



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Πέτρος Β. Κυράκης

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Επικ. Καθ. Κωνσταντίνος Γ. Καλκάνης

Αθήνα, Οκτώβριος 2020



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING**

A STUDY ON LPG UTILIZATION AT AN INDUSTRIAL ENVIROMENT

Petros V. Kyrakis

SUPERVISOR: Assistant Prof. Konstantinos G. Kalkanis

Athens, October 2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, θεωρώ υποχρέωση μου να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε ανθρώπους που στάθηκαν δίπλα μου καθ'όλη τη διάρκεια της προσπάθειάς μου.

Αρχικά, τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Καλκάνη, επιβλέποντα της παρούσας, για την ανάθεση του θέματος και την πολύτιμη καθοδήγηση του.

Τον Δρ. Μιχαήλ Λοτίδη, Μηχανικό Μεταλλείων – Μεταλλουργό, για την άμεση, αμέριστη και ανεκτίμητη βοήθειά του κατά την εκπόνηση της παρούσας.

Την Coral Gas A.E.B.E.Y. και τον κ. Αντώνιο Γεωργιάδη, Χημικό Μηχανικό, για τη σημαντική βοήθεια που μου προσέφεραν καθώς και για τη διάθεση χρήσιμου φωτογραφικού υλικού που αξιοποιήθηκε σε κεφάλαια της παρούσας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω εκ βάθους καρδιάς τους γονείς μου για την υποστήριξή τους σε όλη τη διάρκεια της φοίτησής μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί το υγραέριο (Liquid Petroleum Gas, LPG) και η χρήση του σε βιομηχανικό επίπεδο.

Αποτελείται από δύο (2) κύρια μέρη, όπου στο πρώτο παρουσιάζεται η δομή, οι ιδιότητες, η εξαερίωση καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τού υγραερίου. Περιγράφονται τα μέρη μιας τυπικής εγκατάστασης υγραερίου (ήτοι δεξαμενές, εξαρτήματα, σωληνώσεις, δίκτυο καταιονισμού, σύστημα γείωσης κ.ο.κ.) καθώς και τα επιμέρους στοιχεία προστασίας της.

Τέλος, το δεύτερο μέρος αποτελείται από μια μελέτη περίπτωσης (case study), όπου παρουσιάζεται μία τυπική μελέτη υγραερίου βιομηχανικής μονάδας.

SUMMARY

The current Thesis studies the Liquid Petroleum Gas (LPG) and examines its industrial use. It consists of two (2) main parts.

In the first part, the main LPG properties and the accompanied gasification are presented, along with its advantages and disadvantages. The components of an LPG installment (i.e., tanks, pipe lines, sprinklers, earthing system etc.) and the required safety measures are described as well.

Finally, in the second part, a case study of a standard industrial LPG installment is presented.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	vii
SUMMARY	ix
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xiii
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	xiv
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ	3
2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	6
2.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	7
3 ΕΞΑΕΡΙΩΣΗ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ	9
3.1 ΦΥΣΙΚΗ ΕΞΑΕΡΙΩΣΗ	9
3.2 ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΗ ΕΞΑΕΡΙΩΣΗ	11
4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ – ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ.....	13
4.1 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ	13
4.1.1 ΥΠΕΡΓΕΙΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ.....	15
4.1.2 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ.....	16
4.1.3 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΜΕ ΚΑΘΟΔΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	17
4.1.4 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ	18
4.1.5 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ	19
4.2 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ	23
4.3 ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ.....	29
4.4 ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ.....	31
4.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΙΩΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ	33
4.6 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	34
5 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	37
5.1 ΣΗΜΑΝΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	37
5.2 ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	38

5.3	ΠΛΗΡΩΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ	39
5.4	ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ	40
6	ΈΛΕΓΧΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	43
6.1	ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΡΤΙΟΤΗΤΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	43
6.2	ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	44
7	ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ - CASE STUDY	47
7.1	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	49
7.2	ΚΑΘΟΔΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ	50
7.3	ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΕΞΑΕΡΙΩΣΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ	50
7.4	ΛΕΒΗΤΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΞΑΕΡΙΩΤΩΝ	52
7.5	ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	52
7.6	ΠΥΡΟΣΒΕΣΗ	53
7.7	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ	53
7.8	ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ	54
7.9	ΣΩΛΗΝΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ - ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ	55
7.10	ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΣΩΛΗΝΩΝ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ	56
7.11	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	56
7.12	ΒΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	57
7.13	ΣΗΜΑΝΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	57
8	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	59
9	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	61

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2-1 Όρια ευφλεκτότητας υγραερίου (Mishra 2003)	4
Πίνακας 2-2 Ιδιότητες LPG (ΦΕΚ 477/B'/1-7-1993, Shipman 2001, Bahadori 2014)..	4
Πίνακας 2-3 Θερμογόνος δύναμη καυσίμων (Σαχωλαρίδης 1995).....	6
Πίνακας 2-4 Βαθμοί απόδοσης καυσίμων (ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ Α.Ε. 2020).....	7
Πίνακας 3-1 Φυσική εξαερίωση δεξαμενής (Small Bulk Installation Manual – Version 6 - 2011 Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	10
Πίνακας 3-2 Αποστάσεις εξαεριωτών έμμεσης θέρμανσης από δεξαμενές υγραερίου (ΦΕΚ 477/B'/1-7-1993).....	12
Πίνακας 4-1 Διαστάσεις υπέργειων δεξαμενών (Small Bulk Installation Manual – Version 6 - 2011 Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	15
Πίνακας 4-2 Διαστάσεις υπόγειων δεξαμενών (Small Bulk Installation Manual – Version 6 - 2011 Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	16
Πίνακας 4-3 Διαστάσεις υπόγειων δεξαμενών (Small Bulk Installation Manual – Version 6 - 2011 Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	17
Πίνακας 4-4 Αποστάσεις ασφαλείας Α δεξαμενών υγραερίου υπό πίεση (ΦΕΚ 1257/B/3-9-2003)	18
Πίνακας 4-5 Ρυθμιστές πίεσης (Small Bulk Installation Manual – Version 6 - 2011 Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	25
Πίνακας 6-1 Υδραυλική δοκιμή (Small Bulk Installation Manual – Version 6 - 2011 Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	43

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1-1 Δομή του (α) βουτανίου και του (β) προπανίου.....	1
Σχήμα 2-1 Φιάλη LPG	5
Σχήμα 2-2 Ενδεικτικό διάγραμμα πίεσης (kg/cm ²) – θερμοκρασίας (°C)	5
Σχήμα 4-1 Υπέργειες δεξαμενές υγραερίου (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	15
Σχήμα 4-2 Υπόγειες δεξαμενές υγραερίου (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	16
Σχήμα 4-3 Καθοδική προστασία (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	17
Σχήμα 4-4 Εξαρτήματα δεξαμενής υγραερίου (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	19
Σχήμα 4-5 Ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης πίεσης (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	20
Σχήμα 4-6 Ανεπίστροφη βαλβίδα ασφαλείας (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	20
Σχήμα 4-7 Δείκτης στάθμης (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	21
Σχήμα 4-8 Βαλβίδα απομόνωσης ασφαλείας (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	21
Σχήμα 4-9 Διπλή ανεπίστροφη βαλβίδα πλήρωσης δεξαμενής (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα : Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	22

Σχήμα 4-10 Πολυβαλβίδα (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	22
Σχήμα 4-11 Βαλβίδα ασφαλείας εκκένωσης νερού (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	23
Σχήμα 4-12 Εξαρτήματα εγκατάστασης υγραερίου (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	24
Σχήμα 4-13 Ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης πίεσης και ρυθμιστής υψηλής πίεσης (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	26
Σχήμα 4-14 Επιτηρητής πίεσης και ρυθμιστής υψηλής πίεσης (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)...	26
Σχήμα 4-15 Ρυθμιστής υψηλής πίεσης και ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	27
Σχήμα 4-16 Δίκτυο καταιονισμού (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	32
Σχήμα 4-17 Σύστημα γείωσης δεξαμενής (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	33
Σχήμα 5-1 Πυροσβεστήρας (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	38
Σχήμα 5-2 Μόνιμη σωληνογραμμή πλήρωσης (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.).....	40
Σχήμα 7-1 Σκαρίφημα προτεινόμενης τυπικής βιομηχανικής εγκατάστασης υγραερίου	48

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως *υγραέριο* περιγράφονται τα υδροποιημένα αέρια καύσιμα, τα οποία αποτελούνται κυρίως από υδρογονάνθρακες με τρία (3) ή τέσσερα (4) άτομα άνθρακα. Οι εν λόγω υδρογονάνθρακες συναντώνται σε αέρια φάση υπό κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης και δύνανται να υδροποιηθούν μέσω συμπίεσης ή και ψύξης.

Παράγεται κυρίως κατά την εξαγωγή του φυσικού αερίου και του πετρελαίου σε ποσοστό 66%, αλλά και από τη διύλιση του πετρελαίου σε ποσοστό 34%. (Αφοί Ζαμπουλάκη Ο.Ε. 2020)

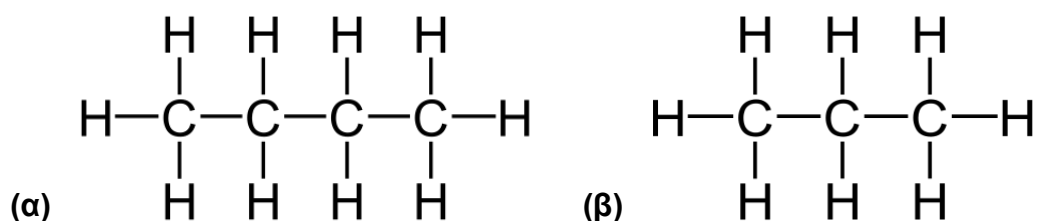
Τα υγραέρια που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα είναι:

- το εμπορικό βουτάνιο το οποίο στο εξής θα ονομάζεται *βουτάνιο*,
- το εμπορικό προπάνιο το οποίο στο εξής θα ονομάζεται *προπάνιο* και
- το μίγμα βουτανίου-προπανίου το οποίο στο εξής θα ονομάζεται *υγραέριο μίγμα* ή απλώς *μίγμα*.

Το βουτάνιο περιέχει τουλάχιστον 85% κατά βάρος βουτάνιο και βουτένιο, με κύριο συστατικό το βουτάνιο, ικανοποιώντας πάντοτε τις απαιτήσεις EN437 και τις σχετικές εθνικές ελληνικές προδιαγραφές.

Το προπάνιο περιέχει τουλάχιστον 85% κατά βάρος προπάνιο και προπένιο, με κύριο συστατικό το προπάνιο, ικανοποιώντας πάντοτε τις απαιτήσεις του προτύπου EN437 και τις σχετικές εθνικές ελληνικές προδιαγραφές.

Στο Σχήμα 1-1 παρουσιάζεται η δομή του προπανίου και του βουτανίου.



Σχήμα 1-1 Δομή του (α) βουτανίου και του (β) προπανίου

Το υγραέριο μίγμα περιλαμβάνει προπάνιο και βουτάνιο σε διάφορες αναλογίες, ικανοποιώντας πάντοτε τις απαιτήσεις του προτύπου EN437 και τις σχετικές εθνικές ελληνικές προδιαγραφές. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στην ελληνική αγορά το υγραέριο μίγμα περιέχει 80% βουτάνιο και το υπόλοιπο 20% προπάνιο .

Κατά τη διύλιση του πετρελαίου, περίπου το 4-5% του ακατέργαστου πετρελαίου εξάγεται ως υγραέριο.

Σύμφωνα με μελέτη της ArgusMedia (2020), το ποσοστό υγραερίου που καταναλώθηκε στην Ευρώπη κατά το έτος 2018 για βιομηχανική χρήση ανήλθε σε 52%, για τις μεταφορές σε 27%, για οικιακή χρήση σε 18% και για άλλες βιομηχανικές χρήσεις σε 3%.

Στις ανεπτυγμένες βιομηχανικά χώρες το υγραέριο έχει κυρίως τις παρακάτω χρήσεις:

- οικιακή χρήση: θέρμανση και μαγειρική, ειδικότερα σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες με το τοπικό δίκτυο παροχής φυσικού αερίου,
- μεταφορές και συγκοινωνίες, ειδικότερα ενθαρρύνεται η χρήση υγραερίου στην αυτοκίνηση μέσω της χαμηλής φορολογίας του καυσίμου που χρησιμοποιείται στα αυτοκίνητα εφοδιασμένα με το κατάλληλο σύστημα καύσης, και
- σε πετροχημικές βιομηχανίες για την παραγωγή πλαστικού.

Τα τελευταία χρόνια, χάριν της «πράσινης» ανάπτυξης, πραγματοποιούνται κινήσεις ως προς τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος τόσο των υφισταμένων, όσο και των νέων κατασκευών, μικρής και μεγάλης κλίμακας. Η ενεργειακή αυτονομία των εν λόγω κατασκευών, οδηγεί σε ποικίλες λύσεις που περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την εγκατάσταση υβριδικών συστημάτων που συνδυάζουν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και κατανάλωση υδρογονανθράκων, μεταξύ των οποίων και LPG (Sepehr & Ahmadsreza 2021).

2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Στις παρά κάτω παραγράφους παρουσιάζονται οι ιδιότητες του υγραερίου (ELGAS 2020) σε αέρια και υγρή μορφή, καθώς επίσης τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του.

Οι ιδιότητες του υγραερίου είναι οι εξής:

- είναι άοσμο. Για την εμπορία και τη χρήση του το υγραέριο εμπλουτίζεται από τα διυλιστήρια με μια ουσία που δίνει χαρακτηριστική οσμή (Μερκαπτάνες) ώστε να αντιλαμβανόμαστε τη διαρροή με την όσφρηση σε συγκέντρωση πέντε φορές μικρότερη από το κατώτερο όριο ανάφλεξης (Eko 2020),
- δεν είναι δηλητηριώδες και μπορούμε να το εισπνεύσουμε σε μικρές ποσότητες· πρέπει όμως να αποφεύγουμε να βρισκόμαστε σε χώρο που περιέχει ατμούς υγραερίου διότι τότε ενέχει κίνδυνος για τον οργανισμό λόγω έλλειψης οξυγόνου (ασφυξία),
- σε κανονικές συνθήκες βρίσκεται σε αέρια μορφή,
- σε αέρια φάση για να υγροποιηθούν πρέπει είτε να συμπιεστούν, είτε να ψυχθούν,
- το υγραέριο όταν παραλαμβάνεται από τα διυλιστήρια μπορεί να περιλαμβάνει και πολύ μικρή ποσότητα νερού διαλυμένη μέσα στον όγκο του, λόγω συμπύκνωσης υδρατμών, και τέλος
- είναι μη διαβρωτικό.

Οι ιδιότητες του υγραερίου σε αέρια μορφή είναι οι εξής:

- είναι βαρύτερο από τον αέρα με αποτέλεσμα να σχηματίζει στρώμα ακριβώς πάνω από το έδαφος,
- σε συνθήκες περιβάλλοντος, για να μετατραπεί σε αέριο ένας όγκος υγρού υγραερίου, διαστέλλεται περίπου 250 φορές, και
- καίγεται μόνο όταν αναμειχθεί με οξυγόνο σε κατάλληλες αναλογίες. Όταν η ποσότητα του υγραερίου στο μίγμα (υγραέριο/οξυγόνο) είναι πολύ μικρή ή πολύ μεγάλη, τότε το μίγμα δεν αναφλέγεται (μίγμα πολύ πλούσιο ή μίγμα πολύ φτωχό).

