την δύναμη ή την κίνηση του διαφράγματος, ή ακόμη παρακολουθώντας το ύψος μίας στήλης υγρού εντός ενός μανομέτρου.

### **Πιεζομετρικοί Δακτύλιοι :**

Οι πιεζομετρικοί δακτύλιοι χρησιμοποιούνται για την ισοστάθμιση των μετρήσεων από σημεία στατικής πίεσης γύρω από τα τοιχώματα ενός αγωγού.

Οι τυπικοί δακτύλιοι χρησιμοποιούνται σε γενικές γραμμές, εν τούτοις, ο Blake (1976) έχει δείξει ότι ο σχεδιασμός «τριπλού - T» είναι θεωρητικά περισσότερο ακριβής σαν δακτύλιος ισοστάθμισης.

Οι πιεζομετρικοί δακτύλιοι ελαττώνουν κάποιες από τις επιδράσεις των ανάντη εξαρτημάτων και της εκκεντρικότητας του στομίου (orifice) επάνω στον συντελεστή εκτόνωσης. Η σκόνη και ο αέρας σε γραμμές υγρών μέσων είναι σοβαρά προβλήματα τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν όταν εγκαθίστανται πιεζόμετρα.

### **Στατική Πίεση :**

Η πραγματική πίεση η οποία εξασκείται από ένα υγρό είτε σε ακινησία είτε σε κίνηση είναι η στατική του πίεση. Ένας πιεζομετρικός δακτύλιος ή ακόμη μία μικρή ακτινική οπή στο τοίχωμα ενός αγωγού μπορεί να επιτρέψει την μέτρηση της στατικής πίεσης.

Για την επίτευξη της στατικής πίεσης ενός ρέοντος υγρού, είναι πολύ σημαντικό ότι η οπή θα πρέπει να ανοιχθεί κάθετα προς τον αγωγό, χωρίς ρινίσματα και ανωμαλίες στην επιφάνεια του μετάλλου και χωρίς κοίλες γωνίες.

Ο Rayle (1959) έχει δείξει ότι απομάκρυνση από το μέγεθος της τυποποιημένης οπής, η κλίση ή η κατάσταση της εγκοπής έχει σαν αποτέλεσμα ένα πολωτικό σφάλμα (bias error) της τάξεως από -0,5 έως + 1,1 % της δυναμικής πίεσης (Σχήμα 62).

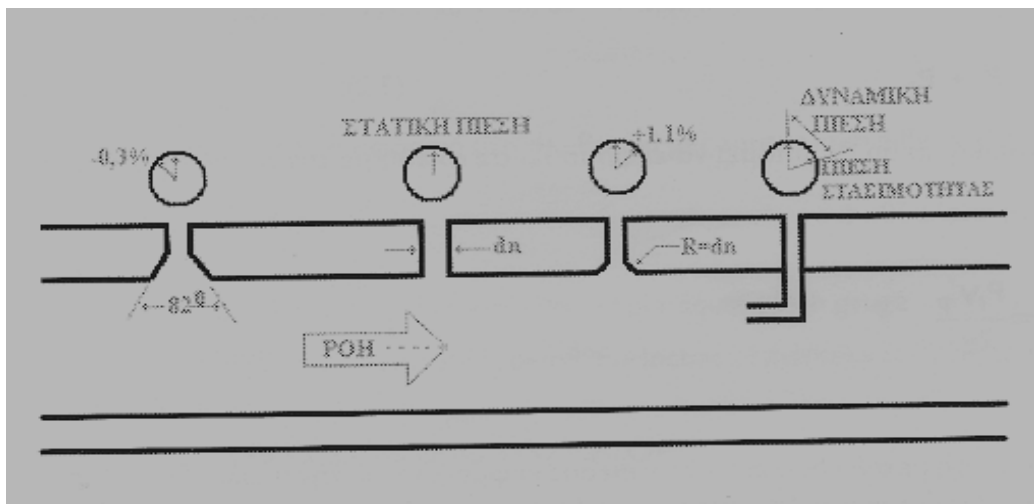
Ο Ferron (1986) επισημαίνει ότι αναρίθμητες μετρήσεις στατικής πίεσης έχουν σφάλμα λόγω μη καλής κατασκευής των συνδέσμων πίεσης. Με βάση τις δοκιμές που έχουν-πραγματοποιηθεί στο Εργαστήριο Έρευνας Alden και στα αποτελέσματα των εργασιών του Rayle (1959) και του Brunkalla (1985), προτείνεται οπή με διάμετρο 1/4 .. ή 6,4mm για αγωγούς διαμέτρου μεγαλύτερη των 2" ή 50 mm.

