

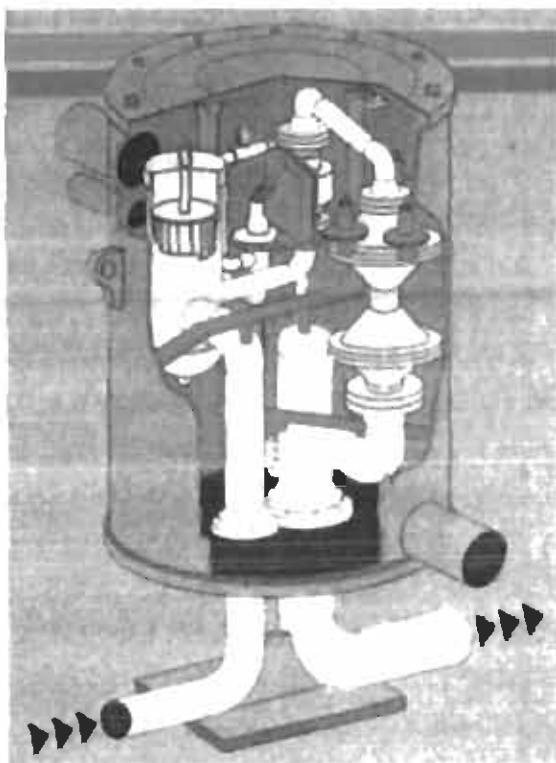
Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΤΙΤΛΟΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

ΜΕΤΑΦΟΡΑ - ΔΙΑΝΟΜΗ - ΕΙΣΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ
ΓΙΟΛΔΑΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΣΠΥΡΟΣ
ΚΟΥΚΛΑΡΑ ΣΤΕΛΛΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ
ΜΠΑΡΑΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2001

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	3156
----------------------	------

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΕΡΙΩΝ _____ 1

1.1. Γενικά για τα αέρια _____ 1

1.2. Κανονικά μεγέθη _____ 3

1.3. Χαρακτηριστικά μεγέθη των αερίων: _____ 9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ _____ 18

2.1. Κοιτάσματα και εκμετάλλευσή τους. _____ 18

2.2. Κατεργασίες στην επιφάνεια _____ 22

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΑΛΛΑ ΑΕΡΙΑ _____ 27

3.1. Τα υγραέρια. _____ 27

3.2. Το συνθετικό φυσικό αέριο _____ 29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ _____ 31

4.1. Διακίνηση φυσικού αερίου. _____ 31

4.2. Επίγεια δίκτυα μεταφοράς _____ 32

4.3. Υποθαλάσσια δίκτυα μεταφοράς _____ 34

4.4. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο (L.N.G.) _____ 36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ&ΔΙΑΝΟΜΗΣ _____ 39

5.1. Προγραμματισμός _____ 39

5.2.	Χαρακτηριστικά στοιχεία για τους σωλήνες τηλεδικτύων.	40
5.3.	Υπολογισμός πάχους τοιχώματος χαλύβδινων σωλήνων	43
5.4.	Τοποθέτηση των σωλήνων	51
5.5.	Η Διάβρωση	52
5.6.	Συνδέσεις χαλύβδινων σωλήνων	54
5.7.	Πλαστικά δίκτυα.	57
5.8.	Εξαρτήματα και συνδέσεις	62
5.9.	Διατάξεις υποβιβασμού πίεσεως	75
5.10.	Είδη δικτύων	83
5.11.	Υπολογισμός δικτύου	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ		89
6.1.	Το πρόβλημα των Αχμών	89
6.2.	Αποθήκευση σε αεριοφυλάκια	91
6.3.	Αποθήκευση σε αγωγούς υψηλής πίεσεως.	94
6.4.	Ανάμειξη προσθέτων αερίων	95
6.5.	Συμπλήρωση ποσοτήτων αερίου από μεγάλες αποθήκες.	97
6.6.	Αποθήκευση σε πορώδη στρώματα του υπεδάφους.	98
6.7.	Αποθήκευση σε υπόγειους κενούς χώρους	98
6.8.	Αποθήκευση με υγροποίηση του φυσικού αερίου.	99
6.9.	Καταλληλότητα μεθόδου κατά περίπτωση	101

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΩΝ & ΟΙΚΟΠΕΔΩΝ	106
7.1. Διάκριση εγκαταστάσεων και γενικά χαρακτηριστικά	106
7.2. Έννοιες	107
7.3. Στοιχεία του δικτύου εσωτερικών εγκαταστάσεων	109
7.4. Συνδέσεις χαλύβδινων σωλήνων	115
7.5. Γενικές οδηγίες για τη διαμόρφωση των εσωτερικών εγκαταστάσεων.	116
7.6. Εγκατάσταση καταναλωτικών διατάξεων αερίου.	120
7.7. Σύνδεση και εγκατάσταση συσκευών και εστιών.	120
7.8. Εγκατάσταση εστιών με ανοικτό χώρο καύσεως.	121
7.9. Εγκατάσταση εστιών με κλειστό χώρο καύσεως.	127
7.10. Απαγωγή καπναερίων	128
7.11. Καπναγωγοί	130
7.12. Καπνοδόχοι.	131
7.13. Ο Τελικός Υπολογισμός	139
7.14. Καπνοδόχοι μικτής Φόρτισης	143
7.15. Αγωγοί Διπλής Χρήσης	145
7.16. Οδηγίες για τη μελέτη.	148
7.17. Έλεγχοι	153
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	155
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α Στοιχεία για τους καυστήρες Φυσικού Αερίου	156
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β Γερμανικές προδιαγραφές Φυσικού Αερίου	161

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Παραγωγή Αερίων

1.1. Γενικά για τα αέρια

Η πρώτη χρήση αερίων καυσίμων - στα οποία συγκαταλέγονται και τα φυσικά αέρια - έγινε στην προσπάθεια για φωτισμό, ιδιωτικών αρχικά χώρων. Γι' αυτό το λόγο ονομάστηκε φωταέριο. Οι πρωτοπόροι στην χρήση του φωταερίου ήταν ο Minkelers (τέλη 18ου αι.), ο Lebon (1791) και ο Merdoc (1792), με τον τελευταίο να ιδρύει και το πρώτο εργοστάσιο φωταερίου στον κόσμο.

Ακολούθησαν και άλλοι οι οποίοι έδωσαν ώθηση στην ανάπτυξη του φωταερίου με κυριότερο τον Sammuel Cleg, εφευρέτη όλων των βοηθητικών μηχανημάτων (για καθαρισμό, συλλογή, αποθήκευση, ρύθμιση της παραγωγής και μέτρηση του φωταερίου). Έτσι πολύ σύντομα το φωταέριο χρησιμοποιήθηκε σαν ευγενές καύσιμο - για θερμικούς σκοπούς στην οικιακή και εμπορική οικονομία.

Από τα διάφορα στερεά καύσιμα προς παραγωγή του, γρήγορα επιβλήθηκαν οι λιθάνθρακες φωταερίου οι οποίοι έδιναν συγχρόνως κατάλληλης ποιότητας ΚΟΚ για πολλές χρήσεις. Η επιτυχία που ακολούθησε τη χρήση φωταερίου οδήγησε στην αξιοποίηση κάθε αερίου που θα μπορούσε να παραχθεί κατά κάποιο τρόπο.

Έτσι φτάσαμε στην αξιοποίηση του ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ το οποίο εμφανίζεται μαζί με το πετρέλαιο και αποτελείται κατά βάση από μεθάνιο.

Βεβαίως κατά την κλασματική απόσταξη του πετρελαίου παράγονται διάφορα αέρια, τα οποία διακρίνονται σε τρεις οικογένειες κατά τον DVGW -

Arbeitsblatt G260 (Deutscher Verein jur Gas - und Wasserfach - Φύλλο εργασίας G260). (Πίνακας 1)

Πρέπει εδώ να σημειωθούν όροι και συμβολισμοί που έχουν επιβληθεί διεθνώς.

- Cryogenetics = αέρια που υγροτοποιούνται σε θερμοκρασίες μικρότερες των -150°C
- LNG = Liquefied natural gas = υγροποιημένο μέσω ψύξεως φυσικό αέριο.
- LPG = Liquefied petroleum gas = υγροποιημένο πετρελαικό αέριο δηλ. υγραέριο, όπως βουτάνιο και προπάνιο
- SNG = Substitute (or synthetic) natural gas = υποκατάστατο (ή συνθετικό) φυσικό αέριο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1-1

Οικογένεια	Σύμβολο	Είδος αερίου	Ομάδα
1	S	Αέριο πόλεως Τηλαέριο	A. Αέριο πόλεως B. Αέριο κοκερίας τηλαέριο
2	N	Φυσικό αέριο	L: Πτωχό φυσικό αέριο H: Πλούσιο φυσικό αέριο και τα εναλλάξιμα προς αυτά
3	F	Υγραέριο	Προπάνιο, Βουτάνιο Μίγματα αυτών

Έχουν αναπτυχθεί πλήθος τρόπων παραγωγής αερίων από στερεά καύσιμα με σημαντικότερους: i) Την απερίωση του λιθάνθρακα - παραγωγή ΚΟΚ, ii) Την απερίωση των λιγνιτών, iii) Την απερίωση από την οποία παίρνουμε το αέριο παραγωγέα και το υδαταέριο, iv) την παραγωγή αερίου από προϊόντα πετρελαίου.

1.2. Κανονικά μεγέθη

i) **Κανονική κατάσταση:** Είναι μία κατάσταση στην οποία αναφερόμαστε. Πρόκειται για 0°C θερμοκρασία και πίεση 1,01325 bar. Σ' αυτές τις συνθήκες

αναφέρονται οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των αερίων. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε μερικές χώρες προτιμούν τους 15°C ($\approx 60^{\circ}\text{F}$) ενώ όταν πρόκειται για χημικές αντιδράσεις αναφερόμαστε σε συνθήκες 25°C και 1.01325 bar .

ii) Μοριακή μάζα: Για τη μέτρηση της ποσότητας μίας ύλης συνηθίζεται να χρησιμοποιείται η μάζα m .

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{26} \text{ Kmol}^{-1} = \text{μόρια/Kmol}$$

Ένα γραμμομόριο οποιασδήποτε ουσίας περιέχει $6,022 \cdot 10^{23}$ μόρια.

Η μάζα που περιέχεται σε 1 kmol είναι η μοριακή μάζα M .

iii) Μοριακός όγκος: Στα αέρια, για τον προσδιορισμό ποσοτήτων χρησιμοποιείται ο κανονικός όγκος V_n . Είναι ο όγκος που έχει ένα αέριο στην κανονική κατάσταση. Σύμφωνα με το νόμο του Avogadro, όλα τα ιδανικά αέρια για ίσους όγκους υπό τις κανονικές συνθήκες περιέχουν ίδιο αριθμό μορίων. Οπότε 1 Kmol οποιουδήποτε ιδανικού αερίου θα έχει (για τις ίδιες συνθήκες) τον ίδιο όγκο, που καλείται μοριακός όγκος V_m . Επομένως για τις κανονικές συνθήκες (0°C , $1,01325\text{ bar}$) προκύπτει ο μοριακός κανονικός όγκος $V_{m,n}$.

$$V_{m,n} = 22,4138 \text{ m}^3/\text{Kmol} \approx 22,4 \text{ m}^3/\text{Kmol} \approx 22,4 \text{ lt/mole}$$

Για τα πραγματικά αέρια υπάρχει βέβαια κάποια διαφοροποίηση, π.χ. $V_{m,n}(\text{H}_2) = 22,43 \text{ m}^3/\text{Kmol}$, $V_{m,n}(\text{CH}_4) = 22,36 \text{ m}^3/\text{Kmol}$, $V_{m,n}(\text{C}_2\text{H}_6) = 22,0 \text{ m}^3/\text{Kmol}$.

iv) Συναρτήσεις

Η μάζα m , η ποσότητα ύλης και ο κανονικός όγκος V_n συναρτώνται (κατόπιν των ανωτέρω) ως εξής:

$$m = n \cdot M \quad (1)$$

$$V_n = n \cdot V_{m,n} \quad (2)$$

$$m = \rho_n \cdot V_n \quad (3)$$

n = ο αριθμός των mole ή kmole

όπου ρ_n = η πυκνότητα του αερίου στην κανονική κατάσταση.

v) Πυκνότητα και ειδικός όγκος

Από την εξίσωση (3) και με χρησιμοποίηση των εξισώσεων (1) και (2) έχουμε

$$\rho_n = m/V_n = n \cdot V_{m,n} = M/V_{m,n} \quad (4)$$

που επιτρέπει να υπολογίζουμε την πυκνότητα στην κανονική κατάσταση από τη μοριακή μάζα M . Προφανώς για τον αντίστροφο αριθμό της τον **μοριακό όγκο** U_n ισχύει η σχέση

$$U_n = 1/\rho_n = V_{m,n}/M \quad (5)$$

ή και γενικότερα

$$\rho = m/V \quad (6)$$

$$u = 1/\rho = V/m \quad (7)$$

Η πυκνότητα ρ_μ ενός μίγματος αερίων 1,2,3 που κάθε ένα από αυτά έχει πυκνότητα ρ_1, ρ_2, ρ_3 και συμμετέχει κατ' όγκο με τα ποσοστά $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots$ υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\rho_\mu = \gamma_1 \cdot \rho_1 + \gamma_2 \cdot \rho_2 + \gamma_3 \cdot \rho_3 \dots + \gamma_1 \cdot \rho_1 \quad (8)$$

vi) Απόλυτη πίεση

Συνήθως στα αέρια μετρούμε με μανόμετρα ή πιεσόμετρα την υπερπίεσή τους $\rho_{\mu\alpha\nu}$ ως προς την επικρατούσα ατμοσφαιρική $\rho_{\alpha\tau\mu}$. Τότε η απόλυτη πίεσή τους $\rho_{\alpha\pi\tau}$ που αναφέρεται στους υπολογισμούς καταστάσεως είναι: $\rho_{\alpha\pi\tau} = \rho_{\alpha\tau\mu} + \rho_{\mu\alpha\nu}$

vii) Ιδανικά και πραγματικά αέρια

Ιδανικό θεωρείται ένα αέριο, που ακολουθεί ακριβώς σε όλες τις πιέσεις τη θερμική καταστατική εξίσωση

$$p \cdot u = R \cdot T \quad (10)$$

όπου p = η απόλυτη πίεση

u = ο αντίστοιχος ειδικός όγκος (μάζας 1 Kg)

R = η σταθερά του αερίου και

T = η θερμοκρασία του.

Η Θερμική καταστατική εξίσωση για μάζα m παίρνει τη μορφή

$$p \cdot V = m \cdot R \cdot T \quad (11)$$

όπου V ο αντίστοιχος προς τη μάζα m όγκος ήτοι $V = m \cdot u$

Για μάζα M ενός Kmol παίρνει τη μορφή

$$p \cdot V_m = M \cdot R \cdot T = R_o \cdot T \quad (12)$$

όπου R_o η παγκόσμια σταθερά των αερίων

$$= M \cdot R = \text{const} = 8,31441 \text{ kJoule/kmol} \cdot \text{K κατά DIN 1871} \quad (13)$$

Για τα **πραγματικά αέρια** αναφέρεται στην θερμική καταστατική εξίσωση ένας συντελεστής Z . Είναι δε

$$p \cdot u_r = Z \cdot R \cdot T \quad (14)$$

Ενώ για τα ιδανικά αέρια $Z=1$ για τα πραγματικά προκύπτει από πολύπλοκους υπολογισμούς με βάση τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μορίων.

Η τιμή του συντελεστή Z εξαρτάται από τη φυσική κατάσταση. Για την κανονική κατάσταση

- για το 1Kg

$$\rho_n \cdot u_{n,r} = Z_n \cdot R_r \cdot T_n \quad (15)$$

- για το 1 Kmol

$$\rho_n \cdot V_{m,n,r} = Z_n \cdot R_o \cdot T_n \quad (16)$$

Εαν τώρα ανάγουμε τον συντελεστή Z μιάς τυχαίας φυσικής καταστάσεως στο συντελεστή Z_n της κανονικής καταστάσεως παίρνομε τον **συντελεστή συμπίεστότητας K** .

$$K = Z/Z_n = \rho \cdot u_r \cdot T_n / \rho_n \cdot u_{n,r} \cdot T = \rho \cdot \rho_{n,r} \cdot T_n / \rho_n \cdot \rho_r \cdot T \quad (17)$$

Αν λύσουμε αυτήν ως προς ρ_r

(ρ_r = πυκνότητα στη θεωρούμενη κατάσταση $\rho_{n,r}$ = πυκνότητα στην κανονική κατάσταση του πραγματικού αερίου) έχουμε

$$\rho_r = \rho_{n,r} \cdot (\rho/\rho_n) \cdot (T_o/T) \cdot (1/K) \quad (18)$$

Σημειώνεται ότι στην κανονική κατάσταση είναι και για το πραγματικό αέριο $K_n = 1$, όπως και ότι για το ιδανικό αέριο $K = 1$ για οποιαδήποτε κατάσταση. Επίσης, ότι ο K μπορεί να έχει τιμές > 1 ή < 1 όπως φαίνεται στο σχ. 1-1 για διάφορα αέρια. Αυτές προσδιορίζονται πάντα με ειδικές κατά περίπτωση αερίου μετρήσεις. Για πρόχειρους υπολογισμούς δικτύων μεταφοράς, που το αέριο στους υπό την γη αγωγούς έχει θερμοκρασία τάξεως 12°C και για πιέσεις μέχρι 70 Bar μπορούμε να χρησιμοποιούμε τιμές, που προκύπτουν από τις σχέσεις

$$K \approx 1 + \rho_{\text{απ}}/6200 \text{ bar για αέριο πόλεως} \quad (19)$$

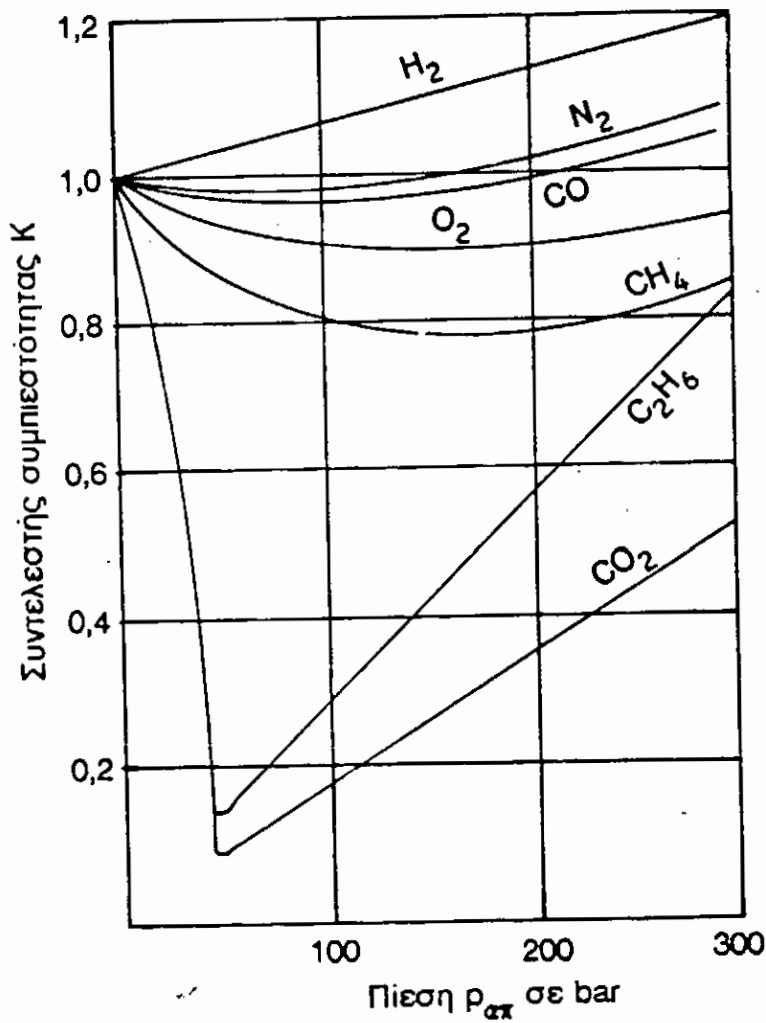
$$K \approx 1 - \rho_{\text{απ}}/450 \text{ bar για φυσικό αέριο} \quad (20)$$

Ειδικά για το Σοβιετικό αέριο η τιμή του συντελεστή συμπιεστότητας K φαίνεται στον πίνακα 1-2

Οι μετρήσεις αυτές οδηγούν σε μία σχέση

$$K = 1,0016 - p_{στ}/476 \quad (21)$$

που επαληθεύεται μέχρι πιέσεως 70 bar



Σχ. 1 - 1 Μεταβολή του συντελεστή συμπιεστότητας K σε συνάρτηση με την πίεση για διάφορα αέρια σε θερμοκρασία 0° C.

Πίνακας 1-2

Συντελεστής Rωσικού αερίου πωλούμενου στην Ευρώπη (t = 12° C)

ρ bar	K	ρ bar	K	ρ bar	K
1	0,9995	30	0,9386	70	0,8546
5	0,9911	35	0,9281	80	0,8296
10	0,9806	40	0,9176	90	0,8046
15	0,9701	45	0,9071	100	0,7826
20	0,9596	50	0,8966		
25	0,9491	60	0,8756		

Για την πίεση λειτουργίας p_G , επειδή η αναφορά γίνεται στο ξηρό αέριο, πρέπει να αφαιρείται η αντιστοιχούσα στους υδρατμούς μερική πίεση. Είναι δηλ.

$$p_G = p_{ατμ} + p_{μαν} - φ p_s \quad (22)$$

όπου p_G = η πίεση λειτουργίας, $p_{ατμ}$ = η ατμοσφαιρική πίεση, $p_{μαν}$ = η μετρούμενη μανομετρική πίεση, p_s = η μερική πίεση των κορεσμένων υδρατμών στην επικρατούσα θερμοκρασία και $φ$ = η σχετική υγρασία. Είναι δε

$$φ = p_G / p_s = p_G / p_s \quad (23)$$

Για τα υπόλοιπα έχουμε τα ισχύοντα για τον ξηρό και τον υγρό αέρα.

1.3. Χαρακτηριστικά μεγέθη των αερίων:

i) **Θερμογόνος δύναμη:** Χαρακτηρίζει τη χημικά συνδεδεμένη προς το καύσιμο ενέργεια. Εάν ελευθερωθεί όλη η χημικά συνδεδεμένη ενέργεια και κατέλθει η θερμοκρασία των καυσαερίων στους 25° C και συμπυκνωθεί ο υδρατμός

αποδίδοντας τη θερμότητά του τότε η θερμότητα που παίρνουμε είναι η **ανώτερη θερμογόνος δύναμη H_o** . Εάν ελευθερωθεί πάλι όλη η συνδεδεμένη χημική ενέργεια και κατέλθει η θερμοκρασία των καυσαερίων στη θερμοκρασία αναφοράς των 25°C και με την παραδοχή ότι δεν θα υδροποιηθούν οι υδρατμοί που περιέχονται στα καπναέρια, παίρνουμε την **κατώτερη θερμογόνος δύναμη H_u**

Οι δύο θερμογόνες δυνάμεις διαφέρουν κατά τη θερμότητα ατμοποίησης

$$H_u = H_o - (9 \cdot h + w) \cdot 600 \quad (24)$$

όπου h = η ποσοστιαία αναλογία υδρογόνου (που μετατρέπεται σε υδρατμό κατά την $\text{H}_2 + 0,5\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$ οπότε η κατά μάζα ισότητα είναι $1 \text{ Kg H}_2 + 16/2 \text{ Kg O}_2 = 9 \text{ Kg H}_2\text{O}$) και w = η ποσοστιαία αναλογία υγρασίας ή εν γένει υδρατμών.

Για τα διάφορα αέρια μίγματα δίδονται για κατά προσέγγιση υπολογισμούς οι κάτωθι ημιεμπειρικές σχέσεις

$$H_o = 3050 \cdot h_2 + 3020 \cdot \text{co} + 9250 \cdot \text{ch}_4 + 18050 \cdot \text{c}_n\text{h}_m \quad (25)$$

$$H_u = 2570 \cdot h_2 + 3020 \cdot \text{co} + 8550 \cdot \text{ch}_4 + 17000 \cdot \text{c}_n\text{h}_m \quad (26)$$

όπου h_2 , co , ch_4 , c_nh_m οι κατ' όγκο αναλογίες υδρογόνου, μονοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου και βαρυτέρων υδρογονανθράκων.

Πολλές φορές ανάγονται οι θερμογόνες δυνάμεις στον κανονικό όγκο (1 m^3_n) ξηρού αερίου. Αν με το δείκτη n χαρακτηρίσουμε την κανονική κατάσταση ($H_{o,n}$ και $H_{u,n}$) και με το δείκτη x την τυχούσα κατάσταση ($H_{o,x}$ και $H_{u,x}$), επειδή είναι:

$$(\text{Ενέργεια})_x = (\text{Ενέργεια})_n$$

$$V_x \cdot H_{o,x} = V_n \cdot H_{o,n} \quad H_{o,x} / H_{o,n} = V_n / V_x$$

$$V_x \cdot H_{u,x} = V_n \cdot H_{u,n} \quad H_{u,x} / H_{u,n} = V_n / V_x$$

Από την εξίσωση (18) [επειδή $\rho_r / \rho_{n,r} = u_{n,r} / u_r =$ γενικότερα $V_{n,r} / V_r$] μπορεί να γράψουμε και για την κατάσταση x

$$V_n = V_x \cdot (\rho_G / \rho_n) \cdot (T_o/T) \cdot (1/K) \quad (27)$$

οπότε

$$H_{o,x} = H_{o,n} (\rho_G \cdot T_o / \rho_n \cdot T) \cdot (1/K) \quad (28)$$

$$H_{u,x} = H_{u,n} (\rho_G \cdot T_o / \rho_n \cdot T) \cdot (1/K) \quad (29)$$

και επειδή από την (22) $\rho_G = \rho_{ατμ} + \rho_{μαν} - \varphi \rho_s$

$$H_{o,x} = H_{o,n} \cdot \frac{(\rho_{ατμ} + \rho_{μαν} - \varphi \rho_s) T_o}{\rho_n \cdot T} \cdot \frac{1}{K} \quad (30)$$

$$H_{u,x} = H_{u,n} \cdot \frac{(\rho_{ατμ} + \rho_{μαν} - \varphi \rho_s) T_o}{\rho_n \cdot T} \cdot \frac{1}{K} \quad (31)$$

Για τα διάφορα μίγματα αερίων 1,2,3,...i με αναλογίες κατ' όγκο $r_1, r_2, r_3, \dots, r_i$ ισχύουν για την κανονική κατάσταση οι σχέσεις

$$H_{o,n} = r_1 \cdot H_{o,n1} + r_2 \cdot H_{o,n2} + r_3 \cdot H_{o,n3} + \dots + r_i \cdot H_{o,ni} \quad (32)$$

$$H_{u,n} = r_1 \cdot H_{u,n1} + r_2 \cdot H_{u,n2} + r_3 \cdot H_{u,n3} + \dots + r_i \cdot H_{u,ni} \quad (33)$$

Για τη μοριακή κατάσταση ισχύουν οι ίδιες σχέσεις με τη διαφορά, ότι αντί του δείκτη n εισέρχεται ο δείκτης m (μοριακές τιμές)

Εαν η σύνθεση του αερίου μίγματος δίδεται κατά μάζα (αναλογίες $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_i$) τότε

$$H_o = \mu_1 \cdot H_{o1} + \mu_2 \cdot H_{o2} + \mu_3 \cdot H_{o3} + \dots + \mu_i \cdot H_{oi} \quad (34)$$

$$H_u = \mu_1 \cdot H_{u1} + \mu_2 \cdot H_{u2} + \mu_3 \cdot H_{u3} + \dots + \mu_i \cdot H_{ui} \quad (35)$$

Όσον αφορά στις μονάδες μετρήσεως της θερμογόνου δυνάμεως στο μεν Τ.Σ.Μ. ισχύει η $Kcal/m^3_n$ ή $Mcal/m^3_n$ ενώ στο Δ.Σ.Μ. (SI) ισχύει το $KJoule/m^3_n$ ή το $MJoule/m^3_n$. Υπενθυμίζεται ότι $1 Kcal=4,1867 MJoule$. Πολλές φορές χρησιμοποιείται

(κυρίως στο SI) και η μονάδα kWh/m³_n. Υπενθυμίζεται επίσης ότι 1 kWh = 3,6 MJ = 860 kcal ή 1 Mcal = 1,163 kWh = 4,1868 MJ.

ii) **Σχετική πυκνότητα:** Στον αέρα συνηθίζεται να χρησιμοποιείται η σχετική πυκνότητα, που είναι, ο λόγος της πυκνότητας του αερίου ρ_G, προς την πυκνότητα του αέρα ρ_L

$$d = \rho_G / \rho_L$$

Η σχετική πυκνότητα σαν έννοια διευκολύνει πολύ στην τεχνική των αερίων. Γνωρίζουμε δηλ. αμέσως αν ένα αέριο είναι ελαφρότερο του αέρα ή όχι, ώστε σε περίπτωση διαφυγής ή θα φύγει χωρίς κίνδυνο προς τα πάνω ή θα καθίσει στο δάπεδο με κίνδυνο προκλήσεως εκρήξεως.

iii) **Πίεση:** Στην τεχνική των αερίων χρησιμοποιούνται οι παρακάτω έννοιες όσο αφορά την πίεση.

- Υπερπίεση ή μανομετρική πίεση: είναι η μετρούμενη με μανόμετρο ή πιεσόμετρο πίεση. Είναι η διαφορά μεταξύ της απόλυτης πίεσεως του αερίου και της ατμοσφαιρικής πίεσεως.

- Απόλυτη πίεση: είναι η επικρατούσα στο χώρο του αερίου πίεση δηλ. το άθροισμα της μανομετρικής και της ατμοσφαιρικής πίεσεως.

- Πίεση ηρεμίας: είναι η υπερπίεση του ηρεμούντος αερίου.

- Πίεση ροής: είναι η στατική πίεση του ρέοντος αερίου, που λόγω των τριβών της ροής είναι μικρότερη από την πίεση ηρεμίας.

- Στατική πίεση: είναι η ασκούμενη από το αέριο στα τοιχώματα του σωλήνα πίεση.

- Δυναμική ή (κινητική) πίεση ή πίεση ανακοπής: είναι η πίεση που προκαλεί σε κάθετο τοίχωμα, η ταχύτητα W της ροής, η οποία και ανακόπτεται από αυτή

$$P_{\text{δυν}} = \rho W^2 / 2$$

- Συνολική πίεση: είναι το άθροισμα στατικής και δυναμικής πίεσεως

$$P_{\text{συν}} = P_{\text{στατ}} + P_{\text{δυν}} = P + \rho w^2 / 2$$

Η πίεση αυτή δεν αποτελεί χαρακτηριστικό στοιχείο του αερίου, αναφέρεται όμως σε άλλα χαρακτηριστικά.

- Πίεση ροής: οι κανονισμοί καθορίζουν τις εξής ελάχιστες τιμές (τιμές προ των συσκευών)

Πρώτη οικογένεια (S), αέρια πόλεως $\geq 7,5$ mbar

Δεύτερη οικογένεια (N), φυσικά αέρια ≥ 18 mbar

Μίγματα υγραερίου / αέρα 12 έως 18 mbar

Μίγματα φυσικού αερίου / αέρα $\geq 7,5$ mbar

Οι πιέσεις όσον αφορά στα μέτρα ασφαλείας (έναντι κινδύνων) χωρίζονται σε τρεις περιοχές

Χαμηλή πίεση Χ.Π. $P < 100$ mbar

Μέση πίεση Μ.Π. $100 \text{ mbar} < P < 1 \text{ bar}$

Υψηλή πίεση Υ.Π. $P > 1 \text{ bar}$

Στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής ο διαχωρισμός της περιοχής ($P > 1 \text{ bar}$) είναι απολύτως διαφορετικός

Μονάδες μετρήσεως της πίεσεως

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 10197 \text{ Kp/m}^2 = 10197,2 \text{ mmH}_2\text{O} = 1,01972 \text{ Kp/cm}^2 = 1,01972 \text{ at} = 750,062 \text{ Torr}$$

iv) Ο Δείκτης Wobbe

Ο δείκτης (κατ' άλλους ο αριθμός) Wobbe, χαρακτηριζόμενος ως W_o ή W_u είναι ένα μέτρο για την προσφορά ενεργείας από ένα καυστήρα. Ως εκ τούτου είναι ένα ουσιώδες μέγεθος προκειμένης κρίσεως για την εναλλαξιμότητα αερίων. Το εξερχόμενο από ένα καυστήρα ρεύμα αερίου V_G μεταφέρει και την αντιστοιχούσα στην ανωτέρα θερμογόνο δύναμη του αερίου ενέργεια (θερμική φόρτιση του καυστήρα).

$$E_G = V_G \cdot H_{o,G} \quad (36)$$

Γνωρίζουμε όμως ότι $V_G = A \cdot w$ (όπου A η διαρρεόμενη διατομή και w η μέση ταχύτητα διαρροής της) και $p_e = \rho_G w_{th}^2 / 2$ (η εξίσωση Bernoulli, όπου p_e η πίεση ροής, ρ_e η πυκνότητα και w_{th} ταχύτητα κατά την άνευ τριβών ροή) ή $p_e / \rho_G = w_{th}^2 / 2$. Στην πράξη όμως δεν μετατρέπεται όλη η ενέργεια πίεσεως σε κινητική ενέργεια αφού υπάρχουν τριβές και έστω $w = \alpha w_{th}$ όπου α συντελεστής χαρακτηριστικός του ακροφυσίου. Τότε

$$E_G = A \cdot w \cdot H_{o,G} = A \cdot \alpha \cdot \sqrt{2p_e / \rho_G} \cdot H_{o,G} \quad (37)$$

Αν τώρα εισάγουμε αντί της πυκνότητας του αερίου τη σχετική πυκνότητα του $d_G = \rho_G / \rho_L$ όπου ρ_L η πυκνότητα του αέρα ή $\rho_G = d_G \cdot \rho_L$ τότε

$$E_G = A \cdot \alpha \sqrt{2p_e / \rho_L} \cdot H_{o,G} / \sqrt{d_G} \quad (38)$$

$$\text{Εδώ όμως } A \cdot \alpha \sqrt{2p_e / \rho_L} = \text{const} = C$$

όπου θα μπορούσε να ερμηνευθεί σαν ο όγκος ροής αέρα V_L , που θα έρρεε δια του ακροφυσίου υπό τις ίδιες φυσικές συνθήκες, που υπάρχουν για το αέριο. Τότε η εξίσωση (37) παίρνει τη μορφή

$$E_G = C \cdot H_{o,G} / \sqrt{d_G} \quad (39)$$

που σημαίνει ότι η διαρρέουσα το ακροφύσιο ενέργεια E_G είναι ανάλογη του λόγου $H_{o,G} / \sqrt{d_G}$ που χαρακτηρίζουμε σαν δείκτη Wobbe. Αυτός συνήθως δίδεται για τις κανονικές συνθήκες, δηλαδή

$$W_{o,n} = H_{o,n} / \sqrt{d_G} \quad (40)$$

Θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε αυτό το δείκτη που αναφέρεται στην ανωτέρα θερμογόνο δύναμη σαν ανώτερο δείκτη Wobbe. Και αντιστοίχως να διατυπώσουμε κατώτερο δείκτη Wobbe (με το ίδιο σκεπτικό), που να αντιστοιχεί στην κατώτερη θερμογόνο δύναμη.

$$W_{u,n} = H_{u,n} / \sqrt{d_G} \quad (41)$$

Εαν τώρα δια του αυτού ακροφυσίου ενός καυστήρα αφήσουμε να ρέυσουν δύο αέρια 1 και 2 τότε η ενέργεια που ρέει διαμέσου του ακροφυσίου

$$E_{G2} / E_{G1} = W_{o,n,2} / W_{o,n,1} \quad \text{ή} \quad E'_{G2} / E'_{G1} = W_{u,n,2} / W_{u,n,1} \quad (42)$$

Αυτό σημαίνει ότι για καύσιμα αέρια (ανεξαρτήτως της συνθέσεώς τους), που έχουν τον ίδιο δείκτη Wobbe, ένας καυστήρας δίδει την ίδια ποσότητα ενέργειας ή άλλως, ότι η θερμική ισχύς της συσκευής παραμένει αμετάβλητη.

Αν τώρα δεχθούμε στην εξίσωση (37) μεταβλητή την πίεση ροής p_e μπορούμε να παρακολουθήσουμε την επίδραση αυτής της μεταβολής με το **διευρυμένο δείκτη Wobbe**, που εισάγεται σαν

$$W_{\delta o,n} = \sqrt{p_e} \cdot W_{o,n} = H_{o,n} \cdot \sqrt{p_e / d_G} \quad (43)$$

$$W_{\delta u,n} = \sqrt{p_e} \cdot W_{u,n} = H_{u,n} \cdot \sqrt{p_e / d_G} \quad (44)$$

Βέβαια πρέπει να σημειωθεί, ότι η μεταβολή της πίεσεως ροής για την αντιμετώπιση διαφόρου συνθέσεως αερίων είναι δυνατή μόνον εντός περιορισμένων ορίων, αφού με μεταβολή της πίεσεως ροής μεταβάλλεται και η αναρροφούμενη ποσότητα πρωτεύοντα αέρα καύσεως.

Πίνακας 1-3: Κύρια χαρακτηριστικά καυσίμων αερίων

Αέριο	Συμβολο	Μοριακή μάζα M kg/kmol	Σταθερά του αερίου P ₁ J/kg K	Μοριακός κανονικός όγκος V _{m,n} m ³ /kmol	Πυκνότητα σε κατάσταση		Θερμότητα σε κανον. κατάσταση		Δείκτης Webbe σε κανονική κατάσταση	
					κανον. kg/m ³	σχετική d	ανώτερη H _{u,n} MJ/m ³	κατώτερη H _{u,n} MJ/m ³	ανώτερος W _{u,n} MJ/m ³	κατώτερος W _{u,n} MJ/m ³
Υδρογόνο	H ₂	2,016	4124,0	22,43	0,00908	0,0096	12,745	10,783	48,145	40,902
Μονοξείδιο αζώτου	CO	28,010	296,8	22,40	1,2505	0,9671	12,633	12,633	12,846	12,846
Μεθάνιο	CH ₄	16,043	518,8	22,06	0,7175	0,555	39,819	35,833	53,450	48,166
Αιθυλιάνη	C ₂ H ₆	29,038	319,6	22,23	1,1715	0,906	58,473	56,493	61,432	59,351
Αιθάνιο	C ₂ H ₄	28,054	296,8	22,25	1,2611	0,975	63,414	59,457	64,222	60,214
Αιθίλιο	C ₂ H ₂	30,069	276,7	22,19	1,3550	1,048	70,293	64,345	68,664	62,854
Προπυλένιο	C ₃ H ₆	42,080	197,5	22,00	1,9129	1,479	93,576	87,575	76,945	72,011
Προπιάνιο	C ₃ H ₈	44,076	188,5	21,93	2,011	1,555	101,233	93,207	81,181	74,745
Βουτάνιο	C ₄ H ₁₀	58,123	143,0	21,46	2,708	2,094	134,061	123,810	92,643	85,559
Αέριο υφικαμίνου	Σύνθεση	30,5	273	-	1,36	1,05	3,23	3,15	3,15	3,07
Αέριο αιθιλιανού	όπως	25,8	324	-	1,14	0,88	5,27	5,01	5,61	5,34
Αέριο πόλεως	στον	13,4	620	-	0,60	0,46	18,21	16,34	26,80	21,10
Αέριο αμερικ.	πιν. 2-3	11,5	721	-	0,51	0,40	19,68	17,48	31,12	27,64
Φυσικό αέριο L	-	18,5	449	-	0,83	0,64	35,17	31,74	43,96	39,67
Φυσικό αέριο H	-	17,5	475	-	0,79	0,61	41,34	37,35	52,95	47,82
Αέριο Αθηνών	-	18,4	403	-	0,82	0,629	38,52	34,69	48,57	43,74

Στον πίνακα 1-3 δίδονται στοιχεία για τα διάφορα αέρια. Για τα καύσιμα αέρια τεχνητώς παραγόμενα και τα φυσικά αέρια έχουν ληφθεί σαν βάσεις οι συνθέσεις του πίνακα 1-4.

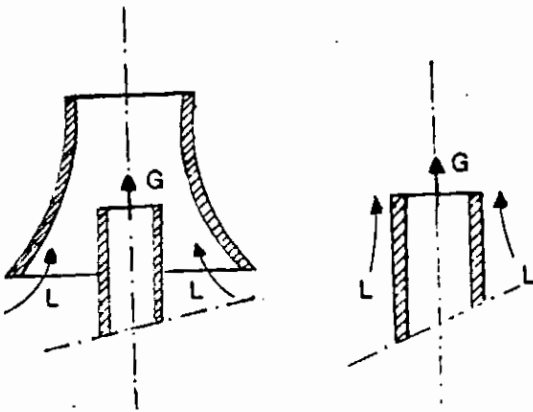
Πίνακας 1-4: Σύνθεση καυσίμων αερίων % κατ' όγκο

Συνθετικό αέριο	Αέριο υφικαμίνων	Αέριο αεριογόνων	Αέριο πόλεως	Αέριο πόλεως	Φυσικό αέριο		Αέριο Αθηνών
					L	H	
H ₂	4,1	12,0	51,0	54,5	-	-	15,4
CO	21,4	28,0	18,0	5,5	-	-	0,87
CH ₄	-	0,5	19,0	25,3	81,8	93,0	71,17
C ₂ H ₆	-	-	-	-	2,8	3,0	-
C ₃ H ₈	-	-	-	-	0,4	1,3	-
C ₄ H ₁₀	-	-	-	-	0,2	0,6	-
C _n H _m	-	-	2,0	2,3	-	-	6,73
CO ₂	22,0	5,0	4,0	2,3	0,8	1,0	5,83
N ₂	52,5	54,5	6,0	9,6	14,0	1,1	-
O ₂	-	-	-	0,5	-	-	-

ν) Το modul του αερίου

Η πάντα αναρροφώμενη από ένα καυστήρα ποσότητα πρωτεύοντος αέρα είναι συνάρτηση της ορμής $F = \dot{m} w$ όπου \dot{m} η ρέουσα μάζα αερίου και w η ταχύτητα της ροής. Για δύο αέρια 1 και 2 και την ίδια θερμική φόρτιση του καυστήρα για να αναρροφάται η ίδια ποσότητα πρωτεύοντος αέρα (Σχ. 1.1) πρέπει

$$F_1 = \dot{m}_1 w_1 = \dot{m}_2 w_2 = F_2.$$



Σχ. 1.1 Αναρροφώμενος πρωτεύων αέρας καύσεως.

Αφού τώρα η θερμική φόρτιση παραμένει ίδια κατά την (37).

$$E_{G1} = A \cdot w_1 \cdot H_{o,n,1} = A \cdot w_2 \cdot H_{o,n,2} = E_{G2}$$

$$w_1 H_{o1} = w_2 H_{o2} \quad \text{ή} \quad w_1 / w_2 = H_{o,n,2} / H_{o,n,1}$$

Από την ισότητα των ορμών

$$F_1 = \dot{m}_1 w_1 = \dot{m}_2 w_2 = F_2, \quad \text{ή} \quad \dot{V}_1 \rho_1 w_1 = \dot{V}_2 \rho_2 w_2$$

όπου \dot{V} ο ρέων όγκος και ρ η πυκνότητα. Αλλά $\dot{V} = A \cdot w$ όπου A η διατομή οπότε για $\rho = d \cdot \rho_L$ όπου d η σχετική πυκνότητα και ρ_L η πυκνότητα του αέρα.

$$A \cdot w_1 \cdot (d_1 \rho_L) \cdot w_1 = A \cdot w_2 \cdot (d_2 \rho_L) \cdot w_2 \quad \text{ή} \quad w_1 \cdot d_1 \cdot w_1 = w_2 \cdot d_2 \cdot w_2$$

Αντικαθιστώντας w_1 και w_2 κατά την (38) έχουμε

$$(\sqrt{2p_{e1} / \rho_L \cdot d_1}) \cdot (d_1 w_1) = (\sqrt{2p_{e2} / \rho_L \cdot d_2}) \cdot (d_2 w_2)$$

$$\sqrt{p_{e1}} \cdot \sqrt{d_1} \cdot w_1 = \sqrt{p_{e2}} \cdot \sqrt{d_2} \cdot w_2$$

$$w_1 / w_2 = \sqrt{p_{e2} / p_{e1}} \cdot \sqrt{d_2 / d_1} = H_{0,n2} / H_{0,n1}$$

ΟΠΟΤΕ

$$\sqrt{p_{e2}} \cdot (\sqrt{d_2} / H_{0,n2}) = \sqrt{p_{e1}} \cdot (\sqrt{d_1} / H_{0,n1}) = \text{const} \quad \eta$$

$$\sqrt{p_{e2}} / W_{0,n2} = \sqrt{p_{e1}} / W_{0,n1} = m = \text{const.}$$

Ο λόγος αυτός m καλείται *modul* του αερίου. Αντιστοίχως μπορούμε να διατυπώσουμε και δεύτερο *modul*

$$m' = \sqrt{p_e} / W_{u,n} = \sqrt{p_e} / (H_{u,n}/d) = \text{const.}$$

vi) Ο αναρροφώμενος πρωτεύων αέρας: όσο μεγαλύτερο είναι το *modul*, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα για αναρρόφηση πρωτεύοντος αέρα. Για την αισθητοποίηση αυτής της ικανότητας εισάγεται ένας συντελεστής χαρακτηριζόμενος σαν συντελεστής πρωτεύοντος αέρα:

είναι ο λόγος $\lambda_a = L_a / L_{\min}$ με L_a = αναρροφούμενος αέρας

L_{\min} = η θεωρητική (ελάχιστη) ποσότητα αέρα καύσεως (για την τέλεια καύση).

$$\text{Επίσης αποδεικνύεται: } \lambda_{a1} / \lambda_{a2} \approx \sqrt{m_2 / m_1} \approx \sqrt{m'_2 / m'_1}$$

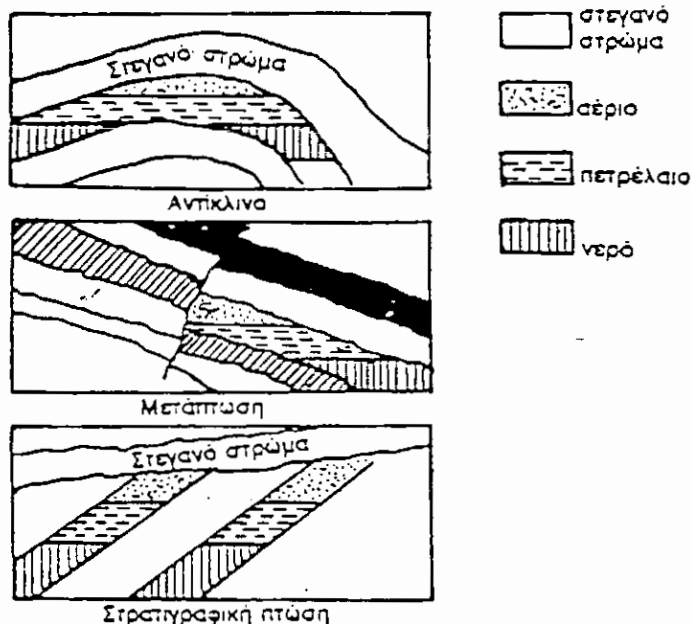
όπου m (ή m') \rightarrow *modul* αερίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Το Φυσικό Αέριο

2.1. Κοιτάσματα και εκμετάλλευσή τους.

Τα αέρια δημιουργήθηκαν προ πολλών εκατομμυρίων ετών στους πυθμένες θαλασσών από μεγάλες ποσότητες μικροοργανισμών την απουσία αέρα και την επίδραση των βακτηριδίων. Κατά τη διάρκεια γεωλογικών αιώνων, το υλικό αυτό βυθίστηκε και καταπλακώθηκε από μεγάλα στρώματα γης. Το αέριο που παρήχθη κατ' αυτόν τον τρόπο κατέφυγε στους πόρους του μητρικού στρώματος, όπου και συγκρατήθηκε προσωρινά, γιατί αυτή η κατάσταση δεν μπορεί να χαρακτηριστεί σαν σταθερή. Αργότερα - υπό κατάλληλες συνθήκες - μετακινήθηκε σε άλλες στρωματικές διαμορφώσεις, στις οποίες το βρίσκουμε και σήμερα. Αυτές οι διαμορφώσεις προϋποθέτουν ένα πλήρως στεγανό στρώμα καλύψεως, μπορεί δε να είναι αντίκλινο, μία μετάπτωση ή μία στρατιγραφική πτώση Σχ. 21



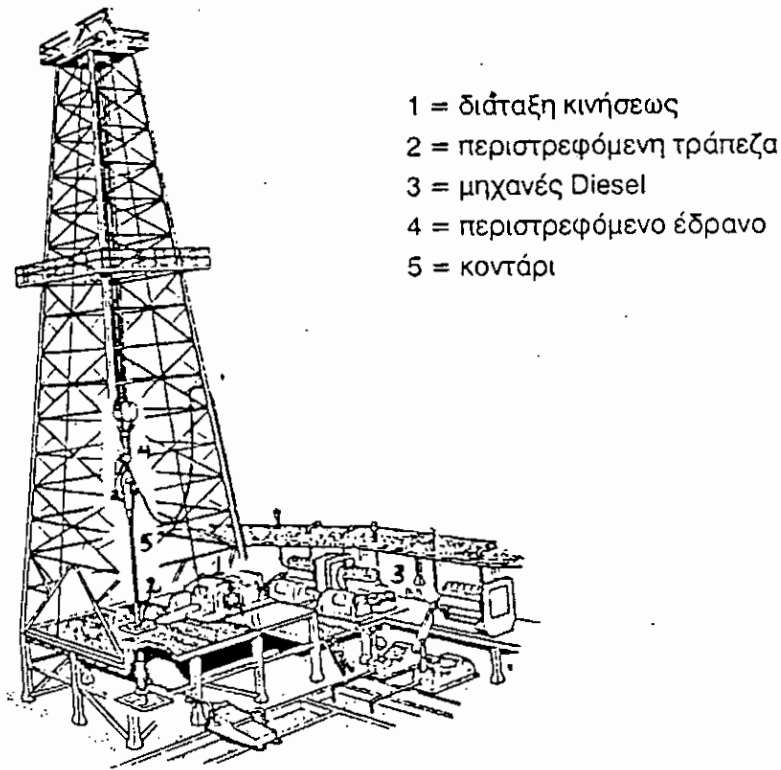
Σχ. 2.1 Διαμορφώσεις στις οποίες συγκεντρώνεται το φυσικό αέριο.

Τέτοιες διαμορφώσεις χαρακτηρίζονται σαν ελπιδοφόρες, όσον αφορά την ύπαρξη υδρογονανθράκων και οι κυριότερες μέθοδοι έρευνας είναι η **μαγνητική** και η **σεισμική**. Κατά την πρώτη, προσδιορίζονται απομακρύνσεις από την κανονική κατανομή του μαγνητικού πεδίου, που μπορεί να καθοριστούν και από αεροπλάνο ή ελικόπτερο. Κατά τη δεύτερη προκαλούνται τεχνητές ταλαντώσεις του εδάφους, που έχουν για το αυτό πάχος διαφόρων στρωμάτων διαφορετικό χρόνο διελεύσεως. Επίσης τα σεισμικά κύματα εν μέρει ανακλώνται 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 τίποτε για το αν αυτές οι δομές του υπεδάφους (που μπορεί να είναι ελπιδοφόρες) περιέχουν ή όχι υδρογονάνθρακες. Αυτό μπορεί να διαπιστωθεί μόνο με γεωτρήσεις, συνήθους βάθους 2.500 - 3.000 m, ενώ υπάρχουν γεωτρήσεις που φθάνουν τα 6.000 m. Η επιτυχής έκβαση αυτών (εύρεση υδρογονανθράκων) είναι τάξεως 10 έως 20%.

Αρχικά οι γεωτρήσεις γίνονταν με τη μέθοδο της διάνοιξης οπής με σφυροκόπημα (Κινέζοι 221 π.Χ.). Σήμερα που τα βάθη είναι μεγαλύτερα χρησιμοποιείται η περιστροφική γεώτρηση. Σχ. 2.2

Τα διατρητικά εργαλεία δένονται σε σωλήνες μήκους (συνήθως) 9m και πάχους 20 ... 25 mm από εκλεκτό χάλυβα, που μεταφέρουν και την περιστροφική κίνηση από την επιφάνεια στο διατρητικό εργαλείο. Οι ανοιγόμενες οπές ξεκινάνε από Φ 700 και καταλήγουν στα μεγάλα βάθη σε Φ 100.

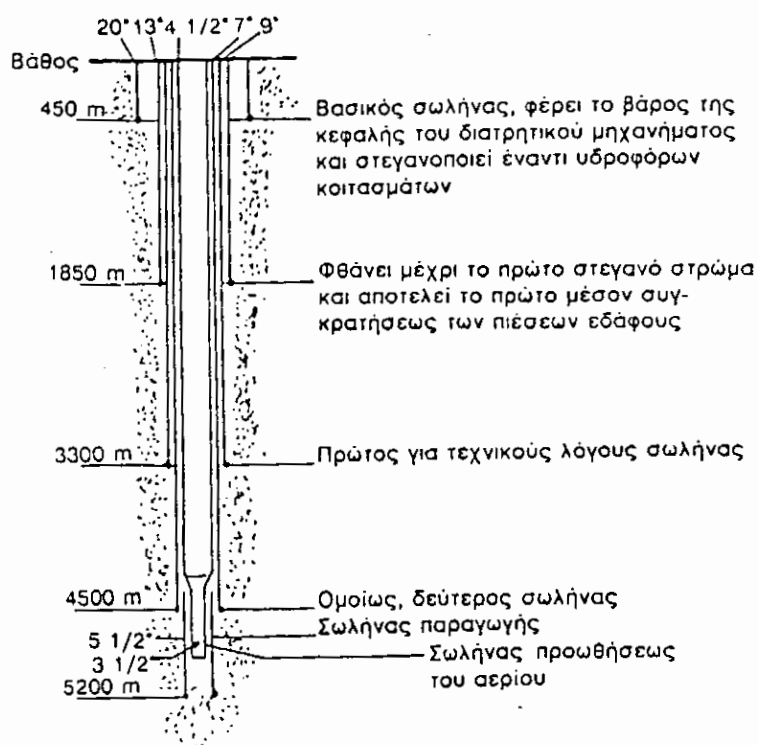
Το διατρητικό εργαλείο με την πίεση, που ασκείται από το βάρος του συστήματος σπάει σε μικρά κομματάκια το έδαφος και προχωρεί σε βάθος. Αναγκαία είναι η απομάκρυνση αυτών καθώς και η απαγωγή της θερμότητας που αναπτύσσεται. Αυτό επιτυγχάνεται με την διοχέτευση μέσα από τους σωλήνες ενός πηλώδους υγρού, (Π.χ. παχύρευστου αιωρήματος καολίνης σε νερό), που επιστρέφει στην επιφάνεια από το διάκενο μεταξύ σωλήνα και τοιχώματος της οπής. Το υγρό αυτό χρησιμεύει και σαν λιπαντικό.



Σχ. 2.2

Επίσης συγκρατεί τα χαλαρά τοιχώματα της οπής, έτσι ώστε να μπορούμε να ανοίγουμε τμήματα της όλης διατρήσεως μήκους 500 ... 1000 m, χωρίς να αναγκαζόμαστε να προστατεύουμε την οπή με σωλήνες. Ανάλογα με το τμήμα της γεώτρησης και το είδος των στρωμάτων επενδύουμε την οπή με χαλυβδοσωλήνες. Ο χώρος μεταξύ αυτών και των τοιχωμάτων της οπής, γεμίζεται με ειδική τσιμεντολάσπη. Τα προϊόντα της διατρήσεως απομακρύνονται μέσω ειδικών φίλτρων, που μας παρέχουν τη δυνατότητα συνεχούς ελέγχου των στρωμάτων που τρυπάμε.

Όταν βρεθεί το στρώμα πετρελαίου ή αερίου δεν σταματάει η γεώτρηση αλλά προχωράει η έρευνα έως ότου αποδειχθεί ότι δεν υπάρχει άλλο στρώμα σε μεγαλύτερο βάθος. Στο σχήμα 2.3 φαίνεται μία πλήρης σωλήνωση μιάς γεωτρήσεως αερίου.



Σχ 2-3

2.2. Κατεργασίες στην επιφάνεια

Το φυσικό αέριο που βγαίνει από τη γη περιέχει επιβλαβή ή και αδρανή στοιχεία, με κυριότερο το υδρόθειο (H_2S) που μπορεί να περιέχεται σε μεγάλη αναλογία. Τα φυσικά αέρια που περιέχουν υδρόθειο $H_2S > 1\%$ κατ' όγκο, χαρακτηρίζονται σαν **όξινα** αέρια, ενώ εκείνα που περιέχουν $H_2S < 1\%$ χαρακτηρίζονται σαν **ισχνά** αέρια (lean gas). Τα αέρια αυτά μπορεί να αποθειωθούν με απλές μεθόδους ή να δοθούν σε κοντινούς ατμοηλεκτρικούς σταθμούς χωρίς αποθείωση. Τα ελεύθερα υδροθείου αέρια χαρακτηρίζονται σαν **γλυκά** αέρια.

Η αφαίρεση του CO_2 του H_2S αλλά και των οργανικών ενώσεων του θείου, γίνεται με έκπλυση του αερίου με κατάλληλα διαλύματα, που τα συγκρατούν με χημική ή φυσική απορρόφηση. Τα διαλύματα αναγεννώνται και ανακτώνται τα απορροφηθέντα. Η παραγωγή θείου με αυτόν τον τρόπο δεν επιβαρύνει την ατμόσφαιρα.

Για τη συγκράτηση των βαρύτερων υδρογονανθράκων ψύχεται κυρίως το φυσικό αέριο στους -30°C , ενώ υπάρχουν και μέθοδοι εκπλύσεως ή και άλλες μέθοδοι. Οι συγκεντρωμένοι υδρογονάνθρακες διαχωρίζονται σε αιθάνιο, LPG, νάφθα και κάυσιμα αέρια που χρησιμοποιούνται στην ιδιοκατανάλωση θερμότητας.

Αέρια που περιέχουν πολύ άζωτο μπορούν να αξιοποιηθούν και να μπουν σε μεγάλα συστήματα μόνο αν αυτό απομακρυνθεί (που φθάνει μέχρι και 50%). Με ψύξη μεταξύ -160°C και -170°C υγροποιείται το μεθάνιο, ενώ το άζωτο αφήνεται κατά το πλείστον να διαφύγει στην ατμόσφαιρα.

Φυσικό αέριο βρίσκεται επίσης και στις πετρελαιοπηγές αναμεμιγμένο με το πετρέλαιο. Κάθε κοίτασμα πετρελαίου βρίσκεται υπό ορισμένη πίεση και θερμοκρασία. Γενικά μπορούμε να πούμε, ότι κάθε 100 m βάθους αυξάνεται η πίεση κατά 10 bar και η θερμοκρασία κατά 3°C . Δηλαδή, ένα κοίτασμα που βρίσκεται σε βάθος 3000m μπορούμε να δεχθούμε, ότι έχει πίεση 300 bar και θερμοκρασία 90°C . Κάτω από αυτές τις συνθήκες βρίσκεται διαλυμένο στο πετρέλαιο πολύ αέριο, και καθώς το πρώτο ανεβαίνει προς την επιφάνεια της γης μειώνεται η πίεση, εκλύεται αέριο και δημιουργείται αφρός. Ο διαχωρισμός αερίου και πετρελαίου γίνεται τελικά σε υπό πίεση δεξαμενές στην επιφάνεια της γης. Τα φυσικά αυτά αέρια περιέχουν συνήθως σημαντικό ποσοστό βαρύτερων αερίων-υδρογονανθράκων, που πρέπει να διαχωριστούν και μπορούν να αποθηκευθούν υπό πίεση ως υγραέρια κατά τα προηγούμενα. Τα φυσικά αέρια επίσης περιέχουν υδρατμό και όπως συμβαίνει και με τον αέρα και το μίγμα "φυσικό αέριο μπορεί να έχει" υγρασία. Στον πίνακα 1 φαίνεται η μερική πίεση του υδρατμού p_s (bar) και η απόλυτη υγρασία p_s (ή g") σε κορεσμένα σε υδρατμό αέρια.

Η απομάκρυνση των υδρατμών είναι αναγκαία για δύο λόγους, αφενός γιατί υπό ορισμένες συνθήκες πίεσεως και θερμοκρασίας σχηματίζουν με τους υδρογονάνθρακες κρυσταλλικές ενώσεις (τις λεγόμενες Gashydrate), που έχουν μορφή χιονιού, δημιουργούν βουλώματα στους αγωγούς, αφετέρου γιατί σε συνδυασμό με το CO_2 και άλλα επίσης συστατικά του αερίου προκαλούν διαβρώσεις (Corrosion) στους αγωγούς. Η ξήρανση των αερίων γίνεται μέχρι σημείου δρόσου -5 έως -20°C για πιέσεις 70 έως 80 bar.