Ο Πίνακας 2-1 παρουσιάζει τα όρια ευφλεκτότητας του υγραερίου.

Πίνακας 2-1 Όρια ευφλεκτότητας υγραερίου (Mishra 2003)

ΠΡΟΙΟΝ	ΟΡΙΑ (% κατ' όγκο)	
	ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΑΝΩΤΕΡΟ
ΒΟΥΤΑΝΙΟ	1.8	8.4
ΠΡΟΠΑΝΙΟ	2.0	9.5

Οι ιδιότητες του υγραερίου σε υγρή μορφή είναι οι εξής :

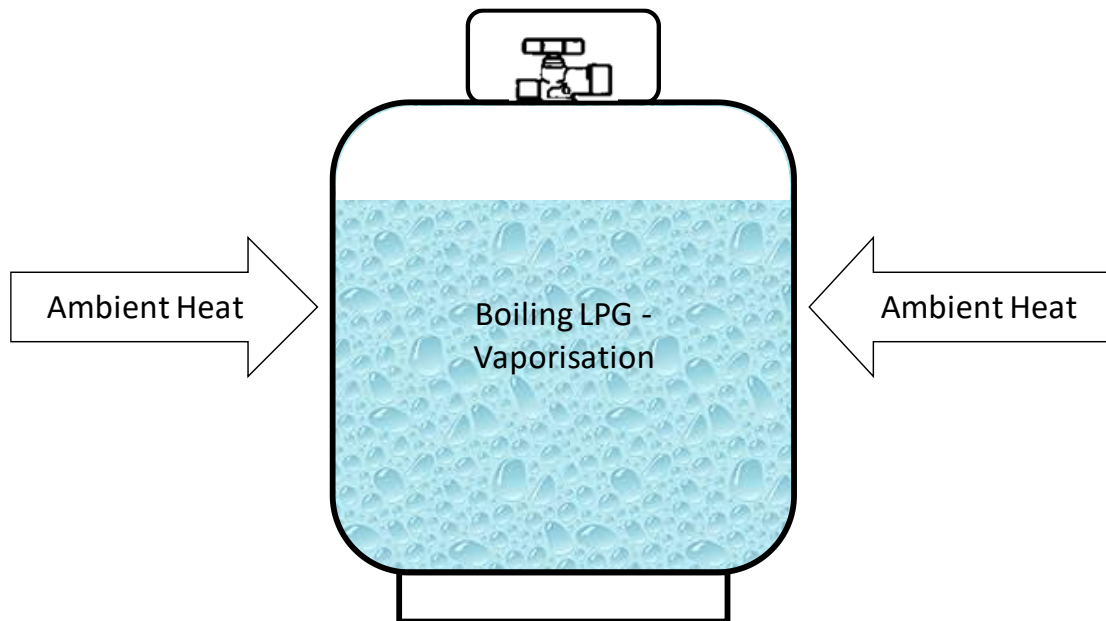
- είναι ελαφρύτερο από το νερό,
- η διαστολή του υγρού υγραερίου είναι περίπου 15 με 20 φορές μεγαλύτερη από την διαστολή του νερού και επίσης μεγαλύτερη από τα περισσότερα άλλα συνήθη προϊόντα πετρελαίου,
- είναι εξαιρετικά λεπτόρευστο και έτσι δύναται να διαρρεύσει σε περιπτώσεις όπου το νερό, η βενζίνη ή άλλα υγρά δεν μπορούν,
- η μετάβαση από την υγρή φάση σε εκείνη της αέριας χρειάζεται θερμότητα που λαμβάνεται από το περιβάλλον και μέσω της επιφανείας εναλλαγής θερμότητας (κέλυφος δεξαμενής) προκαλείται πτώση της θερμοκρασίας της μάζας του υγρού,
- εάν κατά την υγρή του φάση έρθει σε επαφή με το δέρμα δημιουργεί ψυχρά εγκαύματα.

Ο Πίνακας 2-2 παρουσιάζει τις χημικές ιδιότητες του υγραερίου

Πίνακας 2-2 Ιδιότητες LPG (ΦΕΚ 477/Β'/1-7-1993, Shipman 2001, Bahadori 2014)

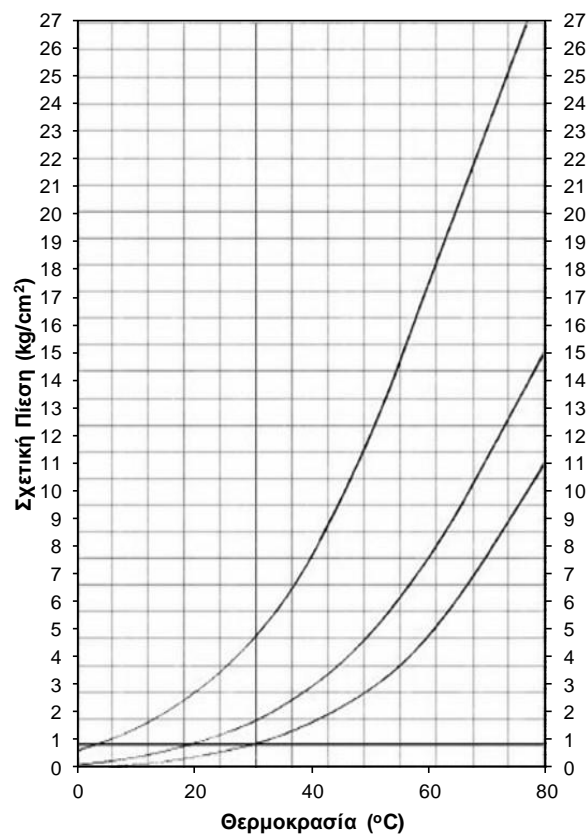
ΙΔΙΟΤΗΤΑ		ΒΟΥΤΑΝΙΟ	ΠΡΟΠΑΝΙΟ	ΜΙΓΜΑ
Χημικός τύπος		C ₄ H ₁₀	C ₃ H ₈	
Μοριακό βάρος		58.120	44.094	
Σημείο πήξης υγρού, °C (760mmHg=1.013 bar)		-138.3	-187.7	
Σημείο βρασμού υγρού, °C (760mmHg=1.013 bar)		-0.5	-42.1	-8
Ειδικό βάρος υγρού, kg/m ³ (15.5 °C)		582	507	567
Σχετική πυκνότητα αερίου (αέρας = 1)		2.006	1.522	1.909
Συμπύεση ατμών, bar		0.03-1 4-5.25	3.7-4.7 16-20.5	0.8-1.8 6.4-8.3
Κρίσιμη θερμοκρασία, °C		152	96.8	
Κρίσιμη πίεση, bar		38	42.6	
Όγκος αερίου/όγκος υγρού		237.8	272.7	244.7
Απαιτούμενη ενέργεια εξαερ., kcal / kg		89	58.5	88.5
Λανθάνουσα θερμότητα στο σημείο βρασμού και 760mmHg	kcal/kg	92.3	101.7	
	kcal/lt	53.1	51.5	
Ανώτερη θερμογόνος δύναμη	kcal/kg	11851	12048	
	kcal/m ³	29875	22766	
Κατώτερη θερμογόνος δύναμη, kcal / kg		10940	11060	10960
Απαιτούμενος αέρας καύσης, m ³		30.97	23.82	
Ειδική θερμοκρασία αερίου	[Cp] kcal/kg °C	30.97	23.82	
	[Cv] kcal/kg °C	15.49	15.71	
Σημείο ανάφλεξης, °C		-60	-105	
Σημείο αυτανάφλεξης, °C		365	470	
Όρια ευφλεκτότητας, %		1.86 - 8.41	2.37 - 9.50	
Ανώτερη θερμοκρασία φλόγας σε καύση με αέρα, °C		1900	1930	
Αριθμό οκτανίων, MON		91	125	

Στο Σχήμα 2-1 παρουσιάζεται μία φιάλη υγραερίου



Σχήμα 2-1 Φιάλη LPG

Στο Σχήμα 2-2 παρουσιάζεται το ενδεικτικό διάγραμμα πίεσης (kg/cm^2) – θερμοκρασίας ($^{\circ}\text{C}$).



Σχήμα 2-2 Ενδεικτικό διάγραμμα πίεσης (kg/cm^2) – θερμοκρασίας ($^{\circ}\text{C}$)

Ο Πίνακας 2-3 παρουσιάζει το ειδικό βάρος κάθε καυσίμου καθώς επίσης και την θερμογόνο δύναμη.

Πίνακας 2-3 Θερμογόνος δύναμη καυσίμων (Σαχωλαρίδης 1995)

ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ			
ΚΑΥΣΙΜΟ	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ, kg/ m ³ n	ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ, kcal/ m ³ n	
		ΑΝΩΤΕΡΗ	ΚΑΤΩΤΕΡΗ
ΜΕΘΑΝΙΟ	0.6444	8572	7690
ΑΙΘΑΝΙΟ	1.2157	15075	13789
ΠΡΟΠΑΝΙΟ	1.8002	21665	19931
ΒΟΥΤΑΝΙΟ	2.4105	28517	26319
ΠΕΝΘΑΝΙΟ	3.0289	35432	32811
ΔΙΟΞ. ΑΝΘΡΑΚΑ	1.7745	-	-
ΜΟΝ. ΑΝΘΡΑΚΑ	1.1235	2710	2710
ΑΖΩΤΟ	1.1235	-	-
ΗΛΙΟ	0.1604	-	-
ΥΔΡΟΓΟΝΟ	0.0808	2739	2313
ΟΞΥΓΟΝΟ	1.2834	-	-

2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Το υγραέριο διαθέτει ορισμένα πλεονεκτήματα έναντι άλλων υγρών καυσίμων τα οποία καλείται να αντικαταστήσει (π.χ., ENI S.p.A. 2020). Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα είναι:

- πως είναι μη τοξικό και μη διαβρωτικό,
- η απουσία εκπομπής CO και NOx,
- η χαμηλή εκπομπή μικροσωματιδίων,
- πως διατίθεται σε μικρότερες δεξαμενές και μπορεί να αποθηκευτεί σε πολύ μικρότερη πίεση (8 bar) σε σχέση με το φυσικό αέριο (200 bar), λόγω του ότι υγροποιείται σε μικρότερη πίεση καταλαμβάνοντας μόνο το 1/260 του αέριου όγκου,
- πως έχει μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης (βλ. Πίνακας 2-4),
- η υψηλή ενεργειακή του αξία ο καλός έλεγχος της φλόγας,
- είναι πιο οικονομικό καύσιμο από το πετρέλαιο και άλλα στερεά καύσιμα (Thermansipress 2019),
- εύκολο στην αποθήκευση,
- κατά την καύση του δεν παράγεται αιθάλη με πλεονεκτήματα την διατήρηση του αρχικού βαθμού απόδοσης της καύσης,
- οι καυστήρες έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, επομένως η συντήρηση είναι χαμηλότερη και είναι

- φιλικό προς το περιβάλλον καύσιμο, με ελάχιστη περιεκτικότητα σε θείο και εκπομπές χωρίς θείο.

Πίνακας 2-4 Βαθμοί απόδοσης καυσίμων (ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ Α.Ε. 2020)

ΚΑΥΣΙΜΟ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΩΦΕΛΙΜΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΧΥΣ
ΠΡΟΠΑΝΙΟ	11.000 kcal/kg	95%	10.450 kcal/kg
ΒΟΥΤΑΝΙΟ	10.900 kcal/kg	95%	10.355 kcal/kg
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	9.000 kcal/m ³	95%	8.550 kcal/m ³
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	10.200 kcal/kg	85%	8.670 kcal/kg
ΜΑΖΟΥΤ	9.600 kcal/kg	70%	6.720 kcal/kg
ΠΕΛΛΕΤ	4.200 kcal/kg	70%	2.940 kcal/kg
ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ		ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΛΛΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	
1 kg υγραερίου		1.60 lt πετρελαίου	
		1.39 kg μαζούτ 1500	
		1.40 kg μαζούτ 350	

2.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Ως μειονεκτήματα της χρήσης του υγραερίου αποτελούν τα εξής:

- δύναται να προκαλέσει ασφηξία σε περίπτωση διαρροής, καθώς είναι βαρύτερο του αέρα,
- είναι εξαιρετικά εύφλεκτο, έτσι ο χειρισμός και η μεταφορά του είναι αρκετά επικίνδυνη και επιβάλλεται να γίνεται με μεγάλη προσοχή,
- συχνά είναι πιο ακριβό από ορισμένα άλλα καύσιμα και επιπλέον καταναλώνονται μεγαλύτερες ποσότητες μιας και χαρακτηρίζεται από χαμηλότερη ενεργειακή απόδοση.

3 ΕΞΑΕΡΙΩΣΗ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Στις δεξαμενές αποθήκευσης το υγραέριο βρίσκεται στην υγρή μορφή του. Για να καταναλωθεί όμως στις συσκευές καύσης πρέπει πρώτα να μετατραπεί σε αέριο. Αυτή η μετατροπή του υγρού υγραερίου σε αέριο ονομάζεται *εξαερίωση*.

Προκειμένου το υγρό υγραέριο να γίνει αέριο απαιτείται να απορροφήσει θερμότητα. Ανάλογα με τον τρόπο που απορροφά θερμότητα, η εξαερίωση του υγραερίου χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, σε φυσική και εξαναγκασμένη.

3.1 ΦΥΣΙΚΗ ΕΞΑΕΡΙΩΣΗ

Στην περίπτωση της φυσικής εξαερίωσης, το υγρό υγραέριο μετατρέπεται σε αέριο μέσα στη δεξαμενή απορροφώντας θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον. Φυσικά, η ποσότητα του υγραερίου που μπορεί να εξαερωθεί με τον τρόπο αυτό είναι μη ελεγχόμενη, μικρότερη από εκείνη στην εξαναγκασμένη εξαερίωση και εξαρτάται από:

- τη θερμοκρασία περιβάλλοντος: ήτοι τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος υλικού που έρχεται σε επαφή με το κέλυφος της δεξαμενής. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ποσότητα υγραερίου που μπορεί να εξαερωθεί,
- την επιφάνεια ανταλλαγής θερμότητας: ήτοι την επιφάνεια του κελύφους της δεξαμενής που έρχεται σε επαφή με το υγρό υγραέριο. Όσο μεγαλύτερη (ή γεμάτη) η δεξαμενή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ποσότητα υγραερίου που μπορεί να εξαερωθεί,
- τον χρόνο κατανάλωσης: ήτοι τη χρονική διάρκεια κατά την οποία καταναλώνεται υγραέριο στη συσκευή καύσης. Όσο περισσότερη ζήτηση για κατανάλωση (άρα και εξαερίωση) υγραερίου υπάρχει, τόσο μικρότερη είναι και η ποσότητα υγραερίου που μπορεί να εξαερωθεί.