Επίσης ότι τα σημεία μέτρησης της σχετικής πίεσης θα πρέπει να ανοίγονται με τρυπάνι και κατά προτίμηση να εκτορνεύονται (διεργασία με τόρνο), έτσι ώστε η κεντρική γραμμή της οπής να συναντά το κέντρο του αγωγού σε ορθές γωνίες με την αξονική γραμμή του.

Το άνοιγμα της οπής θα πρέπει να γίνεται κατόπιν της συγκόλλησης όλων των εξαρτημάτων για την τοποθέτηση των σημείων πίεσης επάνω στον αγωγό. Στο εσωτερικό του αγωγού η οπή θα πρέπει να λειαίνεται και να είναι ελεύθερη από ρινίσματα ή από διάφορες μεταλλικές εγκοπές.

Ο καθαρισμός των ρινισμάτων και των εγκοπών θα πρέπει να πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να αποφεύγονται κοίλες και κυρτές επιφάνειες που περιβάλλουν την οπή.

Εάν αυτή η διεργασία ολοκληρωθεί με τον δέοντα τρόπο, τότε τα άκρα της οπής θα είναι τετραγωνισμένα με την εσωτερική επιφάνεια του αγωγού.



Σχ.2: Πολωτικό Σφάλμα Που Προκαλείται Από Την Κατάσταση Των Άκρων Οπής Σημείου Πίεσης.

### **Δυναμική Πίεση:**

Εάν ένας σωλήνας καμφθεί κάθετα στην ροή του μέσου (Σχήμα 61), τότε η στατική πίεση αυξάνεται από την κατευθυνόμενη κινητική ενέργεια του ρεύματος. Κατά την μηδενική ταχύτητα (όχι ροή) η ένδειξη της πίεσης είναι ίδια με την ένδειξη της στατικής πίεσης.

Όταν όμως αυξηθεί η ταχύτητα (έχουμε ροή) η διαφορά παρατηρείται να αυξάνει με το τετράγωνο της ταχύτητας. Αυτή η διαφορά των επιπέδων πίεσης οφείλεται στην δυναμική πίεση.

### **Συνολική Πίεση :**

Το άθροισμα της στατικής και της δυναμικής πίεσης είναι η στασιμότητα, ή η συνολική πίεση. Η πίεση στασιμότητας μπορεί να μετρηθεί με ένα όργανο μέτρησης πίεσης που συνδέεται με ένα σωλήνα κοιλότητας.

### **Σχέσεις πίεσης :**

Δεδομένου των πολλών μονάδων πίεσης που περιλαμβάνονται στην απόδοση αυτής της έννοιας, είναι πολύ σημαντικό να χρησιμοποιηθεί μία ομάδα μονάδων με συνοχή σε συνδυασμό με τις ακόλουθες σχέσεις της πίεσης.

Για την πίεση γραμμής ροής (σε psi ή kPa ή bar):

$$P_f = P_G + P_B$$

Η συνολική πίεση είναι το άθροισμα της δυναμικής πίεσης και της στατικής πίεσης. Αυτή η σχέση είναι:

$$P_T = P_f + P_D$$

όπου η δυναμική πίεση  $P_D$  μπορεί να εκφρασθεί σε σχέση με την πυκνότητα του υγρού και της ταχύτητας ως ακολούθως:

$$P_D = \rho_f V^2 / 2g_c$$

Η διαφορική πίεση μεταξύ δύο επιπέδων πίεσης εκφράζεται με την ακόλουθη σχέση:

$$\Delta P = P_{f1} - P_{f2}$$

## 9.4 Μονάδες πίεσης .

Πολλαπλές μονάδες και κλίμακες πίεσης έχουν αναπτυχθεί για να εκφράσουν την πίεση. Μερικές από τις πιο γνωστές μονάδες αναφέρονται ακολούθως:

### **Ατμοσφαιρική Πίεση:**

- Κανονικές Ατμόσφαιρες (atm) - Standard Atmospheres
- Ατμοσφαιρική Πίεση (atm) - Atmospheric Pressure
- Χιλιοστά Υδραργύρου στους 0 °C (mm Hg) - Millimeters of Mercury at 0 °C

### **Απόλυτη Πίεση – Absolute Pressure :**

- Πάουντ ανά τετραγωνική ίντσα απόλυτη (psi.a) - Pound per square inch absolute
- Bars (bar)
- Pascals (Pa, kPa).