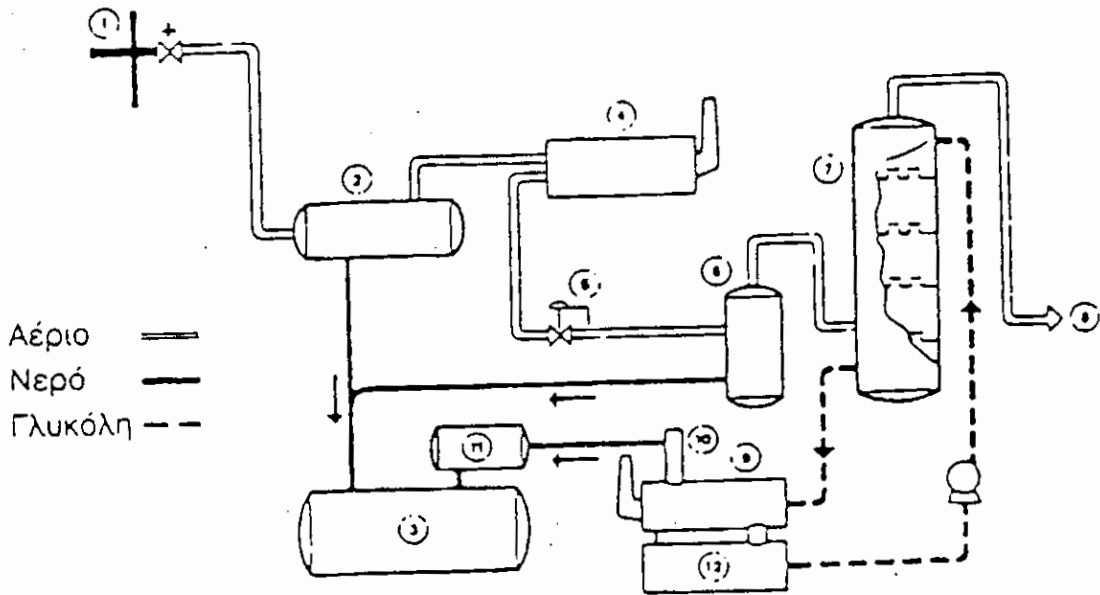
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1

t °C	ρ_s bar	ρ_s (S) kg/m ³	t °C	ρ_s bar	ρ_s (S) kg/m ³	t °C	ρ_s bar	ρ_s (S) kg/m ³
-20	0,001029	0,000881	13	0,014965	0,01134	42	0,08198	0,05652
-18	0,001247	0,001059	14	0,015973	0,01206	44	0,09100	0,06236
-16	0,001504	0,001257	15	0,017039	0,01282	46	0,10086	0,06869
-14	0,001809	0,001513	16	0,018168	0,01363	48	0,11162	0,07557
-12	0,002153	0,001800	17	0,019362	0,01447	50	0,12335	0,08302
-10	0,002534	0,002136	18	0,02062	0,01536	52	0,13613	0,09108
-8	0,003094	0,002529	19	0,02196	0,01630	54	0,15002	0,09979
-6	0,003681	0,002966	20	0,02337	0,01729	56	0,16511	0,1092
-4	0,004368	0,003457	21	0,02485	0,01833	58	0,18147	0,1193
-2	0,005172	0,004133	22	0,02642	0,01942	60	0,1992	0,1302
0	0,006108	0,004847	23	0,02808	0,02057	62	0,2184	0,1420
1	0,006366	0,005192	24	0,02982	0,02177	64	0,2391	0,1546
2	0,007055	0,005558	25	0,03166	0,02304	66	0,2615	0,1681
3	0,007575	0,005946	26	0,03360	0,02437	68	0,2856	0,1826
4	0,008129	0,006358	27	0,03564	0,02576	70	0,3116	0,1982
5	0,008718	0,006795	28	0,03778	0,02723	72	0,3396	0,2148
6	0,009345	0,007258	29	0,04004	0,02876	74	0,3696	0,2326
7	0,010012	0,007748	30	0,04241	0,03037	76	0,4019	0,2515
8	0,010720	0,008257	32	0,04753	0,03382	78	0,4365	0,2718
9	0,011472	0,008816	34	0,05318	0,03759	80	0,4736	0,2933
10	0,012270	0,009396	36	0,05940	0,04172	90	0,7011	0,4235
11	0,013116	0,01001	38	0,06624	0,04624	100	1,0133	0,5977
12	0,014014	0,01066	40	0,07375	0,05116			

Η απομάκρυνση των υδρατμών από τα φυσικά αέρια γίνεται κυρίως, ή σε βαθειά ψύξη, ή με υγρά απορροφητικά υλικά (και με στερεά σε μερικές περιπτώσεις), κυρίως με γλυκόλη. Η βαθειά ψύξη γίνεται με εκτόνωση και όταν δεν επαρκεί αυτή με πρόσθετη ψύξη που τις περισσότερες φορές προηγείται της εκτόνωσης. Η απομάκρυνση των υδρατμών με γλυκόλη (μία πολύ υγροσκοπική ουσία, που απορροφά μεγάλες ποσότητες νερού) γίνεται με διατάξεις, όπως αυτή στο παρακάτω σχήμα 2.4.

Η λειτουργία της διάταξης είναι ως εξής:

- (1) Από τη γεώτρηση φέρεται το αέριο υπό την υψηλή πίεση της αντιθλίψεως στον πρώτο διαχωριστή.
- (2) Στον πρώτο διαχωριστή αποτίθεται το ελεύθερο νερό και τυχόν συμπαρασυρόμενα στερεά που στη συνέχεια διοχετεύονται στη δεξαμενή νερού.
- (3) Δεξαμενή νερού



Σχ. 2.4

(4) Προθερμαντήρας στον οποίο εισέρχεται το αέριο όπου προθερμαίνεται κατάλληλα.

(5) Μειωτής πίεσεως όπου απομακρύνεται το αέριο.

(6) Διαχωριστής όπου διαχωρίζεται το νερό και καταπίπτει από το αέριο το οποίο οδηγείται στη δεξαμενή νερού (3).

(7) Ξηραντήρας, δηλ. μία κολώνα με υπερκείμενους κώδωνες στην οποία ρέει από πάνω προς τα κάτω γλυκόλη. Το αέριο οδηγείται στο κάτω μέρος αυτού και επειδή η γλυκόλη συγκρατεί την υπόλοιπη υγρασία, αυτό εξέρχεται από πάνω ξηρό.

(8) Σύστημα μεταφοράς όπου και οδηγείται το ξηρό αέριο. (Μπορεί να είναι και σύστημα καθαρισμού). Το πιο επιβλαβές στοιχείο που πρέπει να συγκρατηθεί είναι το υδρόθειο (H_2S) που σε πολλά κοιτάσματα συνευρίσκεται με το αέριο σε

σημαντική αναλογία. Αυτό συγκρατείται (συνήθως με τη μέθοδο Clauss) μετατρεπόμενο σε θείο.

(9) **Θερμαντήρας** όπου πρέπει να αναγεννηθεί η γλυκόλη. Εκεί βράζει στους 200° C.

10) **Ειδική διάταξη** η οποία μοιάζει με κολώνα αποστάξεως, όπου συμπυκνούνται οι ατμοί της γλυκόλης και με υπερχειλίση οδηγούνται, στη δεξαμενή (12).

(11) **Ψυγείο**, όπου συμπυκνώνονται οι υδρατμοί και οδηγούνται στη δεξαμενή (3).

(12) **Δεξαμενή γλυκόλης**

ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Πίνακας 2.2 Συνθέσεις φυσικών αερίων.

Χώρα	Πεδίο	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	i-C ₄ H ₁₀	CO ₂	N ₂	HS	H _u	
		%	%	%	%	%	%	%	MJ/m ³	kcal/m ³
Αυστρία	Martfeld	97	0.8	0.3	-	0.6	1.3	-	36.30	8670
Γαλλία	Λαορ ως τζα	89.6	3.1	1.0	0.3	10.0	-	15.1	33.37	7970
	Λαορ καθύψ	96.5	2.7	0.4	0.25	-	-	-	37.01	8840
Γερμανία	Bentheim	90.0	0.7	0.2	0.1	2.0	6.5	0.5	33.29	7960
	Wolfsberg	93.9	1.4	2.1	1.9	0.3	0.4	-	37.26	8900
	Rehden	82.2	0.6	0.1	-	10.0	7.1	-	29.52	7060
Ιταλία	Comerio	99.6	-	0.2	-	-	0.2	-	35.76	8540
	Corte Maggiore	91.7	5.0	1.3	0.9	-	0.5	-	40.53	9680
	Cortegiano	97.5	0.5	-	-	-	-	2	35.29	8430
	Rivina	99.5	-	0.1	-	-	0.4	-	35.59	8500
Ολλανδία	De Lier	88.8	6.2	1.0	0.5	0.1	1.4	-	37.56	8970
	Stichteren	81.9	3.5	0.4	-	0.8	14.0	-	31.98	7640
	Tubbergen	85.1	1.3	0.3	0.6	3.0	8.6	0.03	33.12	7910
Ουασιονδία	Σιθέρικα προς Ευρωπη	92.5	3.0	0.77	0.38	0.27	2.98	-	36.43	8700
	Baku	93.0	3.3	-	-	2.2	0.5	-	35.50	8480
	Bonoso	94.5	2.0	1.0	-	1.3	0.7	-	35.88	8570
	Sarizow	93.1	4.0	-	-	0.6	2.3	-	36.34	8680
Αγγλία	Hassi R'Mel	97.5	8.5	2.5	0.85	-	0.6	-	40.42	9654
Βόρεια Ελλάδα	Εκφασκ (Νοδ.)	96.5	7.7	2.35	0.8	1.5	0.7	-	39.59	9455
	Placid (Ολλ.)	85.9	7.6	2.00	0.4	1.5	0.8	-	39.62	

Πίνακας 2.3 Καταναλώσεις σε εκατομ. τόνους ισοδύναμου πετρελαίου το 1990

	Πετρέλαιο	Φ. αερίο	Γαζοάνθρακας	Πυρηνικά	Υδροηλεκτρικά	Σύνολο	Ποσοστό φ. αερίου %
ΗΠΑ	779,9	490,3	476,5	156,0	72,0	1974,9	24,35
Καναδάς	74,8	33,0	28,9	16,5	53,7	238,9	23,02
Λατινική Αμερική	254,8	78,9	23,0	1,3	112,3	470,3	16,78
Γαλλία	98,7	25,1	18,8	51,1	11,2	204,9	12,25
Γερμανία	125,2	53,2	126,5	33,0	3,7	342,6	15,53
Ιταλία	32,3	39,3	13,7	-	7,7	153,0	25,35
Ολλανδία	34,2	30,4	8,9	0,9	-	74,3	40,92
Ισπανία	48,1	5,0	19,9	11,5	5,7	90,2	5,53
Μεγ. Βρετανία	92,4	48,8	54,1	14,2	1,5	211,0	23,13
Άλλες χώρες	145,9	21,2	56,1	36,0	98,1	329,1	5,42
Συμπεριλαμβ.	517,3	223,0	312,0	156,5	37,7	1407,1	15,25
Καναδική	402,8	568,0	275,5	43,5	55,9	1345,5	42,21
Αμερικανική	79,4	68,5	153,5	14,5	13,9	329,7	20,15
Κύπρος/Γ. Βαλκάνια/Μεσόγ.	2,7	-	0,1	-	-	2,8	-
Μεσημ. Αμερική	146,3	89,8	2,7	-	2,5	241,2	37,15
Αφρική	30,3	32,9	75,5	2,7	13,7	224,8	14,54
Κίνα	113,4	13,2	518,3	-	31,5	577,0	1,35
Ιαπωνία	245,0	45,4	75,0	48,9	21,4	435,7	10,42
Νότιη Ασία	245,3	52,5	197,2	21,1	39,9	568,5	9,23
Αυστραλία + Ν. Σελανδία	36,0	20,5	41,2	-	10,1	107,9	19,09
Κόσμος	3101,4	1738,1	2192,1	461,1	540,5	9033,3	21,54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Άλλα Αέρια

3.1. Τα υγραέρια.

Υγραέριο (LPG = Liquefied petroleum gas) είναι ένα μίγμα υδρογονανθράκων, (κυρίως προπανίου και βουτανίου), που υγροποιείται δια πίεσεως στη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Επειδή, τα υγραέρια έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από τον αέρα, σε περίπτωση διαφυγής διαχέονται στο πάτωμα σαν να ήταν υγρό (π.χ. νερό). Εξαιτίας λοιπόν του υψηλού κινδύνου έχουν διατυπωθεί ειδικοί κανόνες γι' αυτά. Οι σημαντικότερες προδιαγραφές προέρχονται από τη Γερμανία και είναι οι: M Feu VO για τις εστίες, η TRF 1960 για την αποθήκευση και η VBG 17 και 61 για την προφύλαξη από ατυχήματα.

Η σύνθεση των υγραερίων (κατά DVEW - G260) φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Είδος αερίου	Σύμβολο	Κύρια συστατικά κατά DIN 51622
Προπάνιο	C_3H_8	95% κατά μάζα ($C_3H_8 + C_3H_6$ κυρίως όμως C_3H_8)
Βουτάνιο	C_4H_{10}	95% κατά μάζα ($C_4H_{10} + C_4H_8$) κυρίως όμως C_4H_{10}
Μίγμα	$C_3H_8 + C_4H_{10}$	60% κατά μάζα υδρογονάνθρακες C_4 κατά μέγιστον

3.2. Το συνθετικό φυσικό αέριο

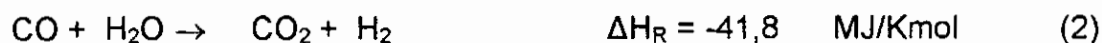
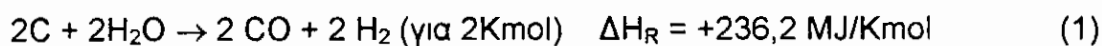
Το συνθετικό φυσικό αέριο ή αλλιώς εναλλάξιμο φυσικό αέριο φέρεται διεθνώς ως SNG (substitute natural gas ή synthetic natural gas). Επειδή σε σύντομο χρονικό διάστημα, θα έχουν εξαντληθεί τα αποθέματα φυσικού αερίου, γίνονται προσπάθειες να παραχθεί υποκατάστατο από τα στερεά καύσιμα τα οποία είναι τα μόνα που η ανθρωπότητα διαθέτει σε αφθονία. Η παραγωγή του SNG από τα υγρά καύσιμα δεν έχει κανένα νόημα, αφού τα αποθέματα είναι μόλις για 46 έτη. (Αποθέματα φυσικού αερίου για 57 έτη).

Η παραγωγή του τεχνητού φυσικού αερίου από στερεά καύσιμα, γίνεται με δύο τρόπους.

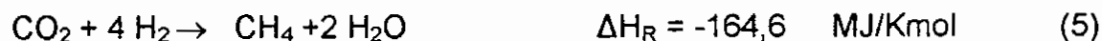
α) Με εξαερίωση με σύγχρονη υδρογόνωση με την οποία επιχειρείται η παραγωγή αερίου πλουσιού σε μεθάνιο.

β) Με αυτόθερμη εξαερίωση με υδρατμό και στη συνέχεια με μεθανοποίηση του πρωτογενούς παραχθέντος αερίου.

Οι αντιδράσεις που έχουν σχέση με την παραγωγή του SNG είναι:



Από τις εξισώσεις (3) και (2) προκύπτει



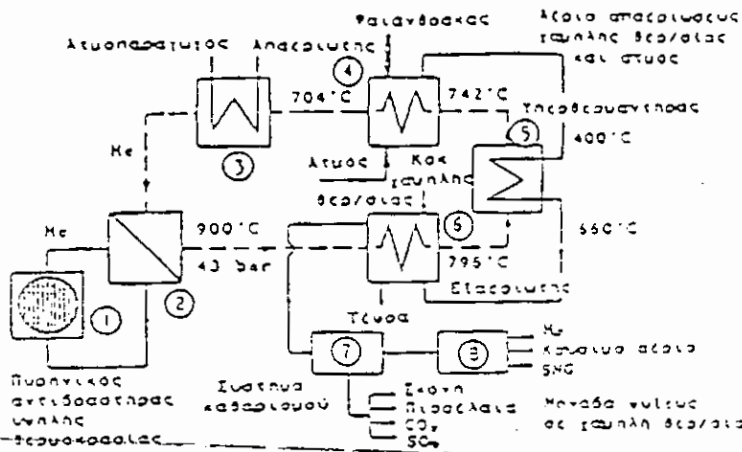
εαν η αντίδραση (2) γίνει απο δεξιά προς τα αριστερά

Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η περίπτωση της παραγωγής συνθετικού αερίου με την ανάλωση πυρηνικής θερμότητας. Αυτό είναι δυνατόν με την ανάπτυξη αντιδραστήρων με ψύξη σε υψηλή θερμοκρασία. Τέτοια τεχνολογία υπάρχει ήδη και

είναι ο λειτουργών υψηλής θερμοκρασίας αντιδραστήρας θορίου (Thorium Hochtemperatur Reactor = T.H.T.R.) ο οποίος ψύχεται με ήλιο στους 1000° C περίπου, για μονάδα ηλεκτροπαραγωγής 300 MW. Η διαθέσιμη πριν τον κύκλο ατμού θερμότητα (1000° C έως 650° C) επιτρέπει αισιοδοξία. Ακολουθούν διεργασίες αξιοποίησης πυρηνικής θερμότητας.

(i) Εξαερίωση φαιάνθρακα με ατμό

Η διαδικασία φαίνεται απλοποιημένη στο παρακάτω σχήμα (3-1)



Σχ. 3-1

Στο κύκλωμα ψύξεως του αντιδραστήρα υψηλής θερμοκρασίας (1) θερμαίνεται στον εναλλάκτη (2) ήλιο υπό πίεση 43 Bar μέχρι 900° C. Αυτό το ήλιο χρησιμεύει σαν φορέας της θερμότητας, που θα δοθεί στο σύστημα της εξαερίωσης και που θα παράγει επίσης τον ατμό στον ατμοπαραγωγό (3). Ο φαιάνθρακας αεροξηραμένος (ή τεχνητά ξηραμένος) με υγρασία τάξεως 18% εισέρχεται στον υπό πίεση απαεριωτή (4) και σε αιώρηση (απαεριωτής με μεγάλης τύρβης στρώμα καυσίμου) απαεριώνεται σε χαμηλή θερμοκρασία με υδρατμό 43 bar 535° C. που παράγεται στον ατμοπαραγωγό (3).

Το παραγόμενο αέριο σε χαμηλή θερμοκρασία απαεριώσεως με μία θερμοκρασία 400° C οδηγείται στον υπερθερμαντήρα (5), όπου υπερθερμαίνεται από

το ήλιο μέχρι τους 660°C και οδηγείται στη συνέχεια στον (μεγάλης τύρβης στρώματος) εξαεριωτή (6).

Εκεί προσάγεται και εξαεριώνεται το ΚΟΚ της απαερίωσης σε χαμηλή θερμοκρασία. Η αναγκαία θερμότητα γι' αυτό δίνεται από το ήλιο.

Το παραγόμενο αέριο ($\text{H}_2 \approx 37\%$, $\text{CO} \approx 5\%$, $\text{CO}_2 \approx 33\%$, $\text{CH}_4 \approx 23\%$) οδηγείται σε ένα πολύπλοκο σύστημα καθαρισμού (7).

Πρώτα καθαρίζεται φυγοκεντρικά από τη χονδρή σκόνη, περνά από ένα ατμοπαραγωγό αποθερμότητας, όπου παράγεται ατμός υψηλής πίεσεως και στη συνέχεια με θερμοκρασία 250°C εισέρχεται στην πρώτη έκπλυση των πισσελαίων, - όπου υγροποιούνται τα υψηλού βαθμού ζέσεως πισσέλαια και πέφτει και η λεπτή σκόνη. Η θερμοκρασία διατηρείται πάνω από το σημείο υγροποίησης των υδρατμών.

Στη συνέχεια το αέριο διέρχεται από ατμοπαραγωγό αφαίρεσης θερμότητας χαμηλής πίεσεως και προθερμαντήρες νερού, όπου ψύχεται μέχρι τους 80°C . Εκεί υγροποιούνται τα χαμηλής θερμοκρασίας αποστάξεως πισσέλαια και ο υδρατμός, που είναι πρακτικά ελεύθερα κόνεων και ρέουν πάνω στην ψυκτική επιφάνεια. Ύστερα ψύχεται το αέριο στους -65°C και πλένεται σε μία κολώνα με μεθανόλη, όπου συγκρατείται το H_2S και μέρος του CO_2 . Σε δεύτερη κολώνα συγκρατείται με μεθανόλη πάλι το υπόλοιπο CO_2 . Η μεθανόλη αναγεννάται σε ειδικό σύστημα, ενώ το υδρόθειο μετατρέπεται σε θείο σε μονάδα Claus.

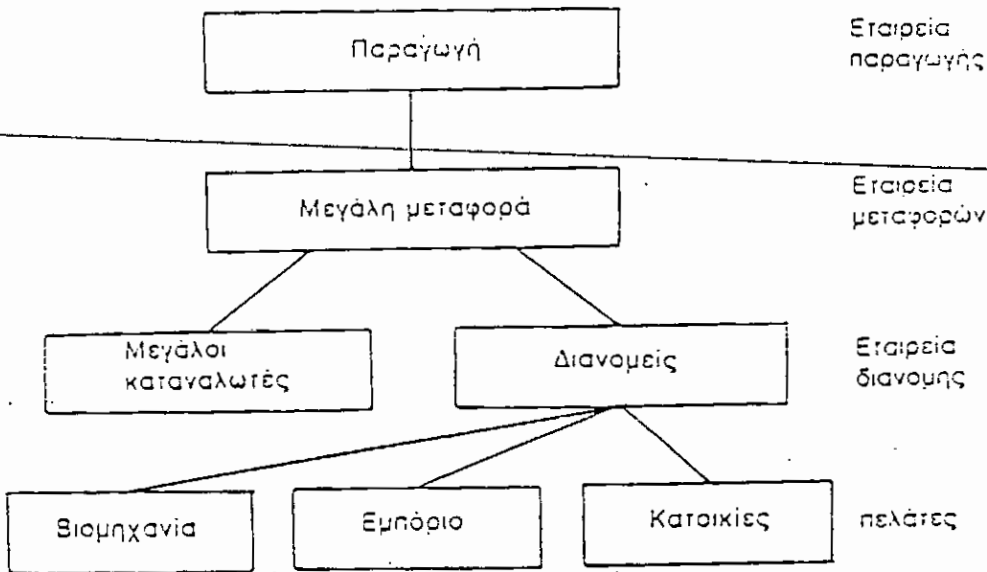
Το καθαρό αέριο οδηγείται σε μονάδα ψύξεως σε χαμηλή θερμοκρασία (8), όπου και διαχωρίζεται σε υδρογόνο, αέριο για καύση και συνθετικό φυσικό αέριο (S.N.G.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Μεταφορά Φυσικού Αερίου

4.1. Διακίνηση φυσικού αερίου.

Όπως είναι φυσικό οι καταναλωτές φυσικού αερίου βρίσκονται μακριά από τις πηγές του. Έτσι έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα μεταφοράς και διανομής του αερίου, που χονδρικά υπάγονται στο παρακάτω οργανόγραμμα.



Η διακίνηση του φυσικού αερίου γίνεται κυρίως με πιεστικά δίκτυα, στα οποία ανήκουν: τα επίγεια δίκτυα μεταφοράς, τα υποθαλάσσια δίκτυα μεταφοράς, το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG).

4.2. Επίγεια δίκτυα μεταφοράς

Το μεγαλύτερο ποσοστό του φυσικού αερίου τόσο μέσα στις ίδιες τις παραγωγικές χώρες, όσο και στο διεθνές εμπόριο, διακινείται με δίκτυα πιεστικών αγωγών, στα οποία όσο αυξάνεται η πίεση, αυξάνεται και η δυνατότητα παροχής. Οι σύγχρονες γραμμές μεταφοράς λειτουργούν με πίεση 67,5 ή 80 bar με τάση αυξήσεως στα 120 bar στο άμεσο μέλλον. Στον πίνακα 4-1 δίνεται μία εικόνα για την εξέλιξη των δικτύων μεταφοράς. Επίσης στον πίνακα 4-2 γίνεται σύγκριση των δυνατοτήτων μεταφοράς ενέργειας σε δίκτυα φυσικού αερίου και δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας. Το ηλεκτρικό δίκτυο της σύγκρισης είναι υπέργειο από τριπλό αγωγό 380 KV, που μπορεί να μεταφέρει ενέργεια $1,4 \cdot 10^6$ kWh/h. (Ισοτιμία $H_o = 11,4$ kWh/m³).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-1

	1910	1929	1965	1980	ΠΡΟΣΠΕΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΕΣΟ ΜΕΛΛΟΝ
Πίεση λειτουργίας, bar	2	20	67,5	80	120
Μαγίστη διάμετρος, mm	400	500	900	1420	1820
Δυνατότητες μεταφοράς, στησίως 10^7 m ³ /a	80	650	3000	25000	52000
Μέγιστο μεταφοράς, MW*	110	890	11400	35750	71500
Ποσοστό καταναλισκόμενου αερίου για την συμπίεση ανά 1000 km, %	3,1	5,2	2,4	1,3	1,4

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-2

	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ 30 bar ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ			
		294	600	1200	1420
10^6 m ³ /h	-	0,123	0,55	2,2	3,1
10^6 kWh/h	1,4	1,4	6,25	25	35
Σύγκριση	1	1	4,5	18	25

Τα δίκτυα φυσικού αερίου τοποθετούνται σε βάθος 2 - 2,5 m, έχουν ζώνη δουλειάς 10 - 15 m, στην οποία μπορεί να γίνει κατάλληλη αγροτική παραγωγή (χαμηλά φυτά, όχι θάμνοι και δένδρα). Επίσης, η προστασία από την υγρασία γίνεται με συνεχές ρεύμα. Στα χαμηλότερα σημεία του δικτύου τοποθετούνται συστήματα συγκρατήσεως των τυχόν συμπυκνωμένων υδρογονανθράκων. Με αυτά τα μέτρα προστασίας υπολογίζεται χρόνος ζωής 50 ετών ενώ στην πράξη ο χρόνος μπορεί να ξεπεράσει τα 70 χρόνια.

Ο σχεδιασμός των δικτύων λαμβάνει υπ' όψη τους παρακάτω παράγοντες:
Αριθμός παραλλήλων αγωγών (ένας ή περισσότεροι)

Επιλογή διαμέτρου

Μέγιστη πίεση λειτουργίας

Απόσταση των σταθμών συμπίεσεως

Σχέση συμπίεσεως των σταθμών

Αποθήκευση αερίου και εγκατάσταση παραγωγής συμπληρωματικού αερίου για την αντιμετώπιση αιχμών.

Τα υπάρχοντα σήμερα δίκτυα υπερβαίνουν τα $1 \cdot 10^6$ km πιστικών αγωγών, με αξιοσημείωτη τη γραμμή μεταφοράς του ρωσικού αερίου της Σιβηρίας μήκους 14.000 Km. Οι διακινούμενες ποσότητες φθάνουν τα $65 \cdot 10^9$ m³/α. (κυβικά μέτρα/έτος)

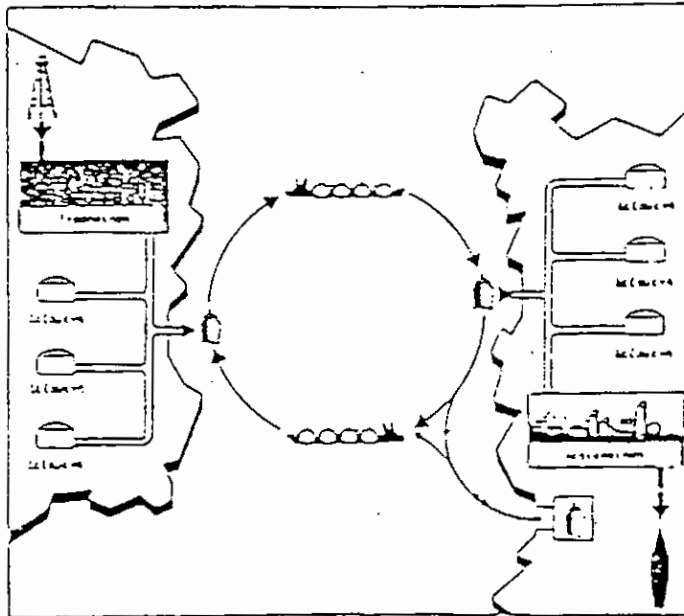
4.3. Υποθαλάσσια δίκτυα μεταφοράς

Σε πολλές περιπτώσεις οι πηγές φυσικού αερίου βρίσκονται σε υποθαλάσσιο χώρο, η μεταφορά του δε γίνεται με υποθαλάσσιους φυσικούς αγωγούς. Στο χάρτη που ακολουθεί (σχ. 4-1) δίνεται μία εικόνα των υποθαλάσσιων αγωγών φυσικού αερίου, στη Βόρεια θάλασσα. Η εμπειρία που έχει αποκτηθεί έως σήμερα αφορά την κατασκευή αγωγών σε μικρά σχετικά βάθη. Η τεχνολογία για την κατασκευή αγωγών σε μεγαλύτερα βάθη (έως 2.000 m) στερείται σήμερα εμπειρίας.

4.4. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο (L.N.G.)

Από το 1959 έχει επιτευχθεί η υγροποίηση του φυσικού αερίου και η μεταφορά του με ειδικά πλοία. Το 1964 και μετά έχει συστηματοποιηθεί η μεταφορά του L.N.G. με μεγάλα πλοία και κατά συνέπεια έχουν αναπτυχθεί πολλές γραμμές μεταφοράς ανάμεσα στις παραγωγές χώρες.

Οι μόνιμες γραμμές μεταφοράς χαρακτηρίζονται από κυκλικότητα λειτουργίας (σχ. 4-2).



Σχ. 4-2

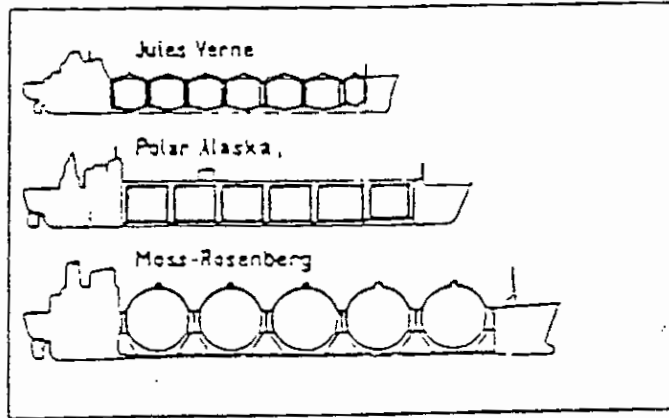
Το φυσικό αέριο που παράγεται στην πηγή, μεταφέρεται υπό πίεση στο λιμάνι φορτώσεως, όπου ψύχεται στη θερμοκρασία υγροποίησής του. Αυτή βρίσκεται στους -160°C . Για το μεθάνιο π.χ. είναι $-161,5^{\circ}\text{C}$ και ο όγκος του υγρού προς το αέριο είναι $1/587$. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο (L.N.G.), αποθηκεύεται υπό ατμοσφαιρική πίεση στις δεξαμενές φορτώσεως. Στη συνέχεια φορτώνεται στα πλοία (τα οποία χρησιμοποιούν το ίδιο για την κίνησή τους) και μεταφέρεται στις δεξαμενές του παραλήπτη. Το σύστημα είναι ισχυρότατα μονωμένο έτσι ώστε η αυτόματη αεριοποίηση του L.N.G. να είναι της τάξεως $0,25\%$ ανά 24ωρο.

Δηλ. για ένα πλοίο 125000 m^3 αυτό είναι

$$125000 \cdot 0,0025 = 312,5 \text{ m}^3/\text{d LNG (d = 24\omega\rho\rho) φυσικού αερίου}$$

Επομένως καλύπτονται άνετα οι ανάγκες καύσεως των μηχανών των πλοίων.

Η εξέλιξη των πλοίων μεταφοράς LNG φαίνεται στο σχήμα (4-3)



Σχ. 4-3

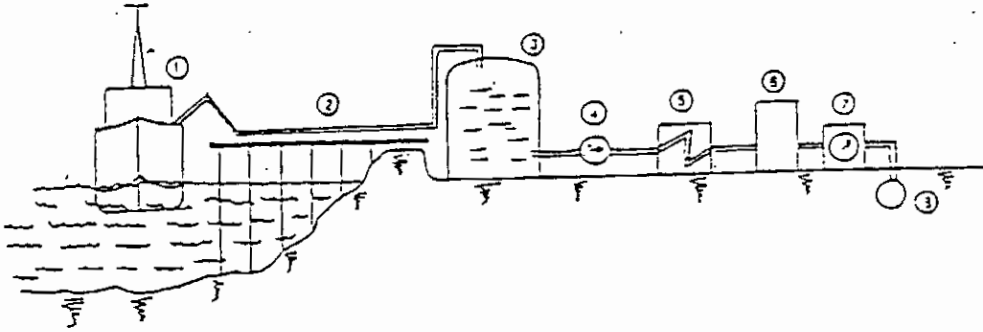
Τα πρώτα πλοία τύπου Jules Verne των 25.000 m^3 είχαν κυλινδρικές ελεύθερα ιστάμενες δεξαμενές.

Ακολούθησαν τα πλοία τύπου Polar Alaska των 71.000 m^3 με δεξαμενές μεμβρανών.

Τέλος σήμερα υπάρχουν τα πλοία τύπου Moss-Rosenberg των 125.000 m^3 με αυτόνομες σφαιρικές δεξαμενές.

Η αύξηση της χωρητικότητας των πλοίων αύξησε τις μεταφερόμενες ποσότητες, με αποτέλεσμα την αύξηση του ελάχιστου οικονομικού όγκου διακινήσεως και του ελάχιστου οικονομικού μεγέθους του σταθμού παραλαβής από $500 \times 10^6 \text{ m}^3/\alpha$ σε $1000 \times 10^6 \text{ m}^3/\alpha$.

Το οργανόγραμμα του σταθμού εκφορτώσεως LNG φαίνεται στο σχ. 4-4.



Σχ. 4-4

- 1) Πλοίο μεταφοράς
- 2) Εξέδρα παραλαβής
- 3) Δεξαμενές LNG: αποθηκεύεται υπό ατμοσφαιρική πίεση και θερμοκρασία - 161,5°C.
- 4) Αντλίες: συμπιέζουν το LNG σε πίεση κάπως μεγαλύτερη από την πίεση λειτουργίας του πιεστικού δικτύου (8).
- 5) Εναλλάκτης: Το NLG θερμαίνεται με θάλασσα (μείωση θερμοκρασίας κατά -5....7° C).
- 6) Σταθμός για τυχόν παραπέρα επεξεργασία.
- 7) Μετρητής
- 8) Πιεστικό δίκτυο

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-2 Χαρακτηριστικά υγροποίησης αερίων

			Μεθάνιο CH ₄	Αιθάνιο C ₂ H ₆	Προπάνιο C ₃ H ₈	Βουτάνιο C ₄ H ₁₀	Αζώτο N ₂	Διοξείδιο άνθρακα CO ₂
Θερμοκρασία ζέσεως (σε 1,01325 bar)	t_g	°C	-161,5	-88,6	-42	-0,5	-195,3	(-78,5)*
Αντιστοιχη θερμότητα ατμοποίησης	r	kJ/kg	548,5	540,1	448	403,6	196,2	(573,5)*
Κρίσιμη πίεση	P_c	bar	46,2	47,5	42,6	38,0	33,3	73,8
Κρίσιμη θερμοκρασία	t_c	°C	-32,5	32,1	96,8	152,1	146,9	31,0
Πυκνότητα αερίου (κανονική κατάσταση)	ρ_n	kg/m ³	0,7175	1,355	2,01	2,71	1,2504	1,977
Πυκνότητα υγρού (σε $t = t_g$)	ρ_f	kg/m ³	421	546	585	600	810	*
Σχέση όγκων (αερίου) σε κανονική κατάσταση προς υγρό σε $t = t_g$	V_n/V_f	-	587	403	291	222	648	*

* Σε $p = 1,01325$ bar το CO₂ μεταβαίνει από την αέρια κατάσταση στην στερεά

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο *Δίκτυα Μεταφοράς & Διανομής*

5.1. Προγραμματισμός

Τα περισσότερα προβλήματα κατά τη μεταφορά και διανομή του φυσικού αερίου, προκύπτουν ως επί το πλείστον κατά τη μεγάλη υπεραστική μεταφορά προς μεγάλους καταναλωτές (π.χ. ΔΕΗ), προς σταθμούς παραδόσεως αερίου στις εταιρείες διανομής και μέχρι τα όρια των Δήμων, αφού από εκεί και πέρα η διέλευση των αγωγών εξαρτάται από τους ίδιους τους Δήμους.

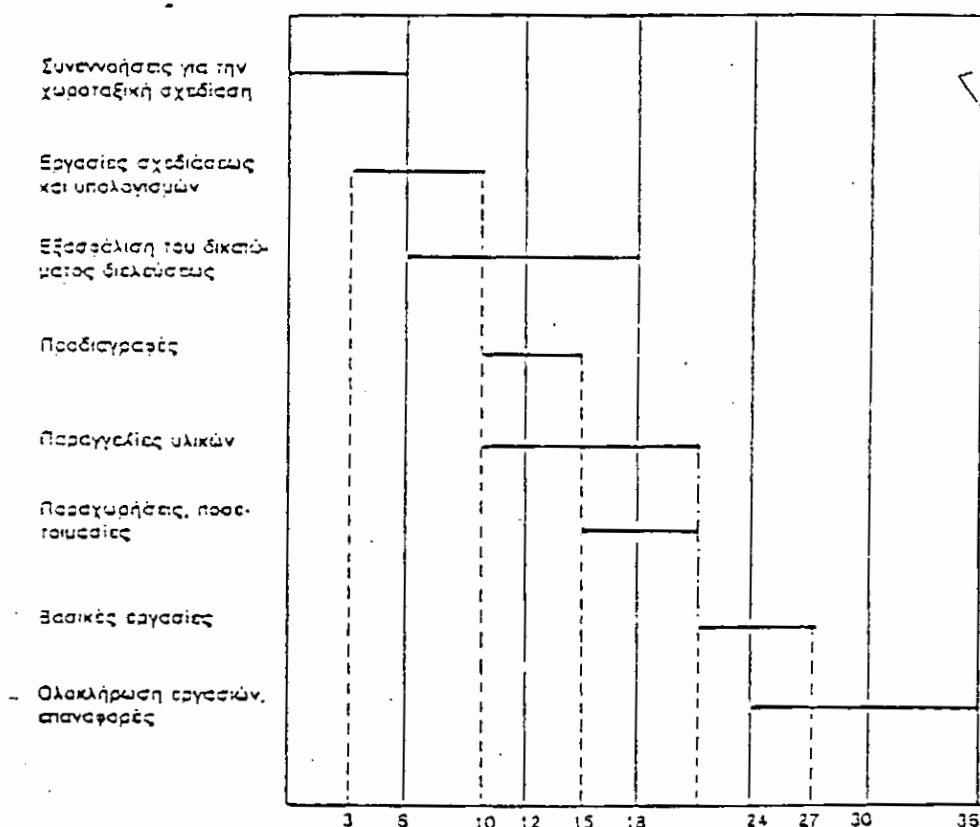
Σε γενικές γραμμές το πρώτο στάδιο της διαδικασίας σχεδιάσεως και κατασκευής ενός πιεστικού δικτύου, είναι η πρώτη επιλογή των εδαφών που θα περάσει ο αγωγός. Εάν περνάει από οικισμούς διασχίζει δρόμους, σιδηροδρομικές γραμμές, αυλάκια μεταφοράς νερού κ.λ.π. χρειάζονται οπωσδήποτε εκτός από την κάτοψη και σχέδια κατακορύφων τομών καθέτων και κατά μήκος. Η διεθνής πρακτική σε τέτοιες περιπτώσεις είναι οι συνεννοήσεις με τους ιδιοκτήτες των εδαφών, από τα οποία θα περάσει ο αγωγός, διότι πρέπει και αυτοί να είναι σύμφωνοι. Αν υπάρξει πρόβλημα, υπάρχει νομοθεσία που λύνει γρήγορα τις διαφορές με βάση το δημόσιο συμφέρον. Τότε ο ιδιοκτήτης των εδαφών υποχρεούται να δεχθεί τη διέλευση του αγωγού.

Παράλληλα ετοιμάζεται εξ αρχής και ένα χρονοδιάγραμμα, όπως αυτό στο σχήμα 5-1.

5.2. Χαρακτηριστικά στοιχεία για τους σωλήνες τηλεδικτύων.

Η κατασκευή δικτύων φυσικού αερίου απαιτεί χαλύβδινους σωλήνες για όλα τα δίκτυα εφ' όσον η πίεσή τους είναι μεγαλύτερη των 4 bar.

Κατ' αρχήν οι χαλύβδινοι σωλήνες που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των τηλεδικτύων αερίου, πρέπει να έχουν κατασκευασθεί από χάλυβες που έχουν παραχθεί σε καμίνια Siemens - Martin ή ηλεκτροκαμίνους.



Σχ. 5-1.

Στον πίνακα 5-1 φαίνονται στοιχεία για τη χημική σύσταση αυτών. Έτσι, οι χάλυβες St 34,7 και St 38,7 μπορούν να παραχθούν ως μη ησυχασμένοι (u), ησυχασμένοι (R) (ως μη ησυχασμένοι χάλυβες ορίζονται οι χάλυβες που δεν έχουν υποστεί καμιά κατεργασία και διατηρούν τις φυσικές τους ιδιότητες) ή και ιδιαίτερως

ησυχασμένοι (RR). Ο χάλυβας St 43,7 πρέπει να είναι πάντοτε ησυχασμένος ενώ οι χάλυβες St 47,7 και St 53,7 πάντοτε ιδιαίτερος ησυχασμένοι.

Στον πίνακα 5-2 φαίνονται τα χαρακτηριστικά της μηχανικής αντοχής των παραπάνω χαλύβων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-1 Χημική σύσταση των χαλύβων

Χάλυβας	Απαξίωση	Τιμές αναλυσης τμήματος					Μεγιστά πιάς κατά την ανάλυση τεμαχίου		
		C _{max}	Si	Mn	P _{max}	S _{max}	C	P	S
U St 34,7	U	0,17	Ιχνη	≥ 0,35	0,04	0,045	0,21	0,050	0,06
R St 34,7	R	0,17	≤ 0,35	≥ 0,35	0,04	0,045	0,19	0,045	0,05
RR St 34,7	RR	0,17	0,20 - 0,45	≥ 0,35	0,04	0,045	0,19	0,045	0,05
US St 38,7	U	0,20	Ιχνη	≥ 0,40	0,04	0,045	0,25	0,050	0,06
RS St 38,7	R	0,22	≤ 0,35	≥ 0,40	0,04	0,045	0,24	0,045	0,05
RR St 38,7	RR	0,22	0,2 - 0,45	≥ 0,40	0,04	0,045	0,24	0,045	0,05
St 43,7	R	0,22	≤ 0,40	0,5 - 1,1	0,04	0,045	0,24	0,045	0,05
St 47,7	RR	0,22	0,2 - 0,45	0,7 - 1,3	0,04	0,045	0,24	0,045	0,05
St 53,7	RR	0,22	0,25 - 0,55	0,9 - 1,5	0,04	0,045	0,24	0,045	0,05

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-2 Εγγυημένες μηχανικές ιδιότητες των χαλύβων

Χάλυβας	Όριο ροής	Όριο θραύσεως	Μηκυνση θραύσεως L ₅ = 5 d ₅ %	Διαθροαστικότητα σε 0° C	Διαμέτρος περόνης κατά την δοκιμή πτυχώσεως
	kg/mm ²	kg/mm ²	ελάχιστο	ελάχιστο	
U St 34,7	21	33 - 45	25	-	2a
R St 34,7	21	33 - 45	25	4,0	2a
RR St 34,7	21	33 - 45	25	5,0	2a
U St 38,7	25	38 - 50	24	-	2a
R St 38,7	25	38 - 50	24	4,0	2a
RR St 38,7	25	38 - 50	24	4,5	2a
St 43,7	30	43 - 55	23	4,0	3a
St 47,7	33	47 - 59	21	4,0	4a
St 53,7	37	52 - 64	20	4,0	4a

* Για ραβδούς διαμέτρου a = πάχος τοιχώματος και γωνία κάμψεως 180°

Οι σωλήνες διακρίνονται επίσης σε εκείνους με ραφή και σε εκείνους χωρίς ραφή. Οι σωλήνες με ραφή πρέπει να έχουν συγκολληθεί (κατά μήκος ή ελικοειδώς) με ειδικές μεθόδους που μπορούν να εξασφαλίσουν συντελεστή συγκολλησεως $U_s = 1$.

Η υπερύψωση της ραφής δεν πρέπει να υπερβαίνει :

για πάχος τοιχώματος μέχρι 8 mm τα 2,5 mm

για πάχος τοιχώματος 8 έως 14 mm τα 3 mm

για πάχος τοιχώματος μεγαλύτερο των 14 mm τα 4 mm

Οι σωλήνες χωρίς ραφή πρέπει να έχουν κατασκευασθεί είτε εν θερμώ (μέσω ελάστρων, πίεσεως ή τραβήγματος) είτε εν ψυχρώ και να έχουν υποστεί κανονική ανόπτυση.

Η ανοχή στη διάμετρο είναι :

α) Στους σωλήνες με ραφή

για $d_a \leq 200$ mm $\pm 1\%$

για d_a 200 έως 1000 mm $\pm 0,5\% + 1$ mm

για d_a 1000 mm ± 6 mm

β) στους σωλήνες χωρίς ραφή $\pm 1\%$ της εξωτερικής διαμέτρου d_a

Στοιχεία για τους σωλήνες με ή χωρίς ραφή φαίνονται στους πίνακες 5-3 και 5-4, ενώ οι εξωτερικές διαμέτροι και τα πάχη δίνονται στον πίνακα 5-5.

5.3. Υπολογισμός πάχους τοιχώματος χαλύβδινων σωλήνων

Το πάχος των σωλήνων υπολογίζεται για εσωτερική πίεση και συνήθως ακολουθείται το DIN 2413 σε ότι αφορά τον υπολογισμό του πάχους αυτού. Σε γενικές γραμμές μπορούμε να δεχθούμε ότι στις σωληνώσεις αερίων υπό πίεση δεν παρουσιάζονται εναλλακτικές καταπονήσεις και ότι η καταπόνησή τους είναι ήρεμη και η θερμοκρασία λειτουργίας είναι μικρότερη των 120° C.

Έτσι για το ονομαστικό πάχος έχουμε:

$$s_o = \frac{d_a \cdot p}{2 \cdot \sigma_{\text{επ}} \cdot U_\sigma} \text{ mm} \quad (1)$$

d_a = εξωτερική διάμετρος σε mm

p = πίεση σε N/mm^2

$\sigma_{\text{επιρ}}$ = επιτρεπόμενη τάση σε N/mm^2

U_σ = συντελεστής συγκολλήσεως

Αν εισάγουμε d_a σε mm, p σε Kp/cm^2 και $\sigma_{\text{επ}}$ σε Kp/mm^2 η σχέση (2) γίνεται :

$$s_o = \frac{d_a \cdot p}{200 \cdot \sigma_{\text{επ}} \cdot U_\sigma} \text{ mm} \quad (2)$$

Η επιτρεπόμενη τάση υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\sigma_{\text{επιρ}} = K/S \quad (3)$$

K = το μέτρο αντοχής σε N/mm^2 συνήθως η τάση $s_{o,2}$ (όριο διαρροής)

S = συντελεστής ασφαλείας, τιμές κατά DIN 2413 όπως στον πίνακα 5-6.

όπου $Y = 1/S$ = βαθμός χρήσεως κατά DIN 2413

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-6. Τιμές του συντελεστή ασφαλείας S & του βαθμού χρήσεως $Y=1/S$ = βαθμός χρήσεως κατά το DIN 2413

δ_s	Με πιστοποιητικό παραλαβής κατά DIN 50049		Χωρίς πιστοποιητικό παραλαβής κατά DIN 50049	
	S	Y	S	Y
≥ 25%	1,5	0,67	1,7	0,59
= 20%	1,6	0,63	1,75	0,57
= 15%	1,7	0,59	1,8	0,55
Για γραμμές τοποθετημένες στο έδαφος σε περιοχές χωρίς πρόσθετη καταπόνηση γίνονται δεκτά				
≥ 25%	1,4	0,72	1,7	0,59
= 20%	1,5	0,67	1,75	0,57
= 15%	1,6	0,63	1,8	0,55

Για τηλεδίκτυα με πίεση $p > 16$ bar το DIN 2470 T2 , παραπέμπει στις τιμές του πίνακα 5-7

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-7. Συντελεστές S και Y για πιέσεις >16 bar

Είδος χάλυβα	S	Y
R St 34.7 και RR St 34.7	1,50	0,67
R St 38.7 και RR St 38.7	1,50	0,67
St 43.7	1,50	0,67
St 47.7	1,54	0,65
St 53.7	1,56	0,64
St 56.7	1,58	0,63
Χάλυβες υψηλότερης αντοχής ($\delta_s \geq 18\%$ καθέτως)	1,60	0,625

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-3. Στοιχεία για σωλήνες με ραφή κατά DIN 2461 για γραμμές αερίων

Όνομ. διαμ. DN	Εξωτ. διαμ. d_a	Πάχος τοιχώμ. s	Βαρος μαύρου σωλ. kg/m	Βαρος σωλήνα με προστασία		Επιτρεπ. πίεση λειτουργίας	
				μόνο εξωτ. kg/m	εξωτ. και εσωτ. kg/m	St 00 bar	St 37-2 με πιστ. παραλ. bar
50	60,3	2,3	3,3	4,3	4,4	1	40
		3,6	5,1	5,1	5,2		30
55	75,1	2,6	4,8	6,1	6,2	1	40
		3,6	6,5	7,3	7,9		64
80	88,9	2,9	6,2	7,7	7,8	1	40
		3,6	7,6	9,1	9,2		64
100	108	2,9	7,6	9,4	9,5	1	40
		3,6	9,3	11,1	11,2		50
	114,3	3,2	8,8	10,7	10,9	1	40
		3,6	9,9	11,8	12,0		50
125	133	3,6	11,6	13,9	14,1	1	40
		4	12,8	15,1	15,3		50
150	159	4	15,4	18,1	18,3	1	40
		4,5	17,1	19,3	20,0		50
	168,3	4	16,3	19,2	19,4	1	40
		4,5	18,1	21,0	21,2		50
200	219,1	4,5	23,7	27,4	27,7	1	32
		5	26,4	30,1	30,4		40
250	273	5	33,0	37,6	37,9	1	32
		5,6	36,8	41,4	41,7		40
300	323,9	5,6	43,8	49,3	49,7	1	32
		6,3	49,5	53,0	53,4		40
350	355,6	5,6	48,2	54,2	54,7	1	25
		6,3	54,5	60,5	61,0		32
	(368)	5,6	49,9	55,1	56,6	1	25
		6,3	56,4	62,6	63,1		32
400	406,4 (419)	6,3	62,4	69,1	69,6	1	25
		6,3	64,3	71,3	71,8		25
500	508 (521)	6,3	78,2	86,7	87,4	1	25
		6,3	80,0	88,8	89,5		20
600	609,6	6,3	94,1	104	105	1	20
700	711,2	7,1	124	136	137	1	20
800	812,3	8	158	172	173	1	20
900	914,4	10	223	238	239	1	20
1000	1015	10	248	265	266	1	20

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-4. Στοιχεία για σωλήνες χωρίς ραφή κατά DIN 2460 για γραμμές αερίων

Όνομ. διαμ. DN	Εξωτ. διαμ. d_a mm	Πάχος τοιχώματος s mm	Βάρος μαύρου σωλήνα kg/m	Βάρος σωλήνα με προστασία		Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας	
				μόνο εξωτ. kg/m	εξωτ. και εσωτ. kg/m	St 00 (εμπορίου) bar	St 35 (με πιστοποιητικό παραλαβής) bar
50	60,3	2,9	4,1	5,2	5,3	1	80
		3,6	5,1	6,2	6,3	1	100
65	76,1	2,9	5,3	6,6	6,7	1	64
		3,6	6,5	7,8	7,9	1	80
80	88,9	3,2	6,8	8,3	8,4	1	50
		3,6	7,6	9,1	9,2	1	64
100	108	3,6	9,3	11,2	11,3	1	50
	114,3	3,6	9,9	11,8	12,0	1	50
125	133	4,0	12,8	15,1	15,3	1	50
150	159	4,5	17,1	19,8	20,0	1	50
	168,3	4,5	18,1	21,0	21,2	1	50
200	219,1	5,9	31,0	34,7	35,0	1	50
250	273	6,3	41,6	46,3	46,6	1	40
300	323,9	7,1	55,6	61,1	61,5	1	40
350	355,6	8	68,3	74,3	74,7	1	40
	(368)	8	70,8	-	77,5	1	40
400	406,4	8,8	85,9	92,7	93,2	1	40
	(419)	10,0	101,0	108,0	109,0	1	50
500	508	11,0	135	144	145	1	40
	(521)	11,5	144	153	154	1	40

Οι σωλήνες πρέπει να μην έχουν απομακρύνσεις από την κυκλικότητα. Επιτρέπεται απομάκρυνση από τον κύκλο για πάχη $s = 0,01 \times d_a$ μέχρι 1%.

Πλήρη στοιχεία για τους προοριζόμενους για τηλεδίκτυα χαλύβδινους σωλήνες μπορεί να βρει κανείς στο DIN 17172.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-5. Εξωτερικές διαμέτροι και πάχη σωλήνων κατά DIN 2448 και DIN 2548

DN	Εξωτερικές διαμέτροι	Σωλήνας χωρίς ροφή DIN 2448			Σωλήνας με ροφή DIN 2548		
		Κανονικό πάχος mm	Άλλα πάχη mm		Κανονικό πάχος mm	Άλλα πάχη mm	
			από	έως		από	έως
10	10,2	1,6	1,6	2,3	1,5	1,4	2
	13,5	1,8	1,8	3,6	1,8	1,4	2
12	16	1,8	1,8	4	1,8	1,4	2
	17,2	1,8	1,8	4,5	1,8	1,4	2,9
15/16	20	2	2	5	2	1,4	2,9
	21,3	2	2	5	2	1,4	4,5
20	25	2	2	5,3	2	1,4	4,5
	26,9	2,3	2,3	7,1	2	1,4	5
25	30	2,6	2,6	8	2	1,4	5
	31,3	2,6	2,6	8	2	1,4	5
32	33,7	2,6	2,6	8,3	2	1,4	5
	38	2,6	2,6	10	2	1,4	5
40	42,4	2,6	2,6	11	2	1,4	5
	44,5	2,6	2,6	12,5	2	1,4	5
50	48,3	2,6	2,6	12,5	2,3	1,4	5
	51	2,6	2,6	14,2	2,3	1,4	5
50	57	2,9	2,9	16	2,3	1,4	5
	60,3	2,9	2,9	16	2,3	1,4	5
55	63,5	2,9	2,9	16	2,3	1,4	5
	70	2,9	2,9	17,5	2,6	1,4	5
65	75,1	2,9	2,9	20	2,6	1,4	5
	82,5	3,2	3,2	22,2	2,6	1,4	5
80	88,9	3,2	3,2	22,2	2,9	1,4	5
	101,6	3,6	3,6	25	2,9	2	5,3
100	108	3,6	3,6	25	2,9	2	5,3
	114,3	3,6	3,6	25	3,2	2	7,1
125	127	4	4	25	3,2	2	7,1
	133	4	4	25	3,6	2	7,1
125	139,7	4	4	25	3,6	2	7,1
	152,4	4,5	4,5	25	4	2	8
150	159	4,5	4,5	25	4	2	8
	165,1	4,5	4,5	25	4	2,9	8
150	168,3	4,5	4,5	25	4	2,9	8
	177,8	5	5	25	4,5	2,9	9
(175)	193,7	5,4	5,4	25	4,5	2,9	8,8
200	219,1	5,9	5,9	25	4,5	3,2	12,5
	244,5	6,3	6,3	25	5	3,2	12,5
250	267	6,3	6,3	25	5	3,2	12,5
	273	6,3	6,3	25	5	3,2	12,5
300	298,5	7,1	7,1	25	5,6	3,2	12,5
	323,9	7,1	7,1	25	5,6	3,2	12,5
350	355,6	8	8	25	5,6	3,2	12,5
	368	8	8	25	5,6	3,2	12,5
400	406,4	8,8	8,8	25	6,3	3,2	12,5
	419	10	10	25	6,3	3,5	12,5
500	457,2	10	10	25	9,3	3,5	12,5
	508	11	11	25	6,3	3,5	12,5
500	558,8	12,5	12,5	25	6,3	4,5	20
	509,6	-	-	-	6,3	4,5	20
500	560,4	-	-	-	7,1	4,5	25
	711,2	-	-	-	7,1	4,5	25
700	762	-	-	-	8	4,5	25
	812,9	-	-	-	8	4,5	25
500	863,6	-	-	-	8,8	4,5	25
500	914,4	-	-	-	10	4,5	25
1000	1016	-	-	-	10	4,5	25

* Συνιστώμενες διαμέτροι γιατί έχουν αντίστοιχα όργανα και εξαρτήματα. Μέχρι $d_3 = 168.3$ συνιστώνται και από την 150 R 7.

Ο συντελεστής U_σ λαμβάνεται κατά DIN 2461 $U_\sigma = 0,7$ για τους σωλήνες εμπορίου, $U_\sigma = 0,8$ για τους σωλήνες με προδιαγραφές χωρίς ειδικό πιστοποιητικό παραλαβής και $U_\sigma = 0,9$ για σωλήνες με προδιαγραφές και ειδικό πιστοποιητικό παραλαβής.

Υπάρχει επίσης και η τυποποίηση κατά DIN 1626 B.1 για σωλήνες με προδιαγραφές που έχουν κατασκευασθεί με ηλεκτροσυγκόλληση από τις δύο πλευρές (μέσα έξω) ή με ηλεκτρική συγκόλληση υπό πίεση εφ' όσον έχουν υποστεί ειδικούς ελέγχους και εφ' όσον υπάρχει πιστοποιητικό παραλαβής και προς τούτο άδεια του εργοστασίου μπορεί $U_\sigma \approx 1,0$. Η καλύτερη περίπτωση είναι να χρησιμοποιούνται σωλήνες από κατασκευαστές που έχουν $U_\sigma = 1,0$. Η τελική μορφή της εξίσωσης του υπολογισμού του πάχους (υπολογιστικό πάχος) γίνεται:

$$s_o = \frac{d_a \cdot p}{2 \cdot \frac{K}{S} \cdot U_\sigma} \frac{\text{mm} \cdot \text{Nmm}^{-2}}{\text{N} \cdot \text{mm}^{-2}} = \text{mm} \quad (4)$$

Στο πάχος αυτό προστίθεται και το τελικό πάχος

$$\text{δηλ. } S = S_o + C_1 + C_2 \quad (5)$$

Η προσθήκη C_1 είναι για να καλύψει επιτρεπόμενες προς τα κάτω απομακρύνσεις του πάχους των σωλήνων (συνήθεις τιμές 0,25 και 0,5 mm και σε πολύ μεγάλα πάχη μέχρι 0,7 mm).

Η προσθήκη C_2 είναι για να καλύψει τυχόν Κορροσion που μπορεί να παρουσιασθεί. Κατ' άλλους ειδικούς, η προσθήκη C_1 πρέπει να είναι όπως προκύπτει από τον πίνακα 5-8:

Για λόγους ασφαλείας, όταν υπάρχει ασάφεια συνιστάται να παίρνουμε $C_1 = 1$ mm.

Για το συντελεστή C_2 εφ' όσον λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα, πρέπει να έχει τιμές τάξεως 0,3 έως 0,06 mm ή ακόμη και 1 mm, υπό τον όρο ότι εξασφαλίζεται ετήσια φθορά $\leq 0,05$ mm/α.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-8. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ C₁

Σωλήνας χωρίς ραφή		Σωλήνας με ραφή			
Μικρότερο πάχος τοιχωμάτων %	Προσθήκη s ₁	Περιοχή ανουσιτικού πάχους για ελαστικά και τάνιας mm	Ελαστικά		Τάνιας
			Προσθήκη s ₁ σε mm σε συνάρτηση από το πάχος κατά DIN 1542 και DIN 1543	Προσθήκη s ₁ σε mm σε συνάρτηση με το πάχος κατά DIN 1015 (θεωρείς εξετάσεις)	Ομοίως s ₁ σε mm κατά DIN 1544 (ψυχρής εξέτασης)
3	0,085% s ₃	3-3,5	0,25-0,4	0,15-0,3	0,5
10	0,11 s ₃	4-4,75	0,3-0,5	0,15-0,3	-
12,5	0,145 s ₃	5-7	0,3	-	-
15	0,18 s ₃	10-30	0,5	-	-
18	0,22 s ₃	30-35	0,6	-	-
-	-	35-40	0,7	-	-

Η τελική μορφή της εξισώσεως υπολογισμού του πάχους γίνεται:

$$s_o = \frac{d_a \cdot p}{2 \cdot \frac{K}{S} \cdot U_o} + C_1 + C_2 \quad \text{mm} \quad (6)$$

Όσον αφορά την καταπόνηση από εσωτερική πίεση αναπτύσσονται τρεις τάσεις:

η μέση περιφερειακή $\sigma_u = p \cdot d_a / 2 \cdot s$ (7)

η κατά μήκος τάση $\sigma_l = p \cdot d_a / 4 \cdot s = \sigma_u / 2$ (8)

η μέση κατά την ακτίνα τάση $\sigma_r = -p/2$ (9)

Η ισοδύναμη τάση της τριαξονικής αυτής καταπόνησεως που πρέπει να υπολογισθεί ώστε να συγκριθεί με το χαρακτηριστικό μέγεθος της αντοχής του υλικού σε εφελκυσμό, προκύπτει κατά την υπόθεση της διατμητικής τάσεως από τη σχέση :

$$\sigma_{\text{ισοδ}} = \tau_{\text{max}} = \tau_{\text{min}} = \sigma_{\text{min}} = \frac{p \cdot d_a}{2 \cdot s} - \frac{1}{2} p = \frac{p \cdot (d_a - s)}{2 \cdot s} \quad (10)$$

Η ισοδύναμη αυτή τάση $\sigma_o \leq K/S$ οπότε

$$\sigma_o = p \cdot (d_a - s) / 2s \leq (K/S) \quad (11)$$

ή για σωλήνες με ραφή

$$\sigma_o = P (d_a - s)/2s \leq (K/S) \cdot U_o \quad (12)$$

$$\text{Άρα} \quad s_o = \frac{p \cdot d_a}{2 \cdot \frac{K}{S} \cdot U_o + p} \quad (13)$$

Τέλος μία άλλη περίπτωση είναι ο υπολογισμός κατά προσέγγιση με το να αγνοηθεί η πίεση που εισέρχεται στον παρανομαστή, δηλ.

$$S = \frac{P \cdot d_a}{2 \cdot \frac{K}{S} \cdot U_o} + C_1 + C_2$$

5.4. Τοποθέτηση των σωλήνων

Για την τοποθέτηση των σωλήνων φυσικού αερίου υπάρχουν οδηγίες για τη σωστή και ασφαλή αυτή εργασία. Έτσι για βάθος

- εκσκαφής μέχρι 1,75 m το πλάτος του χάνδακα πρέπει να είναι 0,7m.
- για βάθος 1,75 m το πλάτος του χάνδακα πρέπει να είναι 0,8 m και ανάλογο προς τη διάμετρο του τοποθετούμενου σωλήνα.