Ανάλογα με τις παραπάνω παραμέτρους στην εγκατάσταση μπορεί να εξαεριώνεται μια συγκεκριμένη ποσότητα υγραερίου στη μονάδα του χρόνου. Αν η ζήτηση είναι πιο μεγάλη, τότε το περιβάλλον δε θα μπορεί να παρέχει την απαιτούμενη θερμότητα και το κέλυφος της δεξαμενής θα αρχίσει να ψύχεται μέχρι να παγώσει και η εγκατάσταση θα σταματήσει να λειτουργεί. Σε αυτή την περίπτωση, θα πρέπει να περάσει πολύς χρόνος για την επαναλειτουργία του συστήματος. Για τον λόγο αυτό, κατά τον

σχεδιασμό μιας τέτοιας εγκατάστασης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι χειρότερες πιθανές τιμές των παραπάνω παραμέτρων. Δηλαδή:

1. η εξωτερική θερμοκρασία να είναι η ελάχιστη μέση θερμοκρασία για τον τόπο και την περίοδο λειτουργίας της εγκατάστασης,
2. η δεξαμενή να είναι γεμάτη μόνο κατά το 30%,
3. ο χρόνος λειτουργίας ανά ημέρα να είναι ο μέγιστος πιθανός και
4. ο αριθμός παραδόσεων ανά μήνα να είναι ο ελάχιστος δυνατός.

Οι εγκαταστάσεις που λειτουργούν με φυσική εξαερίωση τροφοδοτούνται αποκλειστικά και μόνο από προπάνιο. Αυτό συμβαίνει, διότι η χρήση μίγματος υγραερίου λόγω χαμηλής τάσης ατμών του βουτανίου, έχει σαν αποτέλεσμα η τελική πίεση του μίγματος να είναι πολύ χαμηλή, ειδικά τον χειμώνα για την λειτουργία του συστήματος με φυσική εξαερίωση.

Επίσης η ταχύτερη εξαερίωση του προπανίου (μεγάλη πτητικότητα) οδηγεί μετά από κάποιο χρονικό διάστημα σε μείωση της περιεκτικότητάς του στο μίγμα, με αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού του βουτανίου.

Ο Πίνακας 3-1 παρουσιάζει τη δυνατότητα φυσικής εξαερίωσης για κάθε τύπο δεξαμενής.

Πίνακας 3-1 Φυσική εξαερίωση δεξαμενής (Small Bulk Installation Manual – Version 6 - 2011 Coral Gas A.E.B.E.Y.)

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΕΞΑΕΡΙΩΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ kg/h														
Μέγεθος και τύπος δεξαμενής			Πάνω από 12 ώρες λειτουργίας				Έως 12 ώρες λειτουργίας				Έως 8 ώρες λειτουργίας			
			-5°C	0°C	10°C	20°C	-5°C	0°C	10°C	20°C	-5°C	0°C	10°C	20°C
lt														
500	K	ΥΕ	3.0	3.8	5.5	7.2	3.1	3.9	5.6	7.3	3.2	4.1	5.8	7.7
1000	Ο	ΥΕ	4.8	7.0	10.0	13.2	5.0	7.1	10.2	13.5	5.4	7.5	10.8	14.3
1750	Ο	ΥΕ	6.9	9.9	14.2	18.8	7.4	10.3	14.9	19.6	8.2	11.3	16.2	24.4
2500	Ο	ΥΕ	8.7	12.1	17.5	23.0	9.5	13.0	18.7	24.7	10.8	14.5	20.9	27.6
3000	Ο	ΥΕ	9.9	14.1	20.3	26.9	11.0	15.3	22.0	29.0	12.6	17.1	24.7	32.5
5000	Ο	ΥΕ	19.7	22.2	31.9	42.1	16.8	24.3	34.9	46.1	19.7	27.5	39.6	52.2
1000	K	ΥΟ	4.0				4.6				5.1			
1650	K	ΥΟ	5.1				5.4				5.7			
2300	K	ΥΟ	6.0				6.3				6.5			
5000	Ο	ΥΟ	13				16				20			

σσ. Κ: κάθετη, Ο: οριζόντια, ΥΟ: υπόγεια, ΥΕ: υπέργεια

3.2 ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΗ ΕΞΑΕΡΙΩΣΗ

Στην περίπτωση της εξαναγκασμένης εξαερίωσης, το υγρό υγραέριο της δεξαμενής οδηγείται μέσω σωληνώσεων σε μια συσκευή, εναλλάκτη θερμότητας τον εξαερίωση, όπου θερμαίνεται και μετατρέπεται σε αέριο. Αυτός ο τρόπος εξαερίωσης χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις υψηλών αναγκών, όπου απαιτούνται μεγάλες ποσότητες υγραερίου (πάνω από 50 kg/h). Επιπλέον, οι εγκαταστάσεις εξαναγκασμένης εξαερίωσης προσφέρουν σταθερή παροχή αερίου και μπορούν να είναι λειτουργικές και σε χαμηλές θερμοκρασίες. Τέλος, ο εξαεριωτής επιλεγέγεται, ώστε να μπορεί να παρέχει ολόκληρη την ποσότητα της θερμότητας που απαιτείται για την εξαερίωση του υγραερίου, έτσι η εγκατάσταση μπορεί να λειτουργεί με μίγμα προπανίου-βουτανίου το ίδιο αποδοτικά όσο και με καθαρό προπάνιο. Πρακτικά, λοιπόν, χρησιμοποιείται μεικτό καύσιμο λόγω του μικρότερου κόστους του. Ανάλογα με την εφαρμογή, τις απαιτήσεις και τις συνθήκες εγκατάστασης υπάρχουν διάφοροι τύποι εξαεριωτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- εξαεριωτές άμεσης καύσης και
- εξαεριωτές έμμεσης καύσης

Οι εξαεριωτές άμεσης θέρμανσης περιλαμβάνουν ένα δοχείο (μέσα στο οποίο κυκλοφορεί το υγρό υγραέριο) το οποίο θερμαίνεται στο κάτω μέρος του μέσω γυμνής φλόγας από καύση υγραερίου.

Πλέον δεν χρησιμοποιούνται τέτοιοι εξαεριωτές για λόγους :

- *ασφάλειας*. Συνεχής παρουσία φλόγας στον χώρο των εξαεριωτών ,
- *λειτουργικότητας*. Ανομοιόμορφη θέρμανση του υγρού υγραερίου με αποτέλεσμα την τοπική υπερθέρμανση και άρα πιθανή διάσπαση (cracking) του υγραερίου.

Οι εξαεριωτές έμμεσης θέρμανσης περιλαμβάνουν δύο χώρους. Στον ένα χώρο κυκλοφορεί το υγρό υγραέριο ενώ στον άλλο κυκλοφορεί ζεστό νερό. Ο Πίνακας 3-2 παρουσιάζει τις αποστάσεις των εξαεριωτών από την δεξαμενή σύμφωνα με το ΦΕΚ 477/Β'1-7-1993.

Πίνακας 3-2 Αποστάσεις εξαεριωτών έμμεσης θέρμανσης από δεξαμενές υγραερίου (ΦΕΚ 477/Β'/1-7-1993)

ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ (m ³)	ΑΠΟΣΤΑΣΗ (m)
Σφαιρικές δεξαμενές μέχρι και 500	0,5 <i>d</i> (<i>d</i> : διάμετρος της δεξαμενής)
Σφαιρικές δεξαμενές πάνω από 500	1 <i>d</i>
Κυλινδρικές δεξαμενές· μέχρι και 70	1 <i>d</i>
Κυλινδρικές δεξαμενές πάνω από 70	2

Οι εξαεριωτές αυτοί χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες σύμφωνα με τον τρόπο με τον οποίο θερμαίνεται το νερό:

- ηλεκτροθερμαινόμενους εξαεριωτές, όπου το νερό θερμαίνεται μέσω ηλεκτρικών αντιστάσεων. Οι ηλεκτρικές αντιστάσεις καθώς και όλο το ηλεκτρολογικό δίκτυο που βρίσκεται μέσα στον οικίσκο των εξαεριωτών είναι αντιαεκρηκτικού τύπου,
- εξαεριωτές ζεστού νερού, όπου το νερό θερμαίνεται μέσω συγκροτήματος καυστήρα - λέβητα το οποίο βρίσκεται σε ξεχωριστό χώρο (οικίσκος λεβητοστασίου θέρμανσης ζεστού νερού εξαεριωτών).

4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ – ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Μία τυπική εγκατάσταση υγραερίου αποτελείται από:

1. τη δεξαμενή υγραερίου,
2. τα εξαρτήματα της εγκατάστασης,
3. το δίκτυο καταιονισμού,
4. το σύστημα γείωσης,
5. το δίκτυο των σωληνώσεων υγραερίου (εξωτερικό και εσωτερικό) και
6. τις συσκευές κατανάλωσης.

Στις βιομηχανικές, βιοτεχνικές αλλά και τις οικιακές καταναλώσεις η αποθήκευση του υγραερίου πραγματοποιείται σε δεξαμενές, φιάλες και φιαλίδια.

Σε ειδικές περιπτώσεις μία εγκατάσταση υγραερίου μπορεί να περιλαμβάνει και σωληνογραμμή πλήρωσης της δεξαμενής.

Η εγκατάσταση υγραερίου θα πρέπει να βρίσκεται εξ' ολοκλήρου εντός της ιδιοκτησίας του πελάτη χωρίς να διασχίζει δημόσιο χώρο η άλλη ιδιοκτησία, καθώς επίσης και να μην τροφοδοτεί μηχανήματα σε υπόγειους χώρους. Στις παραγράφους που ακολουθούν, παρουσιάζονται αναλυτικά τα επιμέρους τμήματα μιας τυπικής εγκατάστασης υγραερίου.

4.1 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Το υγραέριο αποθηκεύεται υπό πίεση σε υγρή μορφή μέσα σε ειδικές δεξαμενές. Οι δεξαμενές είναι πιεστικά δοχεία που έχουν υπολογιστεί και κατασκευαστεί σύμφωνα με διεθνώς αναγνωρισμένους κανονισμούς. Δεξαμενές κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη και σχήματα. Έτσι υπάρχουν κυλινδρικές οριζόντιες ή κυλινδρικές κατακόρυφες δεξαμενές υγραερίου. Ακόμη, οι δεξαμενές υγραερίου τοποθετούνται είτε υπέργεια, πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, είτε υπόγεια, κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, είτε επιχωματωμένες, με κατασκευή φρεατίου από οπλισμένο σκυρόδεμα πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

Η κάθε δεξαμενή διαθέτει κατάλληλα μεταλλικά ελάσματα για στήριξη. Κάθε δεξαμενή υγραερίου πρέπει να τοποθετείται επάνω σε βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα κατασκευασμένη έτσι ώστε να μπορεί να αντέξει το βάρος της δεξαμενής όταν αυτή είναι γεμάτη με νερό κατά την υδραυλική δοκιμή. Η δεξαμενή πρέπει να πακτώνεται σταθερά με βίδες και μεταλλικά βύσματα από τα δύο μεταλλικά μπροστινά πόδια της πλευράς των οργάνων.

Οι δεξαμενές υγραερίου απαγορεύεται να τοποθετηθούν:

- σε υπόγειο χώρο,
- σε κλειστό στεγασμένο χώρο,
- σε οροφή οποιουδήποτε κτιρίου,
- η μία επάνω στην άλλη υπό κλίση.

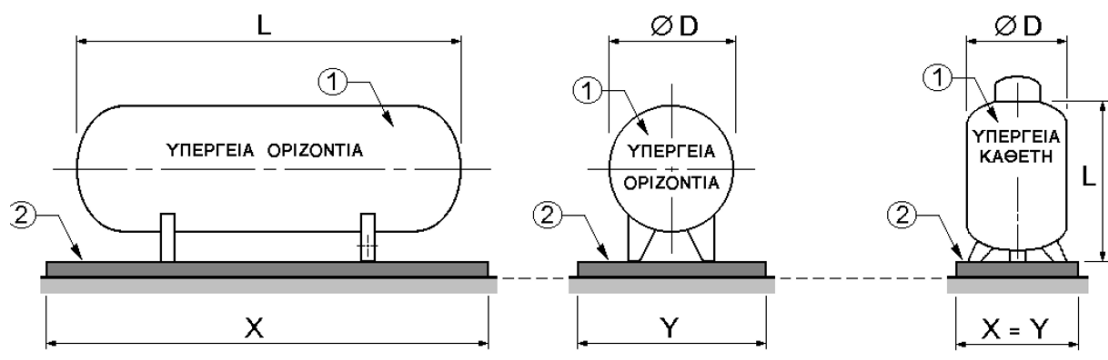
Γύρω από κάθε δεξαμενή υγραερίου πρέπει:

- το έδαφος να είναι συμπαγές,
- ο χώρος να μην χρησιμοποιείται για την αποθήκευση άλλων υλικών
- το έδαφος να είναι επίπεδο,
- ο χώρος να μην περιλαμβάνει και να μην οδηγεί σε υπόγειους χώρους
- ο χώρος να αερίζεται καλά.

Σημειώνεται ότι οι δεξαμενές υγραερίου πρέπει πάντα να τοποθετούνται παράλληλες μεταξύ τους.

4.1.1 ΥΠΕΡΓΕΙΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Χαρακτηριστική διάταξη υπέργειας δεξαμενής αποθήκευσης υγραερίου, δίνεται στο Σχήμα 4-1.



1: Δεξαμενή υγραερίου

2: Βάση δεξαμενής από οπλισμένο σκυρόδεμα

Σχήμα 4-1 Υπέργειες δεξαμενές υγραερίου (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

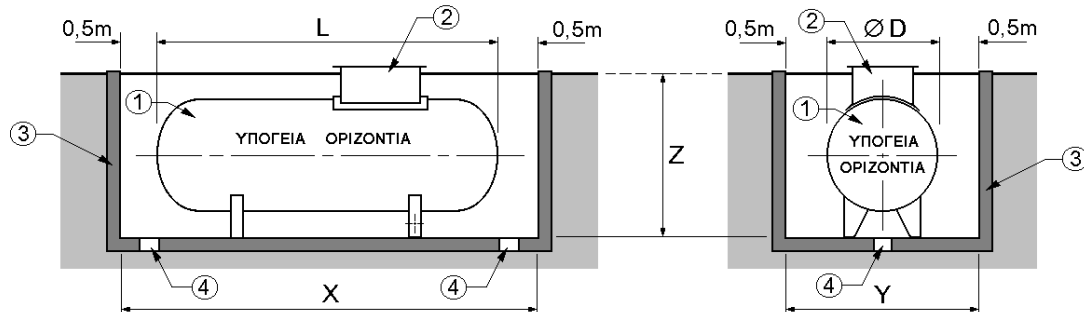
Ο Πίνακας 4-1 παρουσιάζει τις διαστάσεις, το απόβαρο και η μέγιστη ποσότητα αποθηκευμένου υγραερίου των συνηθισμένων τύπων υπέργειων δεξαμενών υγραερίου, αλλά και οι διαστάσεις των βάσεων από οπλισμένο σκυρόδεμα πάνω στις οποίες τοποθετούνται.

Πίνακας 4-1 Διαστάσεις υπέργειων δεξαμενών (Small Bulk Installation Manual – Version 6 - 2011 Coral Gas A.E.B.E.Y.)

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΠΕΡΓΕΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ								
Μέγεθος δεξαμενής (lt)	Τύπος δεξαμενής	Χωρητικότητα δεξαμενής σε προπάνιο		Βάρος κενής δεξαμενής (kg)	Διάμετρος δεξαμενής (m)	Λοιπές διαστάσεις (m)		
		lt	kg			L	X	Y
500	ΚΑΘΕΤΗ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	425	217	250	0.8	1.3	1.0	1.0
1000	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	850	434	300	0.8	2.2	2.5	1.5
1750	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	1488	769	400	1.0	2.5	2.5	1.5
2500	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	2125	1084	600	1.2	2.5	2.5	1.7
3000	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	2550	1301	700	1.2	3.0	3.0	1.7
5000	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	4250	2168	1000	1.2	4.7	5.0	1.7

4.1.2 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Χαρακτηριστική διάταξη υπόγειας δεξαμενής αποθήκευσης υγραερίου, δίνεται στο Σχήμα 4-2.