### **Διαφορική Πίεση - Differential Pressure :**

- Πόδια ρέοντος υγρού - Feet of flowing fluid
- Ίντσες ρέοντος υγρού - Inches of flowing fluid
- Ίντσες ύδατος (in H<sub>2</sub>O) σε θερμοκρασία ροής -Inches of water at flowing temperature.
- Ίντσες ύδατος (in H<sub>2</sub>O) σε 39.2°F, σε 60°F, σε 68°F -Inches of water at 39.2°F, at 60°F, at 68°F.



- Ίντσες υδραργύρου (in Hg) σε 32°F, σε 60°F, σε 68°F -Inches of mercury at 32°F, at 60°F, at 68°F 11I Bars (bar)
- Pascals (Pa, kPa)
- Πάουντ ανά τετραγωνική ίντσα διαφορική (Psi.d) -Pound per square inch differential.

#### 9.4.1 Γενικοί Όροι.

Πάουντ ανά τετραγωνική ίντσα σχετική (Psi.g) -Pound per square inch gauge

Ίντσες υδραργύρου (in Hg) σε 32°F, σε 60°F, σε 69°F -Inches of mercury at 32°F, at 60°F, at 69°F

ΔεκαΜπόιλ - Deciboyles

Torr (torr) -[torr= 133,3 Pa = 1.333mbar =0,5352 in H<sub>2</sub>O].

Οι συντελεστές μετατροπής των μονάδων στο διεθνές σύστημα (SI) και αντιθέτως δίνονται στον ακόλουθο (Πίνακα 2) (οι πιο χρήσιμες μονάδες πίεσης).

Για την μετατροπή μεταξύ δύο μονάδων πίεσης εκτός συστήματος SI, οι γνωστές μονάδες πρωτίστως μετατρέπονται σε μονάδες pascals και κατόπιν με διαίρεση, προσδιορίζονται οι επιθυμητές μονάδες.

Για την κατανόηση αυτού του τρόπου μετατροπής, αναφέρεται το ακόλουθο παράδειγμα:

Η μετατροπή από ίντσες υδραργύρου στους 32°F σε δύναμη κιλών ανά τετραγωνικά εκατοστά θα μπορούσε να εκφρασθεί ως ακόλουθα:

$$( \text{ in Hg} )_{32^{\circ}\text{F}} ( 3,38638 * 10^{+03} ) = \text{Pa} = ( \text{kg}_f / \text{cm}_2 ) ( 9,806650 * 10^{+04} )$$

ή

$$\text{Kg} / \text{cm}_2 ( 3,38638 \chi 10^{+03} / 9,806650 * 10^{+04} ) ( \text{ in Hg} )_{32^{\circ}\text{F}} = ( 0,03453147 ) ( \text{ in Hg} )_{32^{\circ}\text{F}}$$

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

---

Οι τεχνικές για τον υποβιβασμό πίεσης είναι αρκετά σύνθετες και οι διατάξεις για την ασφάλεια, του εξοπλισμού ρύθμισης, του δικτύου μεταφοράς που έπεται του σταθμού υποβιβασμού πίεσης αλλά και του προσωπικού, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν στο σχεδιασμό σταθμών ρύθμισης πίεσης Φυσικού Αερίου.

Ο μελετητής θα πρέπει να φροντίζει για την εφεδρεία της διάταξης υποβιβασμού πίεσης για να εξασφαλίζει την αδιάλειπτη παροχή προς τον καταναλωτή και να καθιστά ένα σταθμό υποβιβασμού πίεσης ευέλικτο ως προς την συντήρηση αυτού και ως προς την επέκτασή του, με το ενδεχόμενο της αύξησης της παροχής εξόδου.