Αντίστοιχη είναι η ελάχιστη επικάλυψη που σε κάθε περίπτωση δεν μπορεί να είναι μικρότερη από 0,8 έως 1,00 m. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στην έδραση του σωλήνα. Λόγω του ότι τα Ελληνικά εδάφη είναι αρκετά πετρώδη συνιστάται της εδράσεως του σωλήνα να προηγείται στρώση άμμου πάχους 15 cm. Μετά την τοποθέτηση του σωλήνα συνιστάται επίσης το γέμισμα του χάνδακα με άμμο μέχρι υπερκαλύψεως του σωλήνα.

Στη συνέχεια τα πρώτα 30 cm δεν πρέπει να χτυπηθούν μηχανικά αλλά μόνο με το χέρι. Πάνω από τα 30 cm πρέπει να τοποθετηθούν ενδεικτικές πλάκες που να αναγράφουν "προσοχή δίκτυο αερίου". Στη συνέχεια και ανάμεσα από τα στρώματα που συμπυκνώνονται μηχανικά συνιστάται η τοποθέτηση και δευτέρου ενδεικτικού στοιχείου όπως π.χ. πλαστικού δικτυωτού κίτρινου χρώματος.

Όλοι οι κανονισμοί βιομηχανικά ανεπτυγμένων χωρών προβλέπουν προ της θέσεως σε λειτουργία, καθαρισμό του αγωγού και δοκιμή σε πίεση, δίδουν δε λεπτομέρειες κατά περίπτωση οδηγίες (π.χ. DV EW - EG 469).

5.5. Η Διάβρωση

Με τον όρο Διάβρωση νοούνται όλες οι προσβολές του υλικού των σωλήνων από χημικά ή ηλεκτροχημικά αίτια που αρχίζουν από την επιφάνεια και προχωρούν προς το εσωτερικό. Επομένως για την προφύλαξη του δικτύου πρέπει να δίδεται μεγάλη προσοχή στη Διάβρωση.

- Κατ' αρχήν η παρουσία οξυγόνου προκαλεί την οξειδωση στο χάλυβα των τοποθετημένων στο έδαφος σωλήνων. Αξιοσημείωτη είναι επίσης η περίπτωση όπου οι αγωγοί διασχίζουν εδάφη που δεν επιτρέπουν την παρουσία αέρα (π.χ. εδάφη από υγρό πηλό ή βούρκο ή σε υψηλή περιεκτικότητα σε χημικά στοιχεία), και παρατηρήθηκε διάβρωση που αποδόθηκε σε αναερόβιους μικροοργανισμούς.

- Πολύ συχνά το αίτιο της Διάβρωσης είναι ηλεκτρικά ρεύματα που δημιουργούνται όταν οι σωλήνες διατρέχουν διαφορετικά είδη εδαφών.

- Άλλο αίτιο για μεγάλη Διάβρωση είναι τα αλητεύοντα ρεύματα που προκαλούνται από πηγές συνεχών ρευμάτων, που μπορεί να υπάρχουν στο

περιβάλλον των σωλήνων. Τα αλητεύοντα ρεύματα χρησιμοποιούν τους σωλήνες ως αγωγούς και προκαλούν σοβαρές Διαβρώσεις στα σημεία που τους εγκαταλείπουν.

Η Διάβρωση αντιμετωπίζεται με παθητική και ενεργητική προστασία. Η παθητική προστασία συνίσταται σε διάφορες επικαλύψεις από βιτουμενικά υλικά ή ακόμη και από μεταλλικά (π.χ. γαλβάνισμα). Η πιο συνηθισμένη προστασία γίνεται με αντισκωριακά υλικά σε περισσότερες στρώσεις. Η πρώτη αφορά σε βάψιμο με αραιωμένο αντισκωριακό υλικό, ενώ η δεύτερη από πυκνό υλικό, που επιτίθεται υπό τη θερμοκρασία που ρευστοποιείται. Επίσης χρησιμοποιούνται υαλοϋφάσματα.

Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται γρήγορα η προστασία με πλαστικά υλικά που έχουν πλεονεκτήματα, όπως, ότι δεν απορροφούν νερό, έχουν μεγάλη αντίσταση στο ηλεκτρικό ρεύμα, πολύ μεγάλη αντίσταση στις χημικές προσβολές του εδάφους. Μειονέκτημά τους είναι ο επηρεασμός από τη θερμοκρασία (π.χ. έκθεση στον ήλιο). Τα πλαστικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι πολυαιθυλένιο (PE) και πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC).

Η παθητική προστασία αποδείχθηκε πολύ επιτυχής όμως λόγω του μεγάλου χρόνου ζωής των σωληνώσεων (θεωρητικά 25 έτη, στην πράξη έως και 70 έτη), μπορεί να υποστούν σε κάποια σημεία τη δημιουργία ρωγμών ή ακόμη και οπών.

Έτσι η παθητική προστασία συμπληρώνεται με την ενεργητική καθοδική προστασία. Πρόκειται για αντιπαράθεση προς τα προκαλούντα την Διάβρωση ρεύματα, συνεχούς ρεύματος ισχυρότερου αυτών. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια γαλβανικών ανόδων (ψευδαργύρου ή κραμμάτων μαγνησίου) ή με εξωτερική πηγή. Το τμήμα της γραμμής που προστατεύεται πρέπει να απομονώνεται από την υπόλοιπη γραμμή όπως π.χ. με μονωτικές φλάντζες. Στο υπό προστασία τμήμα πρέπει να είναι δυνατή η ηλεκτρική ροή π.χ. στην περίπτωση παρεμβολής οργάνων με φλάντζες (όπως αποφρακτικά και ρυθμιστικά όργανα) να γεφυρώνονται μ' αυτές. Επίσης πρέπει να είναι ασφαλής η ηλεκτρική απομόνωση από τους πελάτες, πράγμα που επιτυγχάνεται με την παρεμβολή (προς τις εγκαταστάσεις του πελάτη) μονωτικού τεμαχίου. Μόνωση συνιστάται επίσης και στην περίπτωση διασταυρώσεων (σε μικρή απόσταση) με άλλες ξένες σωληνώσεις ή καλώδια.

5.6. Συνδέσεις χαλύβδινων σωλήνων

Οι συνδέσεις χαλύβδινων σωλήνων γίνονται κυρίως με συγκόλληση για όλες τις θέσεις με τις παρακάτω μεθόδους.

E = συγκολλήσεις ηλεκτρικού τόξου

G = συγκολλήσεις αερίου(αυτογενείς)

S_G = συγκολλήσεις με προστατευτικό αέριο

WIG = συγκολλήσεις με ηλεκτρόδια βολφραμίου και
προστατευτική ουδέτερη ατμόσφαιρα

MIG = συγκολλήσεις με μεταλλικά ηλεκτρόδια και προστατευτική ουδέτερη
ατμόσφαιρα.

Η προετοιμασία των ραφών γίνεται με μηχανικά εργαλεία (πίνακας 5-9), ενώ η επιλογή ηλεκτροδίων και συρμάτων γίνεται με βάση το υλικό των σωλήνων βάσει του DIN 1913. Η ποιότητα της συγκολλήσεως πρέπει να είναι τουλάχιστον η I κατά DIN 1912 ή η καλύτερη ποιότητα κατά DIN 8563

Η ποιότητα I πρέπει να ικανοποιεί τους εξής όρους:

i) Ότι έχει πιστοποιηθεί η ποιότητα του υλικού της κατασκευής των σωλήνων και η καταλληλότητα του για τη μέθοδο συγκολλήσεως που θα χρησιμοποιηθεί.

ii) Ότι θα έχει γίνει η κατάλληλη προετοιμασία - σύμφωνα με τους κανονισμούς - και ότι θα υπάρχει κατάλληλη - επίσης κατά τους κανονισμούς - επίβλεψη.

iii) Ότι η μέθοδος συγκολλήσεως θα είναι σύμφωνη με τις ιδιότητες του υλικού και του πάχους του σωλήνα.

iv) Ότι το υλικό, που θα προστεθεί (ηλεκτρόδια, σύρματα) θα είναι κατάλληλα για το υλικό του σωλήνα, πρέπει δε να προηγηθεί σχετικός έλεγχος ή να υπάρχει άδεια χρησιμοποίησης από ενδεδειγμένο οργανισμό επιβλέψεως.

v) Ότι οι συγκολλητές θα είναι δοκιμασμένοι δι' ειδικού ελέγχου και θα επιβλέπονται κατά την εργασία τους (DIN 8560)

vi) Ότι όλες οι ραφές θα ελέγχονται εκ των υστέρων (π.χ. με ακτίνα χ).

Επίσης εκτός από τις κατ' επέκταση συγκολλήσεις (σόκορο) σημειώνεται ότι υπάρχουν περιπτώσεις συγκολλήσεως σωλήνων με μούφα κ.ο.κ. Υπάρχουν τέλος και περιπτώσεις λυομένων συνδέσεων, όπως π.χ. με φλάντζες κ.λ.π.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-9. Προετοιμασία ραφών για τη συγκόλληση σωλήνων

Α/Α	Πάχος τοιχώρου s mm	Όνομασία ραφής	Σχηματική παράσταση	Μορφή	Μέτρα				Συνιστώμενη μέθοδος συγκόλλησης		Παρατηρήσεις
					α grad	β mm	ε mm	h mm	Στρόφι ριζός	Άλλες σφώσεις	
1	≤ 3	Ραφή V				0 έως 3			E	E, SG, MIG, WIG	G μέχρι 6 mm για ραφές ποιότητας III
2	≤ 10	Ραφή V			- 60	0 έως 4			SG, WIG	Στους υατιν. χάλυβα και G	Η ακμή μπορεί να είναι σφαιρική (μέχρι 2 mm)
3	≤ 12	Ραφή U				0 έως 3	2		Στους υστενικούς χάλυβα και G	Μόνον E και MIG	
4	≤ 12	Ραφή U με ρίζα V			30	0 έως 4	- 4				
5	≤ 16	Ραφή V με ρίζα V			- 35	0 έως 2	- 6		E		

5.7. Πλαστικά δίκτυα.

Το κύριο υλικό για πλαστικά δίκτυα είναι το PVC και κυρίως το PE. Η χρησιμοποίηση τέτοιων σωλήνων και εξαρτημάτων γίνεται για πιέσεις διανομής μέχρι 4 bar, ενώ οι σωλήνες δοκιμάζονται μέχρι 10 bar, πίεση για την οποία έχουν τυποποιηθεί τα πάχη. Στοιχεία για σωλήνες του είδους δίνει ο παρακάτω πίνακας 5-10.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-10. Στοιχεία για πλαστικούς σωλήνες, εξωτ. διάμετρος d_a και πάχος s σε mm.

	DN	50	80	100	125	150	200	250	300
PVC σκληρό (10 bar)	d_a	63	90	110	140	160	225	280	355
	s	3	4,3	5,3	6,7	7,7	10,8	13,4	16,9
PE σκληρό (10 bar)	d_a	63	90	110	140	160	225	280	355
	s	5,8	8,2	10,0	12,8	14,6	20,5	25,5	32,3

Τα δύο υλικά PVC (σκληρό) και PE (σκληρό) αντέχουν στην Κορροσion και είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού. Βασικό τους μειονέκτημα, είναι ότι είναι ευπαθή στις τάσεις που αναπτύσσονται στο υλικό λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών, τάσεων που αναπτύσσονται στο υλικό λόγω μηχανικών φορτίσεων και λόγω αιτίων γενικώς που προκαλούν γήρας στο υλικό.

Επειδή η μεταβολή του μήκους τους λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών, είναι μεγάλη, οι συνδέσεις γίνονται με τρόπο που επιδέχεται τέτοιες μεταβολές, όπως π.χ. μούφες που συγκολλώνται προς το σωλήνα ηλεκτρικά ή συνδέονται με αυτόν με κολλήσεις (κόλλες) ή και με πίεση. Και σ' αυτήν την περίπτωση έχουν αναπτυχθεί λυόμενες συνδέσεις.

Οι πλαστικοί σωλήνες που τείνουν να κυριαρχήσουν παγκοσμίως στο δίκτυο διανομής, συνιστάται να είναι χρώματος κίτρινου, (χρώμα του αερίου) υπό τον απαραίτητο όρο, ότι θα έχει εξασφαλισθεί και προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία.

Σαν κύρια χαρακτηριστικά των σωλήνων πρέπει ν' αναφερθούν:

- η μέση πυκνότητα (ISO R 1183/70, DIN 53479)
- ο συντελεστής διαστολής (DIN 52328)
- η θερμική αγωγιμότητα (DIN 53457)
- η ηλεκτρική αντίσταση (ISO 250/68, DIN 53483)
- η τάση θραύσεως (ISO R 527/67, DIN 53455)
- η μήκυνση θραύσεως (ISO R 527/68, DIN 53455 ASTM D 1693)
- η παραμόρφωση ρηγματώσεως (ISO R 527/68, DIN 53455 ASTM D 1693)
- η αντοχή σε κρουστική κάμψη (ISO R 179/61, DIN 53453)
- η οριακή τάση κάμψεως (ISO 178/75, DIN 53452)
- η σκληρότητα "D" (ISO 868, DIN 53453)
- η αντοχή σε εσωτερική πίεση διάρκειας (DIN 53759)

Σύμφωνα με τα παραπάνω, βλέπουμε ότι δεν υπάρχει πλήρης αντιστοιχία των προτύπων DIN, ISO, ASTM, ΕΛΟΤ κ.λ.π. ώστε οι διδόμενες τιμές από τη μία τυποποίηση να μας δίνουν σαφή εικόνα για στοιχεία που ζητάμε με βάση άλλη τυποποίηση.

Σε γενικές γραμμές όμως αυτά που ζητάμε από σωλήνες που θα χρησιμοποιηθούν σε δίκτυα διανομής αερίων είναι:

- Να έχουν αντοχή σε εσωτερική πίεση για μακρό χρόνο καταπόνησεως στην εκάστοτε θερμοκρασιακή περιοχή λειτουργίας (π.χ. $t = 20^{\circ} \text{C}$)
- Να έχουν αντοχή σε κρουστική κάμψη.
- Να έχουν αντοχή σε ρηγμάτωση, όταν βρίσκονται υπό τάση, ιδιαίτερα υπό την επίδραση των υλικών που μπορεί να βρεθούν στο περιβάλλον τους.

- Να μην προσροφούν νερό ή οξυγόνο.
- Να μπορούν να κολληθούν με ασφάλεια ή να συγκολληθούν αυτογενώς εφ' όσον υπάρξει ανάγκη.

Οι διαστάσεις των σωλήνων, ονομαστικές και εξωτερικές διάμετροι αλλά και τα κανονικά πάχη προέκυψαν (πίνακας 6-10) από υπολογισμούς που έγιναν με βάση την εξίσωση του προτύπου ISO 161-1.

$$s = P_{\text{επιτρ}} \cdot d_a / (2\sigma + P_{\text{επιτρ}}) \quad (15)$$

$P_{\text{επιτρ}}$ = η επιτρεπόμενη πίεση σε N/mm^2

d_a = η εξωτερική διάμετρος σε mm

σ = η τάση καταπόνησεως σε N/mm^2

s = το πάχος σε mm

Η παραπάνω εξίσωση (15) είναι μία έκφραση της γενικής εξίσωσης για την καταπόνηση κυλινδρικών σωμάτων δηλ.

$$s = \frac{p \cdot d_a}{2\sigma + p} = \frac{d_a}{2 \frac{\sigma}{p} + 1} \quad (16)$$

προκύπτει $d_a / s = 2\sigma / p + 1 = 2S + 1 = \text{SDR}$

$S = \sigma / p$ και $p = P_{\text{επιτρ}}$

$$(16) \Rightarrow s = 1/2 (d_a/S - 1) \text{ ή } S = d_a / (2S + 1)$$

Η ονομαστική πίεση των σωλήνων συνιστάται να είναι $\text{PN} = 10$.

Τότε είναι $S = 5$ οπότε τα ελάχιστα πάχη που αναφέρθηκαν στον πίνακα 5-10 προέκυψαν από τη σχέση :

$$s = d_a (2S + 1) = d_a / 11 \text{ mm} \quad (17)$$

Η κύρια απαίτηση αντοχής για τους σωλήνες πολυαιθυλενίου είναι η τάση που θα μπορεί να συγκρατηθεί από τα τοιχώματα και θα αναπτυχθεί από εσωτερική πίεση στους 20° C και για 50 έτη λειτουργίας να είναι $5 \text{ MP}_a \cdot 1,3 = 6,5 \text{ MP}_a$

Απαιτήσεις έχουμε και για την πρώτη ύλη, που πρέπει να είναι κατάλληλη για την κατασκευή σωλήνων πολυαιθυλενίου MDPE (PE 50). Αντιοξειδωτικοί σταθεροποιητές και υλικό χρωματισμού επιτρέπεται να έχουν προστεθεί μόνο στην πρώτη ύλη από τον παραγωγό της. Το ποσοστό αιθάλης (carbon black) που επιτρέπεται να περιέχεται στην πρώτη ύλη δεν πρέπει να υπερβαίνει το 2,5% κατά βάρος. Προσθήκες - για οποιοδήποτε λόγο - των οποίων δεν είναι επακριβώς γνωστή η χημική σύνθεση απαγορεύεται να περιέχονται στην πρώτη ύλη.

Βασικές απαιτήσεις από την πρώτη ύλη κατασκευής των σωλήνων είναι:

- Η ονομαστική πυκνότητα (nominal density) της πρώτης ύλης, όπως θα έχει διαμορφωθεί μετά τις προσθήκες πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0,942 και 0,952 gr/cm^3
- Ο δείκτης ροής (melt flow index) πρέπει να είναι 0,6 ως 1,8 gr/m μετρημένος κατά DIN 53735.

Πριν αρχίσει η κατασκευή των σωλήνων πρέπει να υπάρχουν πιστοποιητικά για την πρώτη ύλη που να αφορούν:

- στη σύνθεση της
- στην ονομαστική της πυκνότητα
- στο όριο ροής (δοκιμή εφελκυσμού)
- στην τάση θραύσεως (δοκιμή εφελκυσμού)
- στις αντίστοιχες μηκύνσεις

Ο έλεγχος των σωλήνων συνιστάται να γίνεται κατά DIN 8075. Επίσης συνιστάται να εξετάζονται τα άκρα των σωλήνων, που οι διατομές τους πρέπει να είναι αυστηρά κάθετες προς τον άξονα του σωλήνα. Επίσης οι ανοχές πρέπει να βρίσκονται στα όρια που ορίζει το DIN 8074 ενώ συνιστάται ο έλεγχος της κυκλικότητας των σωλήνων.

Η μέγιστη διάμετρος επιτρέπεται να παρουσιάζει απόκλιση

→ για σωλήνες σε κουλούρα $D_{\max} = 1,06$ (DN)

→ για ευθύγραμμους σωλήνες $D_{\max} = 1,02$ (DN)

Η ελάχιστη διάμετρος περιτυλίξεως σωλήνων πολυαιθυλενίου είναι

$D_{\text{περιτ}} = 20$ (DN) και τα μήκη των περιτυλιγμένων στις κουλούρες σωλήνων 50 ή 100 m.

Τα μήκη των ευθύγραμμων σωλήνων είναι 6 ή 12 m.

Οι έλεγχοι που απαιτούνται για τους σωλήνες είναι:

- Έλεγχος συμπίεσης εξωτερικής επιφάνειας.
- Έλεγχος στρέψεως.
- Έλεγχος αντοχής εφελκυσμού.
- Έλεγχος (μέτρηση) του σημείου τήξεως (Melting flow index).
- Έλεγχος (μέτρηση) τραχύτητας

Τέλος οι σωλήνες πρέπει να φέρουν σε δύο αντιδιαμετρικές γενέτειρές τους αναγεγραμμένα τα εξής:

- την εταιρεία διανομής
- το διαρρέον ρευστό
- το υλικό κατασκευής τους

- την εξωτερική τους διάμετρο
- το πάχος τοιχώματος
- την ονομαστική πίεση
- τον κατασκευαστή
- το χρόνο παραγωγής

5.8. Εξαρτήματα και συνδέσεις

Και στους πλαστικούς σωλήνες κατασκευάζονται εξαρτήματα συνδέσεων (μούφες, γωνίες, καμπύλες, τάφ, σταυροί κ.λ.π.) από το ίδιο ακριβώς υλικό με το οποίο είναι κατασκευασμένοι και οι σωλήνες. Οι συνδέσεις γίνονται με συγκόλληση ή κόλληση. Μεγάλη διάδοση έχουν οι μούφες που φέρουν ηλεκτρικές αντιστάσεις ώστε να τήκουν την εσωτερική τους επιφάνεια και έτσι να εφαρμόζων πλήρως.

Όπως συμβαίνει με τους σωλήνες, έτσι και για τα εξαρτήματα συνδέσεως πρέπει να γίνονται έλεγχοι (πριν την παραλαβή τους) που αφορούν:

- στην σύνθεση της πρώτης ύλης
- στην ονομαστική της πυκνότητα
- στο δείκτη ροής της
- στην ονομαστική πυκνότητα του υλικού του εξαρτήματος (έλεγχος από έτοιμο εξάρτημα
- στην αντοχή σε εσωτερική πίεση (δοκιμή 170 ωρών)
- στις μεταβολές μετά από θερμική επεξεργασία
- στη μέτρηση διαστάσεων και ανοχών

Για τη συγκόλληση των εξαρτημάτων σύνδεσης πρέπει να τηρούνται οι εξής προϋποθέσεις:

- σε καμμία περίπτωση να μην έχουν εκτεθεί τα εξαρτήματα στην ηλιακή ακτινοβολία ούτε η θερμοκρασία τους να έχει ποτέ υπερβεί τους 35ο C.
- η θερμοκρασία του αγωγού και εξαρτημάτων πριν από τη συγκόλληση να είναι 0ο C έως 35ο C.
- Τα άκρα του αγωγού να είναι κάθετα προς τον άξονά του και καθαρά, το δε τμήμα του σωλήνα που θα κολληθεί με την ηλεκτρομούφα να έχει ξυθεί και να είναι ιδιαιτέρως καθαρό (καθαρισμός με εξατμιζόμενο διαλύτη).
- το ίδιο ισχύει για τη σέλλα παροχής για την οποία πρέπει επίσης να ξυθεί ο αγωγός συνήθως σε μήκος μεγαλύτερο από 150 mm.
- κατά τη διάρκεια της συγκολλήσεως δεν πρέπει να μετακινούνται τα συγκολλούμενα τεμάχια και πρέπει να τηρείται σχολαστικά ο χρόνος ψύξεως που είναι:

για ηλεκτρομούφες Φ 28 mm 12 min

για ηλεκτρομούφες Φ 225 mm 30 min

για σέλλες 15 min ή και περισσότερο

Στη συνέχεια το δίκτυο πρέπει να ελεγχθεί αρχικά σε αντοχή η οποία για πίεση λειτουργίας 4 bar είναι:

$$P_{\text{δοκ}} = 1,2 P_{\text{λειτ}} = 1,2 \cdot 4 = 4,8 \approx 5 \text{ bar}$$

Η πίεση ελέγχεται με κατάλληλο μανόμετρο και η δοκιμή λειτουργεί δύο ώρες.

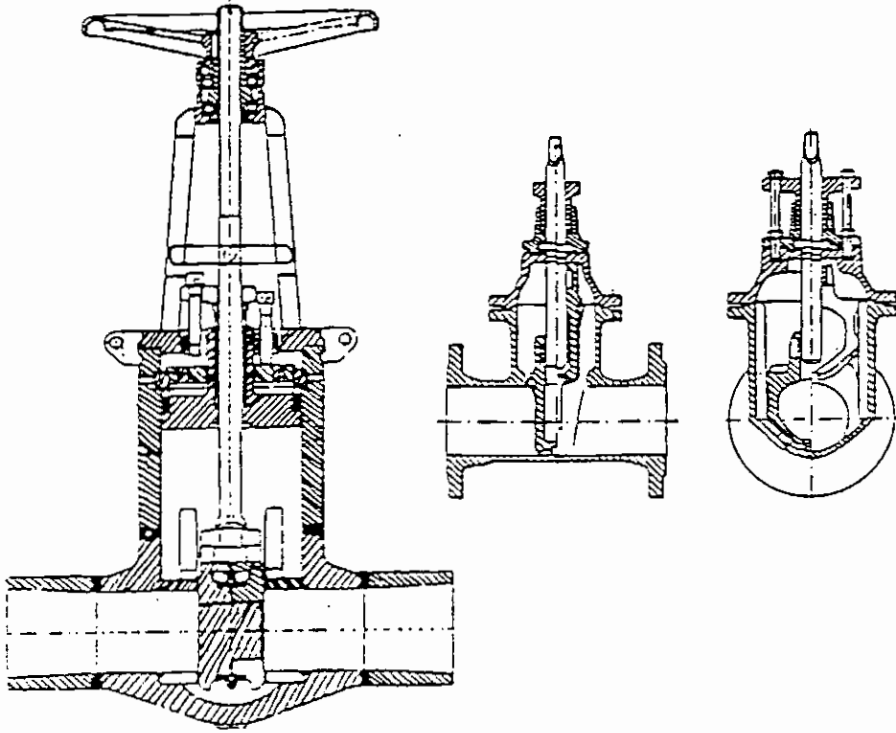
Τέλος ακολουθεί η δοκιμή στεγανότητας που πρέπει να διατηρήσει την πίεση ελέγχου επί 48 ώρες. Επιτρέπεται πτώση πίεσεως έως 10 mbar.

Τα όργανα που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα είναι τριών ειδών: i) Όργανα διακοπής, ii) Όργανα ρυθμίσεως, iii) Όργανα ασφαλείας.

ι.) Όργανα διακοπής

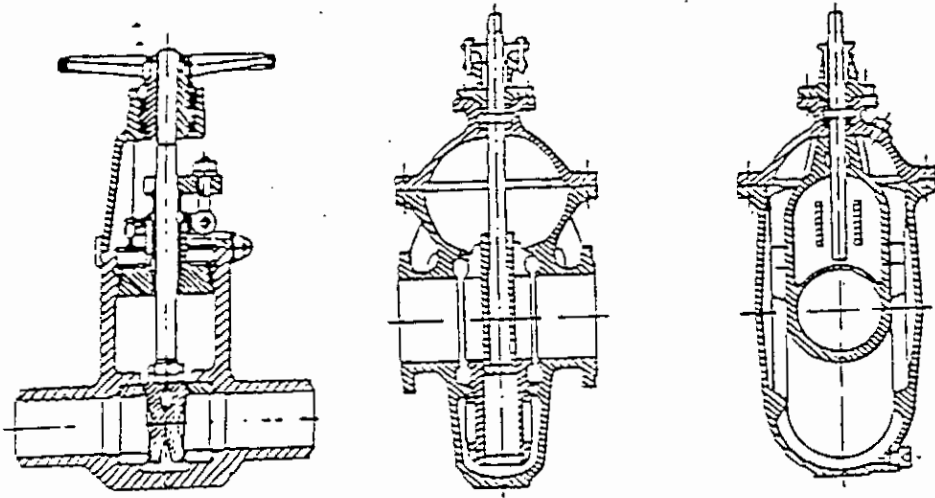
Στα όργανα διακοπής ανήκουν διάφοροι τύποι συρτών.

Στο σχήμα 5-2 φαίνονται σύρτες με παράλληλες επιφάνειες, αριστερά για υψηλές πιέσεις (συγκολλούμενοι) δεξιά για χαμηλότερες (με φλάντζες).



Σχ. 5-2 Σύρτες με παράλληλες επιφάνειες

Στο σχήμα 5-3 φαίνονται σύρτες με ελαστικό αποφρακτικό σώμα αριστερά για μεγάλες πιέσεις (συγκολλούμενος) δεξιά για μικρότερες (με φλάντζες). Η διαφορά τους από το προηγούμενο είδος είναι ότι ενώ και οι δύο έχουν παράλληλες επιφάνειες κινούμενου σώματος και εδράσεως, αυτοί υπό τις πλάκες του κινούμενου σώματος έχουν ειδικά ελατήρια, που τις πιέζουν στις επιφάνειες στεγανοποίησης.



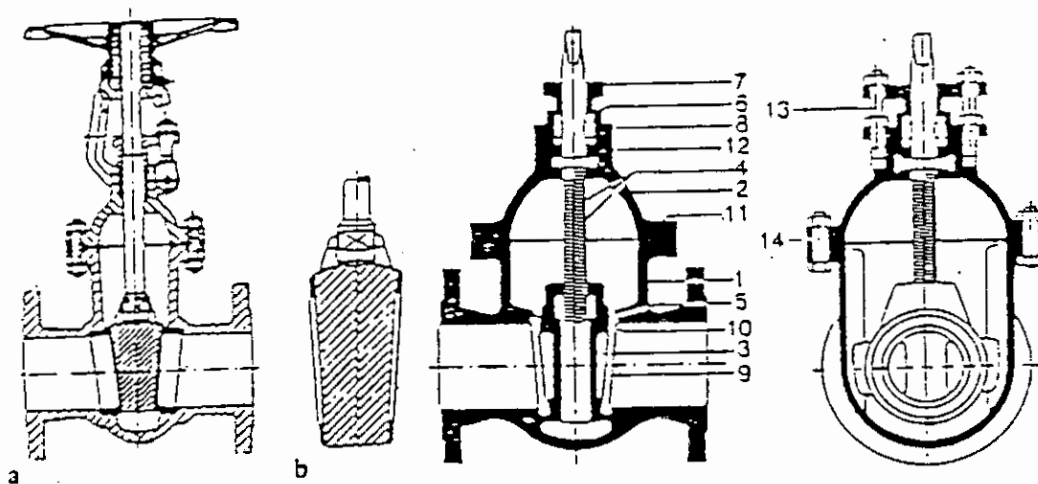
Σχ. 5-3 Σύρτες με ελαστικό αποφρακτικό σώμα

Άλλο είδος σύρτου είναι αυτό στο σχήμα 5-4 αριστερά για υψηλότερες πιέσεις, δεξιά για χαμηλότερες. Πρόκειται για κωνικό σύρτη ευρέως διαδεδομένο, που έχει κωνικό κινούμενο σώμα και κωνική έδραση. Σύμφωνα με το σχήμα, ο σύρτης αποτελείται από τα εξής τμήματα:

1. κάτω τμήμα του σώματος με ορειχάλκινα δακτυλίδια
2. άνω τμήμα σώματος
3. κωνικό (σφηνοειδές) σώμα με ορειχάλκινα δακτυλίδια
4. αδράχτι
5. διάταξη περιστροφής του αδραχτιού (είδος περικοχλίου)
6. διάταξη στεγανοποίησης
7. διάταξη στεγανοποίησης

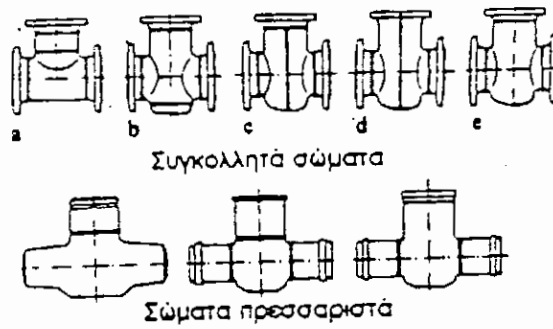
8. στεγανοποιητικός δακτύλιος
9. στεγανοποιητικοί δακτύλιοι της εδράσεως
10. δακτύλιου του κινούμενου σώματος
11. στεγανοποιητικός δακτύλιος του σώματος
12. στεγανοποιητικοί δακτύλιοι
13. κοχλίες κεφαλής
14. κοχλίες σώματος

Οι σύρτες μπορεί να είναι επίπεδοι οβάλ ή κυκλικοί.



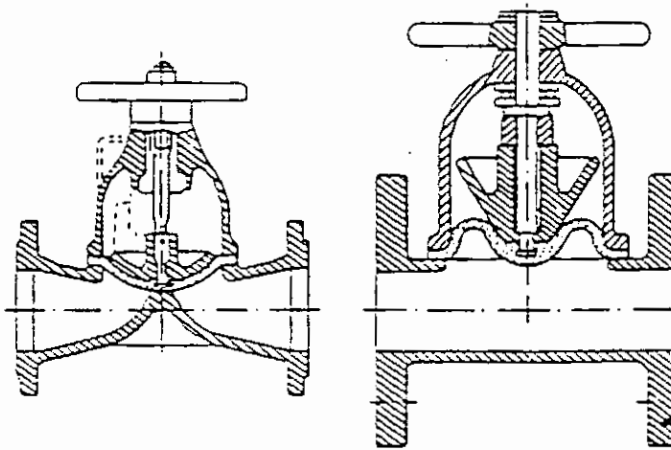
Σχ. 5-4 Σύρτες με κωνικό κινούμενο σώμα

Τα σώματα των συρτών, ανάλογα με την πίεση λειτουργίας γίνονται χυτά, (μέχρι (PN 16), χαλύβδινα συγκολλητά (για μέσες πιέσεις), και πρεσσαριστά για τις μεγάλες πιέσεις. Στο παρακάτω σχήμα 5-5 φαίνονται σώματα πρεσσαριστά και συγκολλητά. Σημειώνεται ότι για τις μέσες πιέσεις μπορεί να χρησιμοποιηθούν και σώματα χυτόχαλύβδινα, ενώ οι απλοί παράλληλοι σύρτες έχουν μεγαλύτερη αδυναμία όσο αφορά τη στεγανοποίηση.



Σχ. 5-5 Σώματα συγκολλητά και πρεσσαριστά.

Σαν όργανα διακοπής μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε δικλείδες προτιμωμένων εκείνων με ανοξειδωτη έδρα και βαλβίδα. Στην πράξη, μεγάλη χρήση γνωρίζουν οι ειδικές δικλείδες με μεμβράνη (σχήμα 5-6).

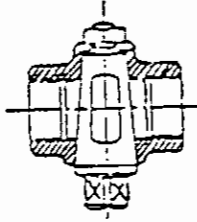


Σχ. 5-6. Δικλείδες με μεμβράνη.

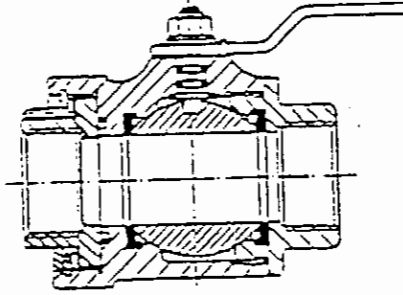
Άλλο πολύ χρησιμοποιούμενο όργανο διακοπής είναι ο κρουνός. Στο σχήμα 5-7, φαίνονται διάφοροι τύποι κρουνών όπως : i) ορειχάλκινοι κωνικοί κρουνοί (χαμηλές πιέσεις), ii) σφαιρικοί κρουνοί με σώμα ανοξειδωτο και ειδικούς δακτύλιους, κατάλληλοι και για υψηλές πιέσεις, iii) κρουνοί με κωνικό ή σφαιρικό σώμα που εκτός από όργανα διακοπής μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν ρυθμιστικά όργανα ροής.

Για καλύτερη στεγανότητα χρησιμοποιούνται ροδέλλες, που πιέζονται πάνω στο σώμα με ελατήρια.

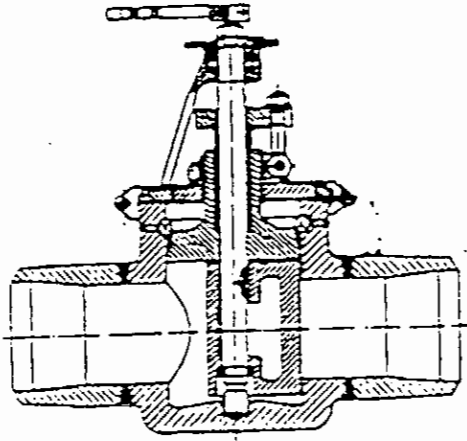
Τέλος τα όργανα διακοπής (τελευταία εξέλιξη) που χρησιμοποιούνται είναι ειδικά κλαπέττα ανεπιστροφής χαμηλής ή υψηλής πίεσεως (σχήμα 5-8).



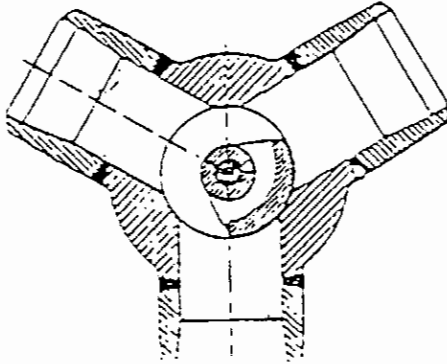
Αποφρακτικός κρουνός



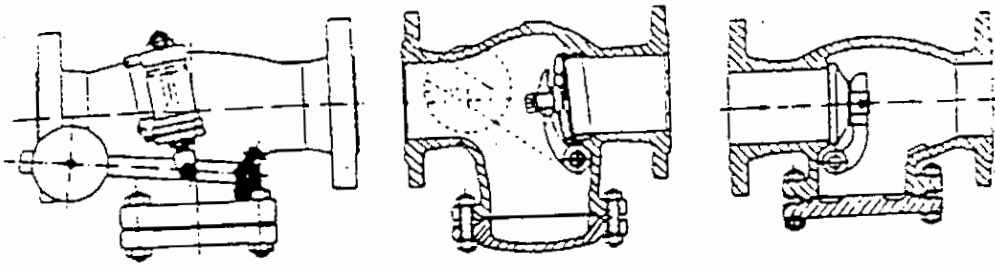
Σφαιρικός κρουνός



Ρυθμιστικός κρουνός



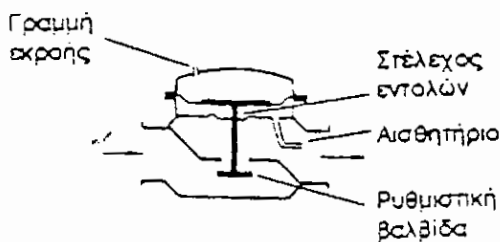
Σχ. 5.7. Είδη κρουνών



Σχ. 5-8. Κλαπέττα

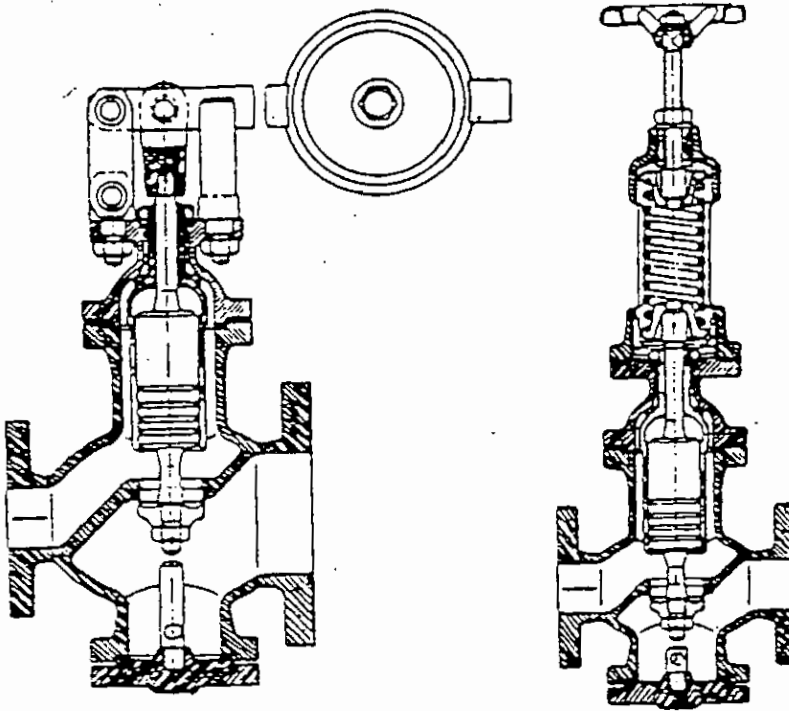
ii) Όργανα ρυθμίσεως.

Για τη σωστή λειτουργία του δικτύου σημαντική είναι η ρύθμιση πίεσεως, είτε πρόκειται για τροφοδοσία πόλεων είτε μικρών πελατών. Η βασική αρχή λειτουργίας έχει ως εξής: Υπάρχει μία ρυθμιστική διάταξη πραγματοποίησης της διδομένης εντολής. Οι ρυθμιστές πίεσεως μπορεί να λειτουργούν, είτε αυτεξούσια (χωρίς βοηθητική ενέργεια) είτε να χρειάζονται για τη λειτουργία τους κάποια βοηθητική ενέργεια. Στο σχήμα 5-9 φαίνεται σχηματικά ένας απλός ρυθμιστής με αντίβαρο. Είναι μία απλή κατασκευή, που χρησιμοποιείται σε πολλές περιπτώσεις.



Σχ. 5-9. Ρυθμιστής με αντίβαρο.

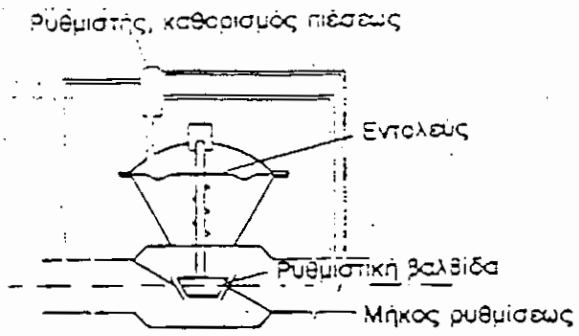
Μία διαφοροποίηση του παραπάνω τρόπου λειτουργίας είναι αντί για αντίβαρο να χρησιμοποιηθεί ελατήριο. Δύο διαφορετικά είδη ρυθμιστών φαίνονται στο σχήμα 5-10.



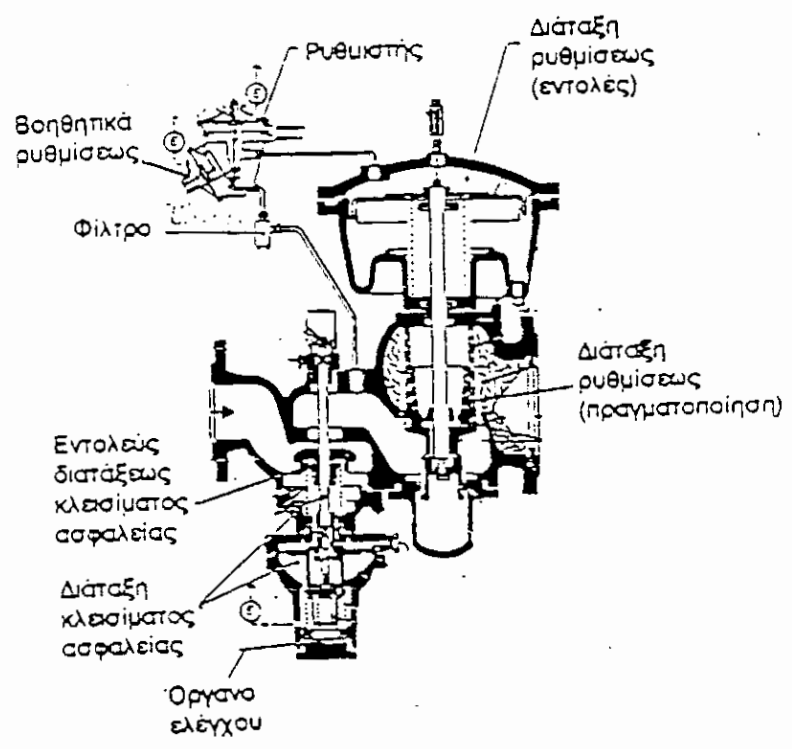
Σχ. 5-10 Ρυθμιστές με αντίβαρο (αριστερά) και με ελατήριο (δεξιά)

Η προπίεση ασκεί δυνάμεις ίσες περίπου και αντίθετες στο έμβολο και στη βαλβίδα. Η μεταπίεση (αντίθλιψη) ισοσταθμίζεται με το ελατήριο ή το αντίβαρο. Όταν η μεταπίεση αυξάνεται κλείνει η διατομή διόδου (πλησιάζει η βαλβίδα την έδρα της) ενώ όταν η μεταπίεση μειώνεται υπερτερεί η δύναμη του ελατηρίου ή του αντίβαρου και ανοίγει ο ρυθμιστής (απομακρύνεται η βαλβίδα από την έδρα της).

Για μεγαλύτερες ποσότητες αερίου χρησιμοποιούνται ρυθμιστές της αρχής λειτουργίας του σχήματος 5-11.



Ρυθμιστής πίεσης για
μεγαλύτερη ροή

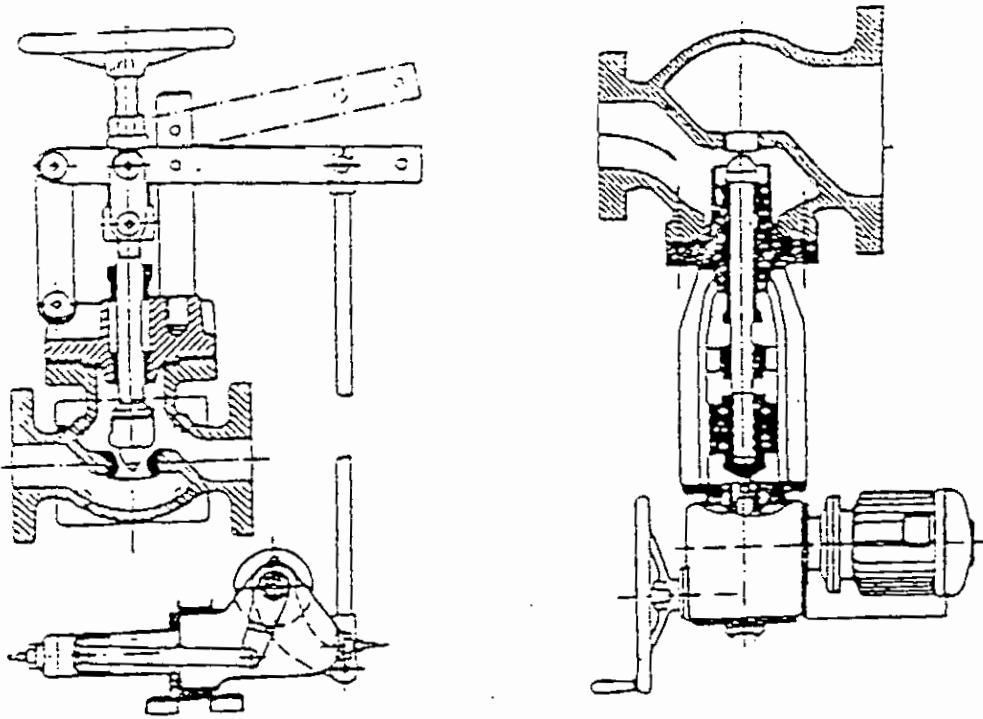


Σχ. 5-11. Ρυθμιστής με διάταξη ασφαλείας.

Για τους ρυθμιστές με βοηθητική ενέργεια μπορούμε να πούμε, ότι κυρίως είναι δύο ειδών: i) με πεπιεσμένο λάδι, ii) με ηλεκτροκινητήρα

Στην περίπτωση i) πλεονέκτημα είναι ότι επιτρέπει όχι μόνο ακριβή ρύθμιση αλλά και ασφαλές κλείσιμο (ασκώντας μεγάλες δυνάμεις), όταν χρειασθεί κάτι τέτοιο.

ii) πλεονέκτημα είναι ότι εντάσσεται ευκολότερα σε αυτόματα συστήματα, παρέχει δε εν ανάγκη δυνατότητα χειροκίνητης λειτουργίας. Τέτοιοι ρυθμιστές φαίνονται στο σχ. 5-12.



Σχ. 5-12. Ρυθμιστής με λάδι και ρυθμιστής με ηλεκτροκινητήρα.

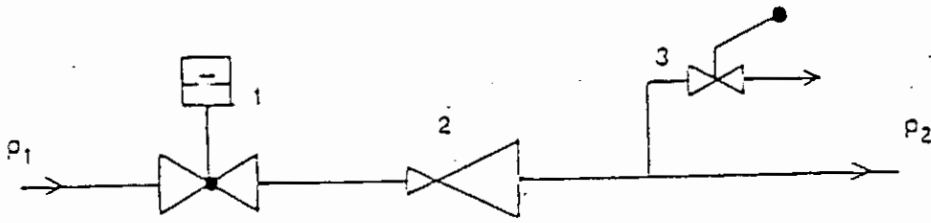
iii) Όργανα ασφαλείας

Στα δίκτυα αερίου χρησιμοποιούνται δύο ειδών όργανα ασφαλείας.

i) Όργανα που διακόπτουν την παροχή αερίου

ii) Όργανα που διώχνουν το αέριο προς την ατμόσφαιρα.

Η τοποθέτησή τους σε ένα σταθμό μειώσεως ^{πίεσης} φαίνεται στο σχ.5-13



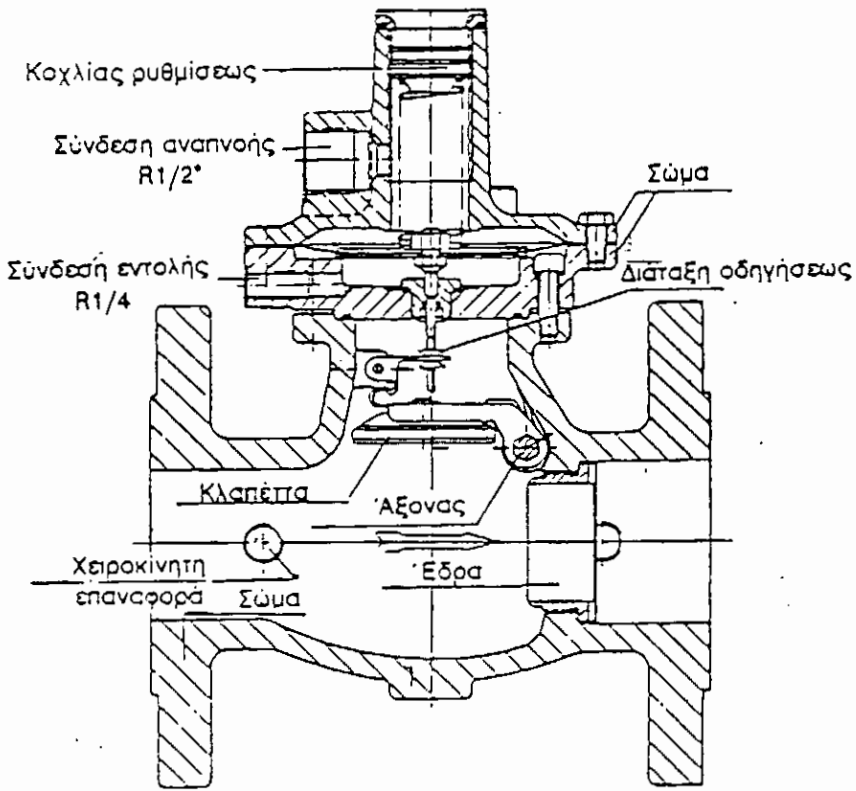
Σχ. 5-13. Τοποθέτηση ασφαλιστικών σε ένα σταθμό μείωσης πίεσεως

1=αεριοαγωγιμότητα διακοπής, 2=μειωτής(ρυθμιστής) πίεσεως,3=ασφαλιστικό εκροής προς την ατμόσφαιρα.

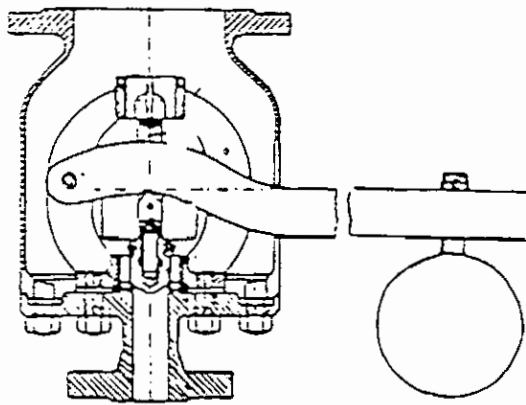
Το όργανο ασφαλείας πρέπει να τοποθετείται πριν από το ρυθμιστή πίεσεως. Αυτό διακόπτει την παροχή του αερίου, όταν η πίεση στο δίκτυο P_2 κατέλθει κάτω ορισμένου ορίου, που σημαίνει ότι κάπου υπάρχει μεγάλη διαφυγή. Διακόπτει επίσης την παροχή αερίου, όταν η πίεση P_2 είναι πολύ μεγάλη, που σημαίνει ότι δεν λειτουργεί σωστά ο ρυθμιστής πίεσεως και ότι το ασφαλιστικό 3 ή δεν λειτουργεί ή δεν επαρκεί.

Φυσικά, το ασφαλιστικό επενεργεί σε σοβαρές περιπτώσεις γι' αυτό δεν επιτρέπεται να επαναλειτουργήσει μόνο του, αλλά πρέπει να τεθεί ξανά σε λειτουργία με επέμβαση εξουσιοδοτημένου τεχνικού. Ένα χαρακτηριστικό είδος οργάνου ασφαλείας δια διακοπής φαίνεται στο σχήμα 5-14.

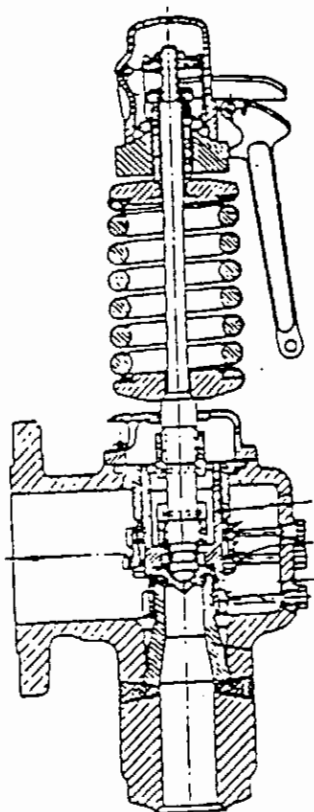
Χαρακτηριστικοί τύποι ασφαλιστικών με διοχέτευση του αερίου προς την ατμόσφαιρα είναι οι εμφανιζόμενοι στα σχήματα 5-15, 5-16. Είναι ασφαλιστικά με αντίβαρο και με ελατήριο. Τοποθετούνται μετά το ρυθμιστή πίεσεως και ο σκοπός τους είναι αν ανέβει η πίεση P_2 (σχ. 5-13) εγκαίρως να εκδιώξουν προς την ατμόσφαιρα ποσότητα αερίου, ώστε να κατέβει η πίεση P_2 και να μην ενεργοποιηθεί το ασφαλιστικό διακοπής.



Σχ. 5-14. Τυπικό όργανο ασφαλείας δια διακοπής.



Σχ. 5-15. Ασφαλιστικό με αντίβαρο



Σχ. 5-16. Ασφαλιστικό με ελατήριο

5.9. Διατάξεις υποβιβασμού πίεσεως

Στην κατασκευή των δικτύων αερίων σημαντικό ρόλο παίζουν οι διατάξεις υποβιβασμού της πίεσεως. Οι διατάξεις υποβιβασμού βρίσκονται στα εξής σημεία:

α) Στο σύστημα παραγωγής του αερίου για τη ρύθμιση της πίεσεως των διατάξεων επεξεργασίας του αερίου (π.χ. καθαρισμού κ.λ.π.) ή για τη ρύθμιση της πίεσεως του αερίου κατά την εισαγωγή στο τηλεδίκτυο μεταφοράς.

β) Κατά την τροφοδότηση των τοπικών αστικών δικτύων (ή των δικτύων μεγάλων καταναλωτών) από τα τηλεδίκτυα μεταφοράς. Οι υποσταθμοί αυτοί έχουν και διατάξεις μετρήσεως.

γ) Στη μείωση της υψηλής πίεσεως των τοπικών δικτύων προς δίκτυα μέσης ή χαμηλής πίεσεως διανομής.

δ) Στη σύνδεση οικιακών και εμπορικών καταναλωτών, στην περίπτωση που η πίεση διανομής είναι μεγαλύτερη από την πίεση λειτουργίας των συσκευών και σε συνδυασμό με τη μέτρηση του αερίου.

ε) Σε διάφορες ειδικές περιπτώσεις.

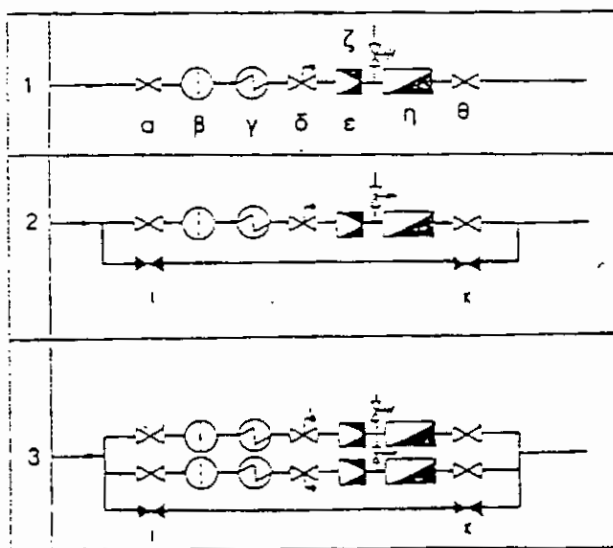
Για το σχεδιασμό συστημάτων μείωσης και ρυθμίσεως της πίεσεως πρέπει να είναι γνωστές η αρχική και τελική πίεση και η ρέουσα ποσότητα αερίου. Επίσης σημαντική είναι και η καμπύλη ζήτησεως αερίου γιατί είναι ουσιώδους σημασίας ο τρόπος που μεταβάλλεται η ζήτηση.

Συνήθως είναι δύσκολο να υπάρχει τέτοια καμπύλη γι' αυτό στις περισσότερες περιπτώσεις γίνεται εκτίμηση με βάση το πλήθος και το είδος των καταναλωτών.

Στους σταθμούς μείωσης και ρυθμίσεως πίεσεως γίνονται και άλλες διεργασίες όπως:

- φιλτράρισμα από σκόνες και στερεά
- προθέρμανση, εφ' όσων κρίνεται αναγκαία
- προφύλαξη των διατάξεων χαμηλής πίεσεως, είτε από υπερβολική πίεση, είτε από πολύ χαμηλή πίεση, που μπορεί να προέρχεται και από μεγάλη διαφυγή.
- ρύθμιση και καταγραφή μεγεθών που παρουσιάζουν ενδιαφέρον.
- πρόσδοση οσμής στο διανεμόμενο αέριο για λόγους ασφαλείας.

Οι πιο συνηθισμένες διατάξεις υποσταθμών μείωσης και μετρήσεως στο σχήμα 5-17.



Σχ. 5-17. Απλές διατάξεις μείωσης και ρυθμίσεως πίεσεως και μετρήσεως του αερίου

Στην περίπτωση (1) κάθε διακοπή οποιαδήποτε ώρα πρέπει να είναι επιτρεπτή από τους καταναλωτές. Είναι υποσταθμός μιάς απλής γραμμής και αποτελείται από :

α = όργανο διακοπής

β = φίλτρο

γ = προθερμαντήρα ηλεκτρικό ή καλλύτερα με θερμό νερό που παρασκευάζεται με αέριο σε ανεξάρτητο παρακείμενο χώρο

δ = ασφαλιστικό διακοπής (όπως αυτό του σχ. 6-14)

ϵ = μειωτή (ρυθμιστή) πίεσεως

ζ = ασφαλιστικό διοχετεύσεως αερίου στην ατμόσφαιρα (περίπτωση υπερπίεσεως μη ικανής να ενεργοποιήσει το ασφαλιστικό δ).