- 1: Δεξαμενή υγραερίου
 2: Μεταλλικό δοχείο οργάνων δεξαμενής
 3: Φρεάτιο από οπλισμένο σκυρόδεμα
 4: Οπές αποχέτευσης όμβριων υδάτων

Σχήμα 4-2 Υπόγειες δεξαμενές υγραερίου (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Ο Πίνακας 4-2 παρουσιάζει τις διαστάσεις, το απόβαρο και η μέγιστη ποσότητα αποθηκευμένου υγραερίου των συνηθισμένων τύπων υπόγειων δεξαμενών υγραερίου, αλλά και οι διαστάσεις των βάσεων από οπλισμένο σκυρόδεμα πάνω στις οποίες τοποθετούνται.

Πίνακας 4-2 Διαστάσεις υπόγειων δεξαμενών (Small Bulk Installation Manual – Version 6 - 2011 Coral Gas A.E.B.E.Y.)

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ									
Μέγεθος δεξαμενής (lt)	Τύπος δεξαμενής	Χωρητικότητα δεξαμενής σε προπάνιο		Βάρος κενής δεξαμενής (kg)	Διάμετρος δεξαμενής (m)	Λοιπές διαστάσεις (m)			
		lt	kg			L	X	Y	Z
1000	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	800	408	300	0.8	2.2	3.2	1.8	1.4
1750	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	1400	714	450	1.0	2.5	3.5	2.0	1.6
2500	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	2000	1020	600	1.2	2.5	3.5	2.2	1.8
3000	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	2400	1224	700	1.2	3.0	4.0	2.2	1.8
5000	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	4000	2040	1050	1.2	4.7	5.7	2.2	1.8

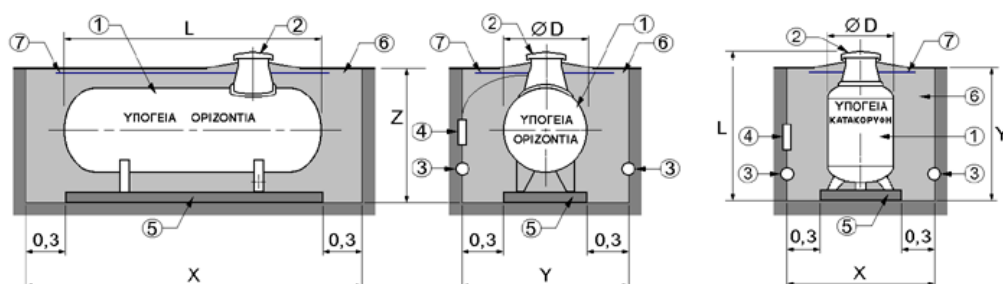
4.1.3 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΜΕ ΚΑΘΟΔΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Για τη διάβρωση των δεξαμενών και γενικά των μεταλλικών κατασκευών που βρίσκονται μέσα στο έδαφος ένας από τους αποτελεσματικότερους τρόπους είναι η καθοδική προστασία. Με αυτόν τον τρόπο η δεξαμενή συνδέεται μέσω καλωδίου με μία ή περισσότερες ανόδους. Η άνοδος είναι τοποθετημένη μέσα στο έδαφος και διαβρώνεται επιλεκτικά αντί της δεξαμενής. Έτσι με την πάροδο του χρόνου η δεξαμενή διατηρείται ανέπαφη και φθείρεται το ανόδιο.

Χαρακτηριστική διάταξη υπόγειας δεξαμενής με καθοδική προστασία, δίνεται στο

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1: Δεξαμενή υγραερίου | 5: Βάση δεξαμενής από οπλισμένο σκυρόδεμα |
| 2: Πλαστικό φρεάτιο οργάνων δεξαμενής | 6: Ξηρά άμμος λατομείου |
| 3: Θυσιαζόμενη άνοδος | 7: Πλαστικό δίχτυ επισήμανσης |
| 4: Ηλεκτρόδιο αναφοράς | |

Σχήμα 4-3.



- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1: Δεξαμενή υγραερίου | 5: Βάση δεξαμενής από οπλισμένο σκυρόδεμα |
| 2: Πλαστικό φρεάτιο οργάνων δεξαμενής | 6: Ξηρά άμμος λατομείου |
| 3: Θυσιαζόμενη άνοδος | 7: Πλαστικό δίχτυ επισήμανσης |
| 4: Ηλεκτρόδιο αναφοράς | |

Σχήμα 4-3 Καθοδική προστασία (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Ο Πίνακας 4-3 παρουσιάζει τις διαστάσεις των υπόγειων δεξαμενών.

Πίνακας 4-3 Διαστάσεις υπόγειων δεξαμενών (Small Bulk Installation Manual – Version 6 - 2011 Coral Gas A.E.B.E.Y.)

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ									
Μέγεθος δεξαμενής (lt)	Τύπος δεξαμενής	Χωρητικότητα δεξαμενής σε προπάνιο		Βάρος κενής δεξαμενής (kg)	Διάμετρος δεξαμενής (m)	Λοιπές διαστάσεις (m)			
		lt	kg			L	X	Y	Z
1000	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	850	434	600	0.8	2.20	2.80	1.40	1.32
1000	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	850	434	600	1.04	2.11	1.80	1.80	1.93
1650	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	1402	715	850	1.23	2.33	2.00	2.00	2.15

1750	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	1488	759	900	1.00	2.50	3.10	1.60	1.52
2750	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	2550	1300	600	1.20	2.80	3.40	1.80	1.77
5000	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ	4250	2168	1300	1.20	4.70	5.30	1.80	1.77

4.1.4 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

Η επιλογή της δεξαμενής γίνεται σύμφωνα με τα παρακάτω κριτήρια.

Οι δεξαμενές υγραερίου θα πρέπει να τηρούν τις αποστάσεις ασφαλείας. Αυτές καθορίζονται από την απόσταση της δεξαμενής με όρια ιδιοκτησίας και κτήρια. Οι αποστάσεις ασφαλείας είναι δυνατόν να μειωθούν με την παρεμβολή διαχωριστικού τείχους.

Ο Πίνακας 4-4 παρουσιάζει τις αποστάσεις που πρέπει να τηρούνται για την σωστή επιλογή.

Πίνακας 4-4 Αποστάσεις ασφαλείας Α δεξαμενών υγραερίου υπό πίεση (ΦΕΚ 1257/Β/3-9-2003)

μεταξύ των παρειών υπέργειων δεξαμενών υγραερίου	A=0.75 d, όπου d η διάμετρος της μεγαλύτερης δεξαμενής, αλλά τουλάχιστον 1 m.				
μεταξύ παρειών υπέργειας και υπόγειας δεξαμενής υγραερίου	2 m				
μεταξύ παρειών υπόγειων δεξαμενών υγραερίου	1 m				
μεταξύ παρειάς υπέργειας και στομίου εξόδου βαλβίδας ασφαλείας υπόγειας δεξαμενής	5 m				
από μονάδες παραγωγής ή επεξεργασίας, εργαστήρια, συνεργεία, κτήρια (κατοικίες κλπ), εσωτερικούς δρόμους με πυκνή κυκλοφορία μη ελεγχόμενη, όρια ιδιοκτησίας, σταθερές πηγές εναύσεως, ανοίγματα προς υπόγειους χώρους (1).	χωρητικότητα		απόσταση ασφαλείας		
	χωρητικότητα V της μεγαλύτερης δεξαμενής στην ομάδα.	μέγιστη χωρητικότητα της ομάδας	υπέργειες δεξαμενές	υπόγειες δεξαμενές	επιχωματωμένες δεξαμενές
	(m ³)	(m ³)	(m)	(m)	(m)
	V ≤ 0.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0.5 < V ≤ 2,5	5	3	3	3
	2,5 < V ≤ 9	27	7,5	3	3
από το κέλυφος της δεξαμενής βυτιοφόρου οχήματος (ή βαγονιού) σταθμευμένου για τη μετάγγιση υγραερίου ή υγρού καυσίμου στη δεξαμενή (2).	V ≤ 9	27	3	3	3
	9 < V ≤ 100	100	5	3	3
από λεκάνη ασφαλείας αποθήκης εύφλεκτων υγρών στην ίδια εγκατάσταση.	20 m όταν η μία δεξαμενή είναι υπόγεια: 10 m				
από σταθερές αντλίες πυρόσβεσης.	χωρητικότητα V της μεγαλύτερης δεξαμενής (m ³)	υπέργειες	υπόγειες	επιχωματωμένες	
	V ≤ 70	10 m	5 m	5 m	
από κενές ή πλήρεις φιάλες συνδεδεμένες ή μη (3)	70 < V ≤ 100	15 m (4)	5 m	5 m	
	V ≤ 70	5 m	3 m	3 m	
	70 < V ≤ 100	7 m	3 m	3 m	

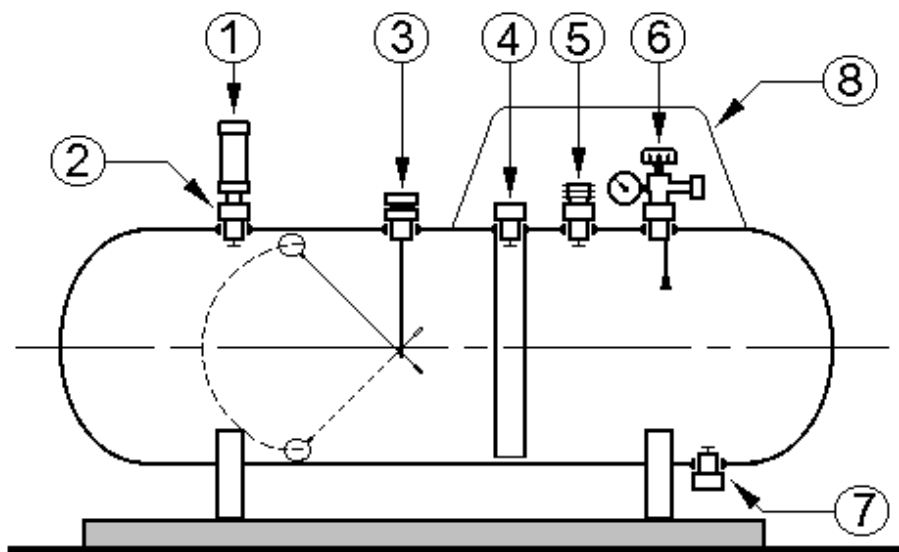
Επιπλέον, κατά την εγκατάσταση των δεξαμεμών πρέπει να τηρούνται τα παρακάτω όρια ασφαλείας:

- 15 μέτρα από εναέρια καλώδια μέσης υψηλής τάσης ή από μετασχηματιστές της ΔΕΗ,
- 15 μέτρα από σιδηροδρομικές γραμμές,
- 15 μέτρα από χώρους συγκέντρωσης κοινού,
- 15 μέτρα από δεξαμενές οξυγόνου,
- 6 μέτρα από δεξαμενή αποθήκευσης πετρελαίου ή άλλων καυσίμων,
- 1 μέτρο από άλλη δεξαμενή υγραερίου.

Σημειώνεται ότι, οι παραπάνω αποστάσεις ασφαλείας μπορούν να μειωθούν με την κατασκευή τοιχίου ασφαλείας.

4.1.5 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Χαρακτηριστική διάταξη εξαρτημάτων δεξαμενής υγραερίου, δίνεται στο Σχήμα 4-4.

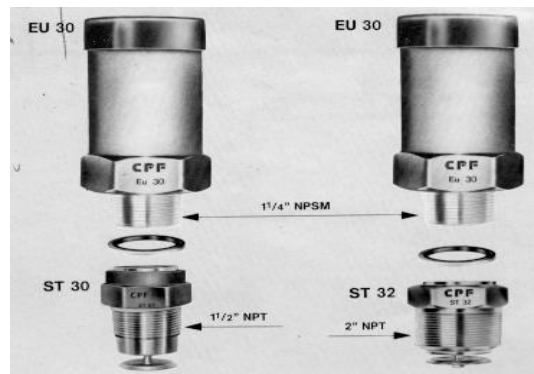


- | | |
|--|--|
| 1: Ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης πίεσης | 5: Διπλή ανεπίστροφη βαλβίδα πλήρωσης |
| 2: Ανεπίστροφη βαλβίδα ασφαλείας | 6: Πολυβαλβίδα |
| 3: Μαγνητικός δείκτης στάθμης περιεχομένου (%) | 7: Βαλβίδα ασφαλείας εκκένωσης νερού (check valve) |
| 4: Βαλβίδα απομόνωσης (check lock) | 8: Πλαστικό κάλυμμα ασφαλείας |

Σχήμα 4-4 Εξαρτήματα δεξαμενής υγραερίου (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΑΚΟΥΦΙΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (1)

Στο Σχήμα 4-5 παρουσιάζεται ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης πίεσης.



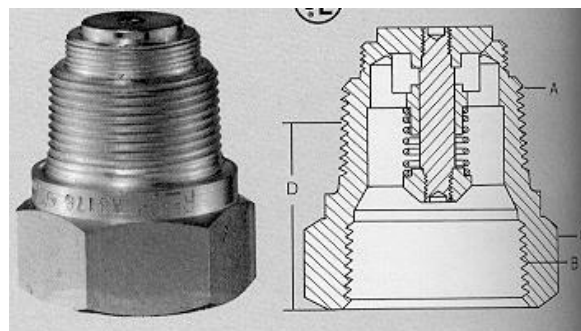
Σχήμα 4-5 Ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης πίεσης (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Κάθε δεξαμενή διαθέτει τουλάχιστον μία ασφαλιστική βαλβίδα για την ανακούφιση της πίεσης στο εσωτερικό της. Η βαλβίδα είναι ρυθμισμένη να ανοίγει και να απελευθερώνει υγραέριο στην ατμόσφαιρα όταν η πίεση μέσα στην δεξαμενή υπερβεί τα 18bar.

Η ασφαλιστική βαλβίδα πίεσης κάθε δεξαμενής πρέπει να ελέγχεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Η βαλβίδα θα πρέπει να μπορεί να αφαιρεθεί ακόμη και όταν μέσα στην δεξαμενή θα υπάρχει υγραέριο. Για τον λόγο αυτό τοποθετείτε η αντεπίστροφη βαλβίδα ασφαλείας (2) μεταξύ της ασφαλιστικής βαλβίδας ανακούφισης της πίεσης και του στομίου της δεξαμενής.

ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (2)

Στο Σχήμα 4-6 παρουσιάζεται μία αντεπίστροφη βαλβίδα ασφαλείας.



Σχήμα 4-6 Αντεπίστροφη βαλβίδα ασφαλείας (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Η αντεπίστροφη βαλβίδα ασφαλείας είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε όταν χρειαστεί να ξεβιδωθεί η ασφαλιστική βαλβίδα, να εμποδίσει την διαρροή υγραερίου στην ατμόσφαιρα..

ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ (3)

Στο Σχήμα 4-7 παρουσιάζεται μαγνητικός δείκτης στάθμης περιεχομένου.