Οι διατάξεις μέτρησης του αερίου θα πρέπει να αναπτύσσονται τόσο έτσι ώστε να μας δίνουν μεγάλο αριθμό αποτελεσμάτων είτε για τον όγκο, την ροή, την ενέργεια, την πίεση, την θερμοκρασία, την ποιότητα αερίου, σε προκαθορισμένη μονάδα χρόνου της μίας ώρας, του ενός μήνα, του ενός έτους.

Αυτό βοηθά στην ακριβέστερη καταγραφή των ποσοτήτων για τον αποτελεσματικότερο προγραμματισμό κατανομής των φορτίων και την διευκόλυνση της Εταιρίας Παροχής Αερίου στην έκδοση τιμολογίων.

Η ακρίβεια των οργάνων – διατάξεων – μέτρων θα πρέπει να διατηρείται στα επιτρεπτά, από τους διεθνείς κανονισμούς, όρια, έτσι ώστε η απόκλιση τους να μην επιβαρύνει οικονομικά την Εταιρία Παροχής Αερίου και τον καταναλωτή.

Για να εξασφαλιστεί αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί εξοπλισμός (πρότυπα όργανα) με πιστοποιητικά από διεθνείς οίκους βαθμονόμησης με ισχύ, με άρτια ειδικευμένο τεχνικό προσωπικό και τα αποτελέσματα των διακριβώσεων να τα αποδέχονται και τα δύο μέρη της οικονομικής συναλλαγής.

Επίσης θα πρέπει να διατηρούνται και να γίνονται υπολογισμοί ισοζυγίου έτσι ώστε η ποσότητα αερίου η οποία καταμετράτε σε ένα σταθμό από υψηλή σε μέση πίεση να ισούται με το άθροισμα των επιμέρους σταθμών δηλ. των σταθμών από μέση σε χαμηλή πίεση κ.ο.κ.

**ΣΥΝΓΡΑΦΕΑΣ & ΤΙΤΛΟΣ ΒΙΒΛΙΟΥ**

1. **Πανούσος Παναγιώτης:** Το Φυσικό Αέριο  
Εγχειρίδιο βασικής εκπαίδευσης τεχνικού προσωπικού κλάδου μεταφοράς.
2. **Αρβανιτίδης Κωνσταντίνος :** Βανοστάσια ( Σύστημα Μεταφοράς)  
Εγχειρίδιο βασικής εκπαίδευσης τεχνικού προσωπικού κλάδου μεταφοράς.
3. **Καραγιάννης Ιωάννης :** Μετρητικοί - Ρυθμιστική σταθμοί - Ρυθμιστής  
Εγχειρίδιο βασικής εκπαίδευσης τεχνικού προσωπικού κλάδου μεταφοράς .
4. **Πανούσος Παναγιώτης :** Μετρήσεις Ποσότητας Και Ποιότητας – Στροβιλομετρητής – Χρωματογράφος . Εγχειρίδιο βασικής εκπαίδευσης τεχνικού προσωπικού κλάδου μεταφοράς.
5. **Μαρούλης Κωνσταντίνος :** Όργανα Μέτρησης – Μεταδότες πίεσης – Μεταδότες θερμοκρασίας – Ορολογία – Σύστημα Μεταφοράς – Μέτρηση. Εγχειρίδιο βασικής εκπαίδευσης τεχνικού προσωπικού κλάδου μεταφοράς.

**6. Τασοχατζίδης Νικόλαος :** Χρήσεις Φυσικού Αερίου

Εγχειρίδιο βασικής εκπαίδευσης τεχνικού προσωπικού κλάδου μεταφοράς

**7.Σφούνης Νέστωρ:** Προσθήκη Οσμής , Εγχειρίδιο βασικής εκπαίδευσης τεχνικού προσωπικού κλάδου μεταφοράς.

**8. ΔΕΠΑ :** Ορολογία και μονάδες βιομηχανίας Φυσικού αερίου.

**9. ΔΕΠΑ :** Το φυσικό αέριο και οι χρήσεις του.

**10. Βασιλειάδης Κωνσταντίνος :** Μέτρα Προστασίας , Ασφάλεια Εργασίας

**11. ΜΕΤΡΟΝ:** Διορθωτής Όγκου Αερίου – Μεταδότης Πίεσης – Ανιχνευτής Αερίου – Μεταδότης Θερμοκρασίας- Προδιαγραφές ηλεκτρονικών μονάδων και συσκευών.