η = μετρητής αερίου

θ = όργανο διακοπής

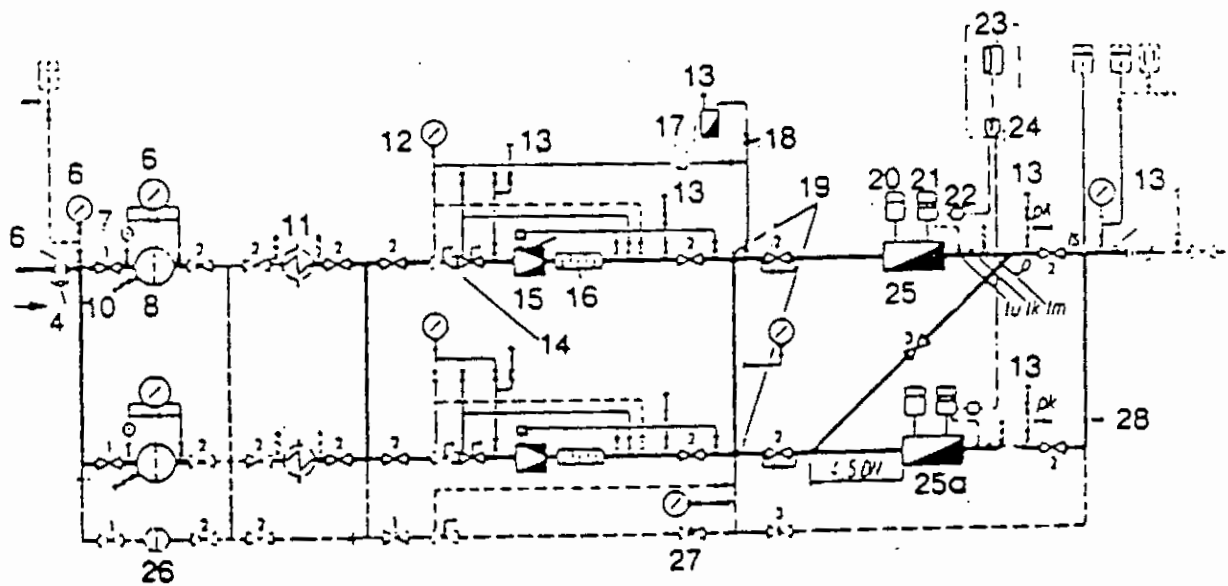
Η περίπτωση (2) διαφέρει από την (1) από το γεγονός ότι υπάρχει παρακαμπτήρια γραμμή με δύο αποφρακτικά όργανα που αν η κύρια γραμμή υποστεί βλάβη κλείνουν τα κύρια αποφρακτικά της όργανα α και θ και ανοίγουν τα ι και κ που προσωρινά ρυθμίζουν και την πίεση χειροκίνητα, δεδομένου ότι το κ έχει και ρυθμιστικές ικανότητες. Τέτοιοι υποσταθμοί χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που επιτρέπεται μόνο μικρού χρόνου διακοπή λειτουργίας.

Η περίπτωση (3) χρησιμοποιείται στην περίπτωση που δεν επιτρέπεται διακοπή λειτουργίας. Γι' αυτό διαμορφώνονται σταθμοί με δύο πλήρεις γραμμές παράλληλες, από τις οποίες εργάζεται μόνο η μία ενώ η άλλη μένει εφεδρική. Σε περίπτωση βλάβης αυτής που λειτουργεί τίθεται χειροκίνητα, με τηλεχειρισμό ή και αυτόματα σε λειτουργία η εφεδρική ενώ απομονώνεται η πρώτη. Για την εξασφάλιση και από την απίθανη περίπτωση βλάβης και αυτής της εφεδρικής γραμμής υπάρχει παρακαμπτήρια γραμμή με χειροκίνητη ρύθμιση.

Οι υποσταθμοί αυτοί μπορούν ανάλογα με τις πιέσεις και το μέγεθος να τοποθετηθούν σε ιδιαίτερα οικήματα, σε ελεύθερους χώρους, υπέργεια ή υπόγεια, σε εταλλικά ερμάρια στα πεζοδρόμια, ή σε υπόγειους χώρους οικοδομών. Για χαμηλές πιέσεις από 100 mbar έως 4 bar επιτρέπεται να τοποθετηθούν οι υποσταθμοί σε λειστούς χώρους, ακόμη και σε υπόγεια κατοικιών.

Για υψηλές πιέσεις (πιέσεις τηλεδικτύων) απαιτείται ανεξάρτητος υπέργειος ή υπόγειος οικίσκος.

Ένας πλήρης υποσταθμός μείωσης και ρυθμίσεως της πίεσεως φαίνεται στο σχήμα 5-18.



Σχ. 5-18 Σταθμός υποβιβασμού και ρυθμίσεως πίεσεως για μεγάλες πιέσεις

- 1= όργανο διακοπής μη ευπαθές σε σκόνες κ.λ.π.
- 2= σύρτης ή κρουνός
- 3= Σύρτης με πλάκες και ελατήρια
- 4= διάταξη εξασφαλίζουσα από σπινθήρες
- 5= τεμάχιο μονωτικό μη ηλεκτραγωγό για την ηλεκτρική απομόνωση του τμήματος του αγωγού, που βρίσκεται υπό καθοδική προστασία.
- 7= μικρό φίλτρο μανόμετρου
- 8= διαφορικό μανόμετρο για την αντίσταση του φίλτρου
- 9= κανονικό φίλτρο του συνόλου του αερίου.
- 10=μαστός με αποφρακτικό όργανο για την εκφύσηση της συγκεντρωμένης σκόνης στο φίλτρο
- 11=προθερμαντήρας αερίου με θερμό νερό
- 12=καταγραφικό μανόμετρο μεγάλης ακρίβειας
- 13=δυνατότητα εκπομπής προς την ατμόσφαιρα
- 14=ασφαλιστικό διακοπής
- 15=μειωτής πίεσεως μιάς ή περισσότερων βαθμίδων
- 16=αποσβεννυτής ταλαντώσεων
- 17=μετρητής αερίου, που εκδιώκεται στη ατμόσφαιρα
- 18=ασφαλιστικό λειτουργούν με υπερπίεση
- 19=πρόσδοση οσμής

20=όργανο μετρήσεως φορτίου

21=όργανο επανεκτιμήσεως ποσότητας

22=όργανο που δίδει εντολές (ωθήσεις, Impulse).

23=όργανο τιμολογιακού καθορισμού

24=σύστημα αθροιστικό

25=μετρητής αερίου

25α=εφεδρικός μετρητής αερίου

26=μικρό φίλτρο

27=αποφρακτικό και ρυθμιστικό όργανο

28=σύνδεση με παρακείμενες εγκαταστάσεις όπως π.χ. ο παραγωγός του

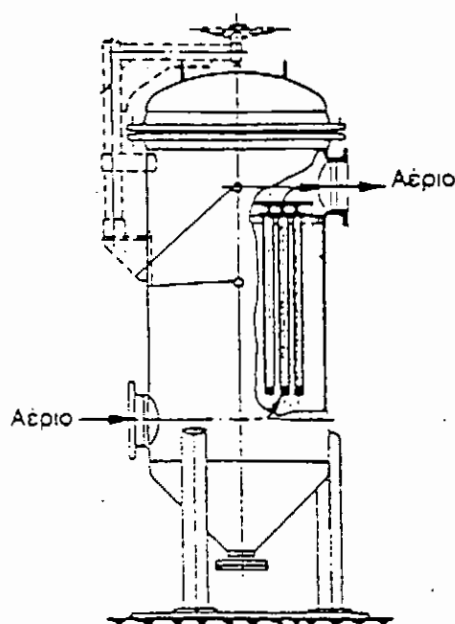
θερμού νερού

Παρατηρήσεις:

α) Θα πρέπει να υπάρχει πλήρης ηλεκτρική απομόνωση του υποσταθμού και του δικτύου που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία από το κεντρικό δίκτυο. Το τροφοδοτούν δίκτυο θα είναι χαλύβδινο και επομένως θα έχει καθοδική προστασία, έναντι Κορροσion. Δεν πρέπει λοιπόν να υπάρχει δυνατότητα διαφυγής του ρεύματος αυτού, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να προβλεφθούν διατάξεις που να εξασφαλίζουν από τη δημιουργία σπινθήρων.

β) Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην επιλογή των οργάνων διακοπής. Αυτά μπορεί να είναι σύρτες, κλαπέττα ή κρουνοί. Τα όργανα αυτά δεν πρέπει να παρουσιάζουν ευπάθεια στη σκόνη που πιθανώς να μεταφέρει το αέριο.

γ) Σε χαλύβδινα δίκτυα - κάποιας ηλικίας - είναι πιθανό να παρουσιαστούν σκουριές, είτε από Κορροσion είτε από άλλα αίτια. Γι' αυτό συνιστάται η τοποθέτηση φίλτρων όπως αυτό του σχήματος 5-19. (Τα φίλτρα της σκόνης βρίσκονται τοποθετημένα μέσα σε πιεστικό δοχείο).



Σχ. 5-19. Φίλτρο

δ) Η μείωση της πίεσεως συνοδεύεται και με μείωση της θερμοκρασίας, κατά το φαινόμενο Joule-Thomson. Εάν η μείωση της πίεσεως είναι αξιόλογη, αξιόλογη είναι και η μείωση της θερμοκρασίας. Για το φυσικό αέριο η εμπειρία έδειξε ότι :

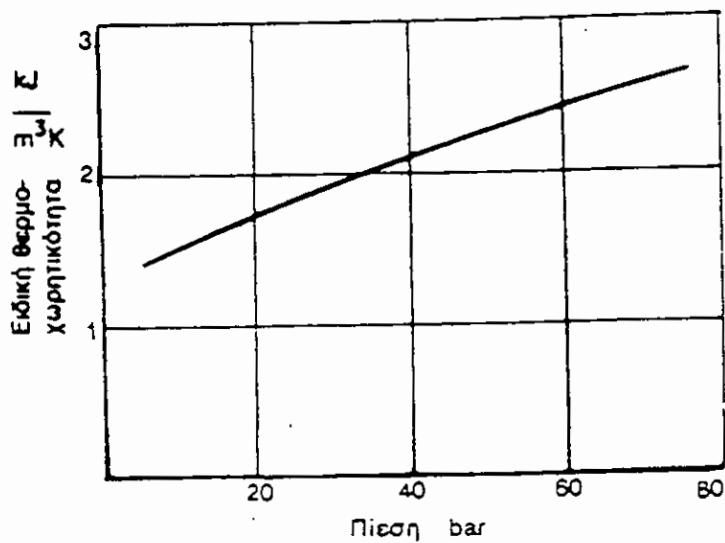
$$dt/dp \approx 0,4 \text{ K/bar.}$$

Στους σταθμούς φυσικού αερίου πρέπει να προβλεφθεί κάποια αυξημένη θερμοκρασία εξαγωγής για να αντιμετωπισθούν εξ' αρχής άλλες μειώσεις της. Η θερμότητα που πρέπει να δοθεί στο αέριο από τον προθερμαντήρα είναι :

$$Q = V_n \cdot C_p [(p_1 - p_2) dt/dp + (t_2 + t_1)]$$

οι δείκτες 1,2 σημαίνουν εισαγωγή και εξαγωγή από τον υποσταθμό.

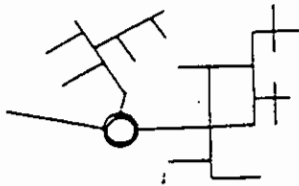
Η εξάρτηση της ειδικής θερμοχωρητικότητας από την πίεση (για τις συνθήκες εργασίας t_1) δίνεται στο σχήμα 5-20.



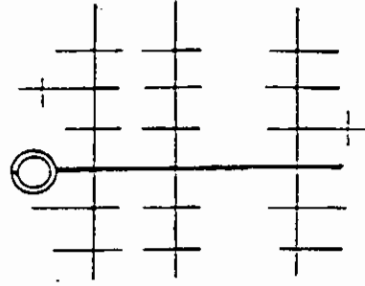
Σχ. 5-20. Μεταβολή ειδικής θερμοχωρητικότητας σε συνάρτηση με την πίεση.

5.10. Είδη δικτύων

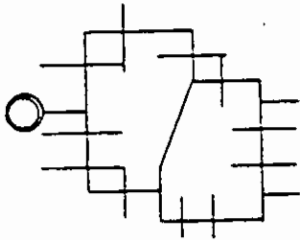
Ανάλογα με τις τυπικές συνθήκες και περιπτώσεις έχουμε μία γκάμα από διάφορα είδη δικτύων, τα κύρια των οποίων φαίνονται στο σχήμα 5.21



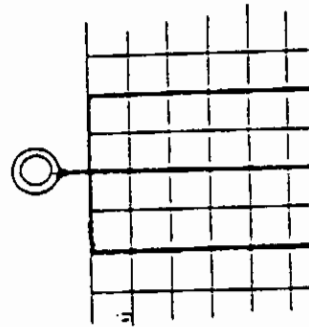
α = ακτινωτό δίκτυο



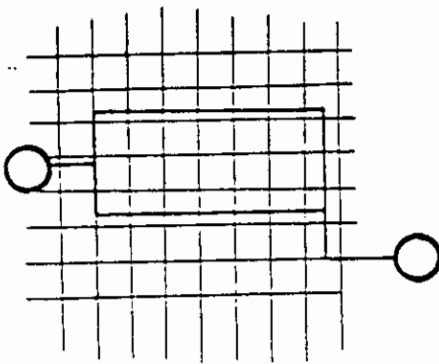
β = διακλαδίζόμενο ή δένδραιοδές δίκτυο



γ = δακτυλιοειδές δίκτυο



δ = δίκτυο κοινικού κτύου τροφοδοτούμενο από απένες



ε = δίκτυο κοινικού κτύου τροφοδοτούμενο από ζεύγος διπλής τροφοδοτησεως

Σχ. 5.21 Είδη Δικτύων

Αναλυτικά έχουμε:

α) **Το ακτινωτό δίκτυο:** Είναι το φτηνότερο όσο αφορά το κόστος κατασκευής. Έχει όμως μικρές δυνατότητες ισχύος (δηλαδή διανομής αερίου) και τη μικρότερη ασφάλεια τροφοδότησης.

β) **Το κανονικό διακλαδιζόμενο δίκτυο (δενδροειδές):** Αποτελείται από ένα αγωγό από τον οποίο ξεκινούν δένδρα αγωγών διανομής. Πρόκειται για δίκτυο με μικρό κόστος κατασκευής, με μέσες δυνατότητες ισχύος και μέση ασφάλεια τροφοδότησης. Το κύριο προσόν του είδους αυτού είναι ότι παρέχει τη δυνατότητα συνδέσεως των κλάδων (σε περίπτωση ανάγκης τροφοδότησης νέων καταναλωτών ή και μεγαλύτερων) ή και τροφοδότησης του κυρίου αγωγού με δεύτερη πηγή.

γ) **Το δακτυλιοειδές δίκτυο:** Έχει μεσαίο κόστος κατασκευής, έχει μεγάλη δυνατότητα ισχύος και ικανοποιητική ασφάλεια τροφοδότησης.

δ) **Το δίκτυο κανονικού ιστού:** (τροφοδοτημένο από ακτίνες). Στοιχίζει πολύ σαν επένδυση, έχει μεγάλη δυνατότητα από άποψη ισχύος και μεγάλη ασφάλεια τροφοδότησης.

ε) **Το δίκτυο κανονικού ιστού:** (Τροφοδοτούμενο από βρόχο). Έχει υψηλό κόστος κατασκευής, έχει πολύ μεγάλη δυνατότητα ισχύος και πολύ μεγάλη ασφάλεια τροφοδότησης.

Αν δεχθούμε ότι τα κύρια κριτήρια για τη διαμόρφωση ενός δικτύου είναι:

- το κόστος κατασκευής να είναι μικρό
- η ασφάλεια τροφοδότησης να είναι μεγάλη.

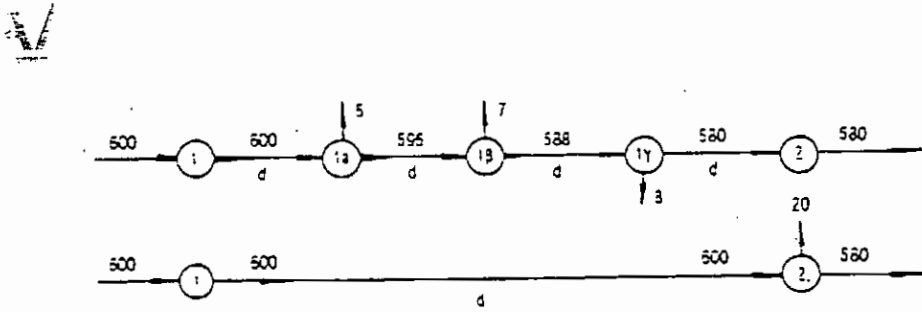
Τότε το καλύτερο είδος δικτύου είναι το κανονικό διακλαδιζόμενο δηλαδή το δενδροειδές δίκτυο. Αυτό προτείνεται στις περισσότερες περιπτώσεις.

5.11. Υπολογισμός δικτύου

Για τον υπολογισμό ενός δικτύου πρέπει να διαμορφώσουμε ένα σχέδιο υπολογισμού του από το υπό κλίμακα σχέδιο του. Το σχέδιο υπολογισμού θα αποτελείται από:

Ευθύγραμμο τμήμα: Είναι ένα δισυνδεδεμένο τμήμα του δικτύου, στο οποίο δεν μεταβάλλεται η διατομή ή και ο ρέων όγκος. Επίσης κάθε σημείο στο μήκος του ευθυγράμμου τμήματος δεν μεταβάλλεται η τραχύτητα του σωλήνα.

Το άθροισμα των επί μέρους ευθύγραμμων τμημάτων, που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αντίσταση τριβής αποτελούν την **κύρια γραμμή** (σχ. 5.22)



Σχ. 5.22. Απλούστευση σχεδίου υπολογισμού. Πραγματική απεικόνιση.

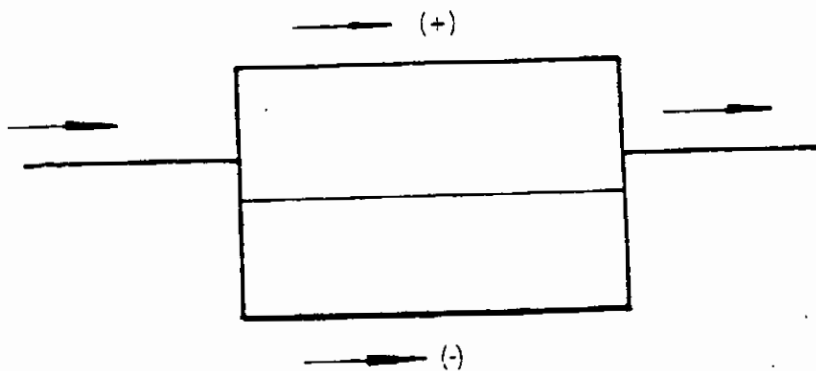
Για την απλούστευση του όλου σχεδίου υπολογισμού του δικτύου συγκεντρώνουμε όλους τους καταναλωτές ενός τμήματος στον επόμενο κόμβο, οπότε τα προς υπολογισμό τμήματα 1-1_α - 1_α - 1_β ... 1_γ -2 γίνονται ένα τμήμα 1-2 με την ίδια διάμετρο d και με τον ίδιο ρέοντα όγκο (600 m^3). Με τη διαδικασία αυτή παρουσιάζονται κάποια σφάλματα όπου για διαμέτρους πάνω του DN 50 μπορούν να αγνοηθούν.

Όπως συμβαίνει και στα ηλεκτρικά κυκλώματα με τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα στους αγωγούς των διαφόρων συστημάτων ισχύουν οι νόμοι του Kirchhoff, κάτι ανάλογο συμβαίνει και εδώ. Σε κάθε **κόμβο** ο εισερχόμενος όγκος περίπου ισούται με τον εξερχόμενο (**1ος νόμος Kirchhoff**).

Κάθε κόμβος μπορεί να φορτισθεί με παρισσότερους καταναλωτές.

Εαν μία γραμμή μεταφοράς διακλαδισθεί σε δύο ή περισσότερες ή περισσότερες γραμμές που συνδέονται σε μία γραμμή που συνεχίζεται η ροή, όπως φαίνεται στο σχ. 5-23, έχουμε περίπτωση **βρόχου**. Σε κάθε βρόχο χαρακτηρίζουμε

τις πτώσεις πίεσης των ροών που ακολουθούν τη φορά των δεικτών του ρολογιού σαν θετικές και τις πτώσεις πίεσης των ροών που είναι αντίθετες προς τη φορά των δεικτών του ρολογιού σαν αρνητικές. Υπό αυτές τις συνθήκες το άθροισμα των πιέσεων κάθε βρόχου είναι μηδέν (2ος νόμος Kirchhoff).

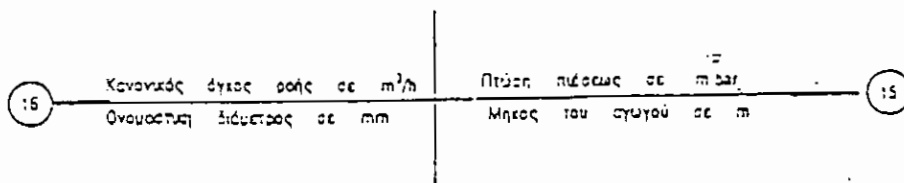


Σχ. 5-23. Βρόχος

Η παράλληλη σύνδεση περισσότερων απλών βρόχων αποτελούν τον **πολλαπλό βρόχο**. Για τον υπολογισμό των πολλαπλών βρόχων φτάνει να τους χωρίσουμε σε απλούς βρόχους που πρέπει να βρίσκονται μεταξύ τους σε ισορροπία πίεσεως. Αν δεν βρίσκονται στην ισορροπία πίεσεως παρουσιάζονται άλλες ροές από τις επιθυμητές.

Στο σχέδιο που δημιουργούμε για να υπολογίσουμε ένα δίκτυο θα πρέπει να:

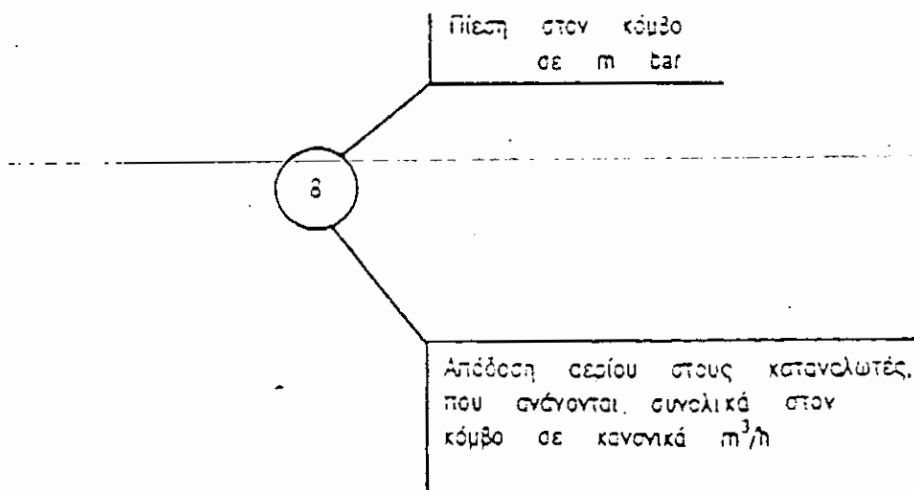
- αναγράφουμε τους κόμβους με τον αριθμό τους εντός κύκλου
- αναγράφουμε τη θέση τροφοδότησης με τον αριθμό εντός κύκλου παχιάς γραμμής
- στη συνδέουσα δύο κόμβους γραμμή, γράφουμε τη φορά της ροής και τα κύρια χαρακτηριστικά του τμήματος, όπως φαίνεται στο σχήμα 5-24.



Π.Σ.

Σχ. 5-24 Αναγραφόμενα στοιχεία

- στους κόμβους αναγράφουμε πίεση και απόδοση στους καταναλωτές που ανάγονται σ' αυτούς, όπως φαίνεται στο σχήμα 5-25.



Σχ. 5-25. Αναγραφές στους κόμβους

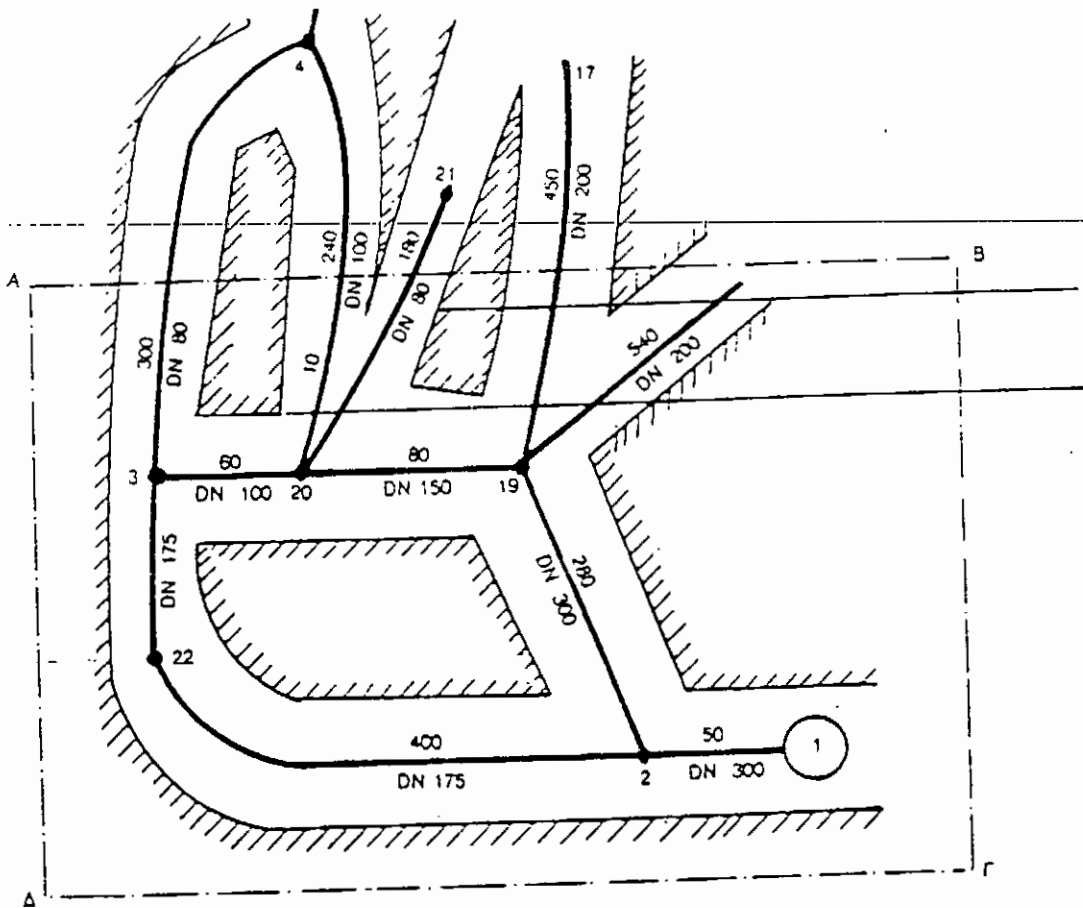
Για να κατανοηθούν όλα αυτά θα ακολουθήσουμε ένα παράδειγμα: π.χ.

Έστω τμήμα δικτύου πόλεως, όπως φαίνεται στο σχήμα 5-26, και ότι για το αναφερόμενο στην περιοχή ΑΒΓΔ δίκτυο πρέπει να γίνει ο υπολογισμός. Για το λόγο αυτό γίνεται το σχέδιο υπολογισμού που φαίνεται στο σχήμα 5-27, όπου σημειώνονται:

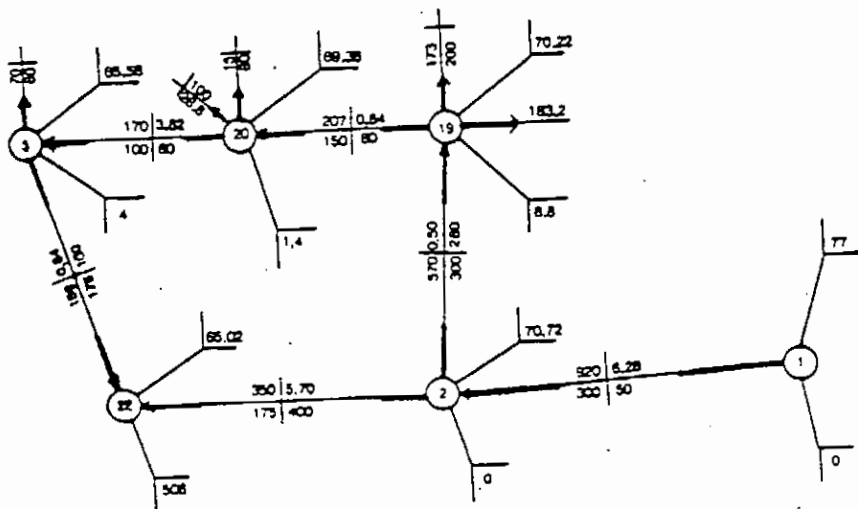
α) Οι κόμβοι 1 (τροφοδοτικός) 2,19,20,3 και 22.

β) Οι μεταξύ τους αποστάσεις

γ) Οι ρέουσες ποσότητες αερίου και οι καταναλώσεις των τμημάτων, που μεταφέρονται στους κόμβους



Σχ. 5-26 Τμήμα δικτύου πόλεως



Σχ. 5-27. Παράσταση δικτύου περιοχής ΑΒΓΔ στο σχέδιο υπολογισμού

Έτσι προβαίνουμε στον υπολογισμό αερίου σε όλους τους κόμβους. Εκλέγονται προσωρινές διαμέτροι και ακολουθούν ο υπολογισμός των αντιστάσεων ροής και των πτώσεων πίεσης. Στη συνέχεια ο υπολογισμός επαναλαμβάνεται με διόρθωση διαμέτρων (ή και όγκων ροής δεδομένου, ότι πάντοτε γίνεται πρόβλεψη για το μέλλον) ώστε να συμπέσουν ροές και πτώσεις πίεσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο Προβλήματα στην Κατανάλωση

6.1. Το πρόβλημα των Αιχμών

Ένα σημαντικό πρόβλημα που έχουν οι εταιρείες αερίου να αντιμετωπίσουν είναι το πρόβλημα της καλύψεως των αιχμών που από τις μικρές ή μεγάλες εταιρείας διανομής μεταφέρεται και στις εταιρείες μεταφοράς. Γνωρίζουμε ότι η παραγωγή ή η προμήθεια αερίων μόνο εντός ορίων μπορεί να αυξομειωθεί, για το φυσικό αέριο δε εντός πολύ περιορισμένων ορίων. Οι οικιακοί καταναλωτές χρησιμοποιούν πολύ αέριο 11 π.μ. με 1 μ.μ. που οι ανάγκες είναι αυξημένες (μαγείρευμα, μπάνιο κ.λ.π.)

Οι εμπορικοί καταναλωτές έχουν τις δικές τους αιχμές ανάλογα με το καθημερινό ωράριο, ενώ οι βιομηχανικοί καταναλωτές παρουσιάζουν αιχμές ανάλογα με τη διαδικασία της παραγωγής τους. Οι περισσότεροι από αυτούς δεν έχουν κατανάλωση την Κυριακή ή το Σαββατοκύριακο. Έτσι παρουσιάζονται διαφορές κατανάλωσης και κατά τη διάρκεια της ημέρας (ως προς τη μέση κατανάλωση της ημέρας $B_n = m^3/h$ και κατά τη διάρκεια της εβδομάδας $B_d = m^3/h$)

Η μεγαλύτερη διαφορά καταναλώσεων παρουσιάζεται μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού λόγω της χρήσεως των θερμάνσεων. Έτσι π.χ. οι ανάγκες μίας οικογένειας 3,3 ατόμων είναι περίπου 500-600 m^3/a (κυβικά/έτος) ενώ ένα μέσο διαμέρισμα 70 m^2 χρειάζεται για θέρμανση της περιόδου των 150-180 ημερών 800 έως 1500 m^3/a ανάλογα με την περιοχή που βρίσκεται η κατοικία.

Μέσω των υπεύθυνων γερμανικών στοιχείων από το VDI και το DVGW που παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες μπορούμε να υπολογίσουμε την κατανάλωση

για διάφορα κτίρια. Στον πίνακα 6-1 δίνονται στοιχεία για τις ώρες πλήρους θερμάνσεως ενώ στον πίνακα 6-2 βρίσκουμε τους διαφόρους συντελεστές διορθώσεως που μας δίνουν την εστία κατανάλωσης για ένα κτίριο όγκου $V: B_s = V \cdot B_s \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5$

όπου B_s : μία σταθερή κατανάλωση $9m^3/έτος$ και m^3 θερμαινόμενου χώρου, μία σταθερά που δέχεται ο DVGW.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-1 Ωρες πλήρους θερμάνσεως για διάφορα κτίρια σε h/έτος

Είδος κτηρίου	Ωρες πλήρους θερμάνσεως ανά έτος
Μονοκατοικία πλήρους ρυθμίσεως	1850
Πολυκατοικία με κεντρική θέρμανση	1930
Πολυκατοικία με θέρμανση κατ' όροφο	1850
Πολυκατοικία με θέρμανση κατά δωμάτιο	όπως στον πιν. 6 - 2
Κτήριο γραφείων	2620
Νοσοκομείο	2620
Σχολείο πρωϊνής λειτουργίας (7 - 13)	1370
Σχολείο πρωϊνής και απογευματινής λειτουργίας	1510

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-2. Συντελεστές διορθώσεως κατά DVGW-G674

Συντελεστής διορθώσεως f_1 για τον αριθμό δωματίων της θερμαινόμενης κατοικίας	
1 δωμάτιο	1,15
2 δωμάτια	1,07
3 δωμάτια	1,00
4 δωμάτια και άνω	0,94
Συντελεστής διορθώσεως f_2 για το είδος της οικοδομής	
Πολυκατοικία	1,00
Μονοκατοικία	1,25
Μονοκατοικία ελεύθερη παντεχόθεν	1,50
Συντελεστής διορθώσεως f_3 για το είδος του αερίου	
Αέριο πόλεως	1,45
Φυσικό αέριο L	1,00
Φυσικό αέριο H	0,95
Συντελεστής διορθώσεως f_4 για τον τρόπο λειτουργίας	
Συνεχής θέρμανση	1,3
Θέρμανση περισσότερων ωρών ανα ημέρα	1,0
Θέρμανση ολιγοτέρων ωρών ανα ημέρα	0,7
Συντελεστής διορθώσεως f_5 για την μονωση	
Κτίρια με ισχυρή μονωση	0,75
Κτίρια χωρίς ιδιαίτερη μονωση	1,00

Βλέπουμε λοιπόν πως οι διαφορές καταναλώσεων παρουσιάζονται είτε στην ημέρα, είτε στην εβδομάδα, είτε στο έτος και πρέπει να αντιμετωπιστούν. Η αντίμετωση γίνεται με τους παρακάτω τρόπους:

- α) Με αεριοφυλάκια χαμηλής ή υψηλής πίεσεως
- β) Με αποθήκευση σε σωληνώσεις υψηλής πίεσεως
- γ) Με προσθήκη προσθέτων αερίων
- δ) Με ανάληψη αερίου από μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους
- ε) Με αλλαγή καυσίμου στους μεγάλους καταναλωτές.

6.2. Αποθήκευση σε αεριοφυλάκια

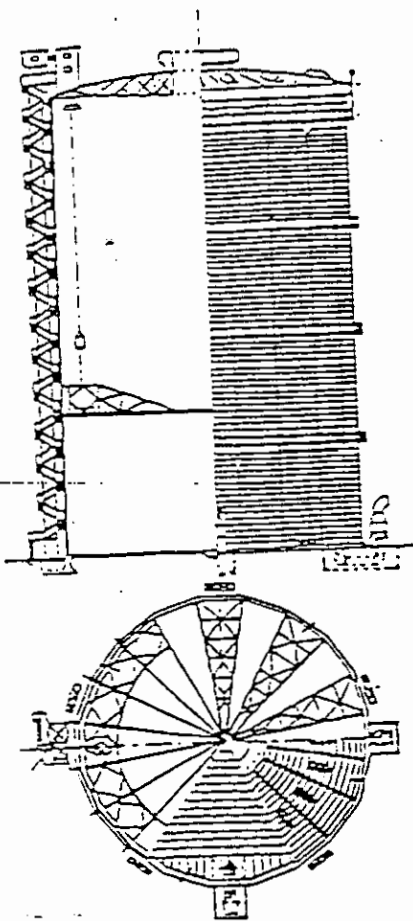
Παλιότερα, όταν η πίεση διανομής ήταν μικρή λειτουργούσαν αεριοφυλάκια χαμηλής πίεσης. Τα αεριοφυλάκια αυτά ασκούσαν πίεση στο αέριο ανάλογα με το συνολικό βάρος του δηλ. $p_e = G/A = m \cdot g/A$

Υπολογίζοντας και την άνωση έχουμε :

$p_e = m \cdot g/A - g \cdot h (\rho_L - \rho_G)$ όπου $G =$ το βάρος, $m =$ η μάζα $A =$ η προβολή της επιφάνειας της καμπάνας στο έδαφος, $g =$ η επιτάχυνση της βαρύτητας, $h =$ το ύψος του αεριοφυλακίου και $\rho_L, \rho_G = \rho_L$ πυκνότητες αέρα και αερίου.

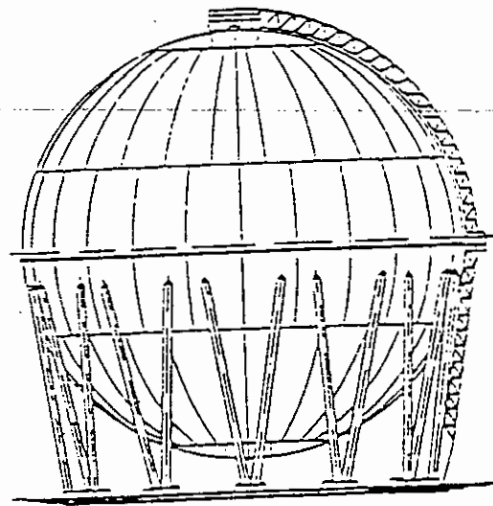
Το βασικό μειονέκτημα αυτών των αεριοφυλακίων είναι το μεγάλο κόστος λόγω της εδράσεως δηλ. της δεξαμενής του νερού, που είναι πολύ ακριβή. Το κόστος αυτό οδήγησε στη δημιουργία των ξηρών αεριοφυλακίων με κινητή οροφή. Τέτοιου είδους αεριοφυλάκιο φαίνεται παρακάτω στο σχήμα 6-1.

Οι αυξανόμενες όμως ανάγκες οδήγησαν στη δημιουργία τελειότερων αεριοφυλακίων. Έτσι σήμερα τα αεριοφυλάκια είναι πιεστικά κυλινδρικά για τις μικρότερες όμως ποσότητες είναι κυλινδρικά, ενώ για τις μεγαλύτερες είναι σφαιρικά. Ένα τέτοιο σφαιρικό πιεστικό αεριοφυλάκιο φαίνεται στο σχήμα 6-2.



Ξηρό αεριοφυλάκιο χαμηλής πίεσης

Σχ 6-1



Σφαιρικό πιεστικό αεριοφυλάκιο

Σχ 6-2

Ο υπολογισμός των μεγεθών για την κατασκευή αεριοφυλακίων γίνεται ως παρακάτω :

i) Για το κυλινδρικό μέρος τον τύπο:

$$S = \frac{d_a \cdot p}{2 \frac{K}{S} U_\sigma + p} + C_1 + C_2$$

όπου S= το πάχος των τοιχωμάτων

p = η πίεση

d_a = εξωτερική διάμετρος (mm)

K = μέτρο αντοχής, εδώ το όριο ροής (N/πm²)

S= συντελεστής ασφαλείας (S = 1,5)

U_σ = συντελεστής ραφής

C_1 = προσθήκη για απομακρύνσεις των παχών των ελασμάτων (προς τα κάτω)

C_2 = προσθήκη για διαστολή τάξεως 1 mm.

ii) Για τους πυθμένες χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$$S = \frac{d_a \cdot p \cdot \beta}{4 \frac{K}{S} + p} + C_1 + C_2$$

όπου β = συντελεστής για τη γόβωση του πυθμένα ενώ όλα τα υπόλοιπα στοιχεία παρατίθενται παραπάνω

Για να κατασκευάσουμε πιεστικά σφαιρικά αεριοφυλάκια χρησιμοποιούμε χάλυβες που αντέχουν στην παλαίωση και έχουν όριο ροής 300 έως 500 N/mm². Αυτό που πρέπει να προσέξουμε στα σφαιρικά αεριοφυλάκια είναι ότι πρέπει να διακρίνουμε τον πραγματικό ωφέλιμο όγκο του αερίου (ανηγμένο στην κανονική

κατάσταση) που περιέχεται σ' αυτή απ' τον γεωμετρικό όγκο του αεριοφυλακίου. Αυτό δίνεται από τη σχέση

$$V_{\omega\phi,n} = V_{\gamma\epsilon\omega\mu} \cdot \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_n} \cdot \frac{T_n}{T} \cdot \frac{K_{\min}}{K_{\max}} \quad (K = \text{συντελεστής συμπίεστότητας})$$

Ένα παράδειγμα δίνεται παρακάτω: Για αεριοφυλάκιο διαμέτρου $D = 20\text{m}$ και $P_{\max} = 19 \text{ bar}$, $P_{\min} = 4 \text{ bar}$ και για ρωσικό αέριο έχουμε:

$$K_{\max} = K_{19} = 1,0016 - \frac{20}{476} = 0,95958$$

$$K_{\min} = K_4 = 1,0016 - \frac{5}{476} = 0,99110$$

Έτσι η παραπάνω σχέση με βάση τον ΠΙΝ 1-2 και το σχ 1-1 γίνεται :

$$V_{\omega\phi,n} = \frac{\pi \cdot 20^3}{6} \cdot \frac{20 \cdot 5}{1,013} \cdot \frac{273}{293} \cdot \frac{0,9911}{0,95958} = 59.660\text{m}^3$$

Αυτό δείχνει ότι το αεριοφυλάκιο αυτό μπορεί να τροφοδοτήσει την πόλη με περίπου $12.000 \text{ m}^3/\text{d}$ επί πέντε ημέρες και να ξαναγεμίσει το Σαβατοκύριακο ή να τροφοδοτήσει την πόλη με περίπου $5.000 - 12.000 \text{ m}^3/\text{h}$ κατά τις ώρες αιχμής και να γεμίσει το βράδυ.

6.3. Αποθήκευση σε αγωγούς υψηλής πίεσεως.

Στο είδος αυτό της αποθήκευσης χρησιμοποιούμε χαλύβδινες σωληνώσεις που εργάζονται υπό υψηλή πίεση. Συνήθως, όταν γίνεται ένα δίκτυο μεταφοράς ή ένα δίκτυο υψηλής πίεσεως της διανομής έχει προοπτική να καλύψει μελλοντικές ανάγκες. Αυτό σημαίνει, ότι για αρκετό χρόνο έχει υπερδιαστασιολογηθεί σχετικά με τις τρέχουσες ανάγκες. Εάν λοιπόν ένας αγωγός μεταφοράς προβλέπεται να μεταφέρει στο μέλλον ποσότητες τέτοιες, ώστε η πτώση πίεσεως να είναι από 70 στα 20 bar όταν οι μεταφερόμενες ποσότητες είναι μικρότερες ώστε η πτώση πίεσεως να είναι 20 bar αντί 50 bar υπάρχει δυνατότητα να χρησιμεύει ο αγωγός σαν αποθήκη. Η αποθηκευτική ικανότητα δίνεται από την εξίσωση:

$$V_{\text{αποθ,η}} = V_{\text{γεωμ}} \cdot \frac{P_m - P_m'}{P_n} \cdot \frac{T_0}{T} \cdot \frac{K_m'}{K_m}$$

όπου P_m = η μέση ανώτερη πίεση του αγωγού

P_m' = η μέση κατώτερη πίεση του αγωγού

K_m, K_m' = οι αντίστοιχοι συντελεστές συμπίεσότητας

Τα υπόλοιπα στοιχεία παρατίθενται παραπάνω.

6.4. Ανάμιξη προσθέτων αερίων

Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται μόνο για την κάλυψη αιχμών. Έτσι χρησιμοποιούμε αέρια και εγκαταστάσεις που δεν χρειάζονται μεγάλες επενδύσεις, ούτε πολύ προσωπικό λειτουργίας. Επειδή τα συμπληρωματικά αέρια, που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να δίνουν με το φυσικό αέριο μείγματα εναλλάξιμα προς αυτό μπορεί για την παρασκευή και την ανάμιξή τους να έχουμε σαν οδηγό τις χαρακτηριστικές του Weaver, που δίνονται στον παρακάτω πίνακα 6-3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-3 Χαρακτηριστικές εναλλαξιμότητας αερίων κατά Weaver

A/A		Χαρακτηριστική J	Ιδανική πμή	Επιτρεπόμενη περιοχή διακυμάνσεως
1	Θερμική φόρτιση	$J_H = W_a / W_{\text{αε}}$	1	0,35 - 1,05
2	Ανερρόφηση αέρα (εκόνα φλόγας)	$J_A = \frac{L_{\text{αε}}}{L_{\text{πμ,α}}} \sqrt{\frac{d_0}{\sigma}}$	1	0,35 - 1,05
3	Διακοπή φλόγας	$J_L = J_A \cdot u(1-O_2) / u_0(1-O_2)$	1	> 0,54
4	Επιστροφή φλόγας (κλώσημα)	$J_F = (u/u_0) \cdot 1,4 J_A + 0,4$	0	< 0,08
5	Τάση για σχημασμό αιθαλής, κιτρίνας κρούσες φλόγας	$J_Y = J_A + (N-N_0) / 110 - 1$	0	< 0,14
6	Τάση για σχημασμό CO	$J_I = J_A \cdot 0,366 (R/R_0) - 0,534$	0	< 0,05

Αυτές οι χαρακτηριστικές σημαίνουν:

W = δείκτης Wobbe, L_{min} = θεωρητική ποσότητα αέρα καύσεως, O_2 = περιεκτικότητα του αερίου σε O_2 , R = λόγος ατόμων υδρογόνου προς άτομα άνθρακα, U =ταχύτητα φλογός, ανηγμένης σε $U_{Hz} = 100$, N = ποσότητα ατόμων άνθρακα.

Δείκτες: M = heat, A = air, L = litting, F =flashback, Y = yellow, I =incomplete, a =κανονικό αέριο.

Έλλειψη δείκτη σημαίνει νέο αέριο

Ειδικά για την περίπτωση αναμίξεως στο φυσικό αέριο υγραερίου και αέρα μπορεί να προβούμε σε ανάμιξη τόση ώστε η μεταβολή του ανωτέρω δείκτη Wobbe στο τοπικό δίκτυο να είναι $\pm 2,09 \text{ W/m}^3 = 500 \text{ Kcal/m}^3$ όπως ορίζουν άλλοι κανονισμοί π.χ. του DVGW.

Αυτό σημαίνει αύξηση της ανωτέρας θερμογόνου δυνάμεως που βέβαια δεν συμφέρει την εταιρεία διανομής, αφού αυτή δεν πληρώνεται από τον καταναλωτή και γι' αυτό φροντίζουμε κατά το δυνατόν να παραμείνουμε σ' αυτό το δείκτη Wobbe. Αυτό βέβαια ορίζει τους τρόπους αντιμετώπισης των αιχμών.

Έστω ότι έχουμε ένα μίγμα που αποτελείται από δύο αέρια. Αν με δείκτη 1 χαρακτηρίσουμε το πρόσθετο αέριο και με δείκτη 2 το φυσικό αέριο και με r_1, r_2 τις αναλογίες στο τελικό μίγμα τότε η ανώτερη θερμογόνα δύναμη του αερίου που θα πάει στην πόλη θα είναι

$$H_o = r_1 H_{o1} + r_2 H_{o2} \quad \text{όπου } r_1 + r_2 = 1$$

$$= r_1 H_{o1} + (1-r_1) H_{o2} = r_1 (H_{o1} - H_{o2}) + H_{o2}$$

Αντίστοιχα προκύπτουν για τη σχετική πυκνότητα

$$d = r_1 d_1 + r_2 d_2 = r_1 (d_1 - d_2) + d_2$$

τότε ο αριθμός Wobbe του μίγματος είναι :

$$W_o = \frac{H_o}{\sqrt{d}} = \frac{r_1 (H_{o1} - H_{o2}) + H_{o2}}{\sqrt{r_1 (d_1 - d_2) + d_2}}$$

Αν το αέριο είναι ο αέρας τότε η παραπάνω σχέση γίνεται :

$$W_o = \frac{H_o}{\sqrt{d}} = \frac{r_1 H_{o,1}}{\sqrt{r_1(d_1 - 1) + 1}}$$

Από εδώ προκύπτει ότι:

$$(W_o/H_o)^2 (d_1 - 1)r_1 + (W_o/H_o)^2 = r_1^2 \quad \text{ή}$$

$$r_1^2 - (W_o/H_o)^2 (d_1 - 1)r_1 - (W_o/H_o)^2 = 0 \quad \text{η λύση της οποίας δίνει την αναλογία } r_1$$

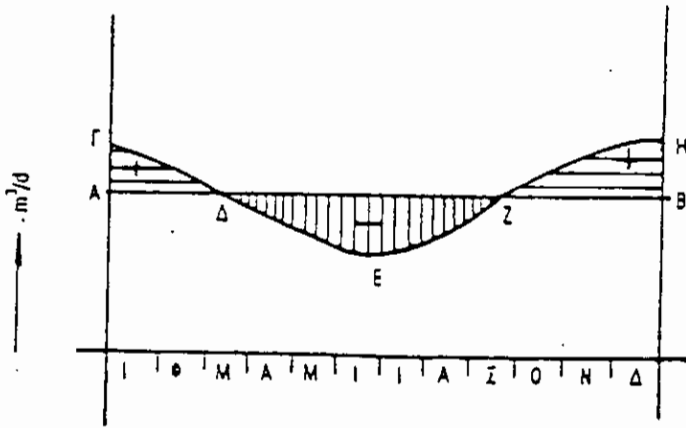
$$r_1 = \frac{(W_o)^2}{H_{oL}} \frac{d_1 - 1}{2} + \sqrt{\left[\frac{W_o^2 (d_1 - 1)}{2H_{oL}^2} \right]^2 + \left(\frac{W_o}{H_{oL}} \right)^2}$$

6.5. Συμπλήρωση ποσοτήτων αερίου από μεγάλες αποθήκες.

Οι τρόποι που έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αντιμετωπισθούν αιχμές ζήτησης, όχι όμως η μεγάλη διαφορά ζήτησης μεταξύ θέρους - χειμώνα. Όπως φαίνεται και απ' το παρακάτω σχήμα 6-3, η ροή του φυσικού αερίου απ' την πηγή στην κατανάλωση (π.χ. Σιβηρία - Ευρώπη) είναι σταθερή και ακολουθεί την AB, ενώ η ζήτηση του αερίου ακολουθεί την ΓΔΕΖΜ. Η επιπλέον ζήτηση της AB του χειμώνα (ΑΓΔΑ+ΖΗΒΖ) μπορεί να καλυφθεί μόνο, αν αποθηκευθεί το περίσσειμα ΔΕΖΔ του θέρους. Όπως γίνεται φανερό πρόκειται για πολύ μεγάλες ποσότητες αερίου.

Για την αποθήκευση αυτού του αερίου υπάρχουν τρεις τρόποι:

- Σε πορώδη στρώματα του υπεδάφους
- Σε κενούς χώρους του υπεδάφους.
- Σε δεξαμενές υγροποιημένου αερίου



Σχ. 6-3. Μεταβολή της ημερήσια κατανάλωσης

6.6. Αποθήκευση σε πορώδη στρώματα του υπεδάφους.

Όπως είναι γνωστό το εξωτερικό κάλυμμα της γης αποτελείται από σειρά στρωμάτων άλλων αργιλωδών και αδιαπεράστων και άλλων αμμωδών κυρίως που είναι διαπερατά από υγρά και αέρια. Αν βρεθούν οι κατάλληλες διατάξεις, όπως είναι εξαντλημένα στρώματα αερίου ή πετρελαίου αυτά είναι κατάλληλα για αποθήκευση. Κατάλληλα είναι και στρώματα που είναι γεμάτα από νερό, που μπορεί να το βγάλουμε και να δημιουργήσουμε στρώματα αποθήκευσης αερίου.

Από τέτοιες υπόγειες αποθήκες μπορούμε να παίρνουμε για την κάλυψη των αιχμών 0,04-έως 0,08% της όλης αποθήκης ανά ώρα και 5.000 έως 25.000 m³/h από κάθε γεώτρηση.

6.7. Αποθήκευση σε υπόγειους κενούς χώρους

Πρόκειται κυρίως για χώρους που προέρχονται από αποθέσεις άλατος που ανέβηκαν από μεγάλα βάθη προ εκατομμυρίων ετών και αποτέθηκαν σε θέσεις κοντά στην επιφάνεια που καλύπτονται από αδιαπέραστα στρώματα, έτσι ώστε το αλάτι να μην είναι επικίνδυνο για τα υπόγεια νερά. Οι χώροι αυτοί του άλατος αδειάζουν, είτε με τη διαμόρφωση κατάλληλου ορυχείου, είτε με διάλυση του άλατος με γλυκό νερό

και σχηματισμό άλμης, που είτε κατεργάζεται είτε αποχετεύεται στη θάλασσα. Από τα συμβαίνοντα στην Ευρώπη οικονομικά συμφέρουσα δημιουργία τέτοιων χώρων (βάθος 600-1000 m) εμφανίζεται μόνο στη βόρεια περιοχή της κοντά στη θάλασσα, όπου η αποχέτευση της άλμης είναι εύκολη. Για την Ελλάδα η μέθοδος έχει ενδιαφέρον εκτός και αν υπάρχουν φυσικά σπήλαια, που θα μπορούσαν εύκολα να στεγανοποιηθούν.

6.8. Αποθήκευση με υγροποίηση του φυσικού αερίου.

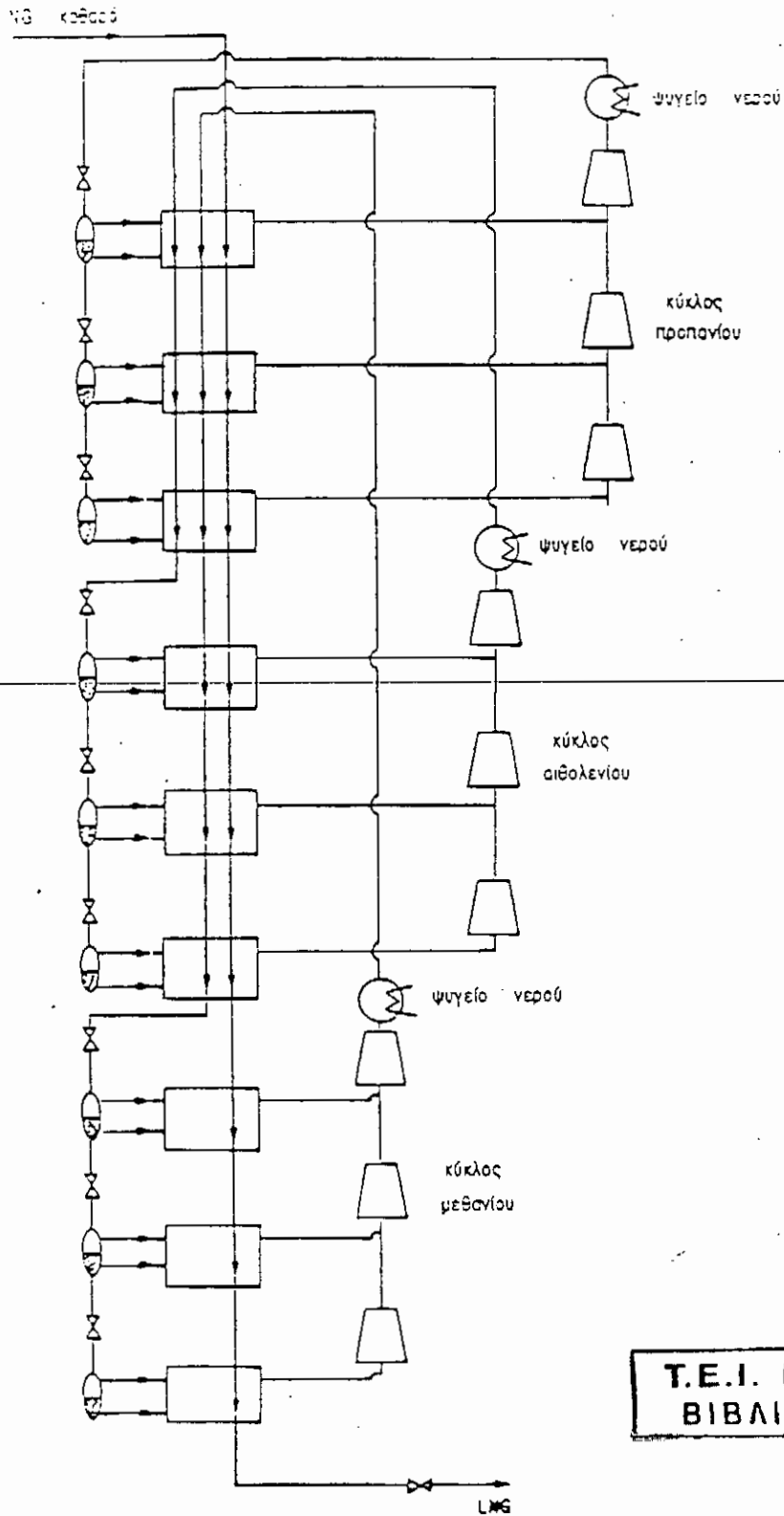
Όπως είναι γνωστό η υγροποίηση ενός αερίου μπορεί να γίνει μόνο σε θερμοκρασίες και πιέσεις κάτω από το κρίσιμο σημείο. Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι υγροποίησης του φυσικού αερίου, όλες είναι με κλιμακωτή ψύξη. Μία μέθοδος που εφαρμόζεται συχνά είναι αυτή που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 6-4 με τρεις κύκλους προπτανίου, αιθυλενίου και μεθανίου που καθώς εκτονώνονται, ψύχονται και ψύχουν το φυσικό αέριο, που τελικά και αυτό εκτονώνεται στην πίεση της δεξαμενής τάξεως 50 mbar με θερμοκρασία -162 έως -170°C.

Οι δεξαμενές του υγροποιημένου αερίου αποτελούνται από ένα εσωτερικό κέλυφος απολύτως στεγανό συνήθως από νικελιοχάλυβα (9% Ni) ή και αλουμίνιο. Ακολουθεί ένα παχύ στρώμα ορυκτοβάμβακα που κλείνεται με ένα λεπτό φύλλο αλουμινίου πάλι στεγανό. Μέσα στον ορυκτοβάμβακα κυκλοφορεί αντί για αέρας συνήθως άζωτο σε εξαναγκασμένη κυκλοφορία που ελέγχεται συνεχώς όσο αφορά στην καθαριότητα του αζώτου.

Έτσι υπάρχει η δυνατότητα άμεσου προσδιορισμού τυχόν διαφυγής αερίου από το εσωτερικό κέλυφος. Ακολουθεί νέο μονωτικό στρώμα από Styropor η περλίτη ή ανάλογα υλικά. Το εξωτερικό κέλυφος κατασκευάζεται από μπετόν ή κοινό χάλυβα.

Η οροφή συνήθως αποτελείται από τρία στρώματα, το εσωτερικό κέλυφος από νικελιοχάλυβα ή αλουμίνιο και το εξωτερικό κέλυφος από μπετόν ή κοινό χάλυβα. Ο ενδιάμεσος χώρος γεμίζεται από ισχυρό πολύ ελαφρό μονωτικό. Το εσωτερικό κέλυφος κρέμεται από το εξωτερικό που φέρει όλο το βάρος. Η μόνωση της δεξαμενής πρέπει να είναι τόσο ισχυρή ώστε η μετάδοση της θερμότητας από

τον περιβάλλοντα χώρο προκαλούμενη εξάτμιση να μην υπερβαίνει το 0,05 ~ 0,1% ανά ημέρα του συνολικώς αποθηκευόμενου LNG.



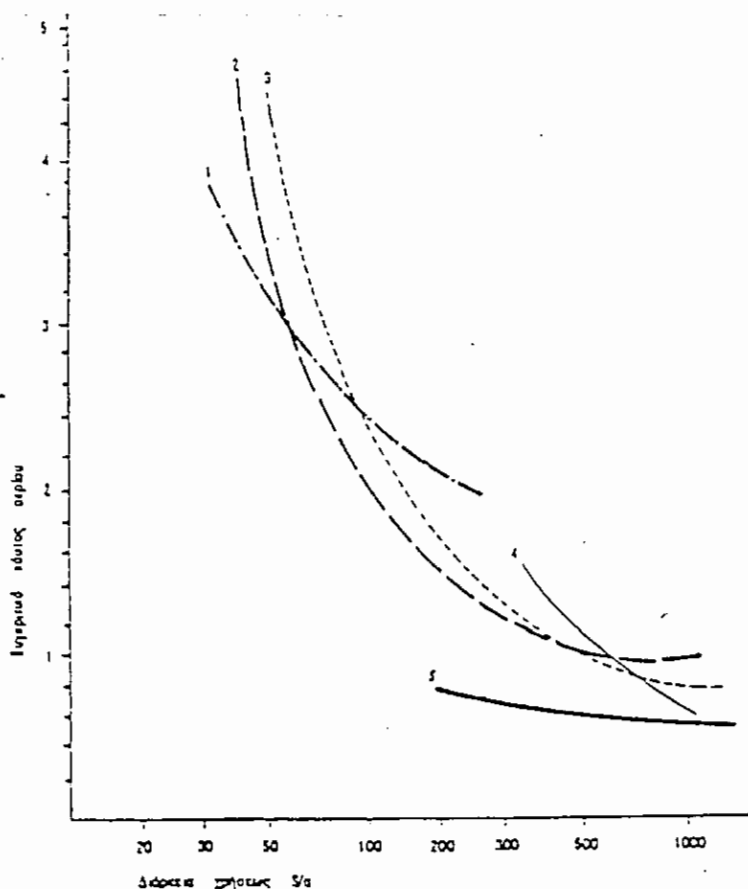
Σχ. 6-4. Κλιμακωτή υγροποίηση φυσικού αερίου

Κάτω από τη δεξαμενή υπάρχει ένα χονδρό μονωτικό στρώμα κάτω από το οποίο το έδαφος έχει τη δυνατότητα θέρμανσης, ώστε να μην υπάρξει ποτά πιθανότητα παγώματος, που μπορεί να προκαλέσει βλάβη στη θεμελίωση.