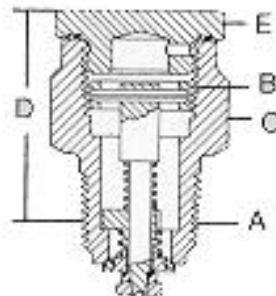


Σχήμα 4-7 Δείκτης στάθμης (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Για την μέτρηση της ποσότητας του υγραερίου που υπάρχει στο εσωτερικό της δεξαμενής η κάθε δεξαμενή περιέχει ένα μαγνητικό δείκτη στάθμης. Ο δείκτης αυτός περιέχει ένα ένα κινητό στέλεχος με φλοτέρ που ακολουθεί συνεχώς την στάθμη του υγρού υγραερίου στο εσωτερικό της δεξαμενής. Ανά πάσα στιγμή η θέση του φλοτέρ μεταβιβάζεται, μέσω μαγνητών, σε ένα εν δείκτη (ρολόι) που βρίσκεται στο επάνω μέρος της δεξαμενής και είναι διαβαθμισμένος σε επί τις εκατό ποσοστό (%).

ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ – CHECK LOCK (4)

Στο Σχήμα 4-8 παρουσιάζεται μία βαλβίδα απομόνωσης ασφαλείας.



Σχήμα 4-8 Βαλβίδα απομόνωσης ασφαλείας (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Η δεξαμενή διαθέτει στόμιο εξοπλισμένο με μία βαλβίδα απομόνωσης ασφαλείας το οποίο επικοινωνεί (μέσω σωλήνα) με τον πυθμένα της δεξαμενής. Από αυτό το στόμιο είναι δυνατή η αναρρόφηση υγραερίου σε υγρή φάση για τις ανάγκες της κατανάλωσης (π.χ. εγκαταστάσεις που λειτουργούν με εξαριωτή). Βιδώνοντας μια βάνα στο ελεύθερο άκρο της η βαλβίδα ανοίγει σιγά εξασφαλίζοντας ότι δεν θα υπάρχει διαρροή υγραερίου προς το περιβάλλον.

ΔΙΠΛΗ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ (5)

Στο Σχήμα 4-9 παρουσιάζεται διπλή βαλβίδα πλήρωσης δεξαμενής.

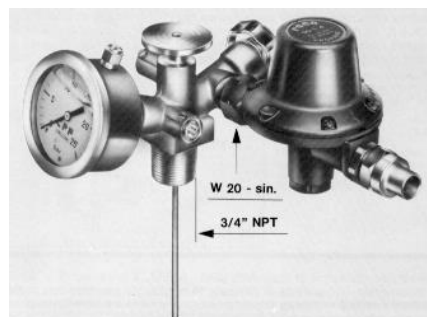


Σχήμα 4-9 Διπλή ανεπίστροφη βαλβίδα πλήρωσης δεξαμενής (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα : Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Για την πλήρωση με υγραέριο η κάθε δεξαμενή διαθέτει στόμιο εφοδιασμένο με διπλή ανεπίστροφη βαλβίδα. Η βαλβίδα αυτή , διαθέτει δύο ανεπίστροφες βαλβίδες τοποθετημένες εν σειρά. Στο ελεύθερο άκρο της βαλβίδας αυτής συνδέεται βιδωτά ο ελαστικός σωλήνας του βυτιοφόρου για την πλήρωση της δεξαμενής.

ΠΟΛΥΒΑΛΒΙΔΑ (6)

Στο Σχήμα 4-10 παρουσιάζεται πολυβαλβίδα.



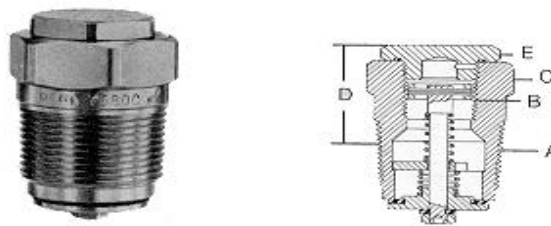
Σχήμα 4-10 Πολυβαλβίδα (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Η πολυβαλβίδα έχει πολλαπλό ρόλο. Συγκεκριμένα διαθέτει:

- στόμιο κατανάλωσης υγραερίου σε αέρια φάση με βάνα,
- στόμιο μέτρησης της πίεσης εξοπλισμένο με μανόμετρο πίεσης 0-25 bar και βαλβίδα απομόνωσης για την αφαίρεση του μανομέτρου,
- ευθύγραμμο δείκτη μέγιστης στάθμης περιεχομένου δεξαμενής (80%) με βαλβίδα απομόνωσης και
- βαλβίδα υπερβολικής ροής που καλύπτει το στόμιο κατανάλωσης της αέριας φάσης ώστε ακόμη και σε περίπτωση θραύσης του σωλήνα κατανάλωσης να εξασφαλιστεί ότι δεν θα υπάρχει εκτεταμένη διαρροή υγραερίου προς το περιβάλλον

ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ – CHECK VALVE (7)

Στο Σχήμα 4-11 παρουσιάζεται μία βαλβίδα ασφαλείας εκκένωσης νερού.



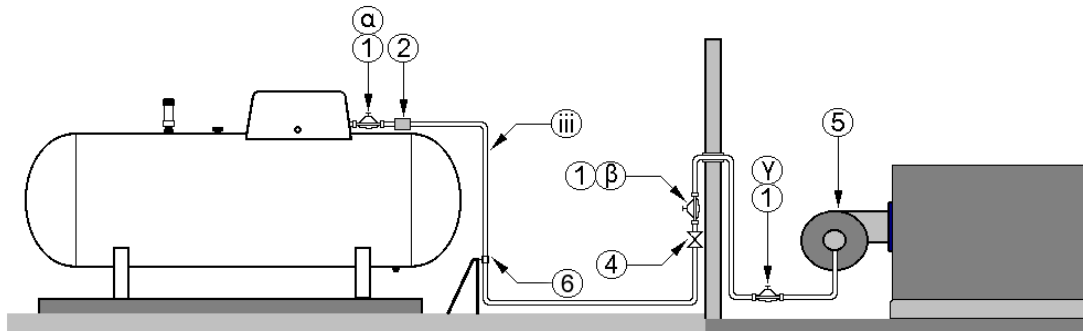
Σχήμα 4-11 Βαλβίδα ασφαλείας εκκένωσης νερού (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Η δεξαμενή διαθέτει στόμιο με μία βαλβίδα ασφαλείας εκκένωσης νερού στην κάτω πλευρά του πυθμένα της δεξαμενής. Από αυτό το στόμιο πραγματοποιείται η εξυδάτωση για τις ανάγκες της εξάλυψης του νερού. Βιδώνοντας μια βάνα στο ελεύθερο άκρο της η βαλβίδα ανοίγει σιγά εξασφαλίζοντας ότι δεν θα υπάρχει διαρροή υγραερίου προς το περιβάλλον.

4.2 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Τα εξαρτήματα της εγκατάστασης υγραερίου χωρίζονται σε αυτά που είναι απαραίτητα και στα ειδικά εξαρτήματα όπου τοποθετούνται ανάλογα την ανάγκη και την περίπτωση.

Χαρακτηριστική διάταξη εξαρτημάτων εγκατάστασης υγραερίου, δίνεται στο Σχήμα 4-12.



1α: Ρυθμιστής υψηλής πίεσης

4: Βάνα διακοπής κεντρικής παροχής

1β: Ρυθμιστής μέσης πίεσης

5: Συσκευή κατανάλωσης υγραερίου

1γ: Ρυθμιστής χαμηλής πίεσης

6: Μεταλλικό στήριγμα σωλήνα

2: Ασφαλιστική διάταξη

III: Σωληνογραμμή μέσης – χαμηλής πίεσης

Σχήμα 4-12 Εξαρτήματα εγκατάστασης υγραερίου (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Τα εξαρτήματα που είναι απαραίτητα για κάθε εγκατάσταση είναι τα εξής:

ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (1)

Ρυθμιστής πίεσης είναι ένα εξάρτημα το οποίο χρησιμοποιείται για τον υποβιβασμό και την σταθεροποίηση της πίεσης του υγραερίου στα επιθυμητά επίπεδα κατά την λειτουργία της εγκατάστασης .

Η επιλογή του ρυθμιστή γίνεται σύμφωνα με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- μέγιστη πίεση λειτουργίας: Πρέπει να εξασφαλίζεται ότι ο ρυθμιστής μπορεί να λειτουργήσει με ασφάλεια ακόμη και στις πιο ακραίες τιμές πιέσεων πάνω από τις οποίες κάποια ασφαλιστική διάταξη τίθεται σε λειτουργία,
- εύρος πιέσεων ρύθμισης: Το εύρος των πιέσεων ρύθμισης που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να εξασφαλίζεται ότι είναι δυνατή η ρύθμιση της πίεσης εξόδου στην επιθυμητή τιμή,
- παροχή υγραερίου: Ο ρυθμιστής πρέπει να είναι σε θέση να παρέχει (επιτρέπει την διέλευση) προς την κατανάλωση ολόκληρης της ποσότητας που απαιτείται για την ομαλή λειτουργία των συσκευών κατανάλωσης που τροφοδοτούνται με υγραέριο από, όταν λειτουργούν όλες μαζί στην μέγιστη δυναμικότητά τους .

Ο Πίνακας 4-5 παρουσιάζει τους ρυθμιστές πίεσης μίας εγκατάστασης υγραερίου.

Πίνακας 4-5 Ρυθμιστές πίεσης (Small Bulk Installation Manual – Version 6 - 2011 Coral Gas A.E.B.E.Y.)

ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ			
Τύπος Ρυθμιστή	Μέγιστη Πίεση Λειτουργίας	Περιοχή Ρύθμισης Πίεσης	Προτεινόμενη Πίεση Ρύθμισης
	Bar	Mbar	Mbar
Υψηλής Πίεσης	18	800-1200	800
Μέσης Πίεσης	4	800-1200	800
Χαμηλής Πίεσης	4	0-50	Από χαρακτηριστικά καυστήρα

Ρυθμιστής Υψηλής Πίεσης

Ο ρυθμιστής υψηλής πίεσης προσαρμόζεται όσο δυνατόν πιο κοντά στο στόμιο εξόδου αέριας φάσης της δεξαμενής.

Ρυθμιστής Μέσης Πίεσης

Στις μικρές εγκαταστάσεις υγραερίου το υγραέριο πρέπει να εισέρχεται εντός κτηρίων σε πίεση μικρότερη από 50 mbar για λόγους ασφαλείας. Αυτός ο περιορισμός εξασφαλίζεται με την τοποθέτηση ενός ρυθμιστή εξωτερικά του κτηρίου ο οποίος είναι ρυθμισμένος να παρέχει υγραέριο σε πίεση 50 mbar.

Ρυθμιστής Χαμηλής Πίεσης

Όλες οι συσκευές κατανάλωσης υγραερίου πρέπει να διατεθούν τον δικό τους ρυθμιστή χαμηλής πίεσης ο οποίος θα υποβιβάζει την πίεση στην ιδανική τιμή για την σωστή λειτουργία τους (συνήθως 30-50 mbar). Η προμήθεια του ρυθμιστή χαμηλής πίεσης πρέπει να γίνεται από τον προμηθευτή την συσκευής κατανάλωσης ώστε να εξασφαλίζεται ότι ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της συσκευής αυτής.

ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ (2)

Μετά τον ρυθμιστή πίεσης της δεξαμενής το τμήμα της εγκατάστασης δεν δείχνει την πίεση της δεξαμενής και για τον λόγο αυτό πρέπει να διαθέτει κάποια ασφαλιστική διάταξη ώστε να προστατεύεται σε περίπτωση βλάβης ή δυσλειτουργίας από την υψηλή πίεση. Με αυτόν τον τρόπο η ασφαλιστική διάταξη εξασφαλίζει ότι η πίεση δεν θα δεν θα υπερβεί μία συγκεκριμένη τιμή. Οι ασφαλιστικές διατάξεις είναι οι εξής :

- ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης της πίεσης
- επιτηρητής πίεσης και επίσης
- ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης

Ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης της πίεσης

Στο Σχήμα 4-13 παρουσιάζεται ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης πίεσης.



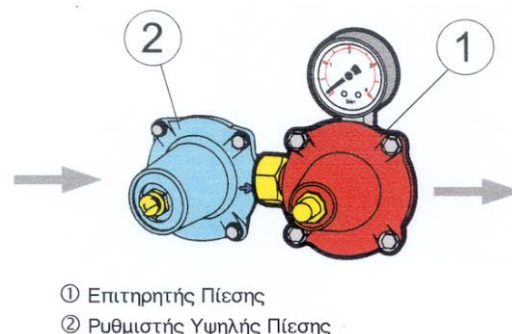
Σχήμα 4-13 Ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης πίεσης και ρυθμιστής υψηλής πίεσης (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Η πιο συνηθισμένη διάταξη για την αποφυγή της υπερπίεσης στο δίκτυο είναι η ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης της πίεσης. Η βαλβίδα αυτή διαθέτει ένα ελατήριο το οποίο συγκρατεί ένα κλαπέτο. Μόλις η πίεση στο δίκτυο υπερβεί την τιμή ρύθμισης, το κλαπέτο ανοίγει και απελευθερώνει υγραέριο στην ατμόσφαιρα μέχρι η πίεση στο δίκτυο να υποβιβαστεί κάτω από την πίεση ρύθμισης οπότε και κλείνει διακόπτοντας την απελευθέρωση υγραερίου στην ατμόσφαιρα.

Η ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης της πίεσης, σε περίπτωση λειτουργείας της, εκτονώνει υγραέριο στην ατμόσφαιρα, γεγονός που αποτελεί και το σημαντικότερο μειονέκτημα. Έτσι θα πρέπει να προτιμούνται οι άλλες ασφαλιστικές διατάξεις όπου είναι δυνατόν.

Επιτηρητής Πίεσης

Στο Σχήμα 4-14 παρουσιάζεται επιτηρητή πίεσης.



Σχήμα 4-14 Επιτηρητής πίεσης και ρυθμιστής υψηλής πίεσης (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

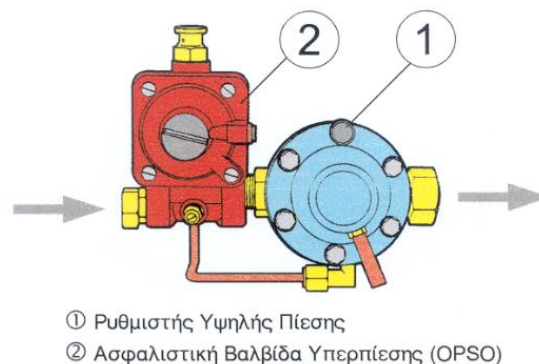
Ο επιτηρητής πίεσης είναι ουσιαστικά ένας ρυθμιστής πίεσης ο οποίος τοποθετείται μετά τον ρυθμιστή υψηλής πίεσης της εγκατάστασης. Η πίεση ρύθμισης του επιτηρητή είναι κατά μικρό ποσοστό μεγαλύτερη από την πίεση ρύθμισης του ρυθμιστή υψηλής πίεσης. Έτσι κατά την ομαλή λειτουργία του ρυθμιστή υψηλής πίεσης ο επιτηρητής δεν λειτουργεί και επιτρέπει την ροή του υγραερίου μέσα σε αυτόν. Σε περίπτωση αύξησης της πίεσης όμως ο επιτηρητής λειτουργεί σαν ρυθμιστής και δεν επιτρέπει η πίεση να υπερβεί την τιμή ρύθμισης του.

Η πίεση ρύθμισης του επιτηρητή πίεσης δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 1.8 bar αλλά οπωσδήποτε 0.2 bar μεγαλύτερη από την πίεση ρύθμισης του ρυθμιστή υψηλής πίεσης.

Ο επιτηρητής πίεσης, κατά την λειτουργία του, δεν επιτρέπει την εκτόνωση υγραερίου στην ατμόσφαιρα.

Ασφαλιστική Βαλβίδα Υπερπίεσης

Στο Σχήμα 4-15 παρουσιάζεται ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης.



Σχήμα 4-15 Ρυθμιστής υψηλής πίεσης και ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Η ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης είναι ένας ρυθμιστής πίεσης ο οποίος ελέγχει την πίεση εξόδου του ρυθμιστή υψηλής πίεσης. Σε περίπτωση όπου η πίεση αυτή υπερβεί την πίεση ρύθμισης της ασφαλιστικής βαλβίδας υπερπίεσης, ενεργοποιείται μια βαλβίδα διακοπής της ροής που βρίσκεται στην είσοδο του ρυθμιστή πίεσης. Με την ενεργοποίηση της βαλβίδας διακόπτεται η ροή υγραερίου προς τον ρυθμιστή υψηλής πίεσης και άρα και προς την κατανάλωση. Μετά την αντιμετώπιση της βλάβης, για την αποκατάσταση της ροής υγραερίου προς τον ρυθμιστή υψηλής πίεσης και την επαναλειτουργία της εγκατάστασης θα πρέπει να οπλιστεί χειροκίνητα η βαλβίδα διακοπής.

Η ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης τοποθετείται είτε πριν τον ρυθμιστή υψηλής πίεσης είτε αποτελεί μέρος του. Η πίεση ρύθμισης της ασφαλιστικής βαλβίδας υπερπίεσης είναι κατά μικρό ποσοστό (περίπου 0.2 bar) μεγαλύτερη από την πίεση ρύθμισης του ρυθμιστή υψηλής πίεσης .

Η ασφαλιστική βαλβίδα υπερπίεσης, κατά την λειτουργία της, δεν επιτρέπει την εκτόνωση υγραερίου στην ατμόσφαιρα.

ΒΑΝΑ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ (4)

Η βάνα διακοπής κεντρικής παροχής χρησιμοποιείται σε περίπτωση ανάγκης ή απομόνωση του εσωτερικού δικτύου της εγκατάστασης υγραερίου από τις δεξαμενές. Η βάνα αυτή τοποθετείται εξωτερικά του κτιρίου σε κατάλληλο εμφανές σημείο ώστε ο χειρισμός της να μπορεί να γίνει με ευκολία από οποιαδήποτε άτομο.

ΣΥΣΚΕΥΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (5)

Οι συσκευές κατανάλωσης πρέπει να είναι κατάλληλων προδιαγραφών για χρήση σε εγκαταστάσεις υγραερίου.

Οι συσκευές υγραερίου θα πρέπει να διαθέτουν τα εξής εξαρτήματα:

- ρυθμιστής Χαμηλής Πίεσης,
- εύκαμπτος σωλήνας υγραερίου και
- βάνα απομόνωσης.

Επιπλέον μερικές συσκευές υγραερίου μπορεί να διαθέτουν και εξαρτήματα όπως φίλτρο υγραερίου, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες κ.λπ.

ΕΙΔΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

Κάποια από τα ειδικά εξαρτήματα που τοποθετούνται σε μία εγκατάσταση είναι τα παρακάτω:

ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Μετρητής υγραερίου η συσκευή που μετράει τον όγκο του αέριου υγραερίου που περνάει μέσα από αυτήν. Ο μετρητής υγραερίου τοποθετείται πάντα μετά τον ρυθμιστή χαμηλής πίεσης.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΒΑΝΑ

Η ηλεκτρομαγνητική βάνα χρησιμοποιείται συνήθως για την αυτόματη διακοπή της παροχής υγραερίου. Η βάνα αυτή θα πρέπει να είναι τύπου “κανονικά κλειστή”, πράγμα που σημαίνει ότι όταν δέχεται ρεύμα ανοίγει και όταν για κάποιο λόγο, η παροχή ρεύματος διακοπεί η βάνα κλείνει.

Η ιδανική θέση της ηλεκτρομαγνητικής βάνας είναι αμέσως πριν μπει η σωληνογραμμή υγραερίου στο κτίριο των καταναλώσεων. Έτσι κλείνοντας την βάνα διακόπτεται η παροχή σε ολόκληρο το εσωτερικό του κτηρίου.

Η ενεργοποίηση της ηλεκτρομαγνητικής βάνας είναι δυνατόν να γίνει είτε από μπουτόν είτε από ανιχνευτή διαρροής υγραερίου.

ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Η προστασία των μονάδων αποθήκευσης υγραερίου έναντι πιθανών εκρήξεων ή πυρκαγιάς, αποτελεί αντικείμενο συνεχούς μελέτης και βελτίωσης. (Jebamalar Leavline 2017, Sriwati 2017). Αυτό γίνεται μέσω του ανιχνευτή υγραερίου ο οποίος είναι σε θέση να εντοπίσει την ύπαρξη ποσότητας υγραερίου στην ατμόσφαιρα γύρω από αυτόν. Η ποσότητα που εντοπίζει είναι συνήθως 25% από εκείνη που απαιτείται για να αναφλεγεί.

Η ιδανική θέση του ανιχνευτή υγραερίου είναι μέσα στον χώρο που γίνεται η κατανάλωση του υγραερίου.

4.3 ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Στις εγκαταστάσεις υγραερίου το υγραέριο μεταφέρεται σε αέρια φάση από την δεξαμενή στις συσκευές κατανάλωσης υγραερίου μέσω δικτύου σωληνώσεων. Το δίκτυο αυτό χωρίζεται σε τρία μέρη το δίκτυο Υψηλής Πίεσης, το δίκτυο Μέσης Πίεσης και το δίκτυο Χαμηλής Πίεσης.

Το δίκτυο Υψηλής Πίεσης είναι συνήθως το τμήμα από την δεξαμενή μέχρι τον ρυθμιστή Υψηλής Πίεσης. Στο τμήμα αυτό το δίκτυο μεταφέρει υγραέριο σε Υγρή Φάση ή υγραέριο σε Αέρια Φάση και πίεση μεγαλύτερη από 1.5 bar.

Το δίκτυο Μέσης Πίεσης είναι το τμήμα από τον ρυθμιστή Υψηλής Πίεσης μέχρι τον ρυθμιστή Χαμηλής Πίεσης. Στο τμήμα αυτό το δίκτυο μεταφέρει υγραέριο σε Αέρια Φάση και πίεση μικρότερη από 1.5 bar.

Το δίκτυο Χαμηλής Πίεσης είναι το τμήμα από τον ρυθμιστή Χαμηλής Πίεσης μέχρι τους καυστήρες κατανάλωσης. Στο τμήμα αυτό το δίκτυο μεταφέρει υγραέριο σε Αέρια Φάση και πίεση μικρότερη από 50 mbar.

ΟΔΕΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

Η όδευση των δικτύων τόσο της υψηλής Πίεσης όσο και της Χαμηλής Πίεσης πρέπει να ακολουθεί τη συντομότερη οδό.

Γενικά:

- όλα τα δίκτυα υγραερίου της εγκατάστασης θα βρίσκονται εντός της ιδιοκτησίας του πελάτη,
- θα οδεύουν πάντα μακριά από πηγές θερμότητας,
- θα οδεύουν πάντοτε μακριά και πάντοτε χαμηλότερα από ηλεκτρολογικά δίκτυα ή δίκτυα νερού κλιματισμού και αερισμού και
- η όδευση σωλήνα διαμέσου οποιουδήποτε δομικού στοιχείου θα πρέπει να γίνεται μέσα από άλλο σωλήνα μεγαλύτερης διατομής ο οποίος θα εξέχει και από τις δύο πλευρές του δομικού στοιχείου.

ΟΔΕΥΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Στο εξωτερικό δίκτυο οι κανόνες είναι οι εξής:

- απαγορεύεται να διασχίζουν υπέργεια είτε υπόγεια δημόσιους δρόμους,
- οι υπέργειοι σωλήνες που οδεύουν παράλληλα με το έδαφος δεν πρέπει να απέχουν παραπάνω από 30 cm από την επιφάνεια του,
- η υπόγεια όδευση θα είναι κατά το δυνατόν σε ευθεία γραμμή και σε βάθος τουλάχιστον 0.5m από την επιφάνεια του εδάφους και
- η όδευση κάθε υπόγειου δικτύου θα επισημαίνεται τοποθετώντας ειδικό προειδοποιητικό δίκτυ σε όλο το μήκος της σωληνογραμμής και σε απόσταση 30 cm από αυτή και 20 cm από την επιφάνεια του εδάφους.

ΟΔΕΥΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Στο εσωτερικό δίκτυο οι κανόνες είναι οι εξής:

- η είσοδος σωλήνα υγραερίου στο εσωτερικό κτηρίου γίνεται υπέργεια,
- απαγορεύεται η είσοδος σωληνογραμμής μεταφοράς υγραερίου σε Υψηλή Πίεση στο εσωτερικό κτηρίου,
- η όδευση των σωλήνων υγραερίου είναι πάντα εμφανής και
- συνιστάται η όδευση από ένα εσωτερικό χώρο σε άλλο μη γειτονικό να γίνεται εξωτερικά του κτηρίου.

4.4 ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Οι υπέργειες δεξαμενές υγραερίου διαθέτουν δίκτυο καταιονισμού με νερό. Ο Σκοπός αυτού του δικτύου είναι η ψύξη της δεξαμενής υγραερίου σε περίπτωση ανάγκης ώστε να μην υπερθερμανθεί και άρα να μην αυξηθεί η πίεση μέσα σε αυτήν. Περιπτώσεις ανάγκης θεωρούνται όταν η θερμοκρασία της δεξαμενής πλησιάζει τους 50 C.

Αποτελέσματα μελετών του καταιονισμού των δεξαμενών (Roberts 2004, Shirvill 2004, Davies 2004) χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του κινδύνου των πυρκαγιών σε εγκαταστάσεις υγραερίου και κατά πόσο ο κατακλυσμός της δεξαμενής με νερό μειώνει την πιθανότητα έκρηξης.

Οι υπόγειες δεξαμενές υγραερίου δε διαθέτουν δικτύου καταιονισμού.

Το δίκτυο καταιονισμού λειτουργεί με νερό το οποίο εκτοξεύεται με σχετική πίεση επάνω στην δεξαμενή με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτεται ολοκληρωτικά η επιφάνεια της. Έτσι δημιουργείται ένα στρώμα νερού το οποίο ανανεώνεται συνεχώς.

Η ελάχιστη πίεση του νερού στο δίκτυο πρέπει να είναι 1 bar. Συνιστάται να είναι πάνω από 3 bar ώστε να υπάρχει η δημιουργία νέφους σταγονιδίων γύρω από την δεξαμενή για να μειώνεται η ένταση της θερμότητας από φωτιά σε γειτονικό χώρο.

Πρέπει να επιλέγεται η παροχή του νερού στο δίκτυο του καταιονισμού να είναι από την κεντρική παροχή του δικτύου ύδρευσης ή πυρόσβεσης του χώρου. Η παροχή νερού από πηγάδια ή γεωτρήσεις εξαρτάται απόλυτα από την παροχή ρεύματος η οποία σε περίπτωση ανάγκης είναι ενδεχόμενο να διακοπεί.

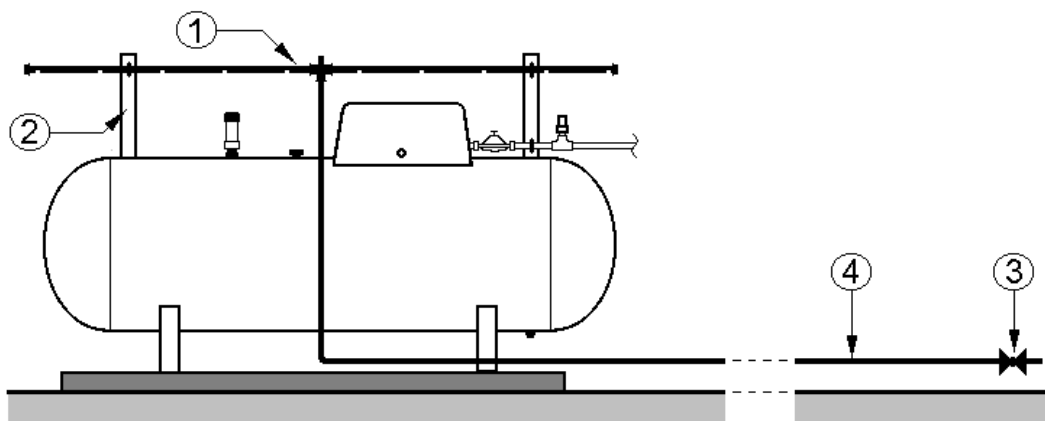
Η κατασκευή του δικτύου του καταιονισμού είναι από γαλβανισμένο σωλήνα και εξαρτήματα. Όταν η όδευση είναι παράλληλη με το έδαφος η απόστασή τους από αυτό δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 30 cm.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ:

- οποιασδήποτε σωλήνας του δικτύου να έρχεται σε επαφή με το κέλυφος της δεξαμενής,
- οποιαδήποτε κόλληση στο κέλυφος ή τα σημεία ανάρτησης της δεξαμενής και
- οποιαδήποτε διάτρηση σε οποιοδήποτε σημείο της δεξαμενής.

ΤΜΗΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟΥ

Χαρακτηριστική διάταξη δικτύου καταιονισμού υγραερίου, δίνεται στο Σχήμα 4-16.



1: Διάτρητος σωλήνας καταιονισμού

2: Μεταλλικό στήριγμα διάτρητου σωλήνα

3: Βάνα ενεργοποίησης δικτύου καταιονισμού

4: Σωλήνας παροχής νερού Δικτύου καταιονισμού

Σχήμα 4-16 Δίκτυο καταιονισμού (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Διάτρητος σωλήνας

Σκοπός του διάτρητου σωλήνα είναι η συμμετρική διασπορά του νερού για να καλύπτεται η συνολική επιφάνεια της δεξαμενής.

Στηρίγματα διάτρητου σωλήνα

Ο διάτρητος σωλήνας στηρίζεται με δύο στηρίγματα για να βρίσκεται σταθερά τοποθετημένος κατά μήκος του άξονα της δεξαμενής σε απόσταση 30 cm από το κέλυφος της.