Η αιχμή που καλύπτεται από το υγροποιημένο αέριο διαρκεί συνήθως 20 έως 40 ημέρες. Αντίστοιχα για να γεμίσει η δεξαμενή υπολογίζονται 150 έως 250 ημέρες.

6.9. Καταλληλότητα μεθόδου κατά περίπτωση

Η εμπειρία έχει δείξει πλέον τις πειοχές που μπορεί να εφαρμοσθεί κάθε μέθοδος από τις προηγούμενες. Αλλά και αντιστρόφως η εμπειρία μας διδάσκει τις μεθόδους, που πρέπει να επιλέγουμε κατά περίπτωση φορέα διανομής. Αν προσπαθήσουμε να δώσουμε μία εικόνα για το συγκριτικό κόστος του αποθηκευμένου αερίου και σε σύγκριση με το κόστος προμηθείας του από τις γραμμές μεταφοράς προκύπτουν τα στοιχεία στο παρακάτω σχήμα 6-5.



Σχ. 6.5 Συγκριτικό κόστος του εξ αποθηκεύσεως αερίου.

Εδώ πρόκειται για το συνολικό κόστος (περιλαμβάνει εξυπηρέτηση κεφαλαίου και λειτουργία) που προέρχεται από γερμανικά στοιχεία και μόνον σαν ένδειξη μπορεί να θεωρηθεί. Εδώ 1 = αποθήκη LNG χωρίς μονάδα υγροποίησης, 2 = μονάδα υγραερίου και αέρα, 3 = αποθήκη LNG με μονάδα υγροποίησης, 4 = αποθήκευση σε πορώδη στρώματα και 5 = αποθήκευση σε υπόγειους κενούς χώρους.

Αν θέλουμε να εκφράσουμε το τι συμφέρει κατά μέγεθος φορέα διανομής μπορούμε να πούμε τα εξής:

Μικρού μεγέθους φορείς.

Παραλαβή αιχμών ημέρας και εβδομάδας

Αεριοφυλάκια χαμηλής πίεσης

Πιστικά αεριοφυλάκια

Παραλαβή αιχμών έτους < 30 ημερών

Μονάδες υγραερίου - αέρα

Αλλαγή καυσίμου

Παραλαβή αιχμών έτους < 30 ημερών

Αλλαγή καυσίμου

Μεσαίου μεγέθους φορείς

Παραλαβή αιχμών ημέρας

Αεριοφυλάκια χαμηλής πίεσης

Πιστικά αεριοφυλάκια

Παραλαβή αιχμών εβδομάδας

Πιστικά αεριοφυλάκια

Παραλαβή αιχμών έτους < 10 ημερών

Μονάδες υγραερίου - αέρα

Αποθήκες κενών υπογείων χώρων

Αποθήκες LNG

Αλλαγή καυσίμου

Παραλαβή αιχμών έτους < 30 ημερών

Αποθήκες LNG

Αποθήκες κενών υπογείων χώρων

Αλλαγή καυσίμου

Παραλαβή αιχμών > 30 ημερών

Αποθήκες LNG

Μεγάλου μεγέθους φορείς

Παραλαβή αιχμών ημέρας και εβδομάδας

Πιεστικά αεριοφυλάκια

Παραλαβή αιχμών έτους < 30 ημερών

Αποθήκες LNG

Αποθήκες κενών υπογείων χώρων

Αποθήκες πορωδών στρωμάτων

Αλλαγή καυσίμου

Παραλαβή αιχμών > 30 ημερών

Αποθήκες LNG

Αποθήκες πορωδών στρωμάτων

Παρατηρούμε ότι σε φορείς μεσαίου και μεγάλου μεγέθους δεν θεωρούν κατάλληλη λύση την αντιμετώπιση των μεγάλων αιχμών (30 ημερών) τον χειμώνα με αλλαγή καυσίμου για περισσότερους λόγους, ένας από τους οποίους είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο Εγκαταστάσεις Κτηρίων &

Οικοπέδων

7.1. Διάκριση εγκαταστάσεων και γενικά χαρακτηριστικά

Οι εγκαταστάσεις αερίων που γίνονται σε κτίρια χρειάζονται ιδιαίτερη επιμέλεια όσο αφορά στην κατασκευή τους.

Οι εγκαταστάσεις σε κτίρια και οικόπεδα μπορούν να διαχωριστούν ως εξής:

- Σύνδεση του κτιρίου με τον αγωγό διανομής
- Εσωτερικές εγκαταστάσεις του κτιρίου
- Σωληνώσεις, που διέρχονται από το υπέδαφος οικόπεδων, πρασιών κ.λ.π.

Η σύνδεση του κτιρίου με τον αγωγό διανομής που συνήθως φέρεται σαν παροχή και αφορά το τμήμα απ' τον αγωγό διανομής μέχρι και τους μετρητές, κατασκευάζεται από την εταιρεία διανομής από δικό τους προσωπικό ή εξουσιοδοτημένα συνεργεία. Αυτή περιλαμβάνει:

- Τις σωληνώσεις
- Το όργανο διακοπής εκτός οικοδομής ή εν γένει και ιδιοκτησίας του καταναλωτή που τοποθετείται μέσα σε ειδικό φρεάτιο.

- Μονωτικό τεμάχιο για ηλεκτρικό διαχωρισμό του δικτύου διανομής από τις εγκαταστάσεις του πελάτη.
- Δυνατότητες καθαρισμού με κατάλληλα ταφ και σταυρούς
- Ειδικό διακόπτη προ των μετρητών
- Μειωτή πίεσεως, που τη ρυθμίζει σαν τιμή, που προβλέπουν οι συσκευές εφ' όσον η πίεση διανομής είναι σημαντικά μεγαλύτερη.

• Η εσωτερική εγκατάσταση περιλαμβάνει:

- Όλη την εγκατάσταση διανομής απ' τους μετρητές μέχρι τις συσκευές συμπεριλαμβανομένων των ανοδικών σωληνώσεων, όταν οι μετρητές είναι τοποθετημένοι στον υπόγειο ή τον ακάλυπτο χώρο.
- Τη γραμμή απ' το κύριο όργανο διακοπής μέχρι τους μετρητές, όταν αυτοί είναι τοποθετημένοι στους ορόφους ή τα διαμερίσματα.

- Τις γραμμές συνδέσεως των συσκευών.

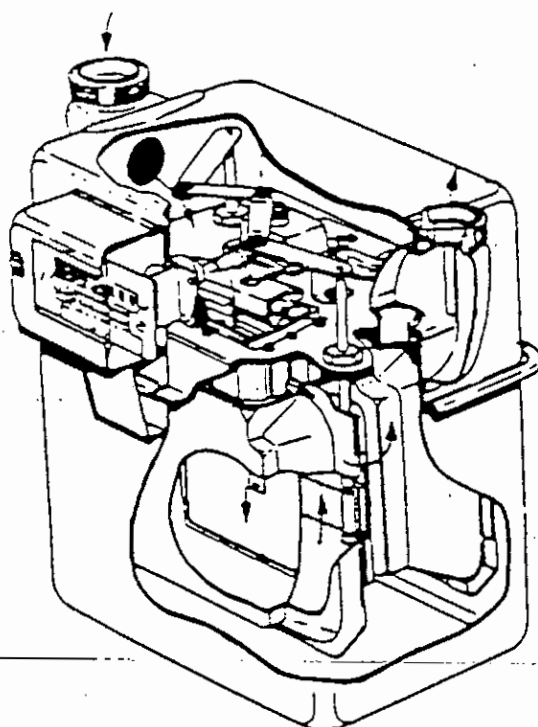
Οι εγκαταστάσεις που γίνονται σε οικόπεδα και άλλους ελεύθερους χώρους του πελάτη, αφορούν κυρίως περιπτώσεις τροφοδοτήσεως περισσότερων κτιρίων μετά τους μετρητές ή μετά το κύριο γενικό αποσπαστικό όργανο που τοποθετεί η εταιρεία διανομής (π.χ. καμπάνες, εκπαιδευτικά κτίρια κ.λ.π.). Γι' αυτές ισχύουν όλες οι διατάξεις, που αφορούν στα δίκτυα διανομής της ίδιας πίεσεως.

Οι χρησιμοποιούμενοι συνήθως μετρητές για τους οικιακούς και εμπορικούς καταναλωτές είναι της μορφής στο σχ. 7.1. Τα σφάλματα μετρήσεως είναι της τάξεως 0,5%. Χρειάζεται όμως προσοχή στην επιλογή τους, ώστε ν' ανταποκρίνονται στη δι' αυτών απαιτούμενη διέλευση αερίου.

7.2. Έννοιες

Πριν προχωρήσουμε στην ανάπτυξη των εσωτερικών εγκαταστάσεων, επειδή αυτές αφορούν στην τροφοδότηση συσκευών, είναι αναγκαίο να διευκρινίσουμε μερικές έννοιες.

Θερμική φόρτιση μιάς συσκευής αερίου είναι η ποσότητα ενέργειας (θερμότητας) που περιέχει το αέριο που καίγεται στη συσκευή στη μονάδα του χρόνου. Μετρείται συνήθως σε KW ή KL/S.



Σχ. 7.1

Θερμική ισχύς μιάς συσκευής αερίου είναι η ποσότητα ενέργειας (θερμότητας) που αξιοποιείται από τη συσκευή στη μονάδα του χρόνου. Μετρείται με τις ίδιες μονάδες της θερμικής φορτίσεως.

Βαθμός αποδόσεως μιάς συσκευής είναι ο λόγος της αξιοποιούμενης ενέργειας προς την προσφερόμενη προφανώς $n = \text{θερμική ισχύς} / \text{θερμική φόρτιση}$.

Τιμή ρυθμίσεως ενός καυστήρα είναι η ρέουσα ποσότητα αερίου δια τον καυστήρα. Όμως μας ενδιαφέρει περισσότερο από τη θερμική φόρτιση η ποσότητα του αερίου που διέρχεται από τον καυστήρα. Εισάγεται λοιπόν σαν έννοια η τιμή ρυθμίσεως (E) ενός καυστήρα, που είναι η ποσότητα αερίου που πρέπει να ρέει δια του καυστήρα για να επιτευχθεί η θερμική του φόρτιση. Η τιμή ρυθμίσεως δίδεται σε l/min.

Τιμή φορτίσεως αγωγού είναι η ποσότητα αερίου που ρέει σε ένα αγωγό για να εξυπηρετήσει περισσότερους καταναλωτές ή εν γένει περισσότερες διατάξεις καταναλώσεως και αφού έχει ληφθεί υπ' όψη ο ετεροχρονισμός λειτουργίας τους, εκφρασμένη συνήθως σε m^3/h .

Τιμή συνδέσεως μιάς συσκευής είναι το άθροισμα των τιμών ρυθμίσεως δηλ. η ρέουσα στη συσκευή συνολική ποσότητα αερίου εκφρασμένη συνήθως σε m^3/h .

7.3. Στοιχεία του δικτύου εσωτερικών εγκαταστάσεων

Χαλύβδινοι σωλήνες.

Οι χαλύβδινοι σωλήνες, που χρησιμοποιούνται σε εσωτερικές εγκαταστάσεις μπορεί να είναι δύο ειδών:

Χαλύβδινοι σωλήνες με ραφή.

Για τους σωλήνες αυτούς πλήρη στοιχεία δίνει το DIN 1626. Για πάχη μέχρι 16 mm, που χρησιμοποιούνται σε εσωτερικές εγκαταστάσεις στοιχεία δίνει ο πίνακας 7.1

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1 Χαρακτηριστικά χαλύβων κατά DIN 1626

Χαλύβες	Χαρακτηριστικά αντοχής			Χημική σύνθεση % max		
	Όριο θραύσεως da N/mm ²	Όριο ροής da N/mm ²	Μήκυνση θραύσεως L = 5d %	C	P	S
Εμπορίου						
St 33	33 - 50	(15)	18	-	-	-
St 37	37 - 45	24	23	0,20	0,08	0,05
St 42	42 - 50	26	20	0,25	0,08	0,05
Με προδιαγραφές						
St 34-2	34 - 42	21	26	0,17	0,05	0,5
St 37-2	37 - 45	24	23	0,20	0,06	0,5
St 42-2	42 - 50	26	20	0,25	0,06	0,5
St 52-3	52 - 62	36	22	0,20	0,05	0,5

Χαλύβδινοι σωλήνες χωρίς ραφή

Για τους σωλήνες αυτούς στοιχεία δίνει το DIN 1629. Για τις συνήθως χρησιμοποιούμενες ποιότητες στοιχεία δίνει ο πίνακας 7-2.

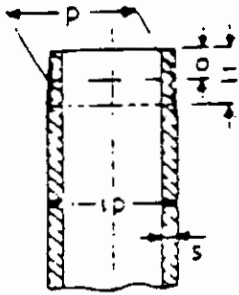
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-2 Χαρακτηριστικά χαλύβων κατά DIN 1629

Χάλυβας	Χαρακτηριστικά αντοχής			Χημική σύνθεση				
	Όριο θραύσεως da N/mm ²	Όριο ροής da N/mm ²	Μήκυνση θραύσεως L = 5d %	C	P	S	Si	Mn
Εμπορίου St 00	-	-	-	-	-	-	-	-
Με προδιαγραφές								
St 35	35 - 45	24	25	≤ 0,18	0,05	0,05	-	-
St 45	45 - 55	26	21	≤ 0,25	0,05	0,05	-	-
St 55	55 - 65	30	17	= 0,36	0,05	0,05	-	-
St 52	52 - 62	36	22	≤ 0,20	0,05	0,05	≤ 0,55	≤ 1,5

Για τις εσωτερικές εγκαταστάσεις αερίου συνιστάται να χρησιμοποιούνται μόνο χαλκοσωλήνες (γαλβανισμένοι) με ραφή ή χωρίς ραφή με σπείρωμα και διαστάσεις από πίνακα 7-3 Αν συντρέχουν λόγοι μπορεί να χρησιμοποιηθούν σωλήνες ελαφρότεροι κατά DIN 2440 όπως στον πίνακα 7-4.

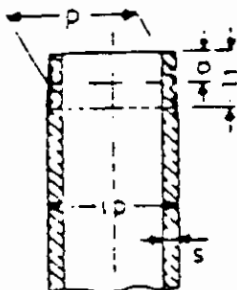
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-3. Διαστάσεις σωλήνων με ραφή βαρέως τύπου κατά DIN 2441

Όνομαστική διάμετρος	Σωλήνας							Σπειρωμα				Μούφα	
	Εξωτ. διάμετρος	Πάχος τοιχώματος	Μάζα λείου σωλήνα	Μάζα σωλήνα με μούφα	Θεωρητική διάμετρος σπειρωματος στο επίπεδο αναφοράς	Αριθμός σπειρωματων ανά ίντσα	Ραβήμο μήκος σπειρω- ματος l_1 ελάχιστο για σ μέγιστο	Απόσταση του επιπέδου αναφοράς από το άκρο του σωλήνα		Εξωτ. διάμε- τρος	Μήκος		
								σ μέγιστο	σ ελάχιστο				
in	mm	•	kg/m	kg/m	d						ελάχιστο		
1/8"	10,2	2,65	0,493	0,496	9,728	28	7,4	4,9	3,1	14,5	17		
1/4"	13,5	2,9	0,769	0,773	13,157	19	11,0	7,3	4,7	17,5	25		
3/8"	17,2	2,9	1,02	1,03	16,662	19	11,4	7,7	5,1	21,5	26		
1/2"	21,3	3,25	1,45	1,46	20,955	14	15,0	10,0	6,4	27	34		
3/4"	26,9	3,25	1,90	1,91	26,441	14	18,3	11,3	7,7	33,5	36		
1"	33,7	4,05	2,97	2,99	33,249	11	19,1	12,7	8,1	40,5	43		
1 1/4"	42,4	4,05	3,84	3,87	41,910	11	21,4	15,0	10,4	50	48		
1 1/2"	48,3	4,05	4,43	4,47	47,001	11	21,4	15,0	10,4	57	48		
2"	60,3	4,5	6,17	6,24	59,614	11	25,7	18,2	13,6	70	56		
2 1/2"	76,1	4,5	7,90	8,02	75,184	11	30,2	21,0	14,0	86	65		
3"	89,9	4,85	10,1	10,3	87,884	11	33,3	24,1	17,1	100	71		
4"	114,3	5,4	14,4	14,7	113,030	11	39,3	28,9	21,9	126	83		
5"	129,7	5,4	17,8	18,3	138,430	11	43,6	32,1	25,1	152	92		
6"	165,1	5,4	21,2	21,6	163,030	11	43,6	32,1	25,1	180	92		



Σπειρωμα κωνικό

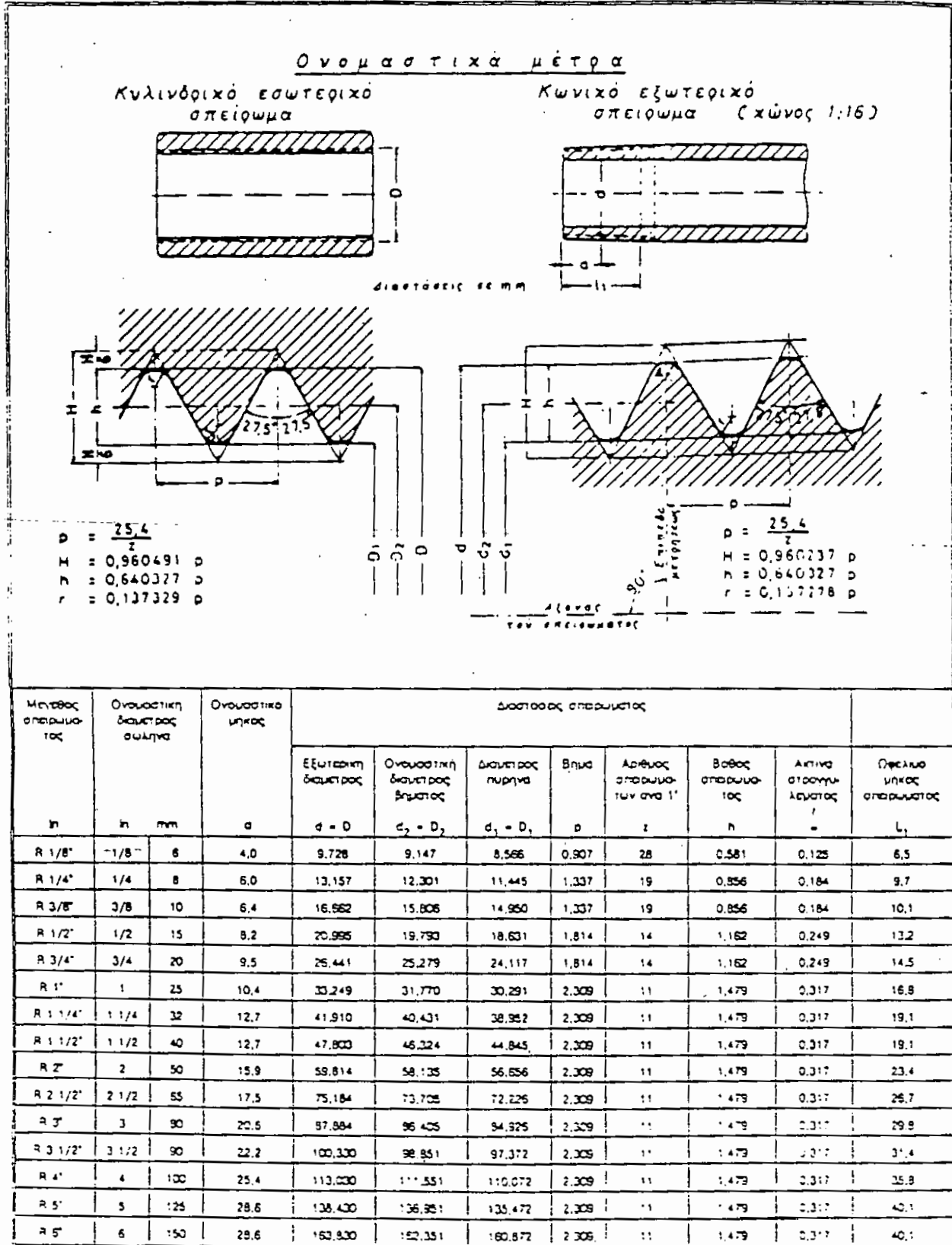
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-4. Διαστάσεις σωλήνων με ραφή μεσαίου τύπου κατά DIN 2440



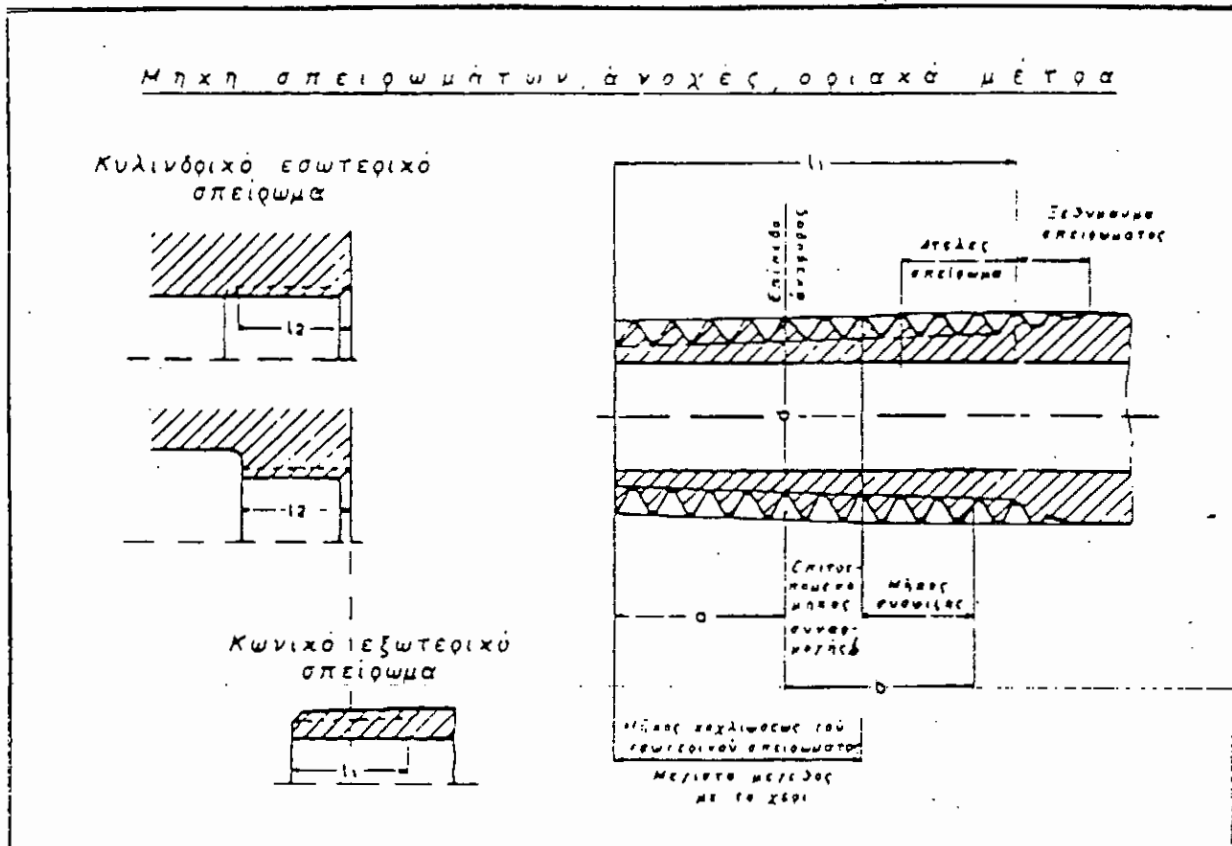
Διαστάσεις σε mm

Όνομαστική διαμέτρως	Σωλήνας				Σπειρωμένο			Μουφά			
	Εξωτερ. διαμέτρως	Πάχος τοιχώματος	Μάζα λείων σωλήνα	Μάζα σωλήνα με μουφά	Θαλαμική διαμέτρως σπειρωμάτων στο επίπεδο αναφοράς	Αριθμός σπειρωμάτων ανά ίντσα	Παρέμιο μήκος σπειρωματος I ₁ ελάχιστο για α	Απόσταση του επιπέδου αναφοράς από το άκρο του σωλήνα	Εξωτερ. διαμέτρως	Μήκος	
in	mm	e	kg/m	kg/m	d		α μέγιστο	α ελάχιστο	ελάχιστο		
1/8"	10,2	2,0	0,407	0,410	9,720	28	7,4	4,9	3,1	14,5	17
1/4"	13,5	2,35	0,650	0,654	13,157	19	11,0	7,3	4,7	17,5	25
3/8"	17,2	2,35	0,852	0,858	16,662	18	11,4	7,7	5,1	21,5	28
1/2"	21,3	2,65	1,22	1,23	20,955	14	15,0	10,0	6,4	27	34
3/4"	26,9	2,65	1,58	1,59	26,441	14	16,3	11,3	7,7	33,5	38
1"	33,7	3,25	2,44	2,46	33,249	11	19,1	12,7	8,1	40,5	43
1 1/4"	42,4	3,25	3,14	3,17	41,910	11	21,4	15,0	10,4	50	48
1 1/2"	48,3	3,25	3,61	3,65	47,803	11	21,4	15,0	10,4	57	48
2"	60,3	3,65	5,10	5,17	59,614	11	25,7	18,2	13,6	70	50
2 1/2"	76,1	3,65	6,51	6,63	75,184	11	30,2	21,0	14,0	86	65
3"	88,9	4,05	8,47	8,64	87,884	11	33,3	24,1	17,1	100	71
4"	114,3	4,5	12,1	12,4	113,030	11	39,3	28,9	21,9	126	83
5"	139,7	4,85	16,2	16,7	131,430	11	43,6	32,1	25,1	152	92
6"	165,1	4,85	19,2	19,8	163,830	11	43,6	32,1	25,1	180	92

ΠΙΝΑΚΑΣ 7-5. Ονομαστικά μέτρα σπειρώματος συνδέσεως χαλύβδινων σωλήνων κατά ΕΛΟΤ 267.



ΠΙΝΑΚΑΣ 7-6. Μήκη σπειρωμάτων συνδέσεως χαλύβδινων σωλήνων κατά ΕΛΟΤ 267.



Μέγεθος σπειρωμάτων	Εξωτερικό σπείρωμα								Εσωτερικό σπείρωμα				
	α Απόσταση του σπειρώματος μετρούμενης από την αρχή του σπειρώματος z				β Επιπρόσθετο μήκος συναρμογής		L ₁ Πολύμο σπείρωμα (ελάχιστο)		Απόσταση για την θέση του εξωτερικού σπειρώματος z		Απόσταση διαμέτρου z		
	Όνομα σπειρωμάτων	n	Αριθμός σπειρωμάτων	Μέγιστο μέτρο	Ελάχιστο μέτρο	Αριθμός σπειρωμάτων	Για μέγιστο α	Για ονομαστικό α	Για ελάχιστο α	n	Αριθμός σπειρωμάτων	z	
R 1/8"	4.0	0.9	1	4.9	3.1	2.5	2 3/4	7.4	5.5	5.5	1.1	1 1/4	0.071
R 1/4"	6.0	1.3	1	7.3	4.7	3.7	2 3/4	11.0	9.7	8.4	1.7	1 1/4	0.104
R 3/8"	8.4	1.3	1	7.7	5.1	3.7	2 3/4	11.4	10.1	8.8	1.7	1 1/4	0.104
R 1/2"	9.2	1.8	1	10.0	6.4	5.0	2 3/4	13.0	13.2	11.4	2.3	1 1/4	0.142
R 3/4"	9.5	1.8	1	11.3	7.7	5.0	2 3/4	18.3	14.5	12.7	2.3	1 1/4	0.142
R 1"	10.4	2.3	1	12.7	8.1	6.4	2 3/4	19.1	16.8	14.5	2.9	1 1/4	0.180
R 1 1/4"	12.7	2.3	1	15.0	10.4	6.4	2 3/4	21.4	19.1	16.8	2.9	1 1/4	0.180
R 1 1/2"	12.7	2.3	1	15.0	10.4	6.4	2 3/4	21.4	19.1	16.8	2.9	1 1/4	0.180
R 2"	15.9	2.3	1	18.2	13.6	7.5	3 1/4	25.7	23.4	21.1	2.9	1 1/4	0.180
R 2 1/2"	17.5	3.5	1 1/2	21.0	14.0	9.2	4	30.2	28.7	23.2	3.5	1 1/2	0.217
R 3"	20.6	3.5	1 1/2	24.1	17.1	9.2	4	33.3	29.9	26.3	3.5	1 1/2	0.217
R 3 1/2"	22.2	3.5	1 1/2	25.7	18.7	9.2	4	34.9	31.4	27.9	3.5	1 1/2	0.217
R 4"	25.4	3.5	1 1/2	28.9	21.9	10.4	4 1/2	39.3	35.9	32.3	3.5	1 1/2	0.217
R 5"	28.5	3.5	1 1/2	32.1	25.1	11.5	5	43.5	40.1	36.5	3.5	1 1/2	0.217
R 6"	28.5	3.5	1 1/2	32.1	25.1	11.5	5	43.5	40.1	36.5	3.5	1 1/2	0.217

-7.4.- Συνδέσεις χαλύβδινων σωλήνων

Συνδέσεις με συγκόλληση

Για διαμέτρους \geq DN 50 η σύνδεση των σωλήνων μπορεί να γίνει με συγκόλληση.

Συνδέσεις με σπείρωμα

Οι συνηθισμένοι σωλήνες με σπείρωμα, που ακολουθούν τα DIN 2440 και 2441 κατασκευάζονται κατά προτίμηση από υλικό S+ 33-1 και έχουν σπείρωμα κατά DIN 2999. Αντίστοιχο είναι το σπείρωμα κατά ΕΛΙΟΤ 267. Στοιχεία για τα σπειρώματα των σωλήνων αυτών δίνονται στους πίνακες 7-5 και 7-6.

Συνδέσεις με φλάντζες.

Σε ειδικές περιπτώσεις επιτρέπεται η σύνδεση να γίνει με φλάντζες κολλητές ή βιδωτές. Μπορεί να χρησιμοποιηθούν διάφορα είδη φλαντζών κατάλληλα για ονομαστική πίεση PN 6 όπως π.χ. η επίπεδη συγκολλητή φλάντζα, η βιδωτή φλάντζα με προέκταση κ.ο.κ. Για τη συναρμογή των φλαντζών ακολουθούνται οι διαστάσεις που δίνονται από το DIN 2501 και που φαίνονται στον πίνακα 7-7. Το ελάχιστο πάχος δίδεται στον πίνακα 7-8.

Τα συνηθισμένα για την κατασκευή των φλαντζών υλικά είναι κυρίως το St 37-2.

Κοχλίες και περικόχλια συνιστώνται να είναι κατασκευασμένα και τα δύο ποιότητας 4.6 (παλαιότερη ονομασία 4Δ). Σαν παρεμβάσματα δε ο περμανίτης, το χαρτόνι και ο αμιάντος, όλα πάχους 2 mm.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7-7. Διαστάσεις συναρμογής φλαντζών κατά DIN 2501

Όνομαστική διάμετρος DN	Εξωτερική διάμετρος D m m	Διάμετρος κέντρων οπών k m m	Διάμετρος οπών καχλιών l m m	Καχλίες		d ₂
				Αριθμός	Σπειρώμα	
10	75	50	11,5	4	M 10	35
15	80	55	11,5	4	M 10	40
20	90	65	11,5	4	M 10	50
25	100	75	11,5	4	M 10	60
32	120	90	14	4	M 12	70
40	130	100	14	4	M 12	80
50	140	110	14	4	M 12	90
65	160	130	14	4	M 12	110
80	190	150	18	4	M 16	128
100	210	170	18	4	M 16	148
125	240	200	18	8	M 16	178
150	265	225	18	8	M 16	202
200	320	280	18	8	M 16	258
250	375	335	18	12	M 16	312
300	440	395	23	12	M 20	365

ΠΙΝΑΚΑΣ 7-8. Ελάχιστα πάχη συγκολλητών φλαντζών

Πίνακας 8.8. Ελάχιστα πάχη συγκολλητών φλαντζών

Όνομαστική διάμετρος DN (in) (mm)	Ελάχιστο πάχος (mm)	Όνομαστική διάμετρος DN (in) (mm)	Ελάχιστο πάχος (mm)	Όνομαστική διάμετρος DN (in) (mm)	Ελάχιστο πάχος (mm)
1/8" 6		1" 25	14	3" 80	18
1/4" 8		1 1/4" 32	16	4" 100	18
3/8" 10	12	1 1/2" 40	16	5" 125	20
1/2" 15	12	2" 50	16	6" 150	20
3/4" 20	14	2 1/2" 65	16	8" 200	22
				10" 250	24
				12" 300	26

7.5. Γενικές οδηγίες για τη διαμόρφωση των εσωτερικών εγκαταστάσεων.

Τα εσωτερικά δίκτυα διαμορφώνονται από ευθύγραμμα τμήματα παράλληλα προς τους τοίχους και τις οροφές, που συνδέονται μεταξύ τους υπό γωνία 90° με εξαρτήματα, χωρίς να επιτρέπεται η καμπύλωση των σωλήνων. Δεν συνιστάται ούτε η χρήση καμπυλών και γωνιών αλλά ταφ και σταυρών. Τα χρησιμοποιούμενα σπειρώματα είναι σπειρώματα σωλήνων Whitwath.

Οι σωληνώσεις αερίου μπορεί να συμπορεύονται προς άλλα δίκτυα αλλά πρέπει να απέχουν από αυτά. Για γραμμές νερού, οι γραμμές αερίου τοποθετούνται πάνω απ' αυτές και σε απόσταση τουλάχιστον 250 mm.

Η τοποθέτηση των σωληνώσεων του αερίου γίνεται μακριά από τις σωληνώσεις ρεύματος. Εάν για οποιοδήποτε λόγο χρειαστεί να συμπορευθούν, οι γραμμές του αερίου, τοποθετούνται πάνω από τις γραμμές του ρεύματος σε απόσταση τουλάχιστον 500 mm. Για εντοιχισμένες ηλεκτρικές γραμμές 220 V μπορεί η απόσταση αυτή να γίνει μόνο 250 mm.

Οι σωληνώσεις αερίου πρέπει να είναι προφυλαγμένες από τις διαβρώσεις, σύμφωνα με τους κανονισμούς του ΕΛΟΤ, (π.χ. επιψευδαργύρωση κατά ΕΛΟΤ 284-1980). Κάθε άλλος τρόπος προστασίας των σωλήνων από τις διαβρώσεις, που δεν καλύπτεται από τον κανονισμό του ΕΛΟΤ, θα πρέπει να είναι σύμφωνος με τις οδηγίες της επιχειρήσεως διανομής.

Οι σωληνώσεις αερίου δεν επιτρέπεται να εντοιχίζονται. Σε περιπτώσεις, που αυτό είναι αναπόφευκτο, επιτρέπεται μόνο η χρησιμοποίηση χαλυβδοσωλήνων, που πρέπει να έχουν κατάλληλη αντισκωριακή προστασία ή χαλυβδοσωλήνων με πλαστική επένδυση. Σε υγρούς χώρους απαγορεύεται οπασδήποτε ο εντοιχισμός και των ειδικών χαλυβδοσωλήνων.

Στα περάσματα από τοίχους δάπεδα ή οροφές, οι σωληνώσεις θα τοποθετούνται μέσα σε προστατευτικό σωλήνα (πουκάμισο, φουρώ) και δεν θα έχουν κανένα εξάρτημα. Στα περάσματα από τους τοίχους υπογείων πρέπει να αφηθεί αρκετός αέρας για να αντιμετωπισθεί τυχόν καθίζηση του τοίχου.

Οι σωλήνες αερίου δεν επιτρέπεται να τοποθετηθούν μέσα σε χώρους από τους οποίους μπορούν να υποστούν βλάβη, όπως π.χ. ψυκτικούς χώρους, κανάλια αερισμού ή κλιματισμού, κανάλια απαγωγής απορριμμάτων, τροφοδοσίας στερεών καυσίμων κ.λ.π. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό να γίνει πρέπει ο σωλήνας του αερίου να περάσει μέσα από τον προστατευτικό σωλήνα και να συνδεθεί προς την υπόλοιπη γραμμή του αερίου έτσι ώστε το τμήμα που βρίσκεται μέσα στο προστατευτικό σωλήνα να μπορεί να αποσυναρμολογηθεί και να αντικατασταθεί.

Οι σωληνώσεις αερίου δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σαν φέροντα στοιχεία άλλων κατασκευών.

Απαγορεύεται η τοποθέτηση σωλήνων αερίου σε φρέατα ανελκυστήρων, καπναγωγούς και καπνοδόχους.

Σε περιοχές που υπάρχει πιθανότητα παγετού, πρέπει να προβλεφθεί κατάλληλη μόνωση των αγωγών.

Σε περίπτωση που υπάρχει πιθανότητα μειώσεως διατομών από τυχόν ξένα σώματα (προερχόμενα π.χ. από το δίκτυο διανομής της πόλεως) πρέπει να προβλεφθούν σε κατάλληλες θέσεις δυνατότητες καθερισμού, όπως οι δημιουργούμενες με ταφ ή σταυρούς.

Σωλήνες αερίου επιτρέπεται να τοποθετηθούν σε χώρο πάνω από την ψευδοροφή εφ' όσον αυτός αερίζεται επαρκώς και η ψευδοροφή είναι στεγανή ως προς τους χώρους, που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος.

Σε περίπτωση, που στο σύστημα διανομής της πόλεως συνδέονται υγρά αεριοφυλάκια ή εφ' όσον δεν μπορεί το διανεμόμενο αέριο να θεωρηθεί ξηρό, πρέπει τα οριζόντια τμήματα των σωληνώσεων να τοποθετούνται με μικρή κλίση ώστε να συγκεντρώνονται τυχόν συμπυκνωματα σ' ένα ή περισσότερα προκαθορισμένα σημεία, όπου πρέπει να προβλεφθεί δυνατότητα περιοδικής απομάκρυνσής τους. Μία τέτοια θέση πρέπει να θεωρείται η αμέσως μετά το μετρητή. Εκτεταμένου μήκους κλάδοι πρέπει να έχουν εξαρτήματα, που να επιτρέπουν το λύσιμο της σωληνώσεως.

Ο μετρητής ή οι μετρητές πρέπει να τοποθετούνται σε χώρο, ο οποίος πρέπει να είναι προσπελάσιμος, ξηρός, φυσικά αεριζόμενος, προστατευόμενος από παγετό και χωρίς άμεση προσβολή ηλιακών ακτίνων. Ο χώρος αυτός καλό είναι να υποδεικνύεται από την εκάστοτε επιχείρηση διανομής.

Σε περίπτωση συστήματος πολλών ιδιοκτητών (πολυκατοικία) οι μετρητές να τοποθετούνται σε κοινόχρηστο χώρο κατά το δυνατόν κοντά στην είσοδο.

Κάθε μετρητής πρέπει να φέρει στην εισαγωγή του ασφαλές όργανο διακοπής, ώστε να είναι δυνατή η απομόνωση του εσωτερικού δικτύου οικίας ή διαμερίσματος απ' την παροχή.

Σε περίπτωση που η τροφοδότηση ενός πελάτη προβλέπεται να γίνεται με δύο ξεχωριστούς μετρητές, δεν επιτρέπεται η σύνδεση κλάδων των εσωτερικών εγκαταστάσεων, που τροφοδοτούνται μέσω διαφορετικού μετρητή. Επιπλέον στον κάθε γενικό διακόπτη πρέπει να τοποθετηθεί πινακίδα σταθερά προσαρμοσμένη στην οποία θα αναγραφεί μελλοντικά ο αριθμός του μετρητή. Σε περίπτωση που χρειάζεται να τροφοδοτήσουν περισσότεροι από έναν μετρητές κοινό συλλέκτη, πρέπει να εγκρίνεται από την επιχείρηση διανομής αερίου η διαμόρφωση και διαστασιολόγηση της εγκαταστάσεως.

Η διαστασιολόγηση των συλλεκτών και διανομένων γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε η διατομή να είναι τουλάχιστον 50% μεγαλύτερη από το σύνολο των διατομών που προσέρχονται σ' αυτούς ή ξεκινούν απ' αυτούς.

Οι άξονες των προσαγωγών ή αναχωρήσεων πρέπει να απέχουν τόσο μεταξύ τους ώστε να είναι άνετη η χρησιμοποίηση των τυχόν ευρισκομένων αποφρακτικών οργάνων που βρίσκονται πάνω τους.

Στην περίπτωση εγκαταστάσεως μετρητών στην προσαγωγή ή αναχώρηση γραμμών του συλλέκτη ή διανομέα η απόσταση μεταξύ αυτών πρέπει να είναι τουλάχιστον 200 mm για να εξασφαλίζεται η άνετη συντήρηση ή αντικατάστασή τους.

Για κάθε περίπτωση που σε εσωτερική εγκατάσταση γίνεται διανομή προς περισσότερους κλάδους από ένα συλλέκτη πρέπει ο κάθε κλάδος αμέσως μετά το συλλέκτη να έχει αποφρακτικό όργανο, εκτός από την περίπτωση που κάθε κλάδος έχει δικό του μετρητή εφοδιασμένο κατά την είσοδο με αποφρακτικό όργανο.

Για κάθε τμήμα εσωτερικής εγκαταστάσεως που τοποθετείται κάτω από τη γη, πρέπει να υπάρχει στην αρχή του ειδική πινακίδα, στην οποία να σημειώνονται στοιχεία για τη θέση του υπό τη γη τμήματος των σωληνώσεων (διάμετρος, μήκος, τυχόν εξαρτήματα, καθώς και ημερομηνία εγκαταστάσεως).

Σωληνώσεις αερίου που βρίσκονται για οποιοδήποτε λόγο εκτός λειτουργίας για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα πρέπει να απομονώνονται. Στην απομόνωση εννοείται, η διακοπή επικοινωνίας με τέτοιο τρόπο που να χρειάζεται για τη σύνδεση η επέμβαση τεχνικού. Οι απομονωμένες σωληνώσεις ταπώνονται στα δύο άκρα.

Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση των σωληνώσεων αερίου για γείωση προστασίας ηλεκτρικής εγκαταστάσεως.

7.6. Εγκατάσταση καταναλωτικών διατάξεων αερίου.

Οι καταναλωτικές διατάξεις αερίου διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

α) Τις συσκευές αερίου, που δεν χρειάζονται ειδική διάταξη απαγωγής των καπναερίων προς το ύπαιθρο όπως π.χ. οι μαγειρικές συσκευές.

β) Τις εστίες αερίου που χρειάζονται ειδική διάταξη απαγωγής των καπναερίων τους προς το ύπαιθρο, όπως π.χ. οι θερμοσίφωνες ροής.

Τις εστίες αερίου τις διακρίνουμε σε δύο υποκατηγορίες.

i) Τις εστίες με ανοικτό χώρο καύσεως που παίρνουν τον αέρα από το χώρο που είναι εγκατεστημένες όπως π.χ. οι θερμοσίφωνες ανακυκλοφορίας.

ii) Τις εστίες με κλειστό χώρο καύσεως, που παίρνουν τον αέρα μέσω ειδικής διατάξεως απ' το ύπαιθρο όπως π.χ. ειδικές εστίες μικρών και μεγάλων ατμοπαραγωγών.

7.7. Σύνδεση και εγκατάσταση συσκευών και εστιών.

Οι συσκευές και εστίες αερίου επιτρέπεται να συνδέονται προς το δίκτυο μόνο σταθερά. Σταθερή είναι η σύνδεση μόνο όταν για να λυθεί χρειάζεται επέμβαση τεχνίτη και η χρησιμοποίηση απ' αυτόν μηχανικού εργαλείου. Εάν η συσκευή ή η εστία συνδέονται σταθερά με την οικοδομική κατασκευή η σύνδεση με το δίκτυο γίνεται με χαλύβδινους σωλήνες ή χαλκοσωλήνες.

Για να χρησιμοποιήσουμε μία συσκευή ή μία εστία θα πρέπει να πληρούν τις προϋποθέσεις για ομαλή λειτουργία τους. Η τήρηση των αναφερομένων στη σύσταση πιστοποιείται με την επιβαλλόμενη από την EN 30 σταθερά προσαρμοσμένη στη συσκευή ή στην εστία πινακίδα στην οποία θα αναγράφονται με ανεξίτηλο τρόπο:

α) Τα στοιχεία του κατασκευαστή (όνομα ή επωνυμία της επιχείρησης).

β) Την εμπορική ονομασία όπως έχει εγκριθεί στη χώρα κατασκευής

γ) Τη θερμική ισχύ και τη θερμική φόρτιση σε KW

δ) Το αέριο για το οποίο είναι ρυθμισμένη η διάταξη δεδομένου, ότι πολλές διατάξεις είναι δυνατό να μπορούν να λειτουργήσουν με διάφορα αέρια με κατάλληλη πάντα ρύθμιση. Για το δικό μας φυσικό αέριο χρειάζεται ρύθμιση για αέριο β' οικογένειας ομάδας H για πίεση λειτουργίας 18 mbar.

Η εγκατάσταση των συσκευών γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η εκλυόμενη θερμότητα απ' αυτές να μη δημιουργεί κινδύνους για το περιβάλλον και που εξασφαλίζεται, αφ' ενός καλή προσαγωγή αέρα για τους ανθρώπους του χώρου και την καύση και αφ' ετέρου μία ανεμπόδιστη έξοδος των καπναερίων τους στην ύπαιθρο.

Γι' αυτό επαρκεί η εγκατάστασή τους σε χώρο, που κατ' υθειάν (αμέσως) ή μέσω άλλου χώρου (εμμέσως) επικοινωνεί με το ύπαιθρο με πόρτα ή παράθυρο που δεν είναι ιδιαίτερα στεγανοποιημένο και που σε κάθε περίπτωση μπορεί να ανοίξουν.

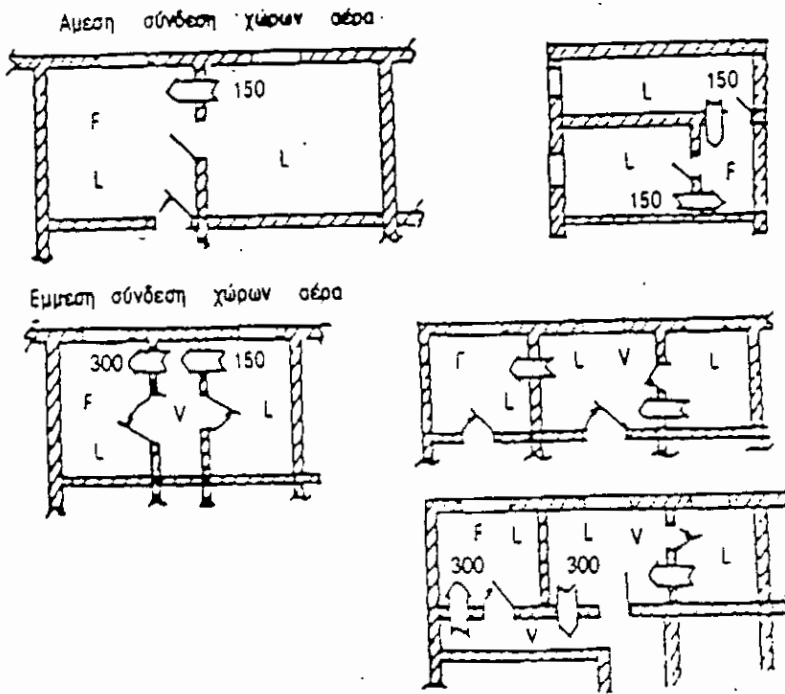
7.8. Εγκατάσταση εστιών με ανοικτό χώρο καύσεως.

Ο χώρος εγκαταστάσεως υπολογίζεται με βάση τη μέγιστη (θερμική) ισχύ των εστιών και συσκευών, που μπορεί να λειτουργήσουν συγχρόνως.

Αυτός πρέπει να έχει μία πόρτα ή ένα παράθυρο (που να ανοίγει) προς το ύπαιθρο, να έχει δε μέγεθος $4 \text{ m}^3/\text{kW}$, αν αυτά είναι καλής στεγανότητας ή $2 \text{ m}^3/\text{kW}$ για τη συνήθους στεγανότητας. Εάν εξασφαλίζεται μόνιμο άνοιγμα επικοινωνίας με το ύπαιθρο επιφανείας (σε cm^2) = $9 \times (\Phi_{\Sigma\text{NL}} - 7)$ όπου $\Phi_{\Sigma\text{NL}}$ η συνολική συγχρόνως λειτουργούσα ισχύς, αλλά τουλάχιστον 150 cm^2 - έστω και μέσω αγωγού μικρού μήκους - , μπορεί ο χώρος να είναι μικρότερος μέχρι $1 \text{ m}^3/\text{kW}$ - αυτό δεν ισχύει για εστίες με ανεμιστήρα - εφ' όσον υπάρχει εξασφάλιση της ροής. Αλλιώς απαιτούνται δύο ανοίγματα σαν τα προηγούμενα και επιφανείας τουλάχιστον 150 cm^2 ένα κάτω και ένα επάνω.

Οι ως άνω εστίες μπορούν να εγκατασταθούν και σε χώρο που δεν επικοινωνεί άμεσα με το ύπαιθρο αλλά μέσω άλλου χώρου (σύνδεση χώρων όσον αφορά στον αέρα καύσεως), που έχει πόρτα ή παράθυρο (που μπορεί να ανοίξει

προς το υπαίθρο εφ' όσον ο συνολικός χώρος είναι $\geq 4\text{m}^3/\text{kW}$ για πόρτες και παράθυρα καλής στεγανότητας, ή $\geq 2\text{m}^3/\text{kW}$ για τέτοια συνήθους στεγανότητας.



Σχ. 7-2. Εγκατάσταση εστιών

Για την περίπτωση εξασφαλισμένης ροής ο χώρος γίνεται $\geq 1\text{m}^3/\text{kW}$. Το ίδιο ισχύει αν υπάρχουν δύο ανοίγματα, ως προηγουμένως, αλλά τουλάχιστον 150 cm^2 ένα κάτω και ένα επάνω) προς τον συνυπολογιζόμενο παρακείμενο χώρο. Παραδείγματα γι' αυτό (ανεξάρτητα προς την ποιότητα της σταγανότητας) δίνονται στο σχήμα 7-2. Εδώ

F= χώρος εγκαταστάσεως

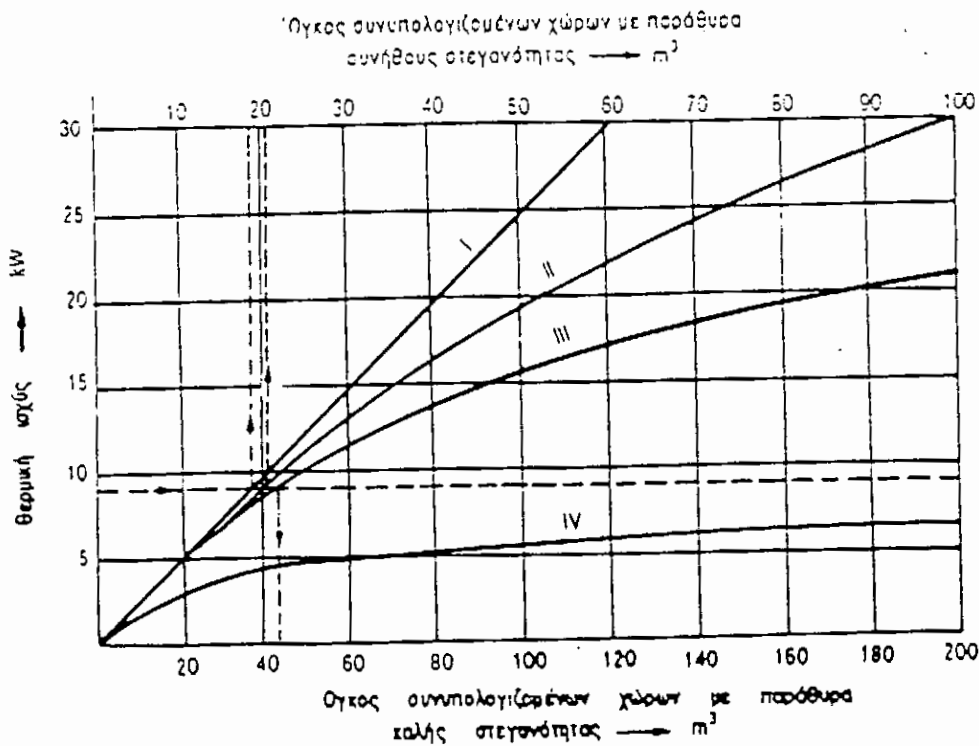
L= συνυπολογιζόμενος χώρος αέρα

V= χώρος συνδέσεως (μησυνυπολογιζόμενος).

300 = άνοιγμα 300 cm^2 ή 150 cm^2 κάτω και άνω

150= άνοιγμα 150 cm^2

Αυτά τα ανοίγματα μπορούν να αποφευχθούν εφ' όσον είναι δυνατή η προσαγωγή του αέρα μέσω μη στεγανών εσωτερικών θυρών και εν πάσει περιπτώσει κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρχει επαρκής ποσότητα αέρα καύσεως για διαφορά πίεσεως μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού αέρα, όχι μεγαλύτερη από 0,04 mbar. Μα βάση τα στοιχεία από τον DVGW σχηματίστηκε το διάγραμμα του σχήματος 7-3.



Σχ 7-3. Επιτρεπόμενη θερμική ισχύς σε συνάρτηση με τον διατιθέμενο (συνυπολογιζόμενο) χώρο

Το διάγραμμα αυτό ισχύει υπό την προϋπόθεση ότι η δημιουργούμενη μεταξύ εσωτερικού χώρου και υπαίθρου υποπίεση είναι $\leq 0,04$ mbar. Εδώ διακρίνονται τέσσερις περιπτώσεις (και αντίστοιχες καμπύλες), όσον αφορά στην επιτρεπόμενη να εγκατασταθεί θερμική ισχύ

I) Χώρος με πόρτα προς το υπαίθρο ή παράθυρο, που μπορεί να ανοίγεται.

II) Χώρος που συγκοινωνεί άμεσα ή έμμεσα προς χώρο της περιπτώσεως I με εσωτερική πόρτα καλής στεγανότητας κατά τις τρεις πλευρές και διάκενο προς το δάπεδο 1,5 cm ή συνήθους στεγανότητας κατά τις τρεις πλευρές και διάκενο προς το δάπεδο 1,0 cm.

III) Χώρος που συγκοινωνεί άμεσα ή έμμεσα προς χώρο της περιπτώσεως I με εσωτερική πόρτα καλής στεγανότητας κατά τις τρεις πλευρές και διάκενο προς το δάπεδο 1,0 cm ή συνήθους στεγανότητας κατά τις τέσσερις πλευρές.

IV) Χώρος που συγκοινωνεί άμεσα ή έμμεσα προς χώρο της περιπτώσεως I με εσωτερική πόρτα καλής στεγανότητας κατά τις τρεις πλευρές και συνήθους στεγανότητας προς το δάπεδο.

Σήμερα επιτρέπεται η εγκατάσταση εστιών με ανοικτό χώρο καύσεως και σε εσωτερικούς χώρους χωρίς παράθυρο επικοινωνίας προς το υπαίθρο ή συνδεδεμένους με άλλους χώρους κατά τα προηγούμενα, που αερίζονται κατά DIN 18017 (αερισμός λουτρών και αποχωρητηρίων χωρίς εξωτερικό παράθυρο) φύλλο 1 (με φυσικό ελκυσμό, χωρίς ανεμιστήρα με ιδιαίτερο αγωγό εξαερισμού κατά χώρο) και φύλλο 3 (με ενιαίο αγωγό εξαερισμού και ανεμιστήρα) υπό την προϋπόθεση ότι εξασφαλίζεται πλήρως η προσαγωγή του αέρα καύσεως. Δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση σε χώρους αεριζόμενους κατά DIN 18017 φύλλο 2 (φυσικός ελκυσμός με κοινό αγωγό εξαερισμού για περισσότερους χώρους)

Δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση εστιών με ανοικτό χώρο καύσεως:

α) Σε κλιμακοστάσια και γενικά σε κοινόχρηστους χώρους πλην της περιπτώσεως των μονοκατοικιών.

β) σε χώρους, που κατεργάζονται ή αποθηκεύονται εύφλεκτα υλικά σε ποσότητες, που η τυχόν ανάφλεξή τους μπορεί να δημιουργήσει κινδύνους,

γ) σε όμοιους χώρους, που αφορούν εκρηκτικά υλικά.

δ) σε χώρους από τους οποίους αναρροφούν αέρα κλιματιστικές εγκαταστάσεις ή εγκαταστάσεις θερμάνσεως με θερμό αέρα.

Πρέπει επίσης να τηρείται απόσταση x των εστιών από δομικά στοιχεία και έπιπλα μη πυράντοχα ανάλογα με την κατασκευή και την ισχύ τους σε πλήρη φόρτιση:

- 50 mm αν η εστία εξασφαλίζει σε απόσταση 50 mm ανάπτυξη θερμοκρασιών ≤ 85 °C
- 200 mm αν η εστία εξασφαλίζει σε απόσταση 50 mm ανάπτυξη θερμοκρασιών ≤ 85 °C
- 400 mm σε κάθε άλλη περίπτωση κατασκευής και μεγέθους.

Η ανώτατη θερμοκρασία των 85 °C πρέπει να εξασφαλίζεται και ως προς το δάπεδο με παρεμβολή καταλλήλου υλικού. Η ανώτατη πάντως θερμοκρασία που επιτρέπεται να αναπτυχθεί σε φέροντα στοιχεία της δομικής κατασκευής είναι 50 °C. Γι' αυτό συνιστάται η προστασία τους.

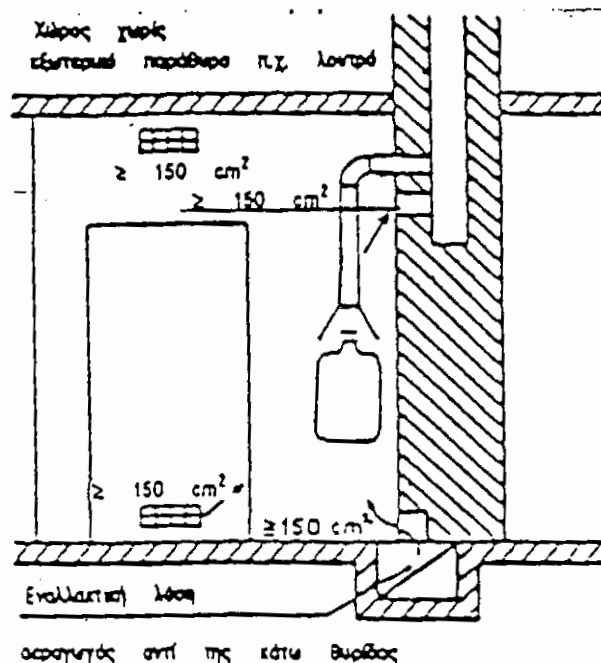
Πέραν αυτών η TOTEE 2471/86 προβλέπει και τα ακόλουθα:

Διατηρεί τις αποστάσεις, που αναφέρθηκαν προηγουμένως χωρίς να αναφέρει ανώτατη θερμοκρασία 85 °C. Επιτρέπει απόσταση πετάσματος και θερμικής επιφάνειας ή και δομικού στοιχείου 2 cm αν παρεμβληθεί φύλλο αμιαντοσιμέντου 1 cm. Βέβαια και οι έτσι δημιουργημένοι χώροι πρέπει να αερίζονται ανεμπόδιστα. Για εστίες με ανοικτό θάλαμο καύσεως και απαγωγή καπναερίων, που θα τοποθετηθούν σε κλειστά ερμάρια, προβλέπει για εξαερισμό των ερμαρίων δύο ανοίγματα (κάτω και άνω) επιφάνειας 600 cm². Η απόσταση των τοιχωμάτων του ερμαρίου από τη συσκευή πρέπει να είναι τουλάχιστον 100 mm.

Σε περίπτωση εγκαταστάσεως σε χώρο I πλην του κάτω ανοίγματος 9 (O-7) cm² (min 150 cm²) προβλέπει και άνω άνοιγμα ίσο με το 50% του κάτω σε ύψος \geq των 1,80 m.

Σε περίπτωση χώρου με ανεξάρτητο αγωγό αερισμού και φυσικό ελκυσμό επιτρέπει να συνδεθεί προς αυτόν ο αγωγός καπναερίων, αν εξ αρχής ο αγωγός αερισμού έχει προβλεφθεί να δεχθεί και καπναέρια εστίας. Τότε κάτω από τη σύνδεση της εστίας προς αυτόν πρέπει να υπάρχει θυρίδα 150 cm² τοποθετημένη 15

cm από τη σύνδεση των καπναερίων. Ισχύει πάντοτε η σύνδεση προς παρακείμενο χώρο με θυρίδα $18 (0-7) \text{ cm}^2$ στο δάπεδο αλλά $\geq 150 \text{ cm}^2$ και η ύπαρξη δεύτερης χαμηλά κειμένης με τη μισή επιφάνεια αλλά τουλάχιστον 150 cm^2 προκειμένης τοποθετήσεως εστιών θερμάνσεως νερού ή αέρα, όπως φαίνεται στο σχ. 7-4.

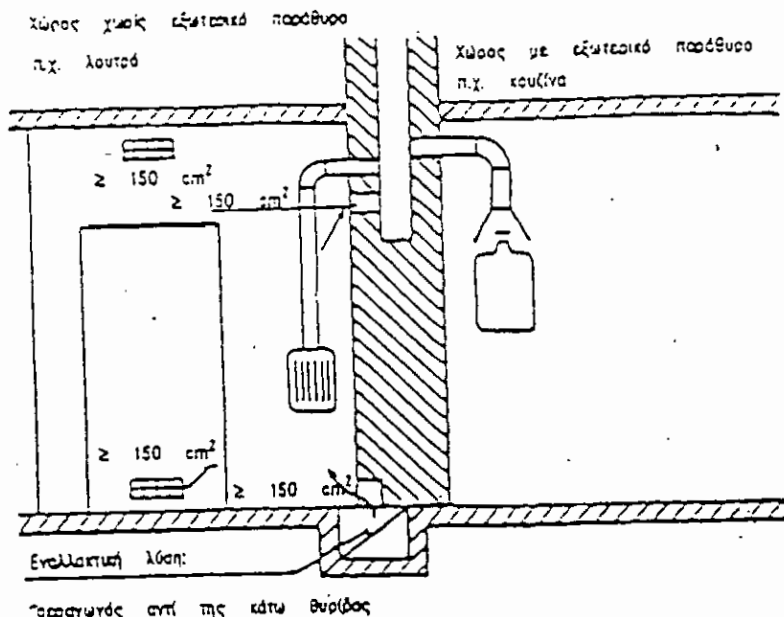


Σχ. 7-4. Σύνδεση χώρου χωρίς παράθυρο με αγωγό αερισμού επαρκή για να δεχθεί καπναέρια θερμοσίφωνα ροής.

Στο σχ. 7-5 δείχνεται και η περίπτωση συνδέσεως σε κοινό αεραγωγό επαρκούς διατομής (φυσικού ελκυσμού) δύο εστιών τοποθετημένων σε χώρο χωρίς παράθυρο και χώρο με παράθυρο.

Εαν ο χώρος αερίζεται μόνος ή από κοινού με ένα αγωγό αερισμού (επαρκούς διατομής για να δεχθεί καπναέρια) με τεχνητό ελκυσμό με ανεμιστήρα, που βρίσκεται στην εξαγωγή του αγωγού θα πρέπει να υπάρξει πάλι θυρίδα αέρα 150 cm^2 και 15 cm υπό τη σύνδεση του αγωγού καπναερίων.

Χρειάζεται μεγάλη προσοχή στην περίπτωση του τεχνητού ελκυσμού πρέπει να υπάρχει σύστημα ασφαλείας, που να απαγορεύει τη λειτουργία των εστιών μόλις για οποιονδήποτε λόγο παύσει λειτουργών ο ανεμιστήρας τεχνητού ελκυσμού.



Σχ. 7-5. Σύνδεση προς αεραγωγό επαρκούς διατομής εστιών τοποθετημένων σε χώρο χωρίς παράθυρο και χώρο με παράθυρο.

7.9. Εγκατάσταση εστιών με κλειστό χώρο καύσεως.

Όσον αφορά στον όγκο του χώρου εγκατάστασης, επειδή ο αέρας καύσεως δεν λαμβάνεται από αυτόν δεν υπάρχουν ειδικές απαιτήσεις. Η εγκατάστασή τους μπορεί να γίνει σε οποιονδήποτε χώρο. Όσο αφορά στην ασφάλεια για πυργαγιά ισχύουν οι σχετικές παράγραφοι του προηγούμενου κεφαλαίου.

Ο DVGW επιτρέπει την εγκατάσταση ειδικής κατασκευής εστιών με κλειστό χώρο καύσεως στα γκαράζ αυτοκινήτων (πρόκειται για τις "Garagen - Feuerstaetten") για τις οποίες εξασφαλίζεται, ότι η εξωτερική πλευρά του φλογοθαλάμου, των επιφανειών επαφής και του συστήματος απαγωγής καπναερίων δεν θα υπερβεί τους 300 °C.

Προϋποθέσεις για την εγκατάσταση είναι:

- ότι η απόσταση των καυστήρων από το δάπεδο πρέπει να είναι ≥ 500 mm.
- ότι θα προστατευθούν οι εστίες κατά τρόπο, που να αποκλείεται ζημιά από τα αυτοκίνητα.

Σε χώρους υπό την επιφάνεια του εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθούν μόνο εστίες "εξωτερικού τοίχου" και εφ' όσον κάθε μία από αυτές συνδέεται με ανοίγματα αέρα και καπναερίων προς οχετούς διατομής $0,5 \text{ m}^2$ για ισχύ μέχρι 14 kW και $0,75 \text{ m}^2$ για μεγαλύτερη, ακόμη η ελάχιστη πλευρά θα είναι ≥ 500 mm, το κάτω μέρος της σύνδεσης θα είναι 300 mm υψηλότερα από τον πυθμένα του οχετού και η απόσταση από το ανώτερο σημείο του οχετού δεν θα υπερβαίνει τα 4 m για μεγαλύτερες των 14 kW και τα $1,7$ m για τιμές ισχύος $\geq 14 \text{ kW}$. Τέτοιοι οχετοί δεν συνδέονται προς θέσεις οποιουδήποτε είδους αναρροφήσεως ή εξαερισμού συμπεριλαμβανομένων και παραθύρων.

7.10. Απαγωγή καπναερίων

Εστίες με κλειστό χώρο καύσεως

Τα ανοίγματα για τον αέρα καύσεως πρέπει να οδηγούν στο ύπαιθρο ή σε διατάξεις (π.χ. οχετούς) που χρησιμοποιούνται για τον αέρα καύσεως και τα καπναέρια.

Για τη διοχέτευση των αερίων στην ύπαιθρο πρέπει να ακολουθούνται οι εξής κανόνες:

- Να μην οδηγούνται τα καπναέρια σε φωταγωγούς ή αεραγωγούς ή διαδρόμους.
- Οι καπναγωγοί να απέχουν από μη πυράντοχα δομικά υλικά τουλάχιστον 100 mm. Η διέλευση καπναγωγών από τέτοια στοιχεία γίνεται μέσω προστατευτικών σωλήνων (φουρώ). Η απόσταση του καπνοχετού από τον προστατευτικό σωλήνα εξασφαλίζεται με ειδικά στηρίγματα, το δε ενδιάμεσο κενό γεμίζεται με άφλεκτο υλικό μικρού συντελεστή αγωγιμότητας.

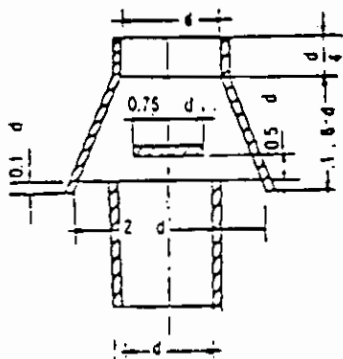
- Τα ανοίγματα εξαγωγής καπναερίων να απέχουν από μη πυράντοχα στοιχεία πλαγίως τοποθετημένα τουλάχιστον 500 mm, από πάνω τοποθετημένα τουλάχιστον 1500 mm.
- Ανοίγματα εξαγωγής καπναερίων που βρίσκονται μέχρι ύψος 2 m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους να προστατεύονται με άφλεκτο προστατευτικό πλέγμα.
- Ανοίγματα εξαγωγής καπναερίων εστιών με ονομαστική θερμική ισχύ > 25 kW πρέπει να απέχουν πλαγίως ή προς τα πάνω από παράθυρα τουλάχιστον 2,5 m.

Εστίες με ανοικτό χώρο καύσεως.

Εστίες στις οποίες η εισαγωγή γίνεται των καπναερίων με φυσικό έλκυσμό δηλ. με καυστήρα χωρίς φουσητήρα πρέπει να συνδέονται με την καπνοδόχο μέσω μία κατάλληλης διάταξης που χρησιμοποιείται σαν ασφάλεια ροής και είναι κατασκευασμένη από τον κατασκευαστή της εστίας. Η ασφάλεια αυτής της ροής των καπναερίων είναι τμήμα της εστίας και τοποθετείται πάνω απ' αυτή μέσα στο χώρο, που είναι εγκατεστημένη η εστία και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Εστίες με απαγωγή καπναερίων που έχουν καυστήρα με φουσητήρα πρέπει να εγκαθίστανται χωρίς ασφάλεια ροής.

Δεν επιτρέπεται στην ίδια καπνοδόχο να συνδέονται εστίες με ασφάλεια ροής και εστίες χωρίς ασφάλεια ροής.



Σχ. 7-6. Διαμόρφωση ασφάλειας ροής d =διάμετρος εξαγωγής καπναερίων από την εστία

Στην περίπτωση που δεν υπάρχει ασφάλεια ροής εκ κατασκευής συνιστάται η κατασκευή της με βάση τη διάμετρο εξαγωγής των καπναερίων d , όπως στο παραπάνω σχήμα 7-6.

7.11. Καπναγωγοί

Η χρήση των καπναγωγών είναι να συνδέουν την εστία με την καπνοδόχο. Πρέπει να έχουν κατά το δυνατό το μικρότερο μήκος. Οι ελάχιστες διαστάσεις των καπναγωγών φαίνονται στον πίνακα 7-9.

Η τοποθέτηση των καπναγωγών πρέπει να γίνεται με ανοδική πορεία προς την καπνοδόχο, το μήκος αυτό να μην υπερβαίνει το 50% του ωφελίμου ύψους της καπνοδόχου και κατά το δυνατό να είναι $\leq 2m$. Η απόσταση των καπναγωγών από μη πυράντοχα υλικά να είναι τουλάχιστον 50mm, σε περίπτωση δε που τα διασχίζουν να είναι 100 mm.

Εαν οι καπναγωγοί περνούν από χώρους που δεν είναι επιθυμητή η θέρμανση τους, πρέπει να μονώνονται καταλλήλως. Ακόμη οι καπναγωγοί δεν επιτρέπεται να περνούν από χώρους, όπου υπάρχουν ευανάφλεκτα ή εκρηκτικά υλικά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7-9. Ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές καπναγωγών κατά ΤΟΤΕΕ 2471/86.

Όνομαστική θερμική ισχύς kW	Διατομή καπναγωγών						
	1		2		3		
	cm ²	cm	cm ²	a cm	cm ²	b cm	c cm
εως 2,3	20	5	25	5	24	5	4
2,3 - 4,1	25	6	36	6	33	7	5
4,1 - 5,9	38	7	49	7	48	8	6
5,9 - 9,0	50	8	64	8	70	10	7
9,0 - 13,2	62	9	81	9	77	11	7
13,2 - 17,4	80	10	100	10	104	13	8
17,4 - 21,6	95	11	121	11	128	14	8
21,6 - 27,2	115	12	144	12	150	15	10
27,2 - 35,0	135	13	169	13	175	16	11
35,0 - 44,0	150	14	196	14	204	17	12
44,0 - 52,3	160	15	225	15	247	19	13
52,3 - 62,3	200	16	256	16	260	20	13
62,3 - 80,2	225	17	289	17	274	21	14
80,2 - 94,2	250	18	324	18	345	23	15
94,2 - 108,0	285	19	361	19	384	24	16
108,0 - 128,0	315	20	400	20	425	25	17
128,0 - 143,0	350	21	441	21	466	26	18
143,0 - 157,0	375	22	476	22	486	27	18
157,0 - 174,0	415	23	529	23	531	29	19
174,0 - 192,0	450	24	576	24	500	30	20
192,0 - 209,0	490	25	625	25	551	31	21
209,0 - 223,0	530	26	676	26	704	32	22
223,0 - 244,0	575	27	729	27	782	34	23
244,0 - 255,0	615	28	784	28	505	35	23
255,0 - 286,0	660	29	841	29	564	36	24
286,0 - 310,0	710	30	906	30	550	38	25

7.12. Καπνοδόχοι.

Γενικές οδηγίες.

Κάθε εστία με απαγωγή καπναερίων ονομαστικής θερμικής ισχύος μεγαλύτερης από 45 kW και κάθε εστία με απαγωγή καπναερίων χωρίς ασφάλεια ροής, που λειτουργεί με καυστήρα με φουσητήρα πρέπει να έχει τη δική της καπνοδόχο. Το μέγεθος των 45 kW για τις σημερινές αντιλήψεις είναι μεγάλο και περιορίζεται από διάφορους κανονισμούς σε 30 kW, μέγεθος, που συνιστάται στις περισσότερες των περιπτώσεων.

Σε δική τους καπνοδόχο πρέπει να συνδέονται και εστίες:

- που είναι τοποθετημένες σε πολυόροφα κτίρια με περισσότερους από 5 ορόφους
- που έχουν θερμοκρασία εξερχομένων καπναερίων που υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί να φθάνει τους 400 °C.
- που εγκαθίστανται σε χώρους με συνεχώς ανοικτή σύνδεση προς το ύπαιθρο. Η ανοικτή σύνδεση είναι όσο αφορά στον αέρα καύσεως.

Οι καπνοδόχοι είναι κτιστές από τυποποιημένα τεμάχια πυρίμαχων υλικών, πηλό Schamotte ή εν γένει αργιλούχο ή αμιαντοτσιμέντο ή πυρίμαχο μπετόν. Ως βασική αρχή κατασκευής έχουν το εξής

Το υλικό τους να αντέχει σε οποιαδήποτε θερμοκρασία που μπορεί να φθάσουν τα καπναέρια. Γενικά οι καπνοδόχοι ακολουθούν τον εκάστοτε ισχύοντα οικοδομικό κανονισμό εκτός αν αυτός είναι αντίθετος από τις εγκεκριμένες ΤΟΤΕΕ.

Οι καπνοδόχοι φέρουν τουλάχιστον στο άνω και κάτω μέρος αλλά και κάθε σημείο που είναι εμφανές, το γράμμα Α, που σημειώνει αέριο και

φέρουν στο πιά κάτω μέρος θυρίδα ελέγχου και καθαρισμού. Βασικό στοιχείο η πλήρης στεγανότητα της όλης κατασκευής.

Η καπνοδόχος Α μπορεί να έχει και τμήμα με κλίση μέχρι 60° μπορεί και 45° σε ειδικές περιπτώσεις μόνο και όσο το δυνατόν να αποφεύγεται τέτοια κλίση. Το τμήμα αυτό πρέπει οπωσδήποτε να βρίσκεται σε χώρο που είναι προσβάσιμο.

Με βάση τη φόρτιση των καπνοδόχων εστιών αερίου, τον αριθμό των συνδέσεων, το χρόνο χρήσεως και το ενεργό τους ύψος, υπολογίζονται οι ελεύθερες διατομές τους

Η ελάχιστη επιτρεπτή διατομή είναι :

- για καπνοδόχους από τυποποιημένα τεμάχια 100 cm²
- για κτιστές καπνοδόχους, τετραγωνικής διατομής 13,5X13,5 cm
- για κτιστές καπνοδόχους ορθογωνικής διατομής 200 cm²

Για την τελευταία περίπτωση πρέπει η μεγαλύτερη πλευρά να μην είναι μεγαλύτερη από 1,5 φορά την μικρότερη και σε κάθε περίπτωση η μικρότερη πλευρά να μην είναι μικρότερη από 10 cm.

Για καπνοδόχους αερίων που συνδέουν περισσότερες από μία εστία με ασφάλεια ροής καπναερίων ονομαστικής ισχύος μέχρι 45 kW για κάθε μία εστία η αναγκαία διατομή προκύπτει κατά ΤΟΤΕΕ (Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος) 2471/86. Σ' αυτή την περίπτωση ισχύει ο τύπος:

$$A = A_0 \frac{c(b-c) + \tau \cdot \Phi_{\Sigma NL}}{b \cdot c + h} \text{ (cm}^2\text{)} \quad (1)$$

που προέρχεται από τον DVGW, και :

- A = η αναγκαία διατομή της καπνοδόχου (σε cm²)
- $\Phi_{\Sigma NL}$ = η συνολική ονομαστική θερμική ισχύς όλων των εστιών (σε kW).
- τ = μέτρο, που αφορά στο χρόνο χρήσεως και παίρνει τις τιμές:

για μικρό χρόνο χρήσεως = 0,684 mh/kW

για μεγάλο χρόνο χρήσεως = 1,163 mh/kW

- h = ενεργό ύψος καπνοδόχου (σε m).
για ενεργό ύψος καπνοδόχου μεγαλύτερη από 8 m στη σχέση (1) θέτουμε $h = 8\text{m}$.
- A_0 = σταθερά = 100 cm^2 = ελάχιστη επιτρεπτή διατομή
- b = σταθερά = 20 m
- c = μέτρο, που αφορά στην κατασκευή της καπνοδόχου
 - για κτιστές καπνοδόχους $c=0,63$
 - για καπνοδόχους από λεία τυποποιημένα τεμάχια $c=1$
 - για καπνοδόχους όπου τα τυποποιημένα τεμάχια δεν είναι λεία το μέτρο c μειώνεται ανάλογα με την τραχύτητα της εσωτερικής επιφάνειάς τους, μέχρι 0,63

Πρέπει όμως να τονισθεί, ότι η εμπειρία, επέτρεψε μικρές μεταβολές, όσο αφορά στο μέτρο r , που μειώνεται για μικρό χρόνο χρήσεως σε 0,507 mh/kW και για μεγάλο χρόνο χρήσεως σε 0,862 mh/kW. Γενικά ο μικρός χρόνος χρήσεως αφορά μόνο σε θερμοσίφωνες ροής και θερμαντήρες χώρου μέχρι ονομαστικής ισχύος 93 kW, ενώ ο μεγάλος χρόνος χρήσεως αφορά σε όλες τις άλλες εστίες. Σε όλες τις περιπτώσεις, το ενεργό ύψος καπνοδόχου πρέπει να είναι τουλάχιστον 4 m. Τέλος ο DVGW - από τον οποίο προέρχεται ο τύπος ① και οι προηγούμενες μεταβολές - δέχεται την εφαρμογή της και για καπνοδόχους που δέχονται μέχρι 3 συνδέσεις εστιών ισχύος μέχρι 30 kW για την κάθε μία.

Κατά την εφαρμογή του τύπου (1) η TOTEE 2471/86 δίδει τους πίνακες 7-10 και 7-11 που στηρίζονται στις νέες οδηγίες του DVGW.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7-10. Ελάχιστες διατομές καπνοδόχων Α από τυποποιημένα λεία τεμάχια (σε cm²)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Συνολική ονομαστική θερμική ισχύς σε kW	Μικρός χρόνος λειτουργίας					Μεγάλος χρόνος λειτουργίας				
	Ενεργό ύψος καπνοδόχου σε m					Ενεργό ύψος καπνοδόχου σε m				
	4	5	6	7	≥ 8	4	5	6	7	≥ 8
10	100	100	100	100	100	102	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	120	112	103	100	100
20	110	102	100	100	100	139	130	120	113	106
25	120	112	100	100	100	158	148	138	130	122
30	132	122	114	106	100	178	166	153	145	136
35	143	133	125	117	108	196	184	172	161	150
40	153	144	135	127	118	215	200	190	178	168
50	175	162	152	146	138	250	236	222	210	198
60	193	180	171	163	151	283	267	252	238	227
70	216	204	193	182	171	320	302	288	273	258
80	239	227	215	204	193	355	340	323	308	292
90	260	244	230	221	208	390	370	350	340	320
100	280	265	250	238	227	425	400	387	370	350
120	320	300	286	273	258	480	460	435	420	400
140	360	342	326	308	295					
160	410	380	365	348	333					
180	445	420	408	385	368					

ΠΙΝΑΚΑΣ 7-11 Ελάχιστες διατομές κτιστών καπνοδόχων Α σε cm²

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Συνολική ονομαστική θερμική ισχύς σε kW	Μικρός χρόνος λειτουργίας					Μεγάλος χρόνος λειτουργίας				
	Ενεργό ύψος καπνοδόχου σε m.					Ενεργό ύψος καπνοδόχου σε m				
	4	5	6	7	≥ 8	4	5	6	7	≥ 8
20	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182
25	182	182	182	182	182	190	182	182	182	182
30	182	182	182	182	182	217	200	188	182	182
35	182	182	182	182	182	240	225	210	197	185
40	186	182	182	182	182	268	249	233	219	205
50	218	198	185	182	182	320	295	280	260	245
60	245	228	210	197	186	365	340	320	298	282
70	278	260	242	228	210	420	390	370	345	330
80	310	292	273	258	240	480	445	420	390	370
90	343	320	300	282	264	(525)	485	460	435	410
100	370	346	323	308	296	(600)	(540)	(500)	470	450
120	430	400	380	358	338					
140	490	460	435	415	390					
160	550	510	490	465	445					

Επίσης εκ της εμπειρίας και οδηγιών με βάση κανονισμούς συνιστά επιτρεπόμενες συνδέσεις όπως φαίνεται στον πίνακα 7-12.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7-12. Μέγιστος αριθμός συνδέσεων σε μία καπνοδόχο.

Διατομή (ελάχιστη) καπνοδόχου	Μέχρι 100	100 έως 150	150 έως 200	200 έως 300	300 έως 350
Μεγάλου χρόνου	2	2	3	(4)	(5)
Μικρού χρόνου	2	3	(4)	(5)	(5)

Οι εντός παρενθέσεως αριθμοί, στους πίνακες 7-11 και 7-12 αφορούν μόνο σε ειδικές περιπτώσεις και περιπτώσεις παλαιών εγκαταστάσεων. Σαφώς επιβάλλεται, όσον αφορά για τον μέγιστο αριθμό συνδέσεων, σε μία καπνοδόχο, να μην κάνουμε περισσότερες από 3 συνδέσεις (επάλληλοι όροφοι).

Σύμφωνα με τους υπάρχοντες κανονισμούς ο επιτρεπόμενος αριθμός εστιών, που επιτρέπεται να συνδεθούν φαίνεται στον πίνακα 7-13.

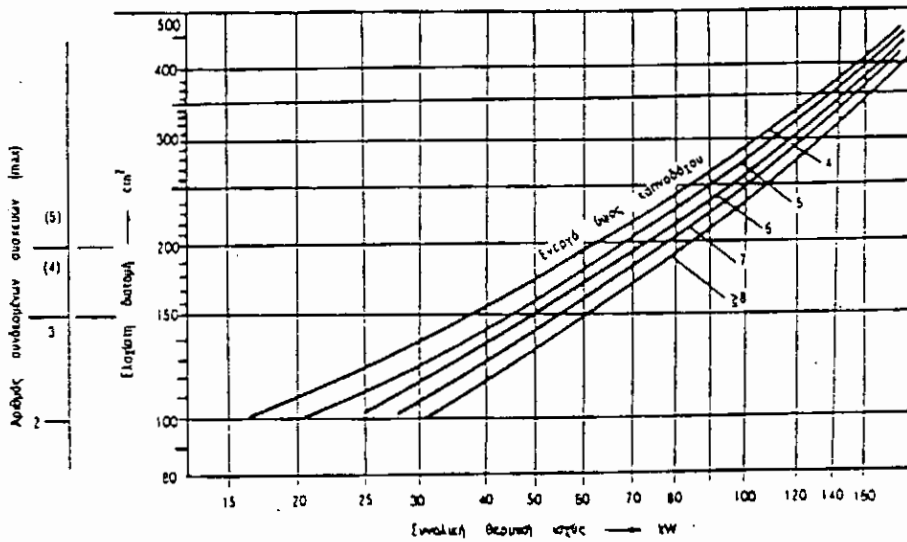
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-13 Μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός συνδέσεων εστιών κατά ΤΟΤΕΕ 2471/86.

Τρόπος κατασκευής καπνοδόχου	Διατομή (cm ²)	Χρόνος χρήσεως	
		μικρός	μεγάλος
Μέγιστος αριθμός συσκευών			
Τυποποιημένα λεία τεμάχια	έως 100	2	2
	από 100 * 150	3	2
	* 150 * 200	4	3
	* 200 * 300	5	4
	* 300 * 350	6	5
Κτιστές καπνοδόχοι	180	3	3
	από 180 έως 270	4	4
	* 270 * 400	6	6

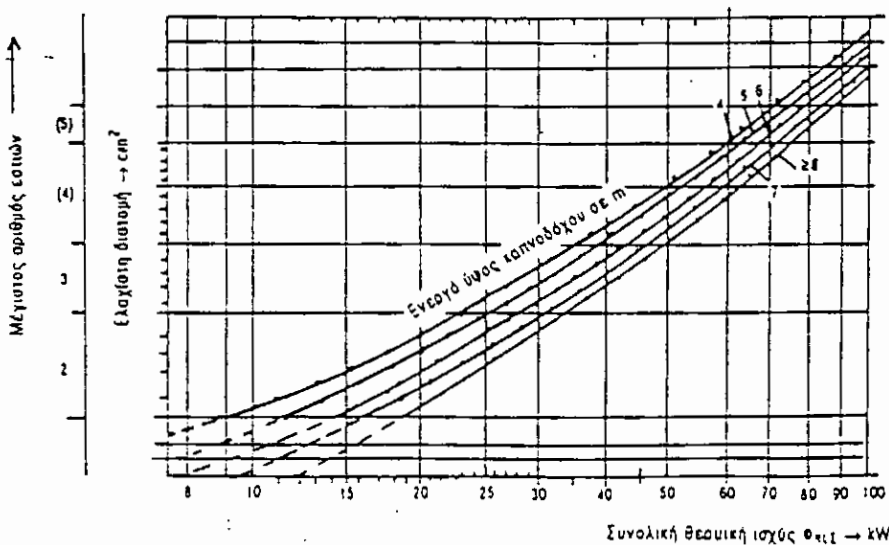
Επίσης από τις ίδιες νέες οδηγίες του DVGW κατασκευάσθηκαν για πρόχειρους υπολογισμούς και τα διαγράμματα των σχημάτων 7-7 και 7-8 για καπνοδόχους από τυποποιημένα τεμάχια για μικρό και μακρό χρόνο λειτουργίας κατά τα προηγούμενα.

Έτσι έχουμε:

Σχ. 7-7. Διάγραμμα υπολογισμού ελάχιστης διατομής καπνοδόχου για μικρό χρόνο λειτουργίας.



Σχ. 7-8. Διάγραμμα υπολογισμού ελάχιστης διατομής καπνοδόχου για μακρό (μεγάλο) χρόνο λειτουργίας.



Πάντως για τις περιπτώσεις συνδέσεως περισσότερων από 3 εστιών στην ίδια καπνοδόχο συνιστάται να εγκαθίστανται μετά την ασφάλεια ροής των καπναερίων και αυτόματοι φράκτες καπναερίων.

Κατά την ΤΟΤΕΕ 2471/86 για καπνοδόχους, που αφορούν σε μία εστία ισχύος $\Phi > 45 \text{ kW}$ ο υπολογισμός της διατομής γίνεται κατά ΕΛΟΤ 447.

Στην πράξη πολλές φορές χρησιμοποιούμε τον τύπο του Plewa σχέση (2) που είναι αποδεκτός από πολλά ξένα πολεοδομικά γραφεία.

$$A = \frac{860\Phi_{NL} + 1000}{\sqrt{h} \cdot (25 + 10,83) \cdot \sqrt[3]{\Phi_{NL}}} \quad (2)$$

όπου:

- A = διατομή της καπνοδόχου (σε cm^2)
- Φ_{NL} = ονομαστική θερμική ισχύς των εστιών (σε kW)
- h = το ύψος της καπνοδόχου (σε m)

Προκειμένου πάντως για συσκευές αερίου, η σχέση (2) δηλαδή ο τύπος Plewa δίδει μεγάλες διατομές.

Άλλοι ειδικοί δίδουν και άλλες σχέσεις, όπως ο Redkenbauer που ισχύει και για άλλα καύσιμα και αφορά τους λέβητες με θερμαινόμενη επιφάνεια $\geq 5 \text{ m}^2$ ή $Q \geq 46 \text{ kW}$.

Έτσι έχουμε τη σχέση (3)

$$F = \frac{1}{n} \cdot \frac{R}{\sqrt{H}} = \frac{0,0032 \cdot Q}{n \cdot \sqrt{H}} (\text{m}^2) \quad (3)$$

όπου:

- F = διατομή καπνοδόχου σε (m^2)
- Q = θερμική ισχύς της εστίας (σε Kcal/h)
- H = ύψος καπνοδόχου (σε m)

- $R = \text{βάρους καπναερίων} \cong 0,032 \cdot Q$
- $\eta = \text{συντελεστής εξαρτώμενος από το υψος και τη διατομή της καπνοδόχου.}$

Για πρόχειρους λογαριασμούς θα μπορούσαμε να δεχθούμε για το αέριο

$$F = 30 \cdot Q / \sqrt{H} \text{ (cm}^2\text{)} \quad (4)$$

όπου :

- Q σε kW
- H σε m

Ακριβείς υπολογισμοί περιέχονται στο DIN 4705. Κατ' αυτό ο φυσικός νόμος που δίδει τα συμβαίνοντα στην καπνοδόχο είναι:

$$P_H = P_Z + P_E \quad (5)$$

όπου :

- $P_H = \text{στατικός ελκυσμός δηλαδή διαφορά βάρους στήλης εξωτερικού αέρα και καπναερίων εντός της καπνοδόχου.}$
- $P_Z = \text{ο απαραίτητος ελκυσμός στη βάση της καπνοδόχου για να εργασθεί απρόσκοπτα η εστία, και}$
- $P_E = \text{απώλεια ελκυσμού δηλαδή οι τριβές ροής των καπναερίων στην καπνοδόχο.}$

Επομένως είναι προφανές ότι σε όλες τις περιπτώσεις ο τελικός έλεγχος πρέπει να γίνεται με βάση την εξίσωση (5) που εκφράζει το φυσικό νόμο.

7.13. Ο Τελικός Υπολογισμός

Ως τελικός υπολογισμός θεωρείται ο αναλυτικός υπολογισμός με βάση το φυσικό νόμο εξίσωση (5), όπου έχουμε π.χ. για ένα λέβητα.

$$P_z = P_H - P_E \tag{6}$$

δηλαδή ο απαραίτητος ελκυσμός στον πόδα της καπνοδόχου ενός λέβητα, είναι ίσος προς τη διαφορά του στατικού ελκυσμού μείον της απώλειας ελκυσμού.

Αν τώρα:

P_w = οι αντιστάσεις ροής στο λέβητα

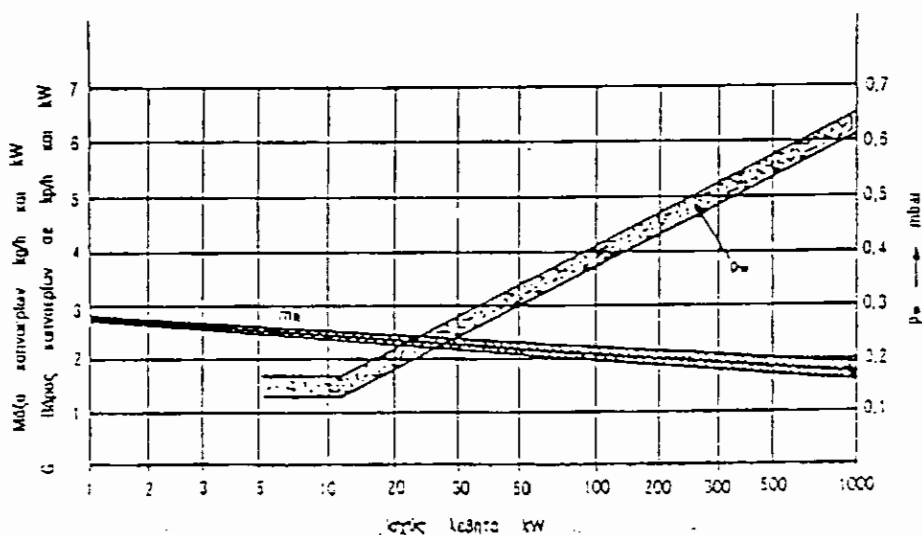
P_A = οι αντιστάσεις ροής των καπναερίων στον καπνοδόχο και

P_L = οι αντιστάσεις ροής του αέρα

τότε από την εξίσωση (6) παίρνουμε

$$P_z = P_H - P_E \geq P_w + P_A + P_L \tag{7}$$

Για τις αντιστάσεις P_w στοιχεία μας δίνει το διάγραμμα του σχήματος 7-9 που μας δίνει κατά προσέγγιση και το βάρος των καπναερίων.



Σχ. 7-9. Προσδιορισμοί αντιστάσεων ροής στο λέβητα

Εδώ έχει ληφθεί βάρος διερχόμενων καυσαερίων

$$G = (1,7 \div 2,6) \Phi_{NL} \quad (\text{Kg/h}) \quad (8)$$

Το διάγραμμα του σχήματος 7-9 μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε όταν δεν έχουμε στοιχεία. Όμως κανονικά οι μέν αντιστάσεις στο λέβητα μας δίνονται από τον κατασκευαστή του, το δε βάρος ή η μάζα ή ο όγκος των ρεόντων καπναερίων προκύπτουν από τους υπολογισμούς της κάυσεως.

Οι αντιστάσεις ροής στον καπναγωγό υπολογίζονται από τη γενική σχέση

$$p_A = 1,5 \cdot \left(\lambda \frac{L}{d} + \Sigma \zeta \right) \frac{\rho_A}{2} w^2 \quad (\text{N/m}^2) \quad (9)$$

όπου :

- λ = συντελεστής τριβής του οποίου η τιμή εξαρτάται από το είδος του καπνοχετού, συνήθως 0,03 - 0,08

- L = το μήκος του καπνοχετού (σε m)

- d = η διάμετρος ή η υδραυλική διάμετρος $4F/U$ (σε m)

F = διατομή (σε m^2)

U = περίμετρος (σε m)

- w = ταχύτητα ροής (σε m/sec)

- ρ_A = πυκνότητα των καπναερίων (σε Kg/m^3) = $1,27 T_L/T_A$.

T_L/T_A = θερμοκρασία αέρα ($\cong 288 \text{ K}$) και καπναερίων (σε K)

- 1,5 = προσαύξηση ασφαλείας για τη μη στεγανότητα

- $\Sigma \zeta$ = άθροισμα τοπικών αντιστάσεων

Οι αντιστάσεις ροής του αέρα ρ_1 μέχρι την εστία καύσεως υπολογίζονται με τον ίδιο τρόπο αν υπάρχει σκέτος αέρας. Συνήθως είναι της τάξεως 2-5 Pa. Με τη σχέση (9) υπολογίζονται και οι αντιστάσεις της καπνοδόχου ρ_H

$$\rho_H = H \cdot (\rho_L - \rho_A) \cdot g \cdot S_H \quad (\text{N/m}^2) \quad (10)$$

όπου

- $H =$ το ύψος της καπνοδόχου (σε m)
- $\rho_L - \rho_A =$ οι πυκνότητες αέρα και καπναερίων (σε Kg/m^3)
- $g =$ η επιτάχυνση της βαρύτητας (σε m/sec^2)
- $S_H =$ προσαύξηση ασφαλείας

Οι θερμοκρασίες των καπναερίων εξαρτώνται από τις θερμικές απώλειες της ροής.

Έτσι έχουμε :

η θερμοκρασία στην κορυφή της καπνοδόχου

$$t_a = t_L + (t_e - t_L) \cdot e^{-k} \quad (^\circ\text{C}) \quad (11)$$

η μέση θερμοκρασία στην καπνοδόχο

$$t_m = t_L + \frac{t_e - t_L}{K} (1 - e^{-H}) \quad (^\circ\text{C}) \quad (12)$$

όπου:

- $t_L =$ θερμοκρασία του αέρα (σε $^\circ\text{C}$)
- $t_w =$ θερμοκρασία καπναερίων κατά την έξοδο από το λέβητα (σε $^\circ\text{C}$)
- $t_1 =$ θερμοκρασία εισαγωγής τους στην καπνοδόχο (σε $^\circ\text{C}$)
- $t_e = t_w - t_1$
- $K =$ χαρακτηριστική της καπνοδόχου $= H \cdot k \cdot U/G \cdot C$

U = εσωτερική περίμετρος της καπνοδόχου ή της καπναγωγής (σε m).

C = ειδική θερμοχωρητικότητα των καπναερίων σε (kJ/kg K), συνήθως $\cong 1,05$ kJ/kg · K

k = συντελεστής μετάδοσης θερμότητας (σε kW/m² · K)

G = ρέον βάρος καπναερίων (σε Kg/sec)

Η τιμή του K ανάλογα με τη διατομή, την ταχύτητα των καπναερίων κ.τ.λ. είναι περίπου:

2,5 - 5 (W/m²K) → για κτιστές καπνοδόχους με $d_i \cong 25$ cm

3 - 5,5 (W/m²K) → για κτιστές καπνοδόχους με $d_i \cong 12,5$ cm

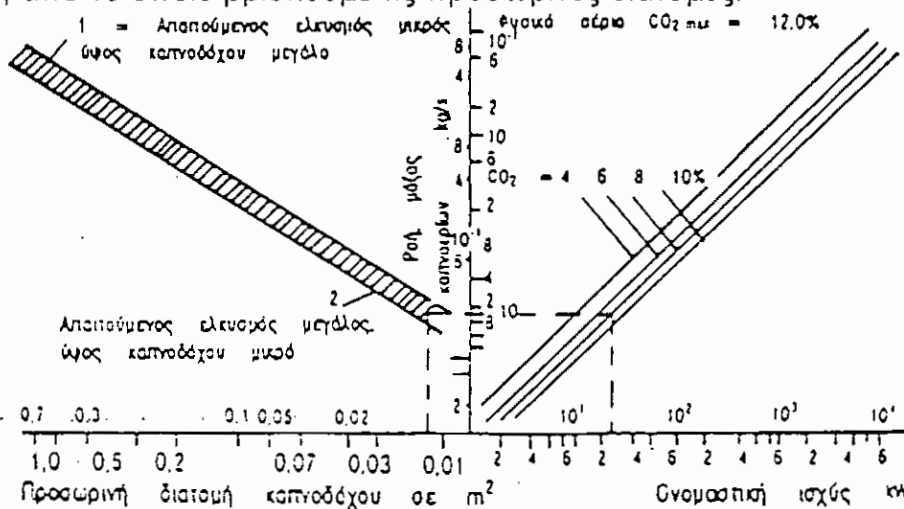
1,5 - 2,3 (W/m²K) → για χαλύβδινες με μόνωση

3 - 8 (W/m²K) → για χαλύβδινες χωρίς μόνωση

Για ακριβέστερους υπολογισμούς χρειάζεται αναλυτικός υπολογισμός του K .

Οι θερμοκρασίες των καπναερίων χρειάζονται για να μην παρουσιάζονται συμπυκνώσεις των υδρατμών στα τοιχώματα.

Τελικά, για τη διευκόλυνση της εφαρμογής της προτεινόμενης από το DIN 4705 μεθόδου υπολογισμού της διατομής των καπνοδόχων δίνεται το διάγραμμα του σχήματος 7-10, από το οποίο βρίσκουμε τις προσωρινές διατομές.



Σχ. 7-10. Διάγραμμα προσδιορισμού προσωρινής καπνοδόχου κατά DIN 4705

Εδώ σύμφωνα με το διάγραμμα του σχ. 4 τα 1, και 2 είναι άκρες καταστάσεις. Ο υπογραφόμενος συνιστά την κατάσταση 2 κυρίως για τις μικρές διατομές.

7.14. Καπνοδόχοι μικτής Φόρτισης

Τα καπναέρια εστιών αερίου μπορεί να αποχετευθούν και μέσω καπνοδόχων που χρησιμοποιούνται για την αποχέτευση καπναερίων εστιών στερεών και υγρών καυσίμων.

Σε αυτή την περίπτωση οι οδηγίες και οι προϋποθέσεις είναι αντιφατικές. Στα παραπάνω δίνονται οι προϋποθέσεις κατά ΤΟΤΕΕ 2471/86 και εντός παρενθέσεως προτάσεις άλλων ειδικών.

Έτσι οι προϋποθέσεις έχουν ως εξής:

α. Η ονομαστική θερμική ισχύς κατά εστία αερίου να μην υπερβαίνει τα 45 kW (30 kW είναι η ισχύς των εστιών άλλων καυσίμων να μην υπερβαίνει τα 20 kW).

β. Η διατομή να επαρκεί για τα καπναέρια όλων των εστιών και ότι η ελάχιστη διατομή να είναι:

- για τυποποιημένα τεμάχια 140 cm^2 (180 cm^2)
- για κτιστές 240 cm^2 , (180 cm^2)

γ. Το ενεργό ύψος της καπνοδόχου να είναι $\geq 4,5 \text{ m}$. Μόνο αν η τελευταία καθ' ύψος συνδεόμενη εστία είναι εστία αερίου μπορεί το ενεργό ύψος $H = 4 \text{ m}$.

δ. Προϋποθέσεις καλής λειτουργίας είναι:

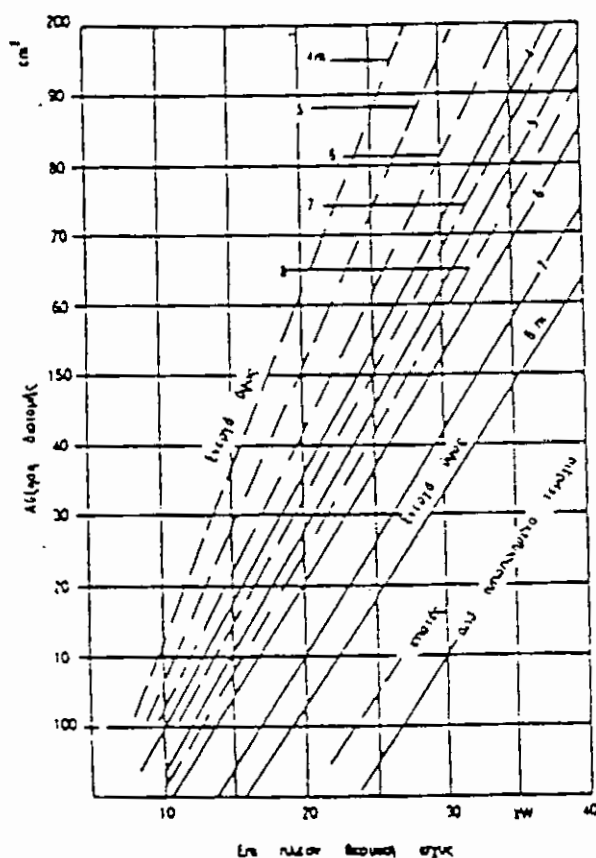
- όταν έχουμε σύνδεση των εστιών αερίων και των αστιών άλλων καυσίμων να γίνεται αυτή σε διαφορετικό ύψος
- μετά την ασφάλεια ροής, στις εστίες αερίου, να εγκαθίστανται φράκτες καπναερίων. Αυτό βέβαια δεν είναι απαραίτητο αν δεν επηρρεάζεται καμία ξένη συσκευή από τις συνδεόμενες στην καπνοδόχο.

ε. Καλό είναι να μην υπερβαίνουν ένα συγκεκριμένο αριθμό συνδεομένων εστιών με την καπνοδόχο, οι εστίες που συνδέονται με αυτή. Αυτός ο αριθμός είναι το

πολύ 3. Μόνο σε ειδικές περιπτώσεις και υπό προϋποθέσεις κατάλληλες ο αριθμός αυτός υπερβαίνει.

στ. Οι ελάχιστες διατομές των καπνοδόχων να είναι:

- για τις δύο πρώτες εστίες συνολικής ονομαστικής θερμικής ισχύος $\leq 17,4$ kW και καπνοδόχους από τυποποιημένα τεμάχια 140 cm² (180 cm²) για κτιστές καπνοδόχους 180 cm² (240 cm²).
- για μεγαλύτερη θερμική ισχύ που προέρχεται από εστίες αερίου οι προσθήκες στις διατομές γίνονται κατά το διάγραμμα του σχήματος 7-11. Ενώ όταν πρόκειται για εστίες υγρών και στερεών καυσίμων οι προσθήκες στη διατομή είναι σταθερές.

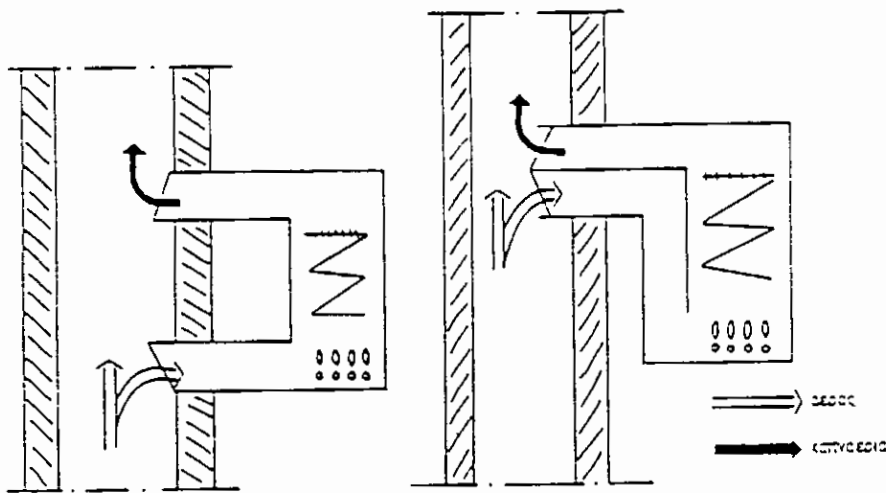


Σχ. 7-11 Αύξηση διατομής καπνοδόχου σε συνάρτηση με την αύξηση θερμικής ισχύος συσκευών αερίου

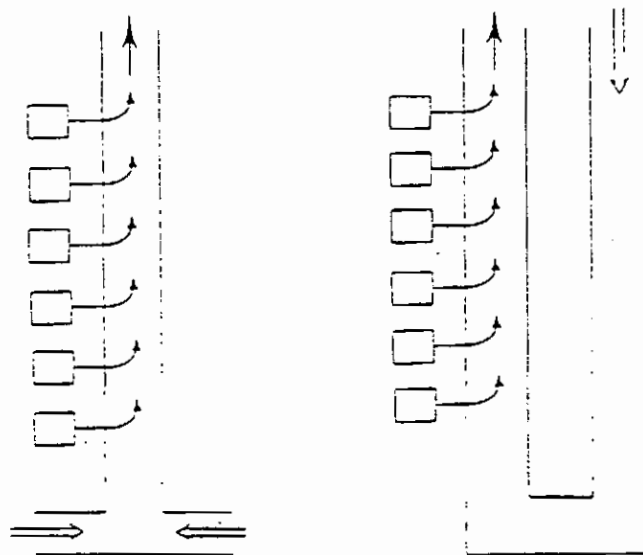
7.15. Αγωγοί Διπλής Χρήσης

Αγωγοί διπλής χρήσης είναι οι αγωγοί μέσω των οποίων προσάγεται ο αέρας της καύσεως και απάγονται καπναέρια. Τέτοιοι αγωγοί μπορεί να χρησιμοποιηθούν μόνο για κλειστές εστίες αερίου, που έχουν ειδική άδεια προς τούτο.

Υπάρχουν δύο δυνατότητες συνδέσεως όπως φαίνεται από το σχήμα 7-12. Επίσης υπάρχουν δύο δυνατότητες προσαγωγής του αέρα όπως φαίνεται στο σχήμα 7-13.



Σχ. 7-12. Σύνδεση κλειστών εστιών προς αγωγό διπλής χρήσεως.



Σχ. 7-13. Προσαγωγή αέρα από κάτω (ενός σκέλους) και από πάνω (δύο σκελών)

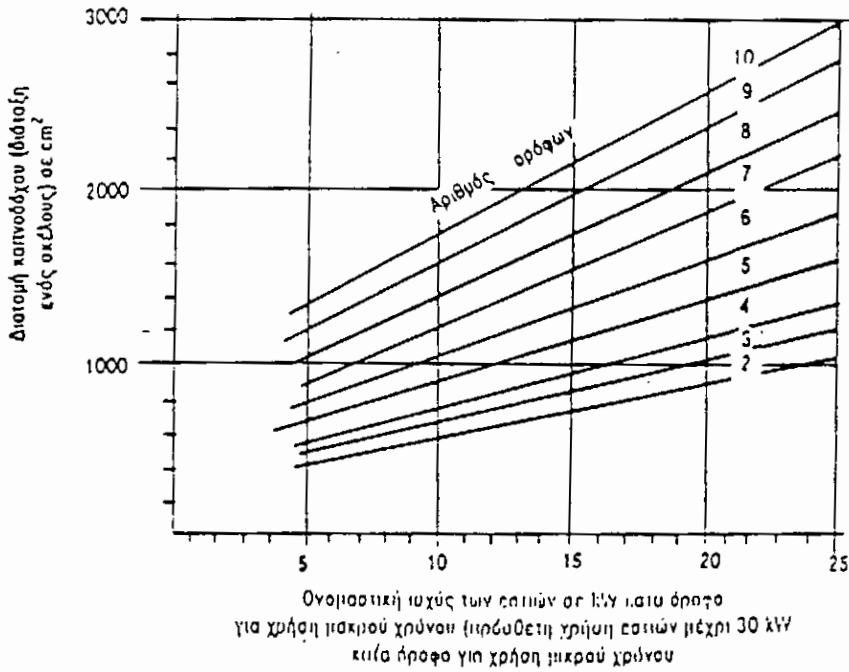
Για τους αγωγούς διπλής χρήσεως επιβάλλεται:

- να κατασκευάζονται από τυποποιημένα τεμάχια και η διάμετρος να είναι η κατάλληλη για να λειτουργήσει σαν καπνοδόχος. Όπου και εδώ ισχύουν όλοι οι περιορισμοί που τίθενται και είδαμε προηγουμένως στις καπνοδόχους.
- η διάταξη με ένα σκέλος προβλέπεται για οικοδομές τουλάχιστον 4 ορόφων. Στην περίπτωση λιγότερων ορόφων μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτή η διάταξη μόνο όταν εξασφαλίζεται η μη δημιουργία επιβλαβούς μεταβολής της πίεσεως μέσα στον αγωγό.
- Το ενεργό ύψος της καπνοδόχου από το άνω μέρος της υψηλότερα κειμένης συνδέσεως πρέπει να είναι $\geq 2 \text{ m}$ (3 m, Σ)
- η πλευρά της καπνοδόχου που συνδέονται οι εστίες πρέπει να είναι τουλάχιστον 280 mm.
- σε κάθε αλλαγή κατευθύνσεως των οχετών πάσης φύσεως πρέπει να υπάρχει δυνατότητα προσπελάσεως (άνοιγμα ελέγχου)

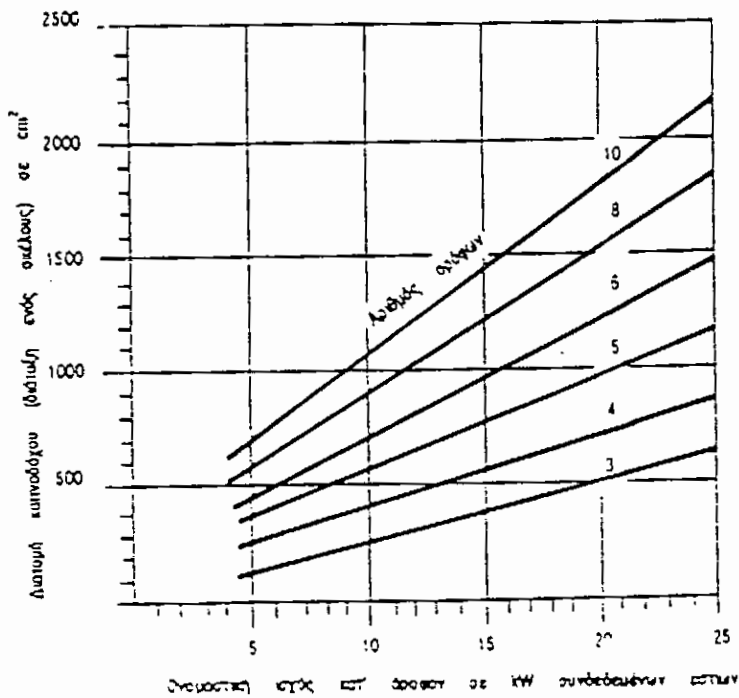
Οι διατάξεις των καπνοδόχων για διάταξη ενός σκέλους φαίνεται στο σχ. 7-14 και σχ. 7-15. Το πρώτο αφορά σε εγκατάσταση εστιών αερίων μεγάλου χρόνου που επιδέχεται και εστίες μικρού χρόνου λειτουργίας μέχρι 30 kW κατ' όροφο. Το δεύτερο αφορά μόνο σε λειτουργία εστιών μεγάλου χρόνου.

Εμπειρικά έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες διατομές κατά περίπου 15%. Πρέπει να σημειωθεί ότι σε περίπτωση διατάξεων διπλού σκέλους οι διατομές πρέπει να αυξάνονται κατ' άλλο 25%.

Θα πρέπει, τέλος, να σημειωθεί ότι πολύ μεγάλες διατομές δεν είναι σωστές. Μία ταχύτητα καπναερίων 1 m/sec είναι η ελάχιστη επιτρεπτή.



Σχ. 7-14 Διατομές αγωγών διπλής χρήσεως (διάταξη ενός σκέλους) για μακροχρόνια χρήση εστιών και πρόσκαιρη μικρού χρόνου χρήση επιπλέον εστιών.



Σχ. 7-15 Διατομές διπλών αγωγών (διάταξη ενός σκέλους) σε συνάρτηση της θερμικής ισχύος εστιών κατ' όροφο σε kW.

7.16. Οδηγίες για τη μελέτη.

Τώρα που έχουμε τις απαραίτητες γνώσεις από το αέριο μπορούμε να δούμε πως πρέπει να συντάσσεται μία μελέτη εσωτερικών εγκαταστάσεων.

1. Κεφάλαιο Πρώτο

Καθορίζονται οι ανάγκες, που θα καλυφθούν με αέριο κατά κατοικία ή διαμέρισμα ή πολυκατοικία κ.λ.π.

π.χ. μαγείρεμα, θερμό νερό για το λουτρό κ.λ.π.

Καθορίζονται τα είδη των συσκευών που θα χρησιμοποιηθούν π.χ. μαγειρεία με 3 μάτια και φούρνο, θερμοσίφωνες ροής για κουζίνα και λουτρό κ.λ.π.

Καθορίζονται τα μεγέθη των συσκευών και οι τιμές συνδέσεώς τους π.χ. για το θερμοσίφωνα λουτρού 22,7 kW (3,2 m³/h) κ.λ.π.

Καθορίζονται στα σχέδια κατόψεων και τομών οι θέσεις των συσκευών.

Ελέγχεται η καταλληλότητα του χώρου και η δυνατότητα προσαγωγής του αέρα και απαγωγής των καπναερίων π.χ. θυρίδα αερισμού μεγέθους στη θέση

Καθορίζεται ο αριθμός των μετρητών και η θέση που θα εγκατασταθούν. Αυτό βέβαια θα είναι καλό άμα γίνεται η εγκατάσταση με συμφωνία της επιχειρήσεως διανομής.

2. Κεφάλαιο Δεύτερο

Ετοιμάζονται τα σχέδια που θα τοποθετηθούν οι συσκευές. Για αυτές συνιστάται να χρησιμοποιούνται οι συμβολισμοί κατά DVGW όπως φαίνεται στον πίνακα 7-14.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7-14 Συμβολισμοί

ΣΧΗΜΑ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ	ΣΧΗΜΑ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
	Είσοδος αγωγώσεως στην κατοικία		Ρυθμιστής πίεσης
	Μονωτικό τμήμα		Μετρητής αερίου
	Ταφ καθαρισμού		Μοριακό σκάη
	Σταυρός καθαρισμού		Θερμοσίφονας ροής ... m ³ /h
	Μακρύ σπειρώμα		Θερμ/νος ανακυκλοφορίας ... m ³ /h
	Κοχλιωτή σύνδεση		Θερμ/νος με αποθήκη νερού ... m ³ /h
	Σύνδεση με ελαστικές		Θερμοσίφονας χώρου ... m ³ /h
	Σύνδεση με συγκόλληση		Λέβητας αερίου ... m ³ /h
	Κρούκος		Ψυγείο αερίου
	Σύστης		Αγωγός καπναερίων διαμέτρου ...
	Δικλαίδα		Καπνοδόχος διαστάσεων
	Εξωτερική γραμμή DN 25		
	Καλυμμένη γραμμή DN 25		
	Μεταβολή διαμέτρου		

Στα σχέδια που έχουν σημειωθεί οι θέσεις των συσκευών σημειώνονται οι σωλήνες του αερίου από τη θέση των μετρητών μέχρι τη θέση των συσκευών.

Σημειώνονται οι θέσεις προσαγωγής αέρα καύσεως και απαγωγής καπναερίων.

Επιλέγεται το είδος των σωλήνων

Επιλέγονται καπνοδόχοι και καπναγωγοί

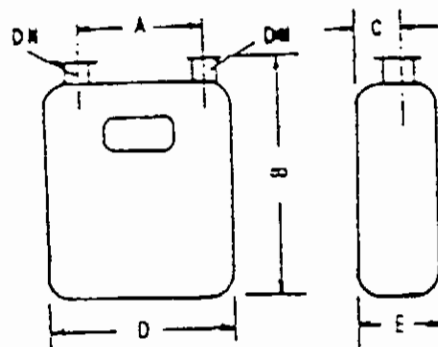
Με βάση τα προηγούμενα κατασκευάζονται αξονομετρικά σχέδια, όπου σημειώνονται όλα τα στοιχεία, εξαρτήματα και όργανα του δικτύου. Σε κάθε χαρακτηριστικό σημείο, όπως για παράδειγμα αλλαγή διαμέτρου, αντιστοιχίζεται ένα γράμμα. Στα ευθύγραμμα τμήματα αναγράφεται το μήκος τους.

Γίνεται εκτίμηση τυχόν συντελεστών ταυτοχρονισμού και αναγράφονται, στο σχέδιο, στα τμήματα των σωληνώσεων οι ρέοντες όγκοι αερίου.

Ανάλογα με τον ρέοντα όγκο αερίου καθορίζεται και το μέγεθος του μετρητή.

Με τα στοιχεία που μας δίνονται από την επιχείρηση διανομής, σχεδιάζουμε τους συλλέκτες και τους διανομείς αερίου με τέτοιο τρόπο ώστε οι ταχύτητες του αερίου να μην υπερβαίνουν τις από τον κατασκευαστή του μετρητή κατά την έξοδο από αυτόν καθοριζόμενες.

Υπενθυμίζεται ότι στον πίνακα προηγούμενου κεφαλαίου έχουν δοθεί τα κύρια χαρακτηριστικά μετρητών κατά DIN 3374 μεταξύ των οποίων και η DN και η απόσταση εκ των μαστών, όπως φαίνεται στο σχήμα 7-16.



Σχ 7-16. Κύριες διαστάσεις μετρητών

Και αν ακόμη οι χρησιμοποιούμενοι μετρητές είναι κατασκευασμένοι κατά DIN 3374, πρέπει να ζητηθούν από την επιχείρηση διανομής οι υπόλοιπες διαστάσεις B,C,D,E.

3. Κεφάλαιο Τρίτο

Αφορά τον υπολογισμό του δικτύου. Αυτό γίνεται κατά τμήματα. Προβαίνουμε σε μία προεκτίμηση κατ' αρχάς της διαμέτρου και προβαίνουμε στον υπολογισμό της πτώσεως πίεσης με προσωρινές διαμέτρους. Έτσι ανάλογα με το πόσο τα αποτελέσματα του προσωρινού υπολογισμού κρίνονται ικανοποιητικά διαμορφώνουμε τις προσωρινές διαμέτρους και προβαίνουμε στον τελικό υπολογισμό. Συνήθως κάνουμε χρήση πινάκων ίδιων με αυτόν που μας δίνεται στον επόμενο πίνακα 7-15.

Αφορά επίσης στο σχεδιασμό των συστημάτων προσαγωγής αέρα και απαγωγής καπναερίων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7-15. Μεθοδολογία υπολογισμού δικτύων εσωτερικών εγκαταστάσεων.

ΣΤΑΘΕΡΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ				ΤΕΛΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕ ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥΣ									
ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ	ΣΥΔ	ΡΕΩΝ ΟΥΚΟΣ	ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ m	ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ		ΤΑΧΥΤΗΤΑ m/s	ΣΥΝΤ. ΤΡΙΒΗΣ λ	ΣΣ	ΙΣΟΔ. ΜΗΚΟΣ l m	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ l + l m	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΕΩΣ		
	$\pi^2,5$	$\pi^3,5$		συνολ. cm	σωστ. cm						Δp m bar	$\Sigma \Delta p$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

ΤΕΛΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕ ΤΕΛΙΚΕΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥΣ										ΔΙΑΦΟΡΕΣ		
ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ		ΤΑΧΥΤΗΤΑ m/s	ΣΥΝΤ. ΤΡΙΒΗΣ λ	ΣΣ	ΙΣΟΔ. ΜΗΚΟΣ l m	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ l + l m	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΕΩΣ Δp m bar	ΠΤΩΣΕΩΣ ΠΙΕΣΕΩΣ 23 - 13		25	26	27
συνολ. cm	σωστ. cm							Δp m bar	$\Sigma \Delta p$			
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

Για να μπορεί να υπάρχει η απαραίτητη ευεξία και η δυνατότητα επεκτάσεως στις οδηγίες DVGW-TRGI καθορίζονται οι εξής μέγιστες πτώσεις πίεσεως

Παροχή (μετά το μειωτήρα πίεσης)	→ 0,2 bar
Γραμμή διανομής	→ 0,3 bar
Μετρητής	→ 1,0 bar
Εσωτερική γραμμή	→ 0,8 bar
Διακλάδωση και σύνδεση συσκευών	→ 0,5 bar

Συγκεκριμένα για το φυσικό αέριο όσο αφορά την άνωσή του έχουμε:

$$\Delta p_A = 0,04h(\text{mb}^2/\text{m})$$

όπου:

- h = ύψος (σε m) αρνητικό για ανοδικές γραμμές, θετικό για καθοδικές.