Βάνα ενεργοποίησης

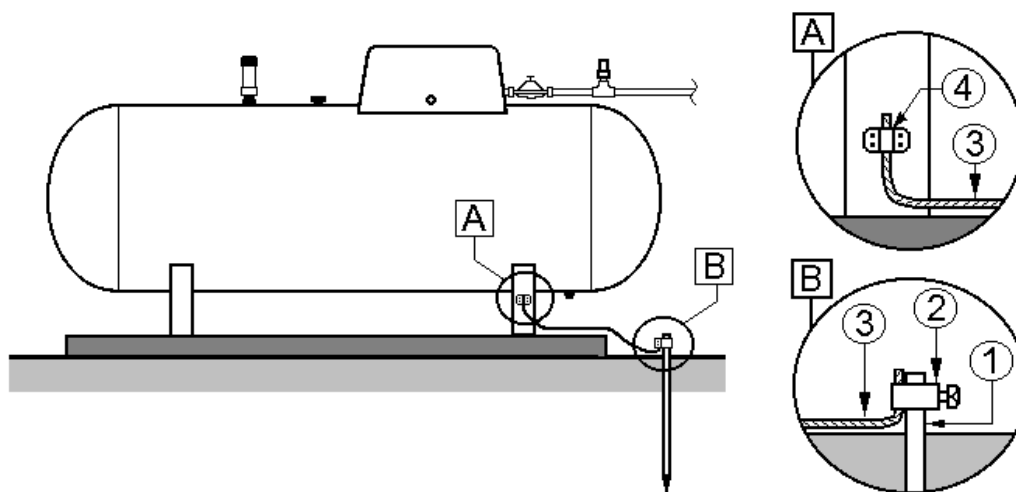
Σε εμφανές σημείο έξω από τον χώρο ασφαλείας της δεξαμενής τοποθετείται η βάνα ελέγχου της παροχής νερού για το δίκτυο του καταιονισμού.

Σωλήνας παροχής

Η παροχή σωλήνα στον διάτρητο σωλήνα γίνεται μέσω γαλβανισμένου σωλήνα κατάλληλης διατομής.

4.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΙΩΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Χαρακτηριστική διάταξη συστημάτων γείωσης δεξαμενής, δίνεται στο Σχήμα 4-17.



1: Ηλεκτρόδιο γείωσης = 1.5m

2: Σφιγκτήρας γείωσης ηλεκτροδίου

3: Χάλκινος αγωγός διατομής 50 mm²

4: Σφιγκτήρας γείωσης δεξαμενής

Σχήμα 4-17 Σύστημα γείωσης δεξαμενής (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

Κάθε δεξαμενή πρέπει να είναι συνδεδεμένη με ένα σύστημα γείωσης για την εκφόρτωση τυχόν στατικών ηλεκτρικών φορτίων. Σύστημα γείωσης διαθέτουν και οι υπέργειες και οι υπόγειες δεξαμενές.

Το σύστημα γείωσης κάθε δεξαμενής αποτελείται από ένα επιχαλκωμένο ηλεκτρόδιο γείωσης 1.5m. Το ηλεκτρόδιο τοποθετείται κάθετα μέσα στο έδαφος έτσι

ώστε το επάνω άκρο του να βρίσκεται σε βάθος περίπου 20 cm. Στο επάνω άκρο του ηλεκτροδίου συνδέεται χάλκινος αγωγός μέσω ειδικού σφιγκτήρα. Ο αγωγός οδηγείται και συνδέεται στο πλησιέστερο μεταλλικό πόδι της δεξαμενής μέσω ειδικού σφιγκτήρα.

Ο χάλκινος αγωγός πρέπει να είναι σταθερά στηριγμένος στο έδαφος ή να είναι υπόγειος.

4.6 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Συσκευές αερίου ονομάζονται εκείνες που μετατρέπουν την χημική ενέργεια του καυσίμου σε θερμική ενέργεια, δηλαδή καίγοντας το αέριο να εκμεταλλεύονται την θερμότητα που παράγεται.

Οι συσκευές χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Οικιακές ή βιομηχανικές συσκευές (κουζίνες, φούρνοι, κλίβανοι, κ.λ.π.)
- Συσκευές που προορίζονται για την θέρμανση των κτηρίων και την διανομή θερμού νερού χρήσης (λέβητες).

ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ

Το κοινό τμήμα που έχει κάθε συσκευή είναι ο καυστήρας αερίου, το τμήμα δηλαδή της συσκευής που μέσω της καύσης, μετατρέπει την χημική ενέργεια του αερίου καυσίμου σε θερμική ενέργεια.

Αποτελέσματα μελετών έδειξαν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας του υγραερίου αυξάνει την απόδοση του καυστήρα και επίσης μειώνει τις εκπομπές CO (Aisyah 2015).

Οι καυστήρες αερίου διαιρούνται σε δύο κατηγορίες:

- ατμοσφαιρικοί καυστήρες. Είναι αυτοί στους οποίους όλος ή έστω μέρος από τον απαραίτητο για καύση αέρα, συμπαρασύρεται σε ανάμιξη με καύσιμο αέριο και το μίγμα βγαίνει από το μπέκ όπου καίγεται. Το υπόλοιπο μέρος αέρα χρειάζεται για να γίνει σωστή η καύση και απορροφάται μέσα στην συσκευή εξ' αιτίας της υποπίεσης της καμινάδας. Αυτοί οι καυστήρες χρησιμοποιούνται κυρίως σε μικρές ισχύεις, έως και 100 kW.
- καυστήρες εμφύσεως αέρα. Είναι αυτοί στους οποίους ο συνολικός αέρας που απαιτείται για την καύση του αερίου, παρέχεται υπό πίεση, από τον ανεμιστήρα.

ΛΕΒΗΤΕΣ

Από τις συσκευές κατανάλωσης μία επιπλέον κατηγορία είναι οι λέβητες.

Σύμφωνα με τον Blaen (2001) οι λέβητες χωρίζονται ανάλογα με:

- το υλικό που αποτελούνται και χωρίζονται σε λέβητες:
 - χαλύβδινους,
 - από χυτοσίδηρο,
 - χάλκινους.
- την πίεση στην εστία, στην οποία λαμβάνει χώρα η καύση έχουμε λέβητες:
 - υποπίεσης, με πίεση χαμηλότερη του περιβάλλοντος,
 - πιεστικούς, με πίεση υψηλότερη του περιβάλλοντος.
- ανάγκες που καλύπτουν και έχουμε :
 - απλούς ή μονοθερμικούς λέβητες (για θέρμανση χώρων),
 - διθερμικούς λέβητες (για θέρμανση χώρων και ζεστό νερό χρήσης) οι οποίοι διαιρούνται σε:
 - λέβητες ταχείας ή στιγμιαίας παραγωγής. Το νερό κατανάλωσης θερμαίνεται μόνο κατά την στιγμή που διασχίζει μία σερπαντίνα αμέσως πριν οδηγηθεί στην κατανάλωση.
 - λέβητες παραγωγής και αποθήκευσης. Το θερμό νερό παράγεται και αποθηκεύεται σε κατάλληλο δοχείο (boiler).
- τον τρόπο εγκατάστασης και έχουμε λέβητες :
 - επίτοιχους και
 - επιδαπέδιους.
- τον καυστήρα που χρησιμοποιείται υπάρχουν οι λέβητες :
 - με ατμοσφαιρικό καυστήρα (λέβητες υποπίεσης) και
 - με καυστήρες έμφυσης.

5 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Πολύ σημαντικό κομμάτι της εγκατάστασης είναι η προστασία αυτής από τυχών ατυχήματα. Λόγω των σοβαρών ατυχημάτων και της εύκολης ανάφλεξης του υγραερίου μελέτες που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι τα μέτρα για την προστασία της κάθε εγκατάστασης πρέπει να τηρούνται αυστηρά. (Brambilla 2010, Landuccia 2011, Scarponia 2020). Στο παρά κάτω κεφάλαιο θα αναφερθούν οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν για την ασφάλεια και την προστασία μιας εγκατάστασης.

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΑΡΜΟΔΙΩΝ

Η περιοχή που περιλαμβάνει δεξαμενές πρέπει να περιφράσσεται με βιομηχανικού τύπου συρματοπλεγμά ή άλλο αντίστοιχο υλικό ύψους τουλάχιστον 2 m σε απόσταση τουλάχιστον 1.5 m από την εγκατάσταση.

Οι περιφράξεις του υγραερίου πρέπει να έχει τουλάχιστον δύο εξόδους. Οι πόρτες πρέπει να ανοίγουν προς τα έξω, να μην ασφαρίζονται αυτόματα και να εξασφαλίζουν εύκολη έξοδο σε περίπτωση κινδύνου.

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΟΧΗΜΑΤΑ

Πρέπει να λαμβάνονται προληπτικά μέτρα σε περίπτωση που υπάρχει πιθανότητα να προκληθούν ζημιές από κυκλοφορία οχημάτων. Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί κράσπεδο θα πρέπει να έχει ύψος περίπου 0.35m.

Επάνω από υπόγειες δεξαμενές απαγορεύεται κάθε διέλευση και στάθμευση οχημάτων. Για την αποφυγή διέλευσης θα πρέπει αρκετές φορές να χρησιμοποιούνται φυσικά εμπόδια για την εκτροπή των οχημάτων.

5.1 ΣΗΜΑΝΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Για την προστασία της εγκατάστασης χρειάζεται επίσης και ειδική σήμανση για την εγκατάσταση. Έτσι μετά την κατασκευή τοποθετούνται κάποια σήματα. Ο σκοπός των σημάτων είναι:

- την ενημέρωση οποιουδήποτε πλησιάζει την εγκατάσταση σχετικά με την αποθήκευση του προϊόντος,
- την ενημέρωση για τα όργανα ασφαλείας και την λειτουργία της δεξαμενής και

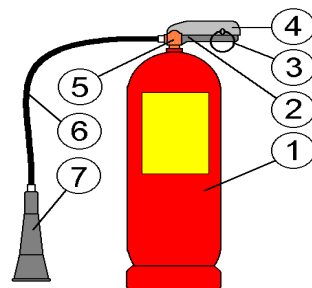
- την ενημέρωση για τις κινήσεις που πρέπει να εκτελεστούν σε περίπτωση ανάγκης.

5.2 ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η προστασία των μονάδων αποθήκευσης υγραερίου έναντι πιθανών εκρήξεων ή πυρκαγιάς, αποτελεί αντικείμενο συνεχούς μελέτης και βελτίωσης (π.χ., Cheng & Zhang 2019, Bradley et al. 2021, Scarponi 2018). Κάθε εγκατάσταση υγραερίου, στον χώρο των δεξαμενών πρέπει να διαθέτει, σε εμφανές σημείο, τουλάχιστον ένα πυροσβεστήρα ξηράς κόνεως για κάθε δεξαμενή και συνολικά τουλάχιστον δύο.

Οι πυροσβεστήρες είναι δοχεία τα οποία περιέχουν κατασβεστικό υλικό υπό πίεση, έτσι όταν ενεργοποιηθούν το κατασβεστικό υλικό εκτοξεύεται προς το σηματοδευμένο στόχο. Το κατασβεστικό υλικό απομονώνει ένα από τους παράγοντες της φωτιάς με αποτέλεσμα το σβήσιμο της.

Το Σχήμα 5-1 παρουσιάζει τα τμήματα ενός πυροσβεστήρα.



- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1: Πιεστικό δοχείο | 5: Βαλβίδα |
| 2: Σκανδάλη | 6: Ελαστικός σωλήνας |
| 3: Ασφάλεια | 7: Ακροφύσιο |
| 4: Χειρολαβή | |

Σχήμα 5-1 Πυροσβεστήρας (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΡΩΝ

Οι πυροσβεστήρες, καθώς και όλα τα μέσα πυρόσβεσης, θα πρέπει να τοποθετούνται σε εμφανή σημεία με άμεση πρόσβαση από οποιονδήποτε βρίσκεται μέσα στον χώρο.

Οι πυροσβεστήρες θα πρέπει να είναι μόνιμα τοποθετημένοι στην θέση τους η οποία θα πρέπει να επισημαίνεται με τις κατάλληλες πινακίδες.

Κατά την εκδήλωση μιας φωτιάς οι κινήσεις για την έγκαιρη κατάσβεση θα πρέπει να γίνουν πολύ γρήγορα ενώ η ψυχική κατάσταση των ατόμων δεν είναι τέτοια ώστε να ψάξουν για το κλειδί τυχόν ερμαρίου στο οποίο φυλάσσονται οι πυροσβεστήρες.

5.3 ΠΛΗΡΩΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΒΥΤΙΟΦΟΡΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Για την προστασία της εγκατάστασης χρειάζεται επίσης και η ασφαλή διέλευση του βυτιοφόρου οχήματος. Πριν την υλοποίηση της εγκατάστασης πρέπει να εξετάζεται και η δυνατότητα πρόσβασης του βυτιοφόρου οχήματος για την ασφαλή παράδοση του υγραερίου στην εγκατάσταση (Bubbico 2008).

Έτσι στον χώρο στάθμευσης του βυτιοφόρου πρέπει να εξασφαλίζονται τα παρακάτω:

- η στάθμευση να γίνεται σύμφωνα με τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ.),
- να μην εμποδίζει το βυτιοφόρο την διέλευση άλλων οχημάτων,
- το βυτιοφόρο να βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 15 μέτρα από σταθερές πηγές θερμότητας και σπινθήρα που βρίσκονται στο περιβάλλον,
- το βυτιοφόρο να βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 7,5 μέτρα από την δεξαμενή υγραερίου,
- η δεξαμενή υγραερίου να είναι ορατή από το βυτιοφόρο και το αντίστροφο,
- το βυτιοφόρο όχημα να είναι σταθμευμένο έτσι ώστε σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης να μπορεί να απομακρυνθεί αμέσως.

Τα βυτιοφόρα οχήματα είναι εξοπλισμένα με ελαστικό σωλήνα για την πλήρωση των δεξαμενών μήκους 25 μέτρα.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ:

- η όδευση σωληνογραμμής μεταφοράς υγραερίου συ Υγρή Φάση μέσα από κλειστούς χώρους και
- η διέλευση του ελαστικού σωλήνα του βυτιοφόρου μέσα από κλειστούς χώρους.

ΜΟΝΙΜΗ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΗ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

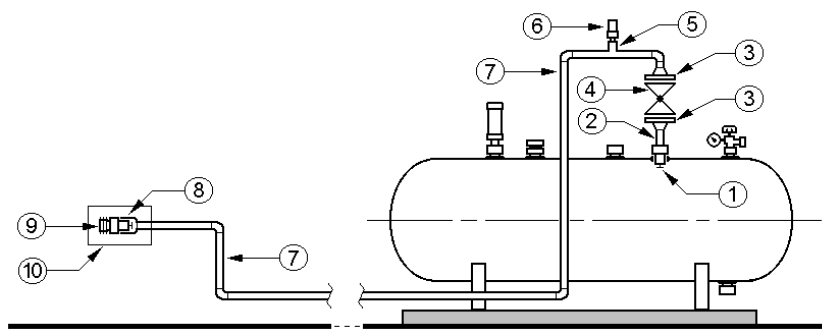
Μόνιμη σωληνογραμμή πλήρωσης δεξαμενής κατασκευάζεται μόνο στις περιπτώσεις όπου η δεξαμενή υγραερίου απέχει από την θέση στάθμευσης του βυτιοφόρου οχήματος πάνω από 25 μέτρα και μόνο αν δεν υπάρχει άλλη θέση για την δεξαμενή

υγραερίου. Σε κάθε περίπτωση πάντως η δεξαμενή υγραερίου θα πρέπει να είναι ορατή σε όλο της το μήκος από το βυτιοφόρο όχημα και το αντίστροφο.

Παράλληλα με την σωληνογραμμή πλήρωσης θα πρέπει να επεκταθεί και ο αγωγός γείωσης της δεξαμενής με το βυτιοφόρο μέχρι του σημείου πλήρωσης.

Η μόνιμη σωληνογραμμή πλήρωσης της δεξαμενής αντιστοιχεί στην κατηγορία δικτύων υψηλής πίεσης.

Χαρακτηριστική διάταξη μόνιμης σωληνογραμμής πλήρωσης, δίνεται στο Σχήμα 5-2.