4. Κεφάλαιο Τέταρτο

Αναγράφονται επί των σχεδίων οι διάμετροι των σωλήνων του δικτύου

Αναγράφονται επίσης οι διατομές ανοιγμάτων και οχετών προσαγωγής του αέρα καπνοχετών και καπνοδόχων

Γίνονται τα σχέδια λεπτομερειών

Αναγράφονται επί των σχεδίων οι απαραίτητες οδηγίες για τον κατασκευαστή

Συντάσσονται προδιαγραφές για την κατασκευή

Γίνεται προϋπολογισμός κόστους

7.17. Έλεγχοι

Οι απαραίτητοι έλεγχοι των εσωτερικών εγκαταστάσεων αφορούν:

- Στις σωληνώσεις του αερίου
- στον αερισμό των χώρων, που εγκαθίστανται συσκευές και εστίες
- στην απαγωγή των καπναερίων

Ο έλεγχος της παροχής και των μετρητών είναι έργο των επιχειρήσεων διανομής αερίου.

α) ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

1. Πρώτος έλεγχος

Ο πρώτος έλεγχος γίνεται από τον κατασκευαστή της σωληνώσεως παρουσία του επιβλέποντος μηχανικού. Αρχίζει με καθαρισμό της σωληνώσεως που γίνεται με εμφύσηση αέρα 3 bar από τις μικρότερες κατά διάμετρο σωληνώσεις προς τις μεγαλύτερες, που καταλήγουν στη θέση όπου θα γίνει η σύνδεση με το μετρητή. Ο καθαρισμός αυτός μπορεί να γίνει και κατά τμήματα.

Στη συνέχεια οι σωληνώσεις ταπώνονται με μεταλλικές τάπες και γίνεται ο έλεγχος στεγανότητας με πίεση 1 bar και αυτό ελέγχεται με μανόμετρο μέγιστης ενδείξεως 1,5 bar. Ο έλεγχος της στεγανότητας πραγματοποιείται με αέρα και όχι με οξυγόνο ή άλλο αδρανές αέριο. Θεωρείται, ο έλεγχος, επιτυχής, εαν η ένδειξη του μανομέτρου δεν μεταβληθεί επί 10 min.

Και τέλος οι σωληνώσεις ταπώνονται μέχρις ότου επανελεγχθεί προκειμένης έναρξης της λειτουργίας της. Η τυχόν ύπαρξη αποφρακτικών οργάνων δεν θεωρείται τάπωμα.

2. Κύριος έλεγχος

Μετά την εγκατάσταση των συσκευών και εστιών, γίνεται ο κύριος έλεγχος από αρμόδια πρόσωπα προκειμένου να αρχίσει η λειτουργία του εσωτερικού δικτύου.

Κατ' αρχήν ελέγχεται η στεγανότητα της εσωτερικής εγκατάστασης χωρίς τους προ των συσκευών διακόπτες όπως και πριν με πίεση 1 bar. Ακολουθεί ο έλεγχος της στεγανότητας με τοποθετημένους τους διακόπτες και υπό πίεση λειτουργίας αυξημένη κατά 10% (όμως τουλάχιστον 50 mbar).

Και εδώ ο έλεγχος της στεγανότητας για να είναι επιτυχής θα πρέπει η πίεση να μείνει σταθερή για 10 min. Ο έλεγχος ολοκληρώνεται με ανοιγμένους τους προ των συσκευών και εστιών διακόπτες και με το αέριο του δικτύου και κλειστούς τους διακόπτες των συσκευών υπό την πίεση λειτουργίας. Ο έλεγχος της στεγανότητας γίνεται με υγρά, που δημιουργούν φυσαλίδες, όπως το ειδικό υγρό σαπύνη.

Θα πρέπει να υπάρχει προσοχή για τον καλό αερισμό των χώρων, που θα γίνει η εξαέρωση του δικτύου, η απαγόρευση φλόγας ή καπνίσματος, η χρήση διακοπών ηλεκτρικού ρεύματος και οτιδήποτε άλλο που θα μπορούσε να προκαλέσει ανάφλεξη λόγω του σχηματιζόμενου μίγματος αερίου-αέρα.

β. ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Στην επιθεώρηση των χώρων και στο κατά πόσον έχουν τηρηθεί οι διατάξεις για τα διάφορα ανοίγματα που αντιστοιχούν στις συσκευές και εστίες, που πρόκειται να εγκατασταθούν ή εν γένει να έχουν εφαρμοστεί τα υπό των κανονισμών επιτασσόμενα, συνιστάται ο έλεγχος αερισμού.

Παρόμοιος έλεγχος συνιστάται και για κάθε φορά που θα υπάρχει αντικατάσταση κάποιας συσκευής ή εστίας.

γ. ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΚΑΠΝΑΕΡΙΩΝ

Ο έλεγχος της ομαλής απαγωγής καπναερίων γίνεται μόλις συνδεθούν οι συσκευές και ιδιαίτερα οι εστίες. Και όσον μεν αφορά τις συσκευές αυτό ελέγχεται με εκκλειστές πόρτες και παράθυρα με τη διαπίστωση της ύπαρξης των κατά τους

κανονισμούς συνισταμένων ανοιγμάτων. Όσον δε αφορά τις εστίες ο έλεγχος πρέπει να γίνεται με προσοχή.

Μετά τον έλεγχο των διαστάσεων των καπναγωγών και καπνοδόχων και της επάρκειας αυτών για τις εστίες που έχουν εγκατασταθεί, ρυθμίζονται αυτές στην ονομαστική ισχύ και τίθενται σε λειτουργία επί 5 min με κλειστές πόρτες και παράθυρα. Στη συνέχεια επί άλλα 5 min ελέγχεται και πρέπει να πιστοποιηθεί ότι δεν έχουμε διαρροή καπναερίου. Για μεγαλύτερη ισχύ εστιών όπως π.χ. για θερμαντήρες χώρου πρέπει να γίνεται και ανάλυση καπναερίων για να ελεγχθούν οι απώλειες και ο βαθμός απόδοσης.

Ανάλογα ισχύει και στην περίπτωση του τεχνητού ελκυσμού. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να ελεγχθεί κατά πόσο μία διακοπή λειτουργίας προκαλεί αυτομάτως και τη διακοπή λειτουργίας των εστιών που συνδέονται με την καπνοδόχο.

Σε όλες τις περιπτώσεις όταν παρατηρηθούν ανωμαλίες στη ροή των καπναερίων, που συνήθως είναι ορατές από τη συμπεριφορά της φλόγας της εστίας, που παρουσιάζει αστάθεια, πρέπει να ανησυχήσουμε. Διότι με την αλλαγή της κατεύθυνσης της φλόγας μπορεί να εξέλθουν στο χώρο καπναέρια. Και αν αυτό είναι πρόσκαιρο και όχι έντονο δεν υπάρχει λόγος ανησυχίας. Αν όμως είναι έντονο ή συστηματικό τότε ασφαλώς ο ελκυσμός δεν είναι ικανοποιητικός και έτσι θα πρέπει να βρεθούν αίτια και λύσεις που θα εξασφαλίσουν την ομαλή λειτουργία.

Τέλος για λόγους ασφαλείας συνιστάται η μέτρηση του CO που παράγει η εστία και που δεν πρέπει να είναι περισσότερο από 0,1% κατ' όγκο.

Τα περισσότερα προβλήματα κατά τη μεταφορά και διανομή του φυσικού αερίου, προκύπτουν ως επί το πλείστον κατά τη μεγάλη υπεραστική μεταφορά προς μεγάλους καταναλωτές (π.χ. ΔΕΗ), προς σταθμούς παραδόσεως αερίου στις εταιρείες διανομής και μέχρι τα όρια των Δήμων, αφού από εκεί και πέρα η διέλευση των αγωγών εξαρτάται από τους ίδιους τους Δήμους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1]. Το φυσικό αέριο στην Ήπειρο, Τεχνικό Επιμελητήριο ΕΛΛΑΔΟΣ, Τμήμα Ηπείρου.

Σούλτης Δημήτριος, Σταμουλάκης Γεώργιος, Τόμος Χρήστος, Υφαντής

Αριστοτέλης

[2]. Τεχνολογία Φυσικού Αερίου, Θεωρία, χρήση, μεταφορά, διανομή, εφαρμογές,

Δημήτριος Γ. Παπανίκας

[3]. Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο, Liquefied Natural Gass (L.N.G.), Αριστοτέλης

Κροκίδας

[4]. Εισαγωγή στην τεχνολογία του Φυσικού Αερίου, Κωνσταντίνος Χ. Λέφας.

[5]. Προετοιμασία της Βιομηχανίας για τη χρήση του Φυσικού Αερίου στην ΕΛΛΑΔΑ, Μελέτη του Τ.Ε.Ε.

[6]. Τεχνικοί κανόνες για εγκαταστάσεις αερίου, Μετάφραση των DVGW (Deutscher Verein des Gas und Wasserfaches) - Technische Regeln fur Gas - Installationens.

[7]. Τεχνολογία εγκαταστάσεων και χρήσεων Φυσικού Αερίου, Κωνσταντίνος Γ. Πασταλάς.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Στοιχεία για τους καυστήρες Φυσικού Αερίου

Στοιχεία για τους καυστήρες.

Από Θερμοτεχνική άποψη, τα προσόντα που επέβαλαν το φυσικό αέριο σε σχέση με άλλα αέρια είναι τα εξής:

- Η σταθερή ποιότητα καυσίμου για μεγάλα χρονικά διαστήματα
- Η σταθερή θερμοκρασία καύσεως και η σταθερή ποιότητα της φλόγας.
- Η ύπαρξη μη τέφρας
- Η μικρή περιεκτικότητα σε θείο
- Η άκαπνη καύση και η εξ αυτής ελάχιστη ρύπανση των εστιών, ατμοπαγωγών και εν γένει συσκευών καύσεως.
- Η δυνατότητα καύσεως με πολύ μικρή περίσσεια αέρα
- Ο υψηλός βαθμός αποδόσεως της καύσεως
- Η εύκολη προσαρμογή της φλόγας για δεδομένες μορφολογίες των εστιών
- Η εύκολη ρύθμιση και ο εύκολος έλεγχος της ανάπτυξης της θερμότητας
- Η δυνατότητα μεγάλης προθέρμανσης του αέρα και η μέσω αυτής αύξηση της οικονομικότητας της λειτουργίας
- Η εύκολη διαμόρφωση καυστήρων και επιτήρηση της λειτουργίας τους
- Η εύκολη επιτήρηση και εξυπηρέτηση των εστιών
- Οι δυνατότητες διαμόρφωσης εστιών για οποιοδήποτε μέγεθος
- Η μη ύπαρξη ανάγκης διατηρήσεως αποθήκης καυσίμου στον καταναλωτή
- Η πολύ μικρότερη από οποιοδήποτε άλλο καύσιμο ρύπανση του περιβάλλοντος

Όμως εκτός από τα πλεονεκτήματα το φυσικό αέριο παρουσιάζει πολλές απαιτήσεις όσο αφορά στις εστίες και κυρίως στην τεχνολογία των καυστήρων, που συνδέονται με την ασφάλεια λειτουργίας.

Όταν μιλάμε για καυστήρες εννοούμε - διατάξεις που ελευθερώνουν τη χημικώς συνδεδεμένη στα καύσιμα ενέργεια φέρνοντας σε επαφή τον αέρα (οξυγόνο) με το καύσιμο δηλ., το φυσικό αέριο στην περίπτωση μας, ώστε να γίνει η καύση του που να εξελίσσεται κατά τον εκάστοτε επιθυμητό τρόπο.

Για την καύση του φυσικού αερίου πρέπει να έχουμε:

- κοντές και σκληρές φλόγες με υψηλή θερμοκρασία
- μακρυές και μαλακές φλόγες με χαμηλή θερμοκρασία
- φλόγες πολύ μικρής φωτεινότητας
- φλόγες πολύ φωτεινές με μεγάλο συντελεστή ακτινοβολίας
- φλόγες, που επιτρέπουν μεγάλες ταχύτητες των καπναερίων

Όμως εκτός από το μέγεθος, το είδος και τη μορφή της φλόγας για ένα καυστήρα μας ενδιαφέρει επίσης η περιοχή ρυθμίσεως της ισχύος καθώς και ο τρόπος που προσαρμόζεται προς τη ζήτηση της θερμότητας. Εδώ μπορούμε να διακρίνουμε τρία είδη καυστήρων.

- Καυστήρες μίας βαθμίδας, που εργάζεται μόνο σε μία στάθμη ισχύος (on/off) χωρίς καμμία δυνατότητα προσαρμογής.
- Καυστήρες βαθμωτής προσαρμογής.
- Καυστήρες με δυνατότητα συνεχούς προσαρμογής προς τη ζήτηση της θερμότητας, βέβαια εκτός ορισμένης περιοχής.

Για την ασφαλή όμως λειτουργία των καυστήρων ενδιαφέρουν και:

- Η συμπεριφορά, όσο αφορά την έναυση,

- Η σταθερότητα της φλόγας με την έννοια να μην αποκοπεί στο στόμιο του καυστήρα
- Να μην κλωτσάει η φλόγα δηλ. να παρέχεται η δυνατότητα εξόδου προς τα πίσω σε περιπτώσεις πλήρων από μίγματα αερίου αέρα φλογοθαλάμων
- Η ποιότητα της καύσης
- Η ευαισθησία τους στην αλλαγή της συνθέσεως του καυσίμου, που συχνά συμβαίνει με το συμπληρωματικό καύσιμο του χειμώνα.

Είδη καυστήρων και ιδιότητές τους.

Όπως είναι γνωστό για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η καύση χρειάζεται να υπάρξει ένα κατάλληλο μίγμα αερίου και αέρα. Αυτό σημαίνει ότι ουσιώδους σημασίας για τους καυστήρες είναι η επίτευξη της σωστής αναμίξεως αερίου - αέρα. Ο τρόπος που γίνεται αυτό χαρακτηρίζει τα είδη των καυστήρων. Έτσι έχουμε:

- Καυστήρες με μίξη αερίου μέσα στο χώρο καύσεως χωρίς προανάμιξη.
- Καυστήρες με μερική προανάμιξη σε χωριστούς χώρους αναμίξεως ή σωλήνες αναμίξεως. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο αέρας δίνεται σε δύο βαθμίδες. Γι' αυτό μιλάμε για πρωτεύοντα και δευτερεύοντα αέρια.
- Καυστήρες με πλήρη προανάμιξη αερίου και αέρα.

Από τις ιδιότητες των καυστήρων πρέπει να μας ενδιαφέρουν κυρίως οι εξής:

Η ρυθμιστικότητα που αφορά την περιοχή των φορτίων που ο καυστήρας μπορεί να εργαστεί απροσκόπτως. Οι καυστήρες των μαγειρικών συσκευών φθάνουν ανέτως στο μερικό φορτίο 20%, υπάρχουν όμως περιπτώσεις που απαιτείται ακόμη μικρότερο φορτίο. Τότε όμως επειδή αυτό

συνδυάζεται με μικρή ταχύτητα εξόδου του αερίου υπάρχει ο κίνδυνος σε περιπτώσεις καυστήρων με μερική ή ολική προανάμιξη να έχουμε κλώτσημα ή αναστροφή της φλόγας μέχρι τη διάταξη προανάμιξης.

Η συμπεριφορά στην αλλαγή της ποιότητας αερίου που μπορεί να παρατηρηθεί σε ημέρες και ώρες μεγάλης ζήτησεως που εν πολλοίς αντιμετωπίζεται με προσθήκη και άλλων αερίων που αλλοιώνει τη σύνθεση του κανονικού φυσικού αερίου. Τότε δεν πρέπει να μεταβάλλονται ούτε η ισχύς, ούτε η ρυθμιστικότητα, ούτε η σταθερότητα της φλόγας, ούτε να χειροτερεύει η ποιότητα της φλόγας.

Η εναυσιμότητα που έχει σαν στόχο να εξασφαλίζει την άμεση έναυση του αερίου που εξέρχεται από τον καυστήρα.

Η σταθερότητα της φλόγας που σημαίνει ότι αυτή αρχίζει αμέσως μετά το στόμιο του καυστήρα και δεν απομακρύνεται από αυτό, ούτε υποχωρεί μέχρι το ακροφύσιο του αερίου. Τη συμπεριφορά της φλόγας από αυτή την άποψη επηρεάζουν οι αναλογίες αναμίξεως, η θερμοκρασία εναύσεως, η ταχύτητα (προωθήσεως του κύματος) της φλόγας, η ταχύτητα εξόδου από τον καυστήρα κ.ο.κ.

Βέβαια και άλλα στοιχεία επηρεάζουν τη σταθερότητα της φλόγας, που δεν έχουν σχέση με το αέριο, όπως η ανάδευση της φλόγας ή η μορφή του φλογοθαλάμου και οι συνθήκες που μπορεί να επικρατούν εκάστοτε σ' αυτόν.

Η ποιότητα της καύσης που ελέγχεται από το ποσοστό CO που περιέχουν τα καπναέρια.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Γερμανικές προδιαγραφές Φυσικού Αερίου

5.2.3 Πρόσθετες απαιτήσεις για την εγκατάσταση των συσκευών αερίου του τύπου C (συσκευές καύσης αερίου ανεξάρτητες από τον αέρα του χώρου)

5.2.3.1 Βασικός κανόνας

Οι συσκευές αερίου του τύπου C επιτρέπεται να εγκαθίστανται ανεξάρτητα από το μέγεθος και τον αερισμό του χώρου εγκατάστασης.

— Συσκευές αερίου του τύπου C₁,

συσκευές καύσης αερίου ανεξάρτητες από τον αέρα του χώρου *χωρίς* ανεμιστήρα, οι οποίες λαμβάνουν τον αέρα καύσης από το ύπαιθρο και απάγουν πάλι τα καυσαέρια στο ύπαιθρο (συσκευές καύσης αερίου εξωτερικού τοίχου), επιτρέπεται να εγκαθίστανται μόνον αμέσως κοντά στον τοίχο και επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μόνον για τη θέρμανση ξεχωριστών χώρων (θερμαντήρες χώρου εξωτερικού τοίχου) ή για την παρασκευή θερμού νερού (θερμαντήρες νερού εξωτερικού τοίχου). Οι θερμαντήρες χώρου εξωτερικού τοίχου επιτρέπεται να έχουν ονομαστική θερμική ισχύ το πολύ 7 kW και οι θερμαντήρες νερού εξωτερικού τοίχου το πολύ 25 kW.

— Συσκευές αερίου του τύπου C_{3.1},

συσκευές καύσης αερίου ανεξάρτητες από τον αέρα του χώρου *με* ανεμιστήρα, οι οποίες λαμβάνουν τον αέρα καύσης από μία καπνοδόχο αέρα-καυσαερίων και απάγουν πάλι τα καυσαέρια σ' αυτήν, επιτρέπεται να εγκαθίστανται μόνον αμέσως κοντά ή κατά το δυνατόν πλησιέστερα στην καπνοδόχο αέρα-καυσαερίων.

— Συσκευές αερίου του τύπου C_{3.2},

συσκευές καύσης αερίου ανεξάρτητες από τον αέρα του χώρου *με* ανεμιστήρα, οι οποίες λαμβάνουν τον αέρα καύσης από το ύπαιθρο και απάγουν πάλι τα καυσαέρια στο ύπαιθρο επάνω από τη στέγη, επιτρέπεται να εγκαθίστανται μόνον στη σοφίτα ή σε χώρους, στους οποίους η οροφή είναι συγχρόνως στέγη ή επάνω από την οροφή υπάρχει μόνον η κατασκευή της στέγης.

Αν για την οροφή απαιτείται μια διάρκεια πυραντίστασης, τότε οι αγωγοί για την προσαγωγή αέρα καύσης και την απαγωγή καυσαερίων στην περιοχή μεταξύ της άνω ακμής της οροφής και της άνω επιφάνειας της στέγης πρέπει να έχουν μια επένδυση, η οποία έχει επίσης αυτήν τη διάρκεια πυραντίστασης και αποτελείται από άκαυστα υλικά. Αν για την οροφή δεν προδιαγράφεται καμμιά διάρκεια πυραντίστασης, τότε οι αγωγοί για την προσαγωγή αέρα καύσης και την απαγωγή καυσαερίων από την άνω ακμή της οροφής μέχρι την άνω επιφάνεια της στέγης πρέπει να εγκατασταθούν μέσα σε ένα φρεάτιο από άκαυστα μη παραμορφώσιμα δομικά υλικά ή σε ένα μεταλλικό προστατευτικό σωλήνα (μηχανική προστασία).

— Συσκευές αερίου του τύπου C_{3.3},

συσκευές καύσης αερίου ανεξάρτητες από τον αέρα του χώρου *με* ανεμιστήρα, οι οποίες λαμβάνουν τον αέρα καύσης από το ύπαιθρο και απάγουν πάλι τα καυσαέρια στο ύπαιθρο από τον εξωτερικό τοίχο, επιτρέπεται να εγκαθίστανται είτε αμέσως κοντά στον εξωτερικό τοίχο είτε

κοντά σε εσωτερικούς τοίχους. Οι συσκευές καύσης αερίου εξωτερικού τοίχου επιτρέπεται να έχουν ονομαστική θερμική ισχύ για τη θέρμανση το πολύ 11 kW και για την παρασκευή θερμού νερού το πολύ 25 kW.

Συσκευές αερίου των τύπων C₁ και C_{3,3} επιτρέπεται να εγκαθίστανται μόνον όταν η απαγωγή των καυσαερίων επάνω από τη στέγη δεν είναι δυνατή ή είναι δυνατή μόνο με δυσανάλογες δαπάνες. Πρέπει να προσεχθούν περαιτέρω κτιριοδομικές διατάξεις των Κρατιδίων.

5.2.3.2 Διάταξη αέρα καύσης και καυσαερίων

Οι αγωγοί για την προσαγωγή του αέρα καύσης και την απαγωγή των καυσαερίων, καθώς και οι διατάξεις προστασίας έναντι ανεμόπτωσης και οι διατάξεις προστασίας για στόμια προς πολυσύχναστες επιφάνειες σε συσκευές αερίου των τύπων C₁ και C_{3,3}, είναι συστατικά στοιχεία των συσκευών καύσης. Γι' αυτό επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μόνο γνήσια ανταλλακτικά του κατασκευαστή και να συναρμολογούνται σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στις οδηγίες εγκατάστασης του κατασκευαστή.

5.2.3.3 Ανεπίτρεπτη εκβολή

Οι αγωγοί για την προσαγωγή του αέρα καύσης και την απαγωγή των καυσαερίων δεν επιτρέπεται να έχουν στόμια προς:

- διόδους και διελεύσεις οχημάτων
- στενά διάκενα για υδρορροές
- γωνιακές θέσεις εσωτερικών αυλών, με εξαίρεση συσκευές αερίου του τύπου C_{3,3}
- συνολικά σε εσωτερικές αυλές, όταν το πλάτος ή το μήκος της αυλής είναι μικρότερο από το ύψος του υψηλότερου συνορεύοντος κτιρίου
- φρεάτια αέρα και φωταγωγούς
- στοές και αίθρια
- μπαλκόνια
- κάτω από προεξέχοντα δομικά στοιχεία, τα οποία μπορούν να παρεμποδίσουν ουσιαστικά την εκροή των καυσαερίων
- ζώνες προστασίας σύμφωνα με το Διάταγμα για καύσιμα υγρά και παρόμοιες περιοχές, στις οποίες υφίστανται επεξεργασία, φυλάσσονται ή μπορούν να προκύψουν εύφλεκτες ή εκρηκτικές ύλες.¹⁶⁾

5.2.3.4 Αποστάσεις από καύσιμα δομικά στοιχεία

Στοιχεία μέσα στα οποία ρέουν καυσαέρια, τα οποία περιρρέονται από τον αέρα καύσης, πρέπει να είναι απομακρυσμένα τουλάχιστον 10 cm από δομικά στοιχεία κατασκευασμένα εξ ολοκλήρου ή εν μέρει από καύσιμα υλικά. Αν υπάρχουν διελεύσεις μέσα από τέτοια δομικά στοιχεία, η απόσταση αυτή πρέπει να τηρηθεί μέσω προστατευτικών σωλήνων με στοιχεία τήρησης απόστασης. Ο

¹⁶⁾ Βλέπε και τις "Richtlinien für elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten" (Οδηγίες για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις σε χώρους εργασίας με κίνδυνο εκρήξεων)

ενδιάμεσος χώρος πρέπει να γεμίζεται με άκαυστα μη παραμορφώσιμα δομικά υλικά περιορισμένης θερμικής αγωγιμότητας. Οι αποστάσεις δεν είναι αναγκαίες, όταν για την ονομαστική θερμική ισχύ της συσκευής καύσης δεν μπορούν να εμφανισθούν στα δομικά στοιχεία θερμοκρασίες υψηλότερες από 85 °C και αυτό δίνεται στις οδηγίες εγκατάστασης του κατασκευαστή.

5.2.3.5 Στόμια σε προεξοχές κτιρίων και σε δομικά στοιχεία από καύσιμα δομικά υλικά

Τα στόμια αγωγών για την απαγωγή καυσαερίων πρέπει να τηρούν απόσταση από προεξέχοντα μέρη κτιρίου από καύσιμα δομικά υλικά πλευρικά και προς τα κάτω τουλάχιστον 50 cm, προς τα επάνω τουλάχιστον 1,50 m, ενώ πρέπει να τηρούν απόσταση τουλάχιστον 1 m από απέναντι ευρισκόμενα μέρη κτιρίου από καύσιμα δομικά υλικά. Ως απόσταση από προεξέχοντα μέρη κτιρίου από καύσιμα δομικά υλικά αρκούν προς τα επάνω 50 cm, όταν αυτά προστατεύονται έναντι ανάφλεξης μέσω ακαύστων δομικών στοιχείων τα οποία αερίζονται από πίσω.

5.2.3.6 Στόμια κοντά στην επιφάνεια του εδάφους

Οι αγωγοί για την προσαγωγή αέρα καύσης και την απαγωγή καυσαερίων πρέπει να έχουν στόμια τα οποία απέχουν τουλάχιστον 0,3 m επάνω από την επιφάνεια του εδάφους, μετρημένο από την κάτω ακμή του σωλήνα.

5.2.3.7 Στόμια σε πολυσύχναστες επιφάνειες

Αν οι αγωγοί για την απαγωγή καυσαερίων έχουν στόμια, τα οποία βρίσκονται χαμηλότερα από 2,0 m επάνω από την καθορισμένη επιφάνεια του εδάφους ή από πολυσύχναστες επιφάνειες, τότε πρέπει να εφοδιασθούν με προστατευτικές διατάξεις ανθεκτικές σε κρούση από άκαυστα δομικά υλικά.

Αν τα στόμια σε χώρους ελεύθερους για την κίνηση οχημάτων είναι εκτεθειμένα σε κίνδυνο μηχανικών καταστροφών (π.χ. σύγκρουση με όχημα), τότε αυτά πρέπει να ασφαλιζονται μέσω προστατευτικών διατάξεων.

Οι αγωγοί για την απαγωγή καυσαερίων των συσκευών αερίου του τύπου C_{3.3} δεν επιτρέπεται να έχουν σε πολυσύχναστες επιφάνειες στόμια ευρισκόμενα χαμηλότερα από 2,0 m επάνω από την καθορισμένη επιφάνεια του εδάφους.

5.2.3.8 Στόμια συσκευών αερίου του τύπου C₁ σε προσόψεις¹⁷⁾

Τα στόμια των αγωγών για την απαγωγή καυσαερίων πρέπει να έχουν μεταξύ τους πλευρικά και προς τα άνω μια απόσταση τουλάχιστον 2,5 m και από ανοίγματα αερισμού πλευρικά μια απόσταση 2,5 m και προς τα άνω 5 m.

Για να μην παραβιάζεται αυτή η ρύθμιση για τις αποστάσεις, δεν επιτρέπεται η συγκέντρωση στομιών καυσαερίων στην ίδια πρόσοψη.

17) Αποστάσεις για στόμια καυσαερίων των συσκευών αερίου του τύπου C₁ από παράθυρα, τα οποία μπορούν να ανοιχθούν θα καθορισθούν ακόμη πριν την 1.1.1994

5.2.3.9 Στόμια συσκευών αερίου του τύπου C_{3.3} σε προσόψεις

5.2.3.9.1 Βασικοί κανόνες

Οι απαιτούμενες ελάχιστες αποστάσεις των στομιών καυσαερίων από παράθυρα, τα οποία μπορούν να ανοιχθούν, και πόρτες προσόψεων πρέπει να διακρίνονται σύμφωνα με τη μορφή της πρόσοψης και σύμφωνα με την απόσταση των στομιών των καυσαερίων μεταξύ τους.

Για τις μορφές προσόψεων διακρίνουμε μεταξύ:

- της ομαλής πρόσοψης
- της πρόσοψης με προεξοχή
- της πρόσοψης σε γωνιακή θέση
- της πρόσοψης με μπαλκόνι

Ένα στόμιο καυσαερίων θεωρείται ως *μεμονωμένο στόμιο καυσαερίων*, όταν η απόσταση του πλησιέστερου στόμιου καυσαερίων οριζοντίως προς τα αριστερά ή δεξιά ή κατακορύφως προς τα πάνω ή κάτω είναι τουλάχιστον 5 m.

Αν η απόσταση μεταξύ δύο στομιών καυσαερίων οριζοντίως και καθέτως είναι μικρότερη από 5 m, τότε η διάταξη αυτών των δύο στομιών καυσαερίων θεωρείται ως *ομάδα των δύο*.

Περαιτέρω στόμια καυσαερίων πρέπει να απέχουν από κάθε στόμιο καυσαερίων αυτής της ομάδας των δύο τουλάχιστον 5 m οριζοντίως και καθέτως.

5.2.3.9.2 Απαιτούμενες ελάχιστες αποστάσεις από παράθυρα, πόρτες προσόψεων και μπαλκόνια
Οι απαιτούμενες ελάχιστες αποστάσεις των στομιών καυσαερίων των συσκευών αερίου του τύπου C_{3.3} από παράθυρα, πόρτες προσόψεων και μπαλκόνια πρέπει να λαμβάνονται από τον Πίνακα 1, στήλη 3. Παραδείγματα κατασκευής για τις διάφορες δυνατότητες εφαρμογής πρέπει να λαμβάνονται από τις αναφερόμενες στην στήλη 4 εικόνες στο παράρτημα.

5.2.3.9.3 Απαιτούμενες ελάχιστες αποστάσεις από ανοίγματα αερισμού

Τα στόμια καυσαερίων πρέπει να έχουν από ανοίγματα αερισμού, τα οποία χρησιμεύουν στον αερισμό χώρου, οριζοντίως προς τα αριστερά και τα δεξιά μια απόσταση 2,5 m, ενώ κατακορύφως προς τα άνω μια απόσταση 5 m.

5.2.3.10 Στόμια συσκευών αερίου του τύπου C_{3.2} επάνω από τη στέγη

Για συσκευές αερίου του τύπου C_{3.2} αρκεί μια απόσταση μεταξύ του στομιού των αγωγών για την προσαγωγή αέρα καύσης και την απαγωγή καυσαερίων και της επιφάνειας της στέγης τουλάχιστον 0,40 m, όταν τηρούνται οι ακόλουθοι όροι:

- η ονομαστική θερμική ισχύς δεν είναι μεγαλύτερη από 30 kW
- η ταχύτητα ροής των καυσαερίων στο στόμιο είναι τουλάχιστον 5 m/s (απόδειξη μέσω των οδηγιών εγκατάστασης του κατασκευαστή)
- τα στόμια των αγωγών για την προσαγωγή αέρα καύσης και την απαγωγή καυσαερίων βρίσκονται κοντά το ένα στο άλλο στην ίδια περιοχή πίεσης

(βλέπε τα παραδείγματα κατασκευής για οριζόντια και κατακόρυφη οδήγηση επάνω από τη στέγη στην εικόνα 11.)

Για παράθυρα διατεταγμένα πλευρικά ή από επάνω ισχύουν οι αποστάσεις της παραγράφου 5.2.3.9 για ομαλή πρόσοψη αντιστοίχως.

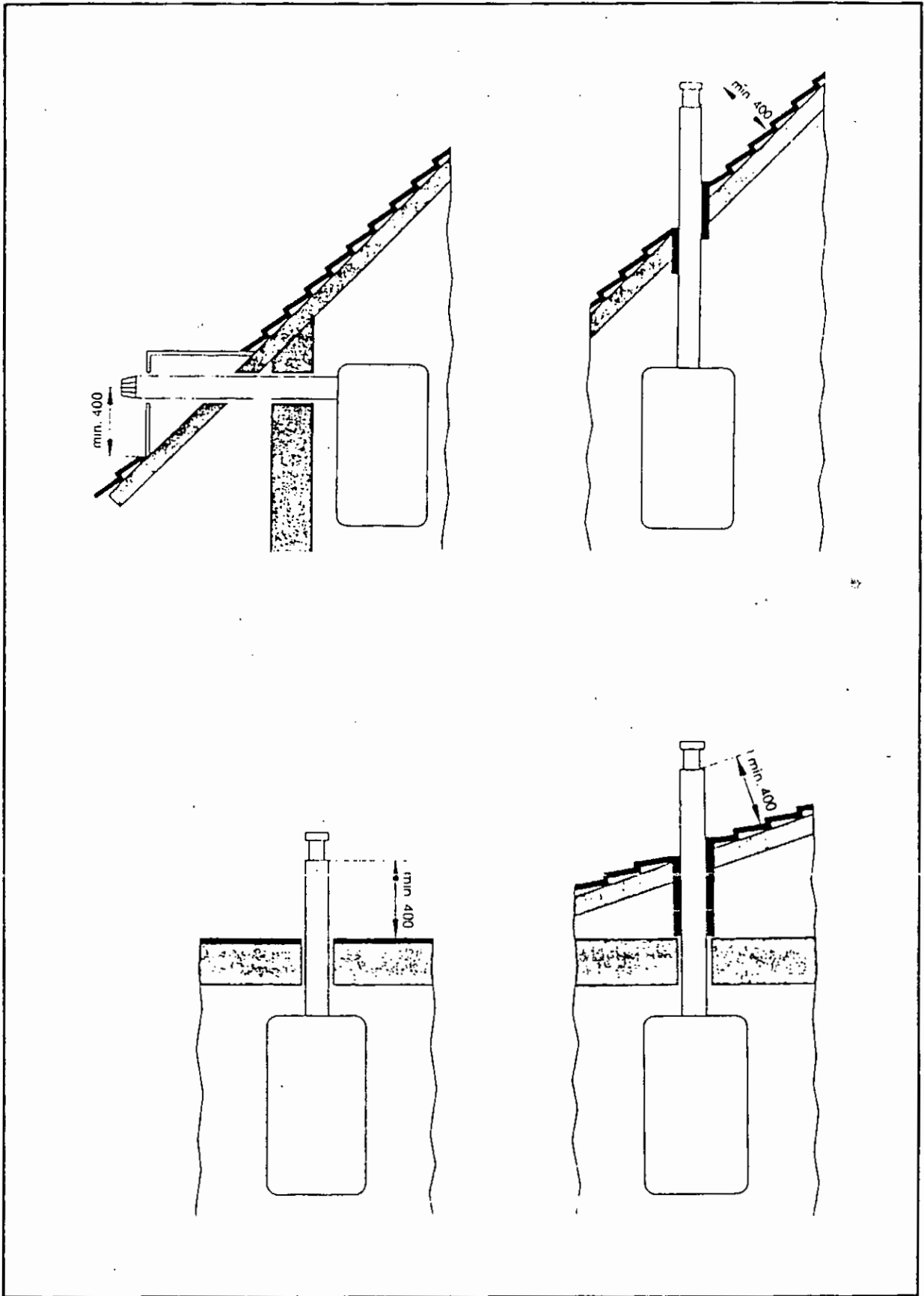
Για την οδήγηση των αγωγών μέσα από στέγες με καύσιμα δομικά υλικά ισχύουν οι απαιτήσεις για τη διέλευση μέσα από τοίχους με καύσιμα δομικά υλικά σύμφωνα με την παράγραφο 5.2.3.4.

5.2.3.11 Στόμια στην περιοχή σταθμών ανεφοδιασμού υγρών και αέριων καυσίμων

Οι αγωγοί για την προσαγωγή αέρα καύσης και την απαγωγή καυσαερίων πρέπει να έχουν στόμια εκβολής σε οριζόντια απόσταση τουλάχιστον 5 m από τις αντλίες και τα δοχεία καυσίμων· μικρότερες αποστάσεις επιτρέπονται, όταν τα στόμια βρίσκονται τουλάχιστον 3 m επάνω από το έδαφος. Τα στόμια δεν επιτρέπεται να βρίσκονται μέσα στην ενεργό περιοχή των βαλβίδων πλήρωσης (μήκος του εύκαμπτου σωλήνα συν 1 m).

5.2.3.12 Εγκατάσταση σε αίθουσες στάθμευσης

Σε αίθουσες στάθμευσης (γκαραζ) επιτρέπεται να εγκατασταθούν συσκευές αερίου του τύπου C μόνον όταν αυτές είναι προορισμένες για χρήση ως "συσκευές καύσης για γκαράζ" και φέρουν το Σήμα Ελέγχου DIN-DVGW ή το Σήμα Ελέγχου DVGW. Η απόσταση μεταξύ δαπέδου και καυστήρα της συσκευής καύσης αερίου πρέπει να είναι τουλάχιστον 50 cm. Οι συσκευές καύσης αερίου πρέπει να είναι επαρκώς προστατευμένες έναντι μηχανικών φθορών (π.χ με περίφραξη ή εμπόδια). Μέσα στις αίθουσες στάθμευσης πρέπει τα τοποθετηθούν σε καλώς ορατή θέση κατά μόνιμο τρόπο οι οδηγίες χρήσης.

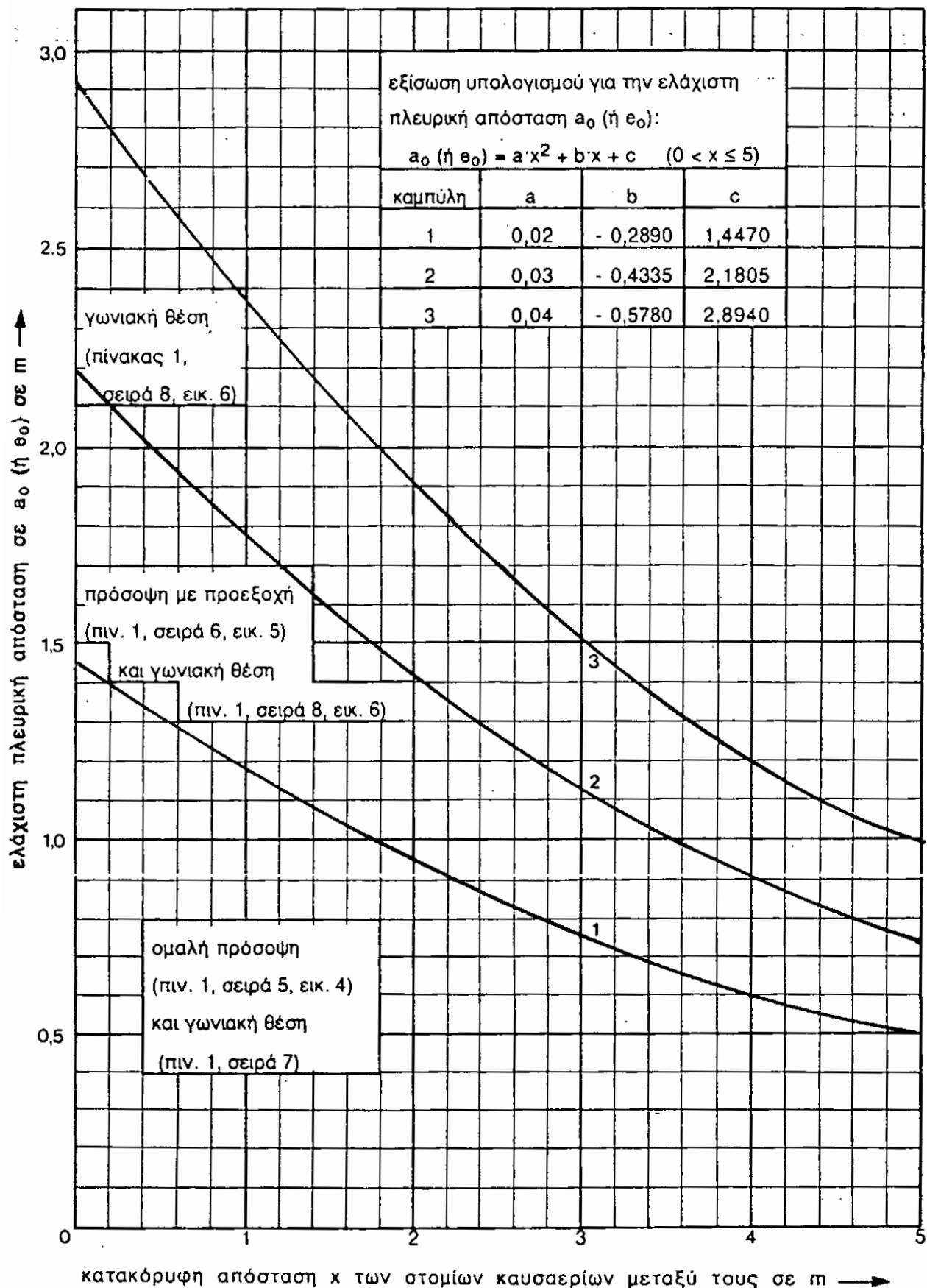


Εικόνα 11: Παραδείγματα κατασκευής για οριζόντια και κατακόρυφη οδήγηση του αγωγού για την προσαγωγή αέρα καύσης και την απαγωγή καυσαερίων επάνω από τη στέγη

στήλη γραμμή	1	2	3		4
—	Χαρακτηριστικό διάκρισης κατά: μορφή πρόσοψης	απόσταση στομίων καυσαερίων μεταξύ τους	Ελάχιστες αποστάσεις σε m από παράθυρα, τα οποία μπορούν να ανοιχθούν, ή πόρτες προσώπων και από εγκάρσια πρόσοψη (διαστάσεις e και f)		παράδειγμα κατασκευής εικόνα
1	ομαλή πρόσοψη	μεμονωμένο στόμιο καυσαερίων	a: 0,5 b: 1,0 ¹⁾ c: 5,0		1
2	πρόσοψη με προεξοχή ³⁾	μεμονωμένο στόμιο καυσαερίων	a: 0,75 b: 1,0 ¹⁾ c: 5,0		2
3	γωνιακή θέση εγκάρσια πρόσοψη (βάθος w μεταξύ 0,5 m και 1 m) ⁴⁾	μεμονωμένο στόμιο καυσαερίων	a: 0,5 b: 1,0 ¹⁾ c: 5,0	e: 0,25 f: 2,5	3
4	γωνιακή θέση εγκάρσια πρόσοψη (βάθος w μεγαλύτερο από 1 m)	Ξεχωριστό στόμιο καυσαερίων	a: 0,75 b: 1,0 ¹⁾ c: 5,0	e: 1,0 f: 2,5	
—			περιοχή από το κατώτερο μέχρι το ύψος του ανώτερου στόμιου καυσαερίων	Περιοχή επάνω από το ανώτερο στόμιο καυσαερίων ή επάνω από τα ευρισκόμενα στο ίδιο ύψος στόμια καυσαερίων	—
5	ομαλή πρόσοψη	ομάδα των δύο	a _υ : 0,5 b: 1,0 ¹⁾	a _ο : καμπύλη 1, διάγραμμα 1 b: 1,0 ¹⁾²⁾ c: 5,0	4
6	πρόσοψη με προεξοχή ³⁾	ομάδα των δύο	a _υ : 0,75 b: 1,0 ¹⁾	a _ο : καμπύλη 2, διάγραμμα 1 b: 1,0 ¹⁾²⁾ c: 5,0	5
7	γωνιακή θέση εγκάρσια πρόσοψη (βάθος w μεταξύ 0,5 m και 1 m) ⁴⁾	ομάδα των δύο	a _υ : 0,5 b: 1,0 ¹⁾ e: 0,5 f: 2,5	a _ο : καμπύλη 1, διάγραμμα 1 b: 1,0 ¹⁾²⁾ c: 5,0 e _ο : καμπύλη 1, διάγραμμα 1 f: 2,5	6
8	γωνιακή θέση εγκάρσια πρόσοψη (βάθος w μεγαλύτερο από 1 m)	ομάδα των δύο	a _υ : 0,75 b: 1,0 ¹⁾ e: 1,0 f: 2,5	a _ο : καμπύλη 2, διάγραμμα 1 b: 1,0 ¹⁾²⁾ c: 5,0 e _ο : καμπύλη 3, διάγραμμα 1 f: 2,5	
9	Ελάχιστες αποστάσεις για στόμια καυσαερίων στην περιοχή μπαλκονιών: — αριστερά και δεξιά από μπαλκόνια: 1,5 m — κάτω από μπαλκόνια: 5,0 m — επάνω από μπαλκόνια, άνω ακμή το πάτωμα: 2,5 m				7

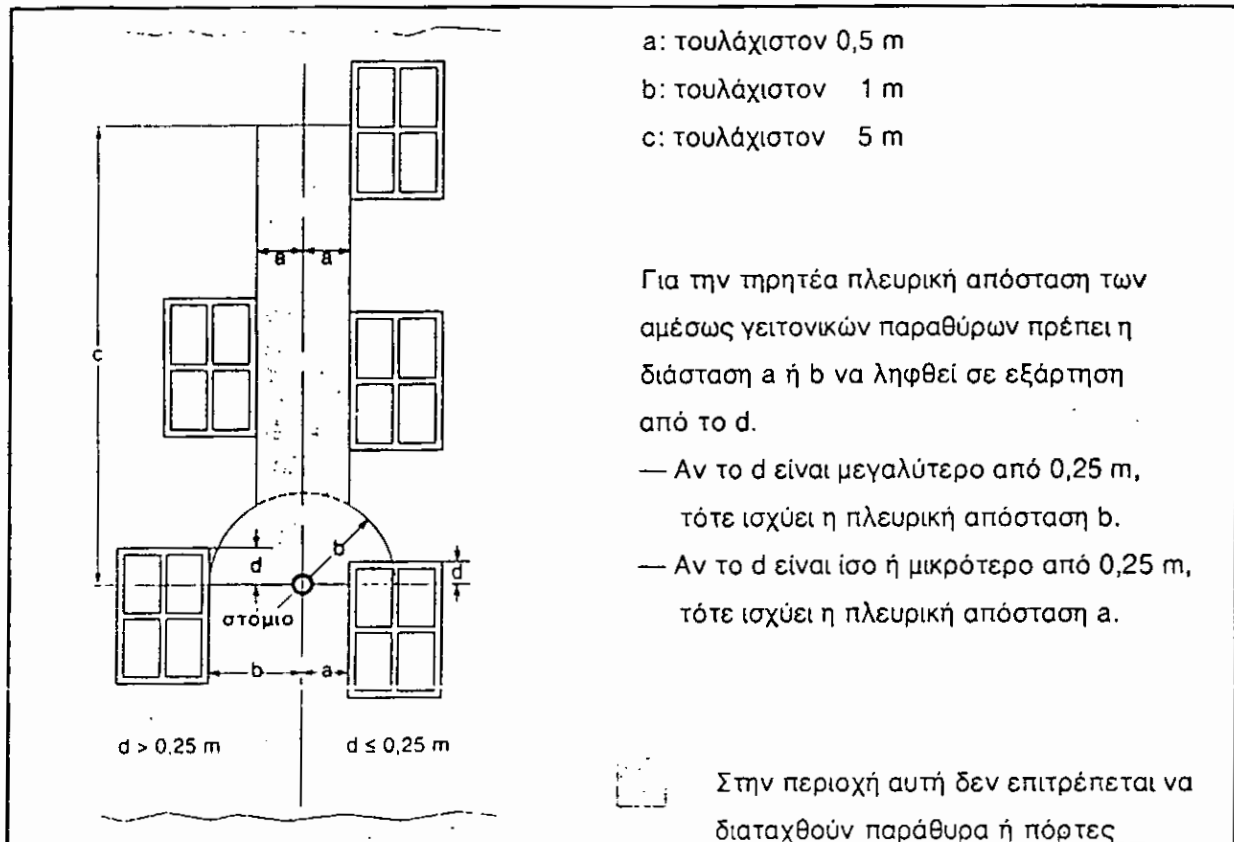
- 1) Αν το d είναι μικρότερο από 0,25 m, τότε για το αμέσως γειτονικό στο στόμιο καυσαερίων παράθυρο επαρκεί η πλευρική απόσταση a (βλέπε γι' αυτό την εικόνα 1)
2) Υπόδειξη: Το b καθίσταται ανενεργό, όταν το a_ο είναι μεγαλύτερο από 1,0 m
3) Αν το στόμιο καυσαερίων βρίσκεται περισσότερο από 5,0 m κάτω από την προεξοχή, τότε ισχύουν οι αποστάσεις για τη ομαλή πρόσοψη
4) Αν το βάθος w είναι μικρότερο από 0,5 m, τότε ισχύουν οι αποστάσεις για τη ομαλή πρόσοψη

Πίνακας 1: Απαιτούμενες ελάχιστες αποστάσεις για στόμια καυσαερίων συσκευών αερίου του τύπου C_{3,3}

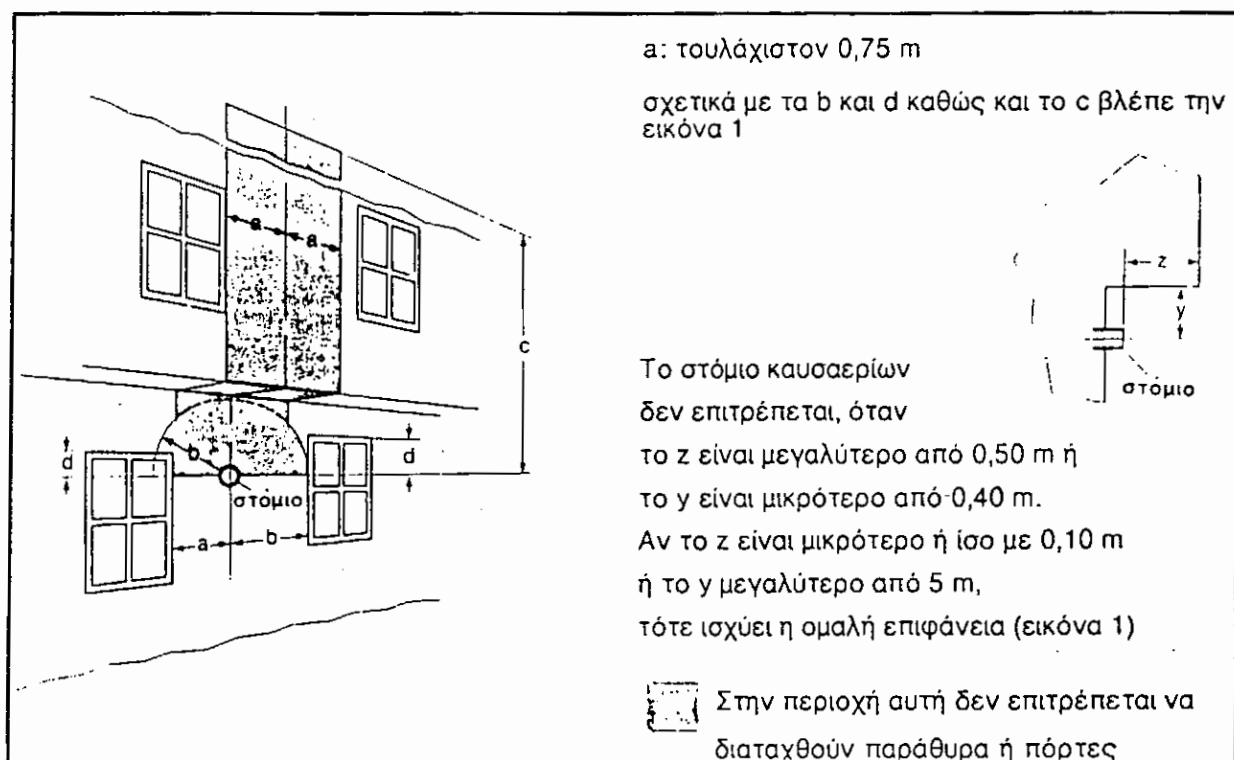


Διάγραμμα 1: Προσδιορισμός της ελάχιστης πλευρικής απόστασης για την ομάδα των δύο ως συνάρτηση της κατακόρυφης απόστασης των στομών καυσαερίων μεταξύ τους

Παράρτημα

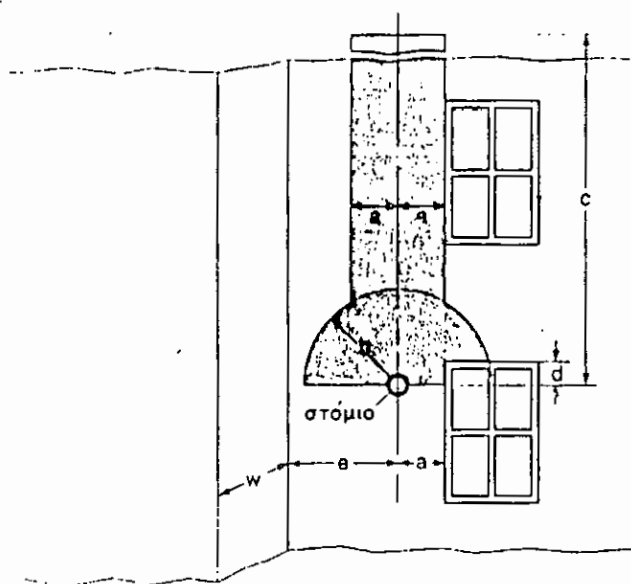


Εικόνα 1: Ελάχιστες αποστάσεις των μεμονωμένων στομιών καυσαερίων από παράθυρα, τα οποία μπορούν να ανοιχθούν, ή από πόρτες προσόψεων - για την ομαλή πρόσοψη



Εικόνα 2: Ελάχιστες αποστάσεις των μεμονωμένων στομιών καυσαερίων από παράθυρα, τα οποία μπορούν να ανοιχθούν, ή από πόρτες προσόψεων - για προσόψεις με προεξοχή

εγκάρσια πρόσοψη χωρίς παράθυρα



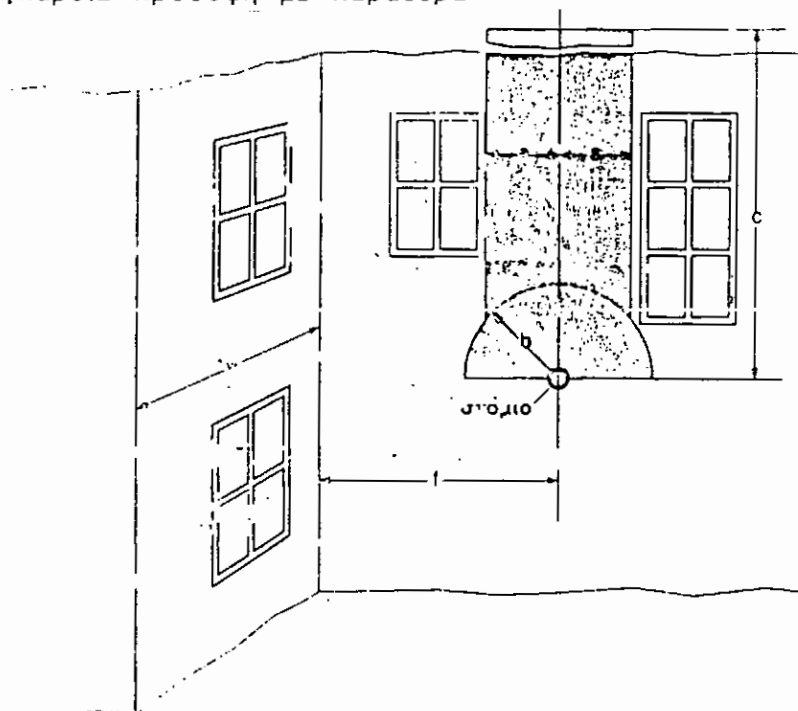
w: 0,5 m έως 1 m
a: τουλάχιστον 0,5 m
e: τουλάχιστον 0,5 m

w: μεγαλύτερο από 1 m
a: τουλάχιστον 0,75 m
e: τουλάχιστον 1 m

σχετικά με τα b και d
καθώς και το c βλέπε την
εικόνα 1

Αν το w είναι μικρότερο
από 0,5 m, τότε ισχύει η
ομαλή πρόσοψη (εικόνα 1).

εγκάρσια πρόσοψη με παράθυρα



w: 0,5 m έως 1 m
a: τουλάχιστον 0,5 m
f: τουλάχιστον 2,5 m

w: μεγαλύτερο από 1 m
a: τουλάχιστον 0,75 m
f: τουλάχιστον 2,5 m

σχετικά με τα b και d
καθώς και το c βλέπε την
εικόνα 1

Αν το w είναι μικρότερο
από 0,5 m, τότε ισχύει η
ομαλή πρόσοψη (εικόνα 1).



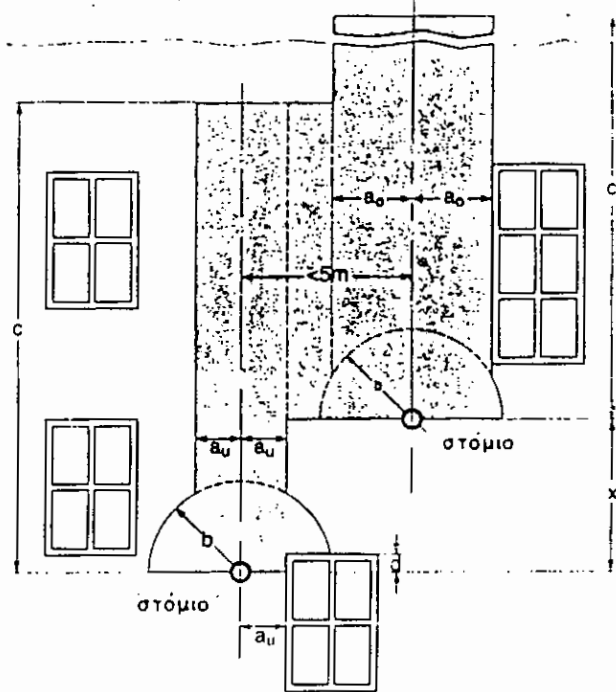
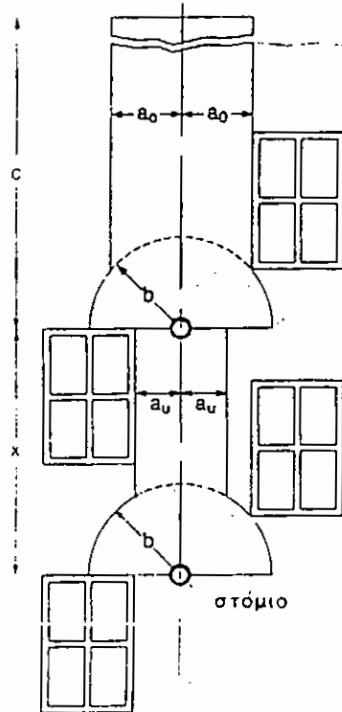
Στην περιοχή αυτή δεν επιτρέπεται να διαταχθούν παράθυρα ή πόρτες

Επί πλέον πρέπει να τηρείται από τα στόμια καυσαερίων μια απόσταση e ή f από την εγκάρσια πρόσοψη

Εικόνα 3: Ελάχιστες αποστάσεις των μεμονωμένων στομίων καυσαερίων από παράθυρα, που μπορούν να ανοιχθούν, ή από πόρτες προσόψεων - για προσόψεις σε γωνιακή θέση

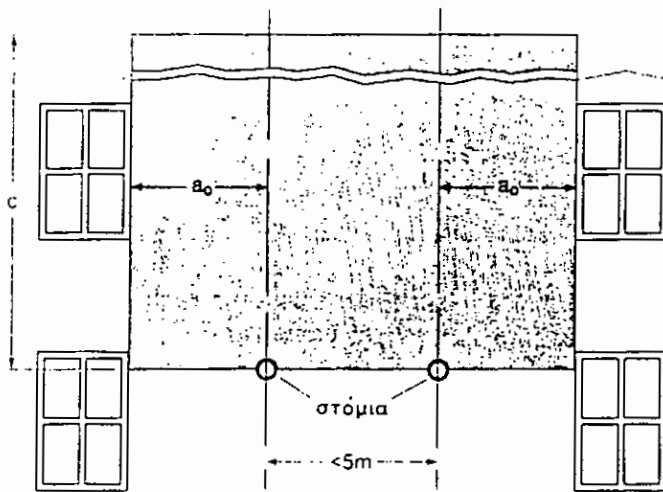
κατακόρυφη διάταξη
των στομιών καυσαερίων

μετατοπισμένη διάταξη
των στομιών καυσαερίων



a_u : τουλάχιστον 0,5 m
 a_0 : σύμφωνα με την καμπύλη 1,
 διάγραμμα 1
 για τα b και d καθώς και το c βλέπε
 την εικόνα 1

a_u : τουλάχιστον 0,5 m
 a_0 : σύμφωνα με την καμπύλη 1, διάγραμμα 1
 για τα b και d καθώς και το c βλέπε την εικόνα 1



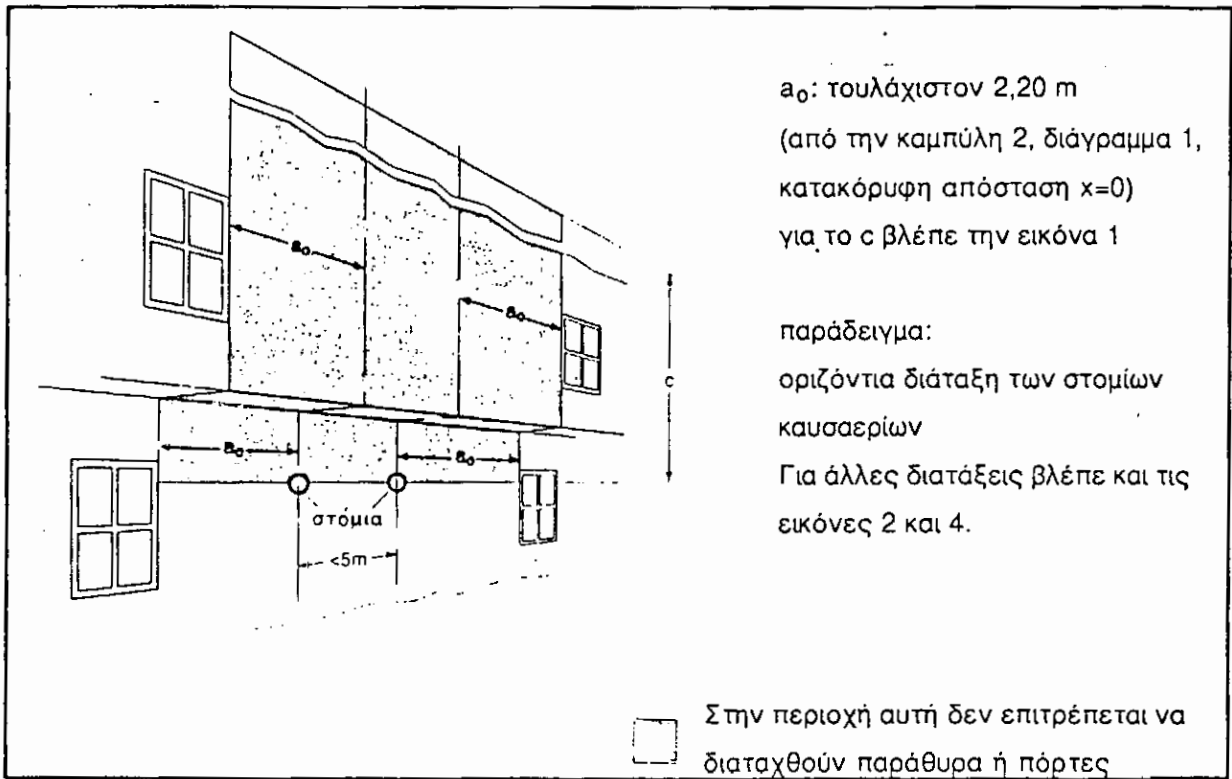
οριζόντια διάταξη
των στομιών καυσαερίων

a_0 : τουλάχιστον 1,45 m
 (από την καμπύλη 1,
 διάγραμμα 1, κατακόρυφη
 απόσταση $x=0$)
 για το c βλέπε την εικόνα 1

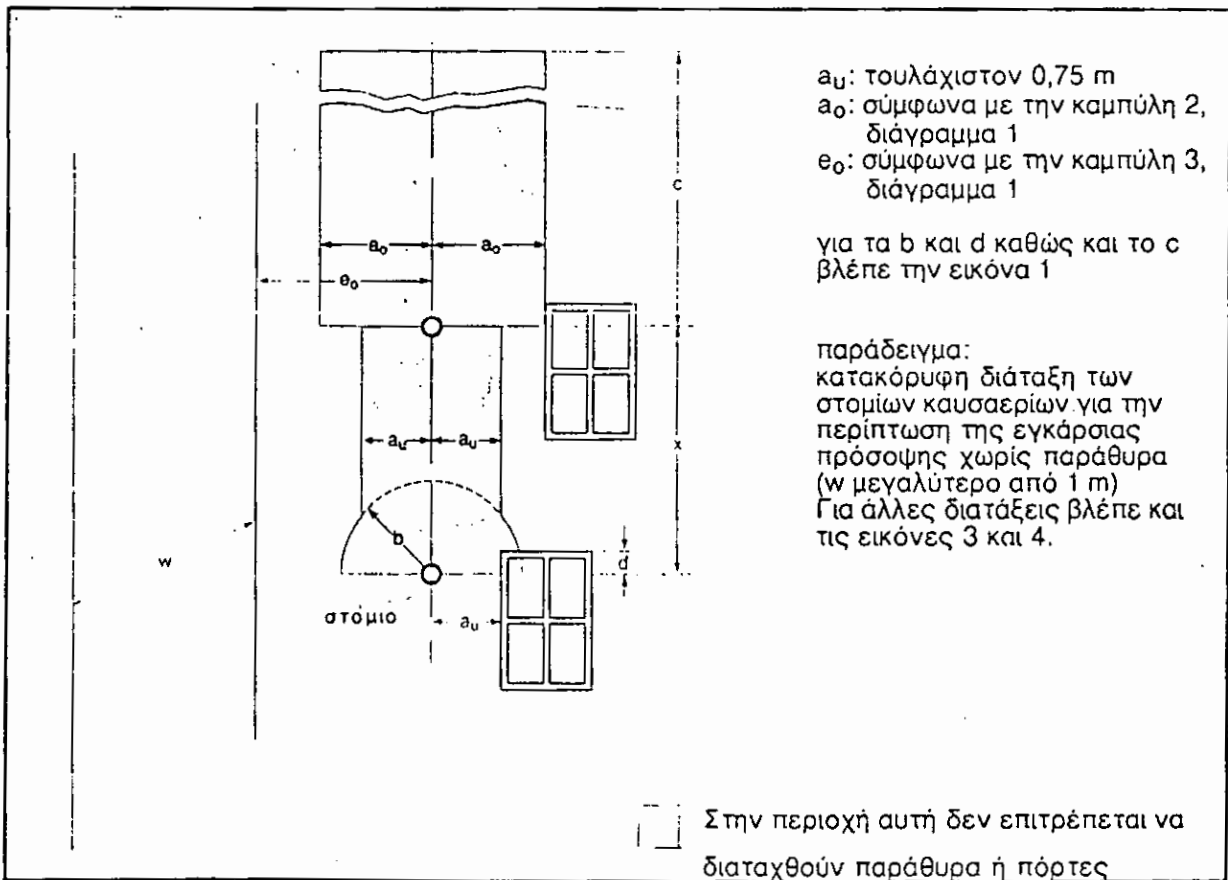


Στην περιοχή αυτή δεν επιτρέπεται να διαταχθούν παράθυρα ή πόρτες

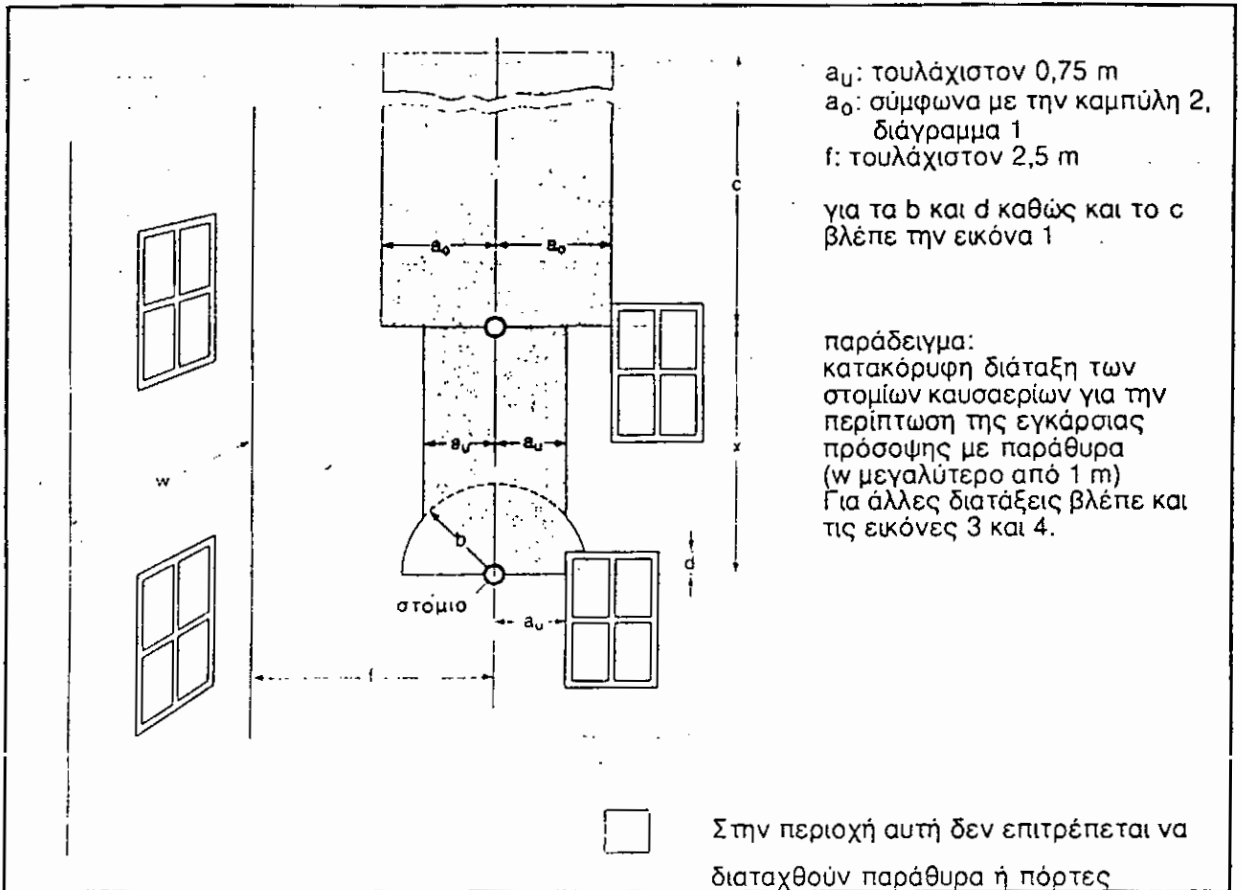
Εικόνα 4: Ελάχιστες αποστάσεις στομιών καυσαερίων μιας ομάδας των δύο από παράθυρα, τα οποία μπορούν να ανοιχθούν, ή από πόρτες προσόψεων - για την ομαλή πρόσοψη



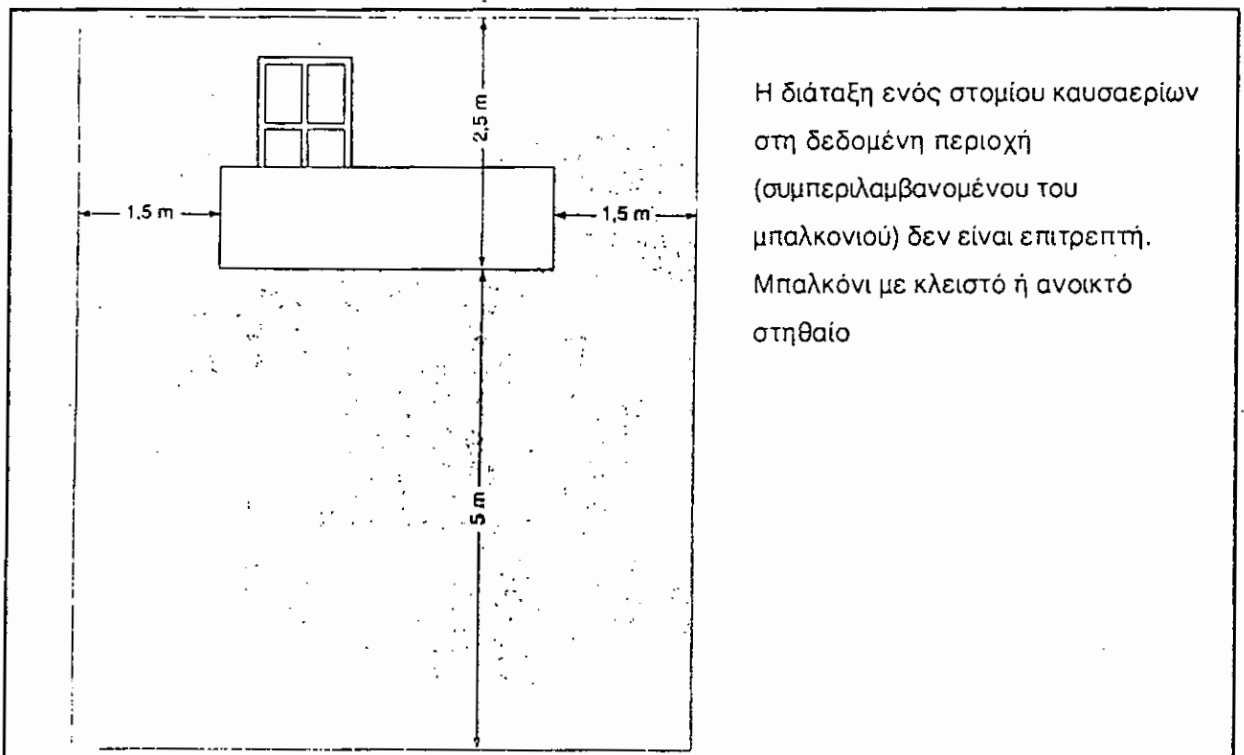
Εικόνα 5: Ελάχιστες αποστάσεις στομιών καυσαερίων μιας ομάδας των δύο από παράθυρα, τα οποία μπορούν να ανοιχθούν, ή από πόρτες προσόψεων - για προσόψεις με προεξοχή



Εικόνα 6α: Ελάχιστες αποστάσεις στομιών καυσαερίων μιας ομάδας των δύο από παράθυρα, τα οποία μπορούν να ανοιχθούν, ή από πόρτες προσόψεων - για προσόψεις σε γωνιακή θέση (εγκάρσια πρόσοψη χωρίς παράθυρα)



Εικόνα 6b: Ελάχιστες αποστάσεις στομιών καυσαερίων μιας ομάδας των δύο από παράθυρα, τα οποία μπορούν να ανοιχθούν, ή από πόρτες προσώπων - για προσόψεις σε γωνιακή θέση (εγκάρσια πρόσοψη χωρίς παράθυρα)



Εικόνα 7: Ελάχιστες αποστάσεις από στόμια καυσαερίων στην περιοχή μπαλκονιών

Παράρτημα 8

Πρότυπα και διατάξεις

A. Αναφερόμενα πρότυπα DIN

Πρότυπα DIN	Τίτλος
DIN 1298	Verbindungsstücke für Feuerungsanlagen; Rohre, Rohrknie und Rohrbogen aus Metall, für Abgase (Στοιχεία σύνδεσης για εγκαταστάσεις καύσης· σωλήνες, γόνατα και τόξα σωλήνων από μέταλλο, για καυσαέρια)
DIN 1626	Geschweißte kreisförmige Rohre aus unlegierten Stählen für besondere Anforderungen; technische Lieferbedingungen (Σωλήνες με ραφή από μη κραματωμένους χάλυβες για ιδιαίτερες απαιτήσεις· τεχνικοί όροι παράδοσης)
DIN 1629	Nahtlose kreisförmige Rohre aus unlegierten Stählen für besondere Anforderungen; technische Lieferbedingungen (Σωλήνες χωρίς ραφή από μη κραματωμένους χάλυβες για ιδιαίτερες απαιτήσεις· τεχνικοί όροι παράδοσης)
DIN 1786	Installationsrohre aus Kupfer, nahtlosgezogen (Σωλήνες εγκαταστάσεων από χαλκό, διελκυσμένοι χωρίς ραφή)
DIN 2391 Teil 1	Nahtlose Präzisionsstahlrohre mit besonderer Maßgenauigkeit; Maße (Χαλυβδοσωλήνες ακριβείας χωρίς ραφή με ιδιαίτερη ακρίβεια διαστάσεων· διαστάσεις)
DIN 2391 Teil 2	Nahtlose Präzisionsstahlrohre mit besonderer Maßgenauigkeit; technische Lieferbedingungen (Χαλυβδοσωλήνες ακριβείας χωρίς ραφή με ιδιαίτερη ακρίβεια διαστάσεων· τεχνικοί όροι παράδοσης)
DIN 2393 Teil 1	Geschweißte Präzisionsstahlrohre mit besonderer Maßgenauigkeit; Maße (Χαλυβδοσωλήνες ακριβείας με ραφή με ιδιαίτερη ακρίβεια διαστάσεων· διαστάσεις)
DIN 2393 Teil 2	Geschweißte Präzisionsstahlrohre mit besonderer Maßgenauigkeit; technische Lieferbedingungen (Χαλυβδοσωλήνες ακριβείας με ραφή με ιδιαίτερη ακρίβεια διαστάσεων· τεχνικοί όροι παράδοσης)
DIN 2394 Teil 1	Geschweißte maßgewalzte Präzisionsstahlrohre; Maße (Διελκυσμένοι χαλυβδοσωλήνες ακριβείας με ραφή· διαστάσεις)
DIN 2394 Teil 2	Geschweißte maßgewalzte Präzisionsstahlrohre; technische Lieferbedingungen (Διελκυσμένοι χαλυβδοσωλήνες ακριβείας με ραφή· τεχνικοί όροι παράδοσης)
DIN 2440	Stahlrohre; mittelschwere Gewinderohre (Χαλυβδοσωλήνες· σωλήνες με σπείρωμα μέσου τύπου)

DIN 2441	Stahlrohre; schwere Gewinderohre (Χαλυβδοσωλήνες· σωλήνες με σπείρωμα βαρέος τύπου)
DIN 2442	Gewinderohre mit Gütevorschrift, Nenndruck 1 bis 100 (σωλήνες με σπείρωμα με προδιαγραφή ποιότητας, ονομαστική πίεση 1 έως 100)
DIN 2444	Zinküberzüge auf Stahlrohren; Qualitätsnorm für die Feuerverzinkung von Stahlrohren für Installationszwecke (Επιψευδαργύρωση σε χαλυβδοσωλήνες· ποιοτικό πρότυπο για την επιψευδαργύρωση πυρός χαλυβδοσωλήνων για εγκαταστάσεις)
DIN 2448	Nahtlose Stahlrohre, Maße, längenbezogene Massen (Χαλυβδοσωλήνες χωρίς ραφή, διαστάσεις, μάζες ανηγμένες στο μήκος)
DIN 2458	Geschweißte Stahlrohre, Maße, längenbezogene Massen (Χαλυβδοσωλήνες με ραφή, διαστάσεις, μάζες ανηγμένες στο μήκος)
DIN 2470 Teil 1	Gasleitungen mit Betriebsdrücken bis 16 bar; Anforderungen an die Rohrleitungsteile (Αγωγοί αερίων με πιέσεις λειτουργίας μέχρι 16 bar· απαιτήσεις για τα στοιχεία της σωλήνωσης)
DIN 2566	Gewindeflansche mit Ansatz, Nenndruck 10 und 16 bar (Κοχλιωτές φλάντζες με λαμό, ονομαστική πίεση 10 και 16 bar)
DIN 2605 Teil 1	Formstücke zum Einschweißen; Rohrbogen; Maße (Entwurf) (Στοιχεία μορφής για συγκόλληση· τόξα· διαστάσεις) (σχέδιο)
DIN 2606	Rohrbogen aus Stahl zum Einschweißen, Bauart 5d (Χαλύβδινα τόξα σωλήνων για συγκόλληση, τύπος 5d)
DIN 2615	Stahlfittings zum Einschweißen; T (Χαλύβδινα εξαρτήματα για συγκόλληση· στοιχεία T)
DIN 2616	Stahlfittings zum Einschweißen; Reduzierstücke (Χαλύβδινα εξαρτήματα για συγκόλληση· στοιχεία αλλαγής διατομής)
DIN 2617	Stahlfittings zum Einschweißen; Kappen (Χαλύβδινα εξαρτήματα για συγκόλληση· καλύπτρες)
DIN 2618	Stahlfittings zum Einschweißen; Sattelstützen, Nenndruck 16 (Χαλύβδινα εξαρτήματα για συγκόλληση· περιστόμια, ονομαστική πίεση 16)
DIN 2619	Stahlfittings zum Einschweißen; Einschweißbogen, Nenndruck 16 (Χαλύβδινα εξαρτήματα για συγκόλληση· συγκολλητά τόξα, ονομαστική πίεση 16)
DIN 2631	Vorschweißflansche, Nenndruck 6 (Συγκολλητές φλάντζες, ονομαστική πίεση 6)
DIN 2641	Lose Flansche, Vorschweißbördel, glatte Bunde, Nenndruck 6 (Ελεύθερες φλάντζες, συγκολλητά άκρα, λείοι σύνδεσμοι, ονομαστική πίεση 6)
DIN 2673	Lose Flansche mit Vorschweißbund, Nenndruck (Ελεύθερες φλάντζες με συγκολλητό σύνδεσμο, ονομαστική πίεση 10)

DIN 2856	Fittings für Lötverbindungen (Εξαρτήματα για κολλητές συνδέσεις)
DIN 2950	Tempergußfittings (Εξαρτήματα από μαλακτικοποιημένο χυτοσίδηρο)
DIN 2980	Stahlfittings mit Gewinde (Χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα)
DIN 2981	Stahlfittings mit Gewinde; Langgewinde (Χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα· μακρό σπείρωμα)
DIN 2982	Stahlfittings mit Gewinde; Rohrnippel, Rohrdoppelnippel (Χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα· νίππελ σωλήνα, διπλά νίππελ σωλήνα)
DIN 2983	Stahlfittings mit Gewinde; Bogen (Χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα· τόξα)
DIN 2986	Stahlfittings mit Gewinde; Muffen (Χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα· μούφες)
DIN 2987 Teil 1	Stahlfittings mit Gewinde; Kreuz, T, Winkel (Χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα· σταυροί, T, γωνίες)
DIN 2987 Teil 2	Stahlfittings mit Gewinde; T, Winkel, reduziert (Χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα· T, γωνίες, μεταβολή διατομής)
DIN 2988	Stahlfittings mit Gewinde; Absatzmuffen (μούφες με λαιμό)
DIN 2990	Stahlfittings mit Gewinde; Doppelnippel mit Sechskant, Reduzierstücke (Χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα· διπλά νίππελ με εξάγωνο, στοιχεία μεταβολής διατομής)
DIN 2991	Stahlfittings mit Gewinde; Stopfen, Kappen (Χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα· τάπες, καλύπτρες)
DIN 2993	Stahlfittings mit Gewinde; Rohrverschraubungen (Χαλύβδινα εξαρτήματα με σπείρωμα· κοχλιωτές συνδέσεις σωλήνων)
DIN 2999 Teil 1	Whitworth-Rohrgewinde für Gewinderohre und Fittings; zylindrisches Innengewinde und kegeliges Außengewinde; Gewindemaße (Σπειρώματα Whitworth για σωλήνες και εξαρτήματα· κυλινδρικό εσωτερικό σπείρωμα και κωνικό εξωτερικό σπείρωμα· διαστάσεις σπειρωμάτων)
DIN 3374	Gaszähler; Gaszähler mit verformbaren Trennwänden; Balgengaszähler (Μετρητές αερίου· μετρητές αερίου με παραμορφώσιμα διαχωριστικά τοιχώματα· πτυχωτοί μετρητές αερίου)
DIN 3376 Teil 1	Gaszählerverschraubungen; Zweistutzen Anschluß (Κοχλιωτές συνδέσεις μετρητών αερίου· σύνδεση δύο περιστομίων)
DIN 3376 Teil 2	Gaszählerverschraubungen; Einstutzen Anschluß (Κοχλιωτές συνδέσεις μετρητών αερίου· σύνδεση ενός περιστομίου)
DIN 3381	Sicherheitseinrichtungen für Gasversorgungsanlagen mit Betriebsdrücken bis 100 bar; Sicherheitsabblase- und Sicherheitsabsperreinrichtungen (Διατάξεις ασφαλείας για εγκαταστάσεις διανομής αερίων με πιέσεις λειτουργίας μέχρι 100 bar· διατάξεις ασφαλείας για απόρριψη και απόφραξη)

DIN 3383 Teil 1	Gasschläuche und Gasanschlußarmaturen; Sicherheitsgasschläuche mit Anschlußstecker; Sicherheitsgasanschlußarmaturen (Εύκαμπτοι σωλήνες και εξαρτήματα σύνδεσης αερίων· εύκαμπτοι σωλήνες ασφαλείας με βύσμα σύνδεσης· εξαρτήματα σύνδεσης αερίων ασφαλείας)
DIN 3383 Teil 2	Gasschläuche und Gasanschlußarmaturen; Gasschläuche für festen Anschluß (Εύκαμπτοι σωλήνες και εξαρτήματα σύνδεσης αερίων· εύκαμπτοι σωλήνες αερίων για σταθερή σύνδεση)
DIN 3383 Teil 4	Gasschläuche und Gasanschlußarmaturen; Sicherheitsgasanschlußarmaturen und Anschlußstücke für Laboratoriumschläuche (Εύκαμπτοι σωλήνες και εξαρτήματα σύνδεσης αερίων· εξαρτήματα σύνδεσης ασφαλείας αερίων και στοιχεία σύνδεσης για εύκαμπτους σωλήνες εργαστηρίων)
DIN 3384	Edelstahlschläuche für Gas (Εύκαμπτοι σωλήνες από ανοξείδωτο χάλυβα για αέρια)
DIN 3386	Filter in Gas-Innenleitungen (Φίλτρα σε εσωτερικές σωληνώσεις αερίων)
DIN 3387	Verbindungsstücke für metallische Rohre, mit glatten Enden, für Gasleitungen (Στοιχεία σύνδεσης για μεταλλικούς σωλήνες με λεία άκρα, για σωληνώσεις αερίων)
DIN 3388 Teil 2	Abgasabsperrvorrichtung für Feuerstätten für flüssige oder gasförmige Brennstoffe, mechanisch betätigte Abgasklappen; sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung (Αποφρακτική διάταξη καυσαερίων για συσκευές καύσης υγρών ή αερίων καυσίμων, μηχανικώς ενεργοποιούμενα κλαπέ απόφραξης· απαιτήσεις ασφαλείας και δοκιμή)
DIN 3388 Teil 4	Abgasklappen für Gasfeuerstätten, thermisch gesteuert, gerätegebunden; Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung (Αποφρακτικά κλαπέ καυσαερίων για συσκευές καύσης αερίων, θερμικώς διευθυνόμενα, ενσωματωμένα στη συσκευή· απαιτήσεις, δοκιμή, σήμανση)
DIN 3389	Einbaufertige Isolierstücke für Hausanschlußleitungen in der Gas- und Wasserversorgung; Anforderungen und Prüfungen (Έτοιμα για τοποθέτηση μονωτικά στοιχεία για σωληνώσεις διανομής αερίων και νερού· απαιτήσεις ασφαλείας και δοκιμές)
DIN 3399	Gas mangelsicherungen; sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung (Ασφάλειες έλλειψης αερίου· απαιτήσεις ασφαλείας, δοκιμή)
DIN 3535 Teil 1	Dichtungen für die Gasversorgung; Dichtungen in Gasarmaturen für die Hausinstallation (Στεγανοποιητικά για τη διανομή αερίου· στεγανοποιητικά για εξαρτήματα αερίου για τις οικιακές εγκαταστάσεις)
DIN 3535 Teil 3	Dichtungen für die Gasversorgung; Dichtungswerkstoffe aus Elastomeren für Gasversorgungs- und Gasfernleitungen; Anforderungen und Prüfung

	(Στεγανοποιητικά για τη διανομή αερίου· υλικά στεγανοποιητικών από ελαστομερή για αγωγούς διανομής και μεταφοράς αερίου· απαιτήσεις και δοκιμή)
DIN 3535 Teil 4	Dichtungen für die Gasversorgung; Dichtungen aus IT-Platten in Gasarmaturen, Gasverbrauchseinrichtungen und Gasleitungen (Στεγανοποιητικά για τη διανομή αερίου· στεγανοποιητικά από πλάκες IT για εξαρτήματα αερίου, διατάξεις κατανάλωσης αερίου και αγωγούς αερίου)
DIN 3535 Teil 5	Dichtungen für die Gasversorgung; Dichtungswerkstoffe aus Gummi-Kork und Gummi-Kork-Asbest für Gasarmaturen und Gasgeräte; sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung (Στεγανοποιητικά για τη διανομή αερίου· υλικά στεγανοποιητικών από ελαστικό-φελλό και ελαστικό-φελλό-ασβέστη για εξαρτήματα αερίου και συσκευές αερίου· απαιτήσεις ασφαλείας, δοκιμή)
DIN 3535 Teil 6	Dichtungen für die Gasversorgung; Flachdichtungsmaterial auf Basis synthetischer Fasern oder Grafit für Gasarmaturen, Gasgeräte und Gasleitungen (Έπιwurfi) (Στεγανοποιητικά για τη διανομή αερίου· υλικά πεπλατυσμένων στεγανοποιητικών με βάση συνθετικές ίνες ή γραφίτη για εξαρτήματα αερίου, συσκευές αερίου και αγωγούς αερίου (σχέδιο))
DIN 3536	Schmierstoffe für Gasarmaturen und Stellgeräte; Anforderungen, Prüfung (Λιπαντικά για εξαρτήματα αερίου και συσκευές ρύθμισης· απαιτήσεις, δοκιμή)
DIN 4069	Orts-Gasverteilungsleitungen; Hinweisschilder (Αγωγοί τοπικής διανομής αερίου· ενδεικτικές πινακίδες)
DIN 4702 Teil 1	Heizkessel; Begriffe, heiztechnische Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung (Entwurf) (Λέβητες· έννοιες, απαιτήσεις θέρμανσης, δοκιμή, σήμανση (σχέδιο))
DIN 4702 Teil 3	Heizkessel; Gas-Spezialkessel mit Brenner ohne Gebläse (Λέβητες· ειδικοί λέβητες αερίου με καυστήρα χωρίς ανεμιστήρα)
DIN 4702 Teil 5	Heizkessel; Mindest-Brennraumabmessungen (Λέβητες· ελάχιστες διαστάσεις θαλάμου καύσης)
DIN 4705 Teil 1	Berechnung von Schornsteinabmessungen; Begriffe, ausführliches Berechnungsverfahren (Υπολογισμός των διαστάσεων καπνοδόχων· έννοιες, λεπτομερής μέθοδος υπολογισμού)
DIN 4705 Teil 2	Berechnung von Schornsteinabmessungen; Näherungsverfahren für einfach belegte Schornsteine (Υπολογισμός των διαστάσεων καπνοδόχων· προσεγγιστική μέθοδος υπολογισμού καπνοδόχων απλής εξυπηρέτησης)
DIN 4705 Teil 3	Berechnung von Schornsteinabmessungen; Näherungsverfahren für mehrfach belegte Schornsteine (Υπολογισμός των διαστάσεων

- καπνοδόχων· προσεγγιστική μέθοδος υπολογισμού καπνοδόχων πολλαπλής εξυπηρέτησης)
- DIN 4705 Teil 10 Berechnung von Schornsteinabmessungen; Näherungsverfahren für einfach belegte Schornsteine, Ausführungsart IIIa für Abgastemperaturen $T_e = 140\text{ °C}$, 190 °C und 240 °C , Ausführungsart I, II, III und IIIa für Abgastemperatur $T_e = 80\text{ °C}$ (Υπολογισμός των διαστάσεων καπνοδόχων· προσεγγιστική μέθοδος υπολογισμού καπνοδόχων απλής εξυπηρέτησης, τύπος κατασκευής IIIa για θερμοκρασίες καυσαερίων $T_e = 140\text{ °C}$, 190 °C και 240 °C , τύποι κατασκευής I, II, III και IIIa για θερμοκρασία $T_e = 80\text{ °C}$)
- DIN 4759 Teil 1 Wärmeerzeugungsanlagen für mehrere Energiearten; eine Feststofffeuerung und eine Öl- oder Gasfeuerung und nur ein Schornstein; sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen (Εγκαταστάσεις παραγωγής θερμότητας για διάφορα είδη ενέργειας· μια εστία καύσης για στερεά καύσιμα και μια εστία καύσης για πετρέλαιο ή αέριο και μόνο μία καπνοδόχος· απαιτήσεις ασφαλείας και δοκιμές)
- DIN 4794 Teil 3 Ortsfeste Warmluftzeuger; gasbefeuerte Warmluftzeuger mit Wärmeaustauscher, Anforderungen, Prüfung (Σταθεροί θερμαντήρες αέρα· θερμαντήρες αέρα που καίνε αέριο με εναλλάκτη θερμότητας, απαιτήσεις, δοκιμή)
- DIN 4794 Teil 7 Ortsfeste Warmluftzeuger; gasbefeuerte Warmluftzeuger ohne Wärmeaustauscher, sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung (Σταθεροί θερμαντήρες αέρα· θερμαντήρες αέρα που καίνε αέριο χωρίς εναλλάκτη θερμότητας, απαιτήσεις ασφαλείας, δοκιμή)
- DIN 4795 Nebenluftvorrichtungen für Hausschornsteine; Begriffe, sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung (Διατάξεις δευτερεύοντος αέρα για οικιακές καπνοδόχους· έννοιες, απαιτήσεις ασφαλείας, δοκιμή, σήμανση)
- DIN 4797 Nachströmöffnungen; strömungstechnische Prüfung (Ανοίγματα μεταρροής· ρευστομηχανική δοκιμή)
- DIN 8521 Sicherheitseinrichtungen gegen Flammendurchschlag und Gasrücktritt beim Schweißen, Schneiden und bei verwandten Verfahren; sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung (Διατάξεις ασφαλείας έναντι αντεπιστροφής φλόγας και επιστροφής αερίου κατά τη συγκόλληση, την κοπή και τις συναφείς μεθόδους· απαιτήσεις ασφαλείας, δοκιμή)
- DIN 8560 Prüfung von Stahlschweißern (Εξέταση συγκολλητών χάλυβα)
- DIN 8561 Prüfung von NE-Metallschweißern (Εξέταση συγκολλητών μη σιδηρών μετάλλων)

DIN 8563 Teil 3	Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Schmelzschweißverbindungen an Stahl (ausgenommen Strahlschweißen); Anforderungen, Bewertungsgruppen (Διασφάλιση της ποιότητας έργασιών συγκόλλησης· συγκολλήσεις τήξης (με εξαίρεση τις συγκολλήσεις δέσμης)· απαιτήσεις, ομάδες αξιολόγησης)
DIN 8564 Teil 1	Schweißen im Rohrleitungsbau; Rohrleitungen aus Stahl, Herstellung, Schweißnahtprüfung (Συγκολλήσεις στην κατασκευή σωληνώσεων· σωληνώσεις από χάλυβα, κατασκευή, δοκιμή των συγκολλητικών ραφών)
DIN 16963 Teil 1	Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Typ 1 und 2; in Segmentbauweise hergestellte Rohrbogen für Stumpfschweißung, Maße (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις πίεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), τύπος 1 και 2· τόξα σωλήνων κατασκευασμένα από τμήματα σωλήνα για συγκόλληση εξωραφής, διαστάσεις)
DIN 16963 Teil 2	Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Typ 1 und 2; in Segmentbauweise und durch Aushalsen hergestellte T-Stücke und Abzweige für Stumpfschweißung, Maße (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις πίεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), τύπος 1 και 2· στοιχεία T και διακλαδώσεις κατασκευασμένα από τμήματα σωλήνα και με διαμόρφωση λαμού για συγκόλληση εξωραφής, διαστάσεις)
DIN 16963 Teil 3	Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Typ 1 und 2; aus Rohr geformte Rohrbogen für Stumpfschweißung, Maße (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις πίεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), τύπος 1 και 2· τόξα σωλήνων διαμορφωμένα από σωλήνα για συγκόλληση εξωραφής, διαστάσεις)
DIN 16963 Teil 4	Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Typ 1 und 2; Bunde für Heizelement-Stumpfschweißung, Flansche, Dichtungen; Maße (Entwurf) (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις πίεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), τύπος 1 και 2· συνδέσεις για συγκόλληση εξωραφής θερμαντικού στοιχείου, φλάντζες, στεγανοποιητικά· διαστάσεις (σχέδιο))
DIN 16963 Teil 5	Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hart (PE hart), Typ 1; allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις

- πίεσης από σκληρό πολυαιθυλένιο (σκληρό PE), τύπος 1· γενικές απαιτήσεις ποιότητας, δοκιμές)
- DIN 16963 Teil 6 Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Typ 1 und 2; Fittings aus Spritzguß für Stumpfschweißung, Maße (Entwurf) (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις πίεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), τύπος 1 και 2· εξαρτήματα από χύτευση ψεκασμού για συγκόλληση εξωραφής, διαστάσεις) (σχέδιο)
- DIN 16963 Teil 8 Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Typ 1 und 2; Winkel aus Spritzguß für Muffenschweißung, Maße (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις πίεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), τύπος 1 και 2· στοιχεία T από χύτευση ψεκασμού για συγκόλληση μούφας, διαστάσεις)
- DIN 16963 Teil 9 Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Typ 1 und 2; T-Stücke aus Spritzguß für Muffenschweißung, Maße (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις πίεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), τύπος 1 και 2· γωνίες από χύτευση ψεκασμού για συγκόλληση μούφας, διαστάσεις)
- DIN 16963 Teil 10 Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Typ 1 und 2; Muffen und Kappen aus Spritzguß für Muffenschweißung, Maße (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις πίεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), τύπος 1 και 2· μούφες και καλύπτρες από χύτευση ψεκασμού για συγκόλληση μούφας, διαστάσεις)
- DIN 16963 Teil 11 Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Typ 1 und 2; Bunde, Flansche, Dichtungen für Muffenschweißung, Maße (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις πίεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), τύπος 1 και 2· σύνδεσμοι, φλάντζες, στεγανοποιητικά για συγκόλληση μούφας, διαστάσεις)
- DIN 16963 Teil 13 Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Typ 1 und 2; gedrehte und gepresste Reduzierstücke für Muffenschweißung, Maße (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις πίεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), τύπος 1 και 2· τορνευτά και πρεσσαριστά στοιχεία μείωσης διατομής για συγκόλληση μούφας, διαστάσεις)

DIN 16963 Teil 14	Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Typ 1 und 2; Reduzierstücke und Nippel aus Spritzguß für Muffenschweißung, Maße (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις πίεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), τύπος 1 και 2· στοιχεία μείωσης διατομής και νίππελ από χύτευση ψεκασμού για συγκόλληση μούφας, διαστάσεις)
DIN 16963 Teil 15	Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Typ 1 und 2; Rohrverschraubungen, Maße (Entwurf) (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις πίεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), τύπος 1 και 2· κοχλιώσεις σωλήνων· διαστάσεις) (σχέδιο)
DIN 16963 Teil 25	Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druckrohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Typ 2; allgemeine Güteanforderungen, Prüfung, Ergänzung zu DIN 16963 Teil 5 (Entwurf) (Συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων για σωληνώσεις πίεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), τύπος 2· γενικές απαιτήσεις ποιότητας, δοκιμή, συμπλήρωμα στο 16963 Teil 5) (σχέδιο)
DIN 18017 Teil 1	Lüftung von Bädern und Spülaborten ohne Außenfenster; Einzelschachtanlagen ohne Ventilatoren (Vornorm) (Αερισμός λουτρών και τουαλετών χωρίς εξωτερικά παράθυρα· εγκαταστάσεις ιδιαίτερου φρεατίου χωρίς ανεμιστήρες) (προνόρμα)
DIN 18017 Teil 3	Lüftung von Bädern und Spülaborten ohne Außenfenster, mit Ventilatoren (Αερισμός λουτρών και τουαλετών χωρίς εξωτερικά παράθυρα, με ανεμιστήρες)
DIN 18160 Teil 1	Hausschornsteine; Anforderungen, Planung und Ausführung (Οικιακές καπνοδόχοι· απαιτήσεις, σχεδιασμός και διαμόρφωση)
DIN 18363	VOB Verbindungsordnung für Bauleistungen, Teil C; Allgemeine technische Vorschriften für Bauleistungen, Anstricharbeiten (Διάταξη VOB για οικοδομικές εργασίες, Μέρος C· γενικές τεχνικές προδιαγραφές για οικοδομικές εργασίες, εργασίες βαφής)
DIN 28600	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; technische Lieferbedingungen (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όλκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· τεχνικοί όροι παράδοσης)
DIN 28610 Teil 1	Druckrohre aus duktilem Gußeisen mit Muffe; mit Zementmörtel- auskleidung für Gas- und Wasserleitungen; Maße, Massen und Anwendungsbereiche (Σωλήνες πίεσης από όλκιμο χυτοσίδηρο με μούφα·

- με εξωτερική επένδυση από τσιμεντοκονίαμα για αγωγούς αερίων και νερού· διαστάσεις, μάζες και περιοχές εφαρμογής)
- DIN 28610 Teil 2. Druckrohre aus duktilem Gußeisen mit Muffe für Gasleitungen über 4 bar bis 16 bar; Maße, Massen und Anwendungsbereiche (Σωλήνες πίεσης από όλκιμο χυτοσίδηρο με μούφα για αγωγούς αερίων άνω των 4 bar έως 16 bar· διαστάσεις, μάζες και περιοχές εφαρμογής)
- DIN 28622 Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; EU-Stücke, Flanschmuffenstücke, überschiebbar (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όλκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία EU, στοιχεία φλαντζωτής μούφας,)
- DIN 28623 Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; F-Stücke, Einflanschstücke (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όλκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία F, στοιχεία μονής φλάντζας)
- DIN 28624 Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; U-Stücke, Überschiebmuffen (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όλκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία U, μούφες)
- DIN 28625 Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; MMQ-Stücke, Doppelmuffenbogen 90 Grad (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όλκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία MMQ, τόξα διπλής μούφας 90°)
- DIN 28626 Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; MMK-Stücke 45, Doppelmuffenbogen 45 Grad (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όλκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία MMK 45, τόξα διπλής μούφας 45°)
- DIN 28627 Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; MMK-Stücke 30, Doppelmuffenbogen 30 Grad (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όλκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία MMK 30, τόξα διπλής μούφας 30°)
- DIN 28628 Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; MMK-Stücke 22, Doppelmuffenbogen 22¹/₂ Grad (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όλκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία MMK 22, τόξα διπλής μούφας 22¹/₂ °)
- DIN 28629 Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; MMK-Stücke 11, Doppelmuffenbogen 11¹/₄ Grad (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όλκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία MMK 11, τόξα διπλής μούφας 11¹/₄ °)

DIN 28630	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; MMA-Stücke, Doppelmuffenstücke mit Flanschstutzen (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όγκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία MMA, στοιχεία διπλής μούφας με φλαντζωτό περιστόμιο)
DIN 28632	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; MMB-Stücke, Doppelmuffenstücke mit Flanschstutzen (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όγκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία MMB, στοιχεία διπλής μούφας με περιστόμιο μούφας)
DIN 28634	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; MMR-Stücke, Doppelmuffen, Übergangsstücke (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όγκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία MMR, διπλές μούφες, μεταβατικά στοιχεία)
DIN 28637	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; Q-Stücke, Flanschbogen 90 Grad (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όγκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία Q, φλαντζωτά τόξα 90°)
DIN 28638	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; N-Stücke, Flanschfußbogen 90 Grad (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όγκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία N, τόξα φλαντζωτού ποδιού 90°)
DIN 28639	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; FFK-Stücke, Flanschbogen 45 Grad (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όγκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία FFK, φλαντζωτά τόξα 45°)
DIN 28643	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; T-Stücke, Flanschstücke mit Flanschstutzen (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όγκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία T, φλαντζωτά στοιχεία με φλαντζωτό περιστόμιο)
DIN 28645	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; FFR-Stücke, Flansch-Übergangsstücke (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όγκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία FFR, φλαντζωτά μεταβατικά στοιχεία)
DIN 28646	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; X-Stücke, Blindflansche (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όγκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία X, τυφλές φλάντζες)

DIN 28648	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; EN-Stücke, Hydranten-Fußbogen 90 Grad (Σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όλκιμο χυτοσίδηρο για αγωγούς αερίων και νερού· στοιχεία EN, τόξα ποδιού 90° για στόμια υδροληψίας)
DIN 30657	Schaumbildende Mittel zur Lecksuche an Gasleitungen (Αφρίζοντα μέσα για την ανίχνευση διαρροών σε αγωγούς αερίων)
DIN 30660	Dichtungsmaterial für die Gas- und Wasserversorgung sowie für Wasserheizungsanlagen; nichtaushärtendes Dichtungsmaterial für metallene Gewindeverbindungen der Hausinstallation (Στεγανοποιητικό υλικό για τη διανομή αερίου και νερού καθώς και για εγκαταστάσεις θέρμανσης με νερό· μη σκληρυνόμενο στεγανοποιητικό υλικό για μεταλλικές κοχλιωτές συνδέσεις στην οικιακή εγκατάσταση)
DIN 30663	Bewegliche Verbindungen für Gasleitungen (Κινητές συνδέσεις για αγωγούς αερίων)
DIN 30670	Polyethylen-Umhüllung von Stahlrohren und -formstücken (Περίβλημα από πολυαιθυλένιο σωλήνων και στοιχείων μορφής από χάλυβα)
DIN 30671	Umhüllung (Beschichtung) mit Duroplasten, Beschichtung mit Epoxidharzpulver (Entwurf) (Περίβλημα (επίστρωση) με ντουροπλαστικά, επίστρωση με σκόνη εποξειδικής ρητίνης) (σχέδιο)
DIN 30672	Korrosionsschutzbinden und Schrumpfschläuche; Umhüllungen aus Korrosionsschutzbinden und Schrumpfschläuchen für erdverlegte Rohrleitungen (Επίδεσμοι προστασίας διάβρωσης και ρικνοί εύκαμπτοι σωλήνες· περιβλήματα από επίδεσμους προστασίας διάβρωσης και ρικνούς εύκαμπτους σωλήνες για θαμμένους σωλήνες)
DIN 30673	Umhüllungen und Auskleidungen von Stahlrohren, -formstücken und -behältern mit Bitumen (Περιβλήματα και επενδύσεις χαλύβδινων σωλήνων, στοιχείων μορφής και δοχείων από άσφαλτο)
DIN 30674 Teil 1	Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußeisen; Polyethylen-Umhüllung (Περίβλημα σωλήνων από όλκιμο χυτοσίδηρο· περίβλημα από πολυαιθυλένιο)
DIN 30674 Teil 2	Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußeisen; Zementmörtel-Umhüllung (Περίβλημα σωλήνων από όλκιμο χυτοσίδηρο· περίβλημα από σκυρόδεμα)
DIN 30674 Teil 3	Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußeisen; Zink-Überzug mit Deckbeschichtung (Περίβλημα σωλήνων από όλκιμο χυτοσίδηρο· επιψευδαργύρωση με επίστρωση κάλυψης)
DIN 30674 Teil 4	Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußeisen; Beschichtung mit Bitumen (Περίβλημα σωλήνων από όλκιμο χυτοσίδηρο· επίστρωση με άσφαλτο)

DIN 30674 Teil 5	Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußeisen; Polyethylen-Folien-umhüllung (Περίβλημα σωλήνων από όλκιμο χυτοσίδηρο· περίβλημα από φύλλα πολυαιθυλενίου)
DIN 30675 Teil 1	Äußerer Korrosionsschutz von erdverlegten Rohrleitungen; Einsatzbereiche bei Rohrleitungen aus Stahl (Εξωτερική προστασίας έναντι διάβρωσης θαμμένων σωληνώσεων· περιοχές εφαρμογής για σωληνώσεις από χάλυβα)
DIN 30675 Teil 2	Äußerer Korrosionsschutz von erdverlegten Rohrleitungen; Einsatzbereiche bei Rohrleitungen aus duktilem Gußeisen (Εξωτερική προστασίας έναντι διάβρωσης θαμμένων σωληνώσεων· περιοχές εφαρμογής για σωληνώσεις από όλκιμο χυτοσίδηρο)
DIN 30676	Planung und Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes für den Außenschutz (Σχεδιασμός και χρήση της καθοδικής προστασίας έναντι διάβρωσης για την εξωτερική προστασία)
DIN 30681	Kompensatoren für Gasanlagen; Stahlbalg-Kompensatoren (Αντισταθμιστές για εγκαταστάσεις αερίου· χαλύβδινοι πτυχωτοί αντισταθμιστές)
DIN 33822	Gas-Druckregelgeräte und Sicherheitseinrichtungen in der Hausinstallation (Όργανα ρύθμισης πίεσης αερίου και διατάξεις ασφαλείας για τις οικιακές εγκαταστάσεις)
DIN 46440	Umflochtene Rundseile aus Kupfer (πολύκλινα συρματόσχοινα από χαλκό)
DIN 50049	Bescheinigung über Materialprüfung (Πιστοποιητικό για τη δοκιμή υλικών)
DIN 50929 Teil 1	Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung; Allgemeines (Διάβρωση των μετάλλων· πιθανότητα διάβρωσης μεταλλικών υλικών για εξωτερική φόρτιση διάβρωσης· γενικά)
DIN 50929 Teil 2	Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung; Installationsteile innerhalb von Gebäuden (Διάβρωση των μετάλλων· πιθανότητα διάβρωσης μεταλλικών υλικών για εξωτερική φόρτιση διάβρωσης· τμήματα εγκαταστάσεων μέσα σε κτίρια)
DIN 50929 Teil 3	Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung; Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern (Διάβρωση των μετάλλων· πιθανότητα διάβρωσης μεταλλικών υλικών για εξωτερική φόρτιση διάβρωσης· σωληνώσεις και δομικά στοιχεία σε πατώματα και ύδατα)
DIN 50976	Korrosionsschutz; durch Feuerverzinken auf Einzelteile aufgebrachte Überzüge, Anforderungen und Prüfung (Προστασία έναντι διάβρωσης·

	επιστρώσεις δημιουργούμενες με επιψευδαργύρωση πυρός σε επί μέρους εξαρτήματα, απαιτήσεις και δοκιμή)
DIN 55928 Teil 1	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Allgemeines (Προστασία έναντι διάβρωσης χαλύβδινων κατασκευών με επιστρώσεις και επικαλύψεις· γενικά)
DIN 55928 Teil 2	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; korrosionsschutzgerechte Gestaltung (Προστασία έναντι διάβρωσης χαλύβδινων κατασκευών με επιστρώσεις και επικαλύψεις· Διαμόρφωση κατάλληλη από τη άποψη της διάβρωσης)
DIN 55928 Teil 3	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Planung der Korrosionsschutzarbeiten (Προστασία έναντι διάβρωσης χαλύβδινων κατασκευών με επιστρώσεις και επικαλύψεις· σχεδιασμός των εργασιών προστασίας έναντι διάβρωσης)
DIN 55928 Teil 4	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Vorbereitung und Prüfung der Oberflächen (Προστασία έναντι διάβρωσης χαλύβδινων κατασκευών με επιστρώσεις και επικαλύψεις· προετοιμασία και δοκιμή των επιφανειών)
DIN 55928 Teil 5	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Beschichtungsstoffe und Schutzsysteme (Προστασία έναντι διάβρωσης χαλύβδινων κατασκευών με επιστρώσεις και επικαλύψεις· υλικά επίστρωσης και συστήματα προστασίας)
DIN 55928 Teil 6	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Ausführung und überwachung der Korrosionsschutzarbeiten (Προστασία έναντι διάβρωσης χαλύβδινων κατασκευών με επιστρώσεις και επικαλύψεις· εκτέλεση και εποπτεία των εργασιών προστασίας έναντι διάβρωσης)
DIN 55928 Teil 7	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; technische Regeln für Kontrollflächen (Προστασία έναντι διάβρωσης χαλύβδινων κατασκευών με επιστρώσεις και επικαλύψεις· τεχνικοί κανόνες για επιφάνειες ελέγχου)
DIN 55928 Teil 9	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Bindemittel und Pigmente für Beschichtungsstoffe (Προστασία έναντι διάβρωσης χαλύβδινων κατασκευών με επιστρώσεις· κόλλες και πιγμέντα για υλικά επίστρωσης)
DIN VDE 0190	Einbeziehen von Gas- und Wasserleitungen in den Hauptpotentialausgleich von elektrischen Anlagen; Technische Regeln des DVGW (VDE- Bestimmung) (Σύνδεση των αγωγών αερίου και νερού στην κύρια αντιστάθμιση δυναμικού ηλεκτρικών εγκαταστάσεων· Τεχνικοί κανόνες της DVGW (Διάταξη του VDE))

Διάθεση: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 4-10, 1000 Berlin 30
 Τα πρότυπα, τα οποία περιελήφθησαν στους κανόνες της DVGW, μπορούν επίσης να ζητηθούν από την:
 Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH,
 Josef-Wirmer-Straße 1-3, 5300 Bonn 1

B. Αναφερόμενες διατάξεις της DVGW

Διάταξη της

DVGW	*)	Τίτλος
G 260/I	A	Gasbeschaffenheit (Ιδιότητες αερίων)
G 459	A	Gas-Hausanschlüsse für Betriebsdrücke bis 4 bar; Errichtung (Οικιακές συνδέσεις αερίου για πιέσεις λειτουργίας μέχρι 4 bar· εγκατάσταση)
G 461/I	A	Errichtung von Gasleitungen bis 4 bar Betriebsdruck aus Druckrohren und Formstücken aus duktilem Gußeisen (Εγκατάσταση των αγωγών αερίου για πίεση λειτουργίας μέχρι 4 bar από σωλήνες πίεσης και στοιχεία μορφής από όγκιμο χυτοσίδηρο)
G 462/I	A	Errichtung von Gasleitungen bis 4 bar Betriebsdruck aus Stahlrohren (Εγκατάσταση των αγωγών αερίου για πίεση λειτουργίας μέχρι 4 bar από χαλυβδοσωλήνες)
G 464	A	Berechnung von Druckverlusten bei der Gasverteilung (Υπολογισμός των απωλειών πίεσης κατά τη διανομή αερίου)
G 472	A	Verlegen von Rohrleitungen aus PVC hart (Polyvinylchlorid hart) mit einem Betriebsdruck bis 1 bar und aus PE hart (Polyethylen hart) mit einem Betriebsdruck bis 4 bar für Gasleitungen (Τοποθέτηση σωληνώσεων από σκληρό PVC (σκληρό πολυβινυλοχλωρίδιο) με πίεση λειτουργίας μέχρι 1 bar και από σκληρό PE (σκληρό πολυαιθυλένιο) με πίεση λειτουργίας μέχρι 4 bar για αγωγούς αερίου)
G 477	A	Herstellung, Gütesicherung und Prüfung von Rohren aus PVC hart (Polyvinylchlorid hart) und HDPE (Polyethylen) für Gasleitungen und Anforderungen an Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile (Παραγωγή, διασφάλιση ποιότητας και δοκιμή για σωλήνες από σκληρό PVC (σκληρό πολυβινυλοχλωρίδιο) και HDPE (πολυαιθυλένιο) για αγωγούς αερίου και απαιτήσεις για συνδέσεις σωλήνων και τμήματα σωληνώσεων)
G 490	A	Technische Regeln für Bau und Ausrüstung von Gas-Druckregelanlagen mit Eingangsdrücken über 100 mbar bis einschließlich 4 bar (Τεχνικοί

*) A = Arbeitsblatt, M = Merkblatt

		κανόνες για την εγκατάσταση και τον εξοπλισμό εγκαταστάσεων ρύθμισης της πίεσης αερίου με πιέσεις εισόδου άνω των 100 mbar μέχρι και 4 bar)
G 610	A	Gasfeuerungen an Industrieöfen (Εστίες καύσης αερίου σε βιομηχανικούς φούρνους)
G 621	A	Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsräumen — Installation" (Εγκαταστάσεις αερίων σε εργαστήρια και χώρους φυσικοτεχνικών μαθημάτων — Εγκατάσταση)
G 622	A	Typprüfung von Gasverbrauchseinrichtungen am Aufstellungsort (Δοκιμή τύπου διατάξεων κατανάλωσης αερίου στον τόπο εγκατάστασης)
G 623	A	Prüfung von Feuerstätten mit nachträglich eingebautem Gasbrenner ohne Gebläse (Δοκιμή συσκευών καύσης με καυστήρα αερίου χωρίς ανεμιστήρα τοποθετημένο μεταγενέστερα)
G 624	A	Nachträgliches Abdichtung von bestehenden Gas-Innenleitungen (Μεταγενέστερη στεγανοποίηση υφιστάμενων αγωγών αερίου)
G 626	A	Technische Regeln für die Abführung der Abgase von Gaswasserheizern über Zentralentlüftungsanlagen nach DIN 18017 Teil 3 (Τεχνικοί κανόνες για την απαγωγή των καυσαερίων θερμαντήρων νερού με αερίου μέσω κεντρικών εγκαταστάσεων εξαερισμού κατά DIN 18017 Teil 3)
G 629	A	Installation von gasbeheizten Körnertrocknern (Εγκατάσταση θερμαινομένων με αέριο ξηραντήρων κόκκων)
G 630	A	Technische Regeln für die Errichtung und den Betrieb von Gasanlagen in Fruchtreifräumen (Τεχνικοί κανόνες για το σχεδιασμό και τη λειτουργία εγκαταστάσεων αερίων σε χώρους ωρίμανσης φρούτων)
G 631	A	Installation von gewerblichen Gasverbrauchseinrichtungen (Εγκατάσταση βιοτεχνικών διατάξεων κατανάλωσης αερίου)
G 633	A	CO ₂ -Anreicherung in Gewächshäusern — Installation und Betrieb von Anlagen (Εμπλουτισμός σε CO ₂ σε θερμοκήπια — Εγκατάσταση και λειτουργία εγκαταστάσεων)
G 634	A	Installation von Grobküchen-Gasverbrauchseinrichtungen (Εγκατάσταση μεγάλων κουζινών-διατάξεων κατανάλωσης αερίου)
G 638	A	Heizstrahler-Anlagen — Installation und Betrieb (Εγκαταστάσεις συσκευών θέρμανσης με ακτινοβολία — Εγκατάσταση και λειτουργία)
G 660	A	Abgasanlagen mit mechanischer Abgasabführung für Gasfeuerstätten mit Brennern ohne Gebläse — Installation (Εγκαταστάσεις καυσαερίων με μηχανική απαγωγή καυσαερίων για συσκευές καύσης αερίου με καυστήρα χωρίς ανεμιστήρα)
G 665	A	Richtlinien für die Zusammenarbeit zwischen Gasversorgungsunternehmen bzw. Flüssiggas-Großvertrieben, dem Schornsteinfeger-

		handwerk und den Vertragsinstallationsunternehmen (Οδηγίες για τη συνεργασία μεταξύ Εταιριών Διανομής Αερίου ή Εταιριών Χονδρικής Διανομής Υγραερίων, του Συνδέσμου Καπνοδοχοκαθαριστών και των Εργολαβικών Επιχειρήσεων Εγκαταστάσεων)
G 666	A	Richtlinien für die Zusammenarbeit zwischen Gasversorgungsunternehmen und den Vertragsinstallationsunternehmen (Οδηγίες για τη συνεργασία μεταξύ Εταιριών Διανομής Αερίου και των Εργολαβικών Επιχειρήσεων Εγκαταστάσεων)
G 669	A	Bedingungen und Verfahren zur Erteilung des DIN-DVGW- und DVGW-Prüfzeichens für Erzeugnisse in der Gasversorgung (Όροι και διαδικασία για την απονομή του Σήματος Ελέγχου DIN-DVGW και DVGW για προϊόντα στη διανομή αερίου)
G 670	A	Steuerung von Gasfeuerstätten mit Lüftungsanlagen in Wohnungen (in Vorbereitung) (Διεύθυνση των συσκευών καύσης αερίου με εγκαταστάσεις αερισμού σε κατοικίες (υπό προετοιμασία))
G 676	M	Verfahren zur Erteilung der DVGW-Bescheinigung für Wartungsunternehmen (Διαδικασία για την απονομή του Πιστοποιητικού DVGW για Εταιρίες Συντήρησης)
G 683	M	Merkblatt für die Umstellung von Gasverbrauchseinrichtungen und Hausinstallationen von Stadt- und Ferngas auf Erdgas (Φύλλο οδηγιών για την αλλαγή ρύθμισης διατάξεων κατανάλωσης αερίου και οικιακών εγκαταστάσεων από αέριο πόλης και τηλεαέριο σε φυσικό αέριο)
TRF		Technische Regeln Flüssiggas (Τεχνικοί κανόνες για υγραέρια)
GW 2	A	Verbinden von Kupferrohren für die Gas- und Wasserinstallation innerhalb von Grundstücken und Gebäuden (Lötflansche aus Rotguss) (Συνδέσεις χαλκοσωλήνων για τις εγκαταστάσεις αερίου και νερού σε οικόπεδα και κτίρια (κολλητές φλάντζες από ερυθρό χυτοσίδηρο))
GW 330	M	Lehr- und Prüfplan Schweißen und Verlegen von Rohren und Rohrleitungsteilen aus PE hart für Gas- und Wasserleitungen (Πρόγραμμα μαθημάτων και εξετάσεων για τη συγκόλληση και τοποθέτηση σωλήνων και τμημάτων σωληνώσεων από σκληρό πολυαιθυλένιο για αγωγούς αερίου και νερού)
GW 392	A	Nahtlosgezogene Rohre aus Kupfer für Gas- und Wasserinstallation — Anforderungen und Prüfbestimmungen (Διελκυσμένοι χαλκοσωλήνες χωρίς ραφή για τις εγκαταστάσεις αερίου και νερού — Απαιτήσεις και κανόνες δοκιμών)

Διάθεση:

Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH
Josef-Wirmer-Straße 1-3, 5300 Bonn 1