- | | |
|-------------------------------|--|
| 1: Ανεπίστροφη βαλβίδα 1 ¼" | 6: Ασφαλιστική βαλβίδα ½" 18bar |
| 2: Σωληνομαστός 1 ¼" | 7: Σωλήνας χαλύβδινος χωρίς ραφή |
| 3: Φλάτζα λαιμού 1 ¼" | 8: Μούφα χαλύβδινη 1 ¼" 3000lbs |
| 4: Βάνα σφαιρική 1 ¼" | 9: Διπλή ανεπίστροφη βαλβίδα πλήρωσης 1 ¼" |
| 5: Μούφα χαλύβδινη ½" 3000lbs | 10: Προστατευτικό κάλυμμα με κλειδαριά ασφαλείας |

Σχήμα 5-2 Μόνιμη σωληνογραμμή πλήρωσης (Η φωτογραφία είναι ευγενική προσφορά της Coral Gas A.E.B.E.Y – Courtesy of Coral Gas A.E.B.E.Y. Πνευματικά δικαιώματα: Coral Gas A.E.B.E.Y. Copyright: Coral Gas A.E.B.E.Y.)

5.4 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ

Κάθε μη προβλέψιμη κατάσταση που μπορεί να οδηγήσει σε ατύχημα ονομάζεται έκτακτο περιστατικό.

Τα έκτακτα περιστατικά υγραερίου είναι τα εξής:

- διαρροή υγραερίου,
- ανάφλεξη υγραερίου,
- υπερπλήρωση δεξαμενής ή φιάλης,
- υπερθέρμανση δεξαμενής,
- ενεργοποίηση ασφαλιστικής βαλβίδας και η
- μετάγγιση υγραερίου από βυτιοφόρο.

Για την προστασία της εγκατάστασης θα πρέπει να γίνεται ενημέρωση για την αντιμετώπιση εκτάκτων περιστατικών. Οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν μετά την διαρροή υγραερίου είναι οι εξής:

- ψυχραιμία,
- εξάλειψη πηγών ανάφλεξης,
- διακοπή / περιορισμός διαρροής,
- ασφάλιση περιοχής,
- διάλυση υγραερίου και τέλος η
- αποκατάσταση.

6 ΈΛΕΓΧΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Μετά την κατασκευή της εγκατάστασης και πριν την θέση της λειτουργείας πρέπει να γίνει μία σειρά από ελέγχους ώστε να εξασφαλιστεί ότι η εγκατάσταση έχει κατασκευαστεί σωστά. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται χωρίζονται σε:

- τεχνικής αρτιότητας εγκατάστασης και
- στεγανότητας εγκατάστασης

6.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΡΤΙΟΤΗΤΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Ο συγκεκριμένος έλεγχος πραγματοποιείται μετά την κατασκευή της εγκατάστασης. Η εγκατάσταση πρέπει να είναι κατασκευασμένη σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα I.S.3213 και I.S.3216 (ΕΚεΠις 2007, HSA 2020). Τα στάδια του ελέγχου είναι τα εξής:

- υδραυλική δοκιμή των σωληνογραμμών υγραερίου. Σκοπός της είναι να εξακριβωθεί και να πιστοποιηθεί ότι η εγκατάσταση είναι σε θέση να δεχτεί την μέγιστη πίεση που μπορεί να υπάρξει κατά την λειτουργία. Στην υδραυλική δοκιμή γίνεται πλήρωση των σωληνογραμμών με κάποιο ρευστό και τίθεται υπό πίεση για μία ώρα τουλάχιστον. Μείωση της πίεσης μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα δηλώνει την ύπαρξη διαρροής είτε από κάποιο σημείο σύνδεσης είτε από αστοχία κάποιου υλικού. Τα σημεία διαρροής πρέπει να εντοπιστούν και να επισκευαστούν μετά την επισκευή της διαρροής ο έλεγχος επαναλαμβάνεται μέχρι να διατηρηθεί η πίεση σταθερή για ολόκληρο το χρονικό διάστημα της υδραυλικής δοκιμής.

Η πίεση της υδραυλικής δοκιμής διαφέρουν ανάλογα με τον τύπου του δικτύου, αν δηλαδή είναι Υψηλής , Μέσης ή Χαμηλής Πίεσης.

Ο Πίνακας 6-1 παρουσιάζει την υδραυλική δοκιμή και την ώρα που χρειάζεται αυτή.

Πίνακας 6-1 Υδραυλική δοκιμή (Small Bulk Installation Manual – Version 6 - 2011 Coral Gas A.E.B.E.Y.)

	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ				
	ΝΕΡΟ	ΑΖΩΤΟ	ΑΕΡΑΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΠΙΕΣΗ ΔΟΚΙΜΗΣ
ΥΨΗΛΗ ΠΙΕΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	1 ώρα	27 bar
ΜΕΣΗ ΠΙΕΣΗ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	1 ώρα	10 bar
ΧΑΜΗΛΗ ΠΙΕΣΗ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	1 ώρα	4 bar

Κάθε εξάρτημα που δεν είναι κατασκευασμένο για να αντέχει την πίεση θα πρέπει να αφαιρείται κατά την υδραυλική δοκιμή. (π.χ. βαλβίδες ανακούφισης, μανόμετρα, ρυθμιστές πίεσης). Αυτό πραγματοποιείται μέσω του ελέγχου :

- των εξαρτημάτων της δεξαμενής. Ο σκοπός του ελέγχου αυτού είναι η εξακρίβωση ότι τα εξαρτήματα της δεξαμενής υγραερίου είναι σωστά τοποθετημένα. Ο έλεγχος γίνεται με προσπάθεια για επιπλέον βίδωμα όλων των εξαρτημάτων της δεξαμενής. Η δύναμη που ασκείται για τον έλεγχο δεν θα πρέπει να οδηγεί σε φθορά των εξαρτημάτων ή των σπειρωμάτων,
- κατάστασης της δεξαμενής. Έλεγχος της κατάστασης της βαφής της δεξαμενής ώστε να επισκευαστεί οποιαδήποτε φθορά,
- δικτύου καταιονισμού. Έλεγχος ότι η παροχή έχει πάντοτε νερό και ότι η ενεργοποίηση του γίνεται μόνο με μία βάννα που βρίσκεται σε εξωτερικό χώρο,
- συστήματος γείωσης,
- εγκατάστασης. Ελέγχεται η εγκατάσταση υγραερίου στα παρακάτω σημεία:
 - στους ρυθμιστές πίεσης οι οποίοι θα πρέπει να είναι κλειστοί,
 - όλες οι βάνες είναι κλειστές,
 - όλα τα σημεία που καταλήγουν οι σωλήνες υγραερίου είναι συνδεδεμένα με τις κατάλληλες συσκευές υγραερίου ή είναι ταπωμένα και στεγανά, και τέλος
 - οι συσκευές κατανάλωσης να διαθέτουν ρυθμιστή χαμηλής πίεσης.
- πυροσβεστήρων. Έλεγχος ότι υπάρχουν οι κατάλληλοι είδους πυροσβεστήρες και δεν έχουν λήξει.

6.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Για την ασφάλεια της εγκατάστασης σύμφωνα με τον (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., 2471/86) πραγματοποιείται ο τελικός έλεγχος της εγκατάστασης.

Ο εν λόγω έλεγχος εξετάζει :

- ότι όλες οι βάνες είναι κλειστές,
- ότι δεν υπάρχουν πηγές σπινθήρα ή θερμότητας στην περιοχή της δεξαμενής,
- την σύνδεση του αγωγού γείωσης του βυτιοφόρου οχήματος με την γείωση της δεξαμενής,
- την σύνδεση του ελαστικού σωλήνα του βυτιοφόρου στο στόμιο της δεξαμενής,

- ότι ελέγχονται όλες οι συνδέσεις επί της σωληνογραμμής πλήρωσης για διαρροή,
- ότι γίνεται γέμισμα της δεξαμενής υγραερίου μέχρι 80%. Μετά την πλήρωση γίνεται αποσύνδεση του ελαστικού σωλήνα του βυτιοφόρου και σφραγίζεται το στόμιο πλήρωσης της δεξαμενής. Επίσης σφραγίζεται και το στόμιο της υγρής φάσης κατανάλωσης καθώς και της εξυδάτωσης της δεξαμενής,
- ότι ανοίγουν μία μία οι βάνες από την βάνα κατανάλωσης της αέριας φάσης μέχρι τις καταναλώσεις. Ρυθμίζονται οι ρυθμιστές πίεσης και γίνεται έλεγχος διαρροής σε κάθε εξάρτημα και κάθε σημείο σύνδεσης της εγκατάστασης,
- ότι ανοίγουν μία μία οι συσκευές κατανάλωσης. Το στάδιο αυτό γίνεται με μεγάλη προσοχή ώστε να εξασφαλιστεί ότι δεν θα γίνει απελευθέρωση μίγματος πλούσιου σε υγραέριο στην ατμόσφαιρα,
- ότι ενημερώνεται ο πελάτης για τις ιδιότητες του υγραερίου , την δεξαμενή και την χρήση της καθώς και τα όργανα της, την σωστή λειτουργία της εγκατάστασης και τις ενέργειες σε περίπτωση διαρροής.

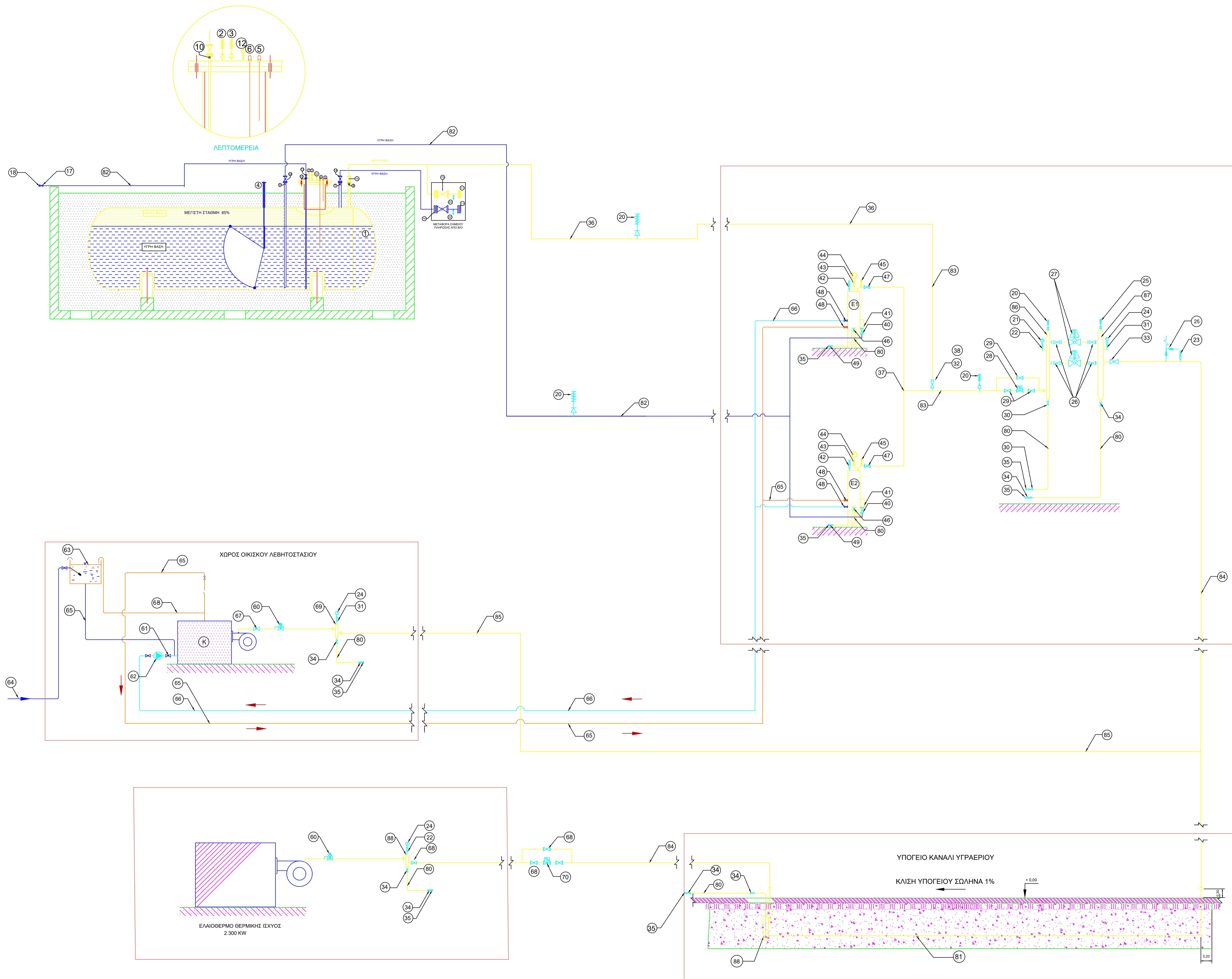
7 ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ - CASE STUDY

Στις παραγράφους που ακολουθούν, παρουσιάζεται μια ενδεικτική μελέτη υγραερίου σε ένα εργοστάσιο το οποίο έχει συνολικό αποθηκευτικό χώρο 18.000 λίτρα νερού και η δυνατότητα παροχής υγραερίου είναι 400 kg/h.

Η εν λόγω εγκατάσταση αποτελείται από:

- μία (1) υπόγεια δεξαμενή υγραερίου χωρητικότητας 18.000 λίτρων νερού,
- έναν (1) οικίσκο που περιλαμβάνει συγκρότημα εξαερίωσης υγραερίου, με δύο εξαεριωτές τύπου ζεστού νερού, δυναμικότητας 200 kg/h έκαστος, καθώς και συγκρότημα της ρύθμισης πίεσης 1^{ου} σταδίου με όλα τα εξαρτήματα ασφαλείας και λειτουργίας, και τέλος
- έναν (1) οικίσκο που περιλαμβάνει πλήρες συγκρότημα παραγωγής ζεστού νερού εξαεριωτών.

Το σκαρίφημα της προτεινόμενης τυπικής βιομηχανικής εγκατάστασης υγραερίου της παρούσας εργασίας δίνεται στο Σχήμα 7-1.



88	ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ Χ.Π. ΑΠΟ ΣΙΔΗΡΙΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟ 4" SCH80 (ΥΠΟΓΕΙΟΣ)
87	ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ Χ.Π. ΑΠΟ ΣΙΔΗΡΙΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟ 4" SCH40
86	ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ Χ.Π. ΑΠΟ ΣΙΔΗΡΙΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟ 3" SCH40
85	ΣΙΔΗΡΙΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ ΑΝΕΥ ΡΑΦΗΣ 3/4" SCH 40
84	ΣΙΔΗΡΙΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ ΑΝΕΥ ΡΑΦΗΣ 2 1/2" SCH 40
83	ΣΙΔΗΡΙΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ ΑΝΕΥ ΡΑΦΗΣ 1" SCH40
82	ΣΙΔΗΡΙΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ ΑΝΕΥ ΡΑΦΗΣ 2" SCH40 (ΥΠΟΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ)
81	ΣΙΔΗΡΙΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ ΑΝΕΥ ΡΑΦΗΣ 1 1/2" SCH40
80	ΣΙΔΗΡΙΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ ΑΝΕΥ ΡΑΦΗΣ 1 1/2" SCH40
ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ	
70	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΚΡΟΥΣΩΝ 2" PN 6 12 V DC
71	ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ Χ.Π. ΑΠΟ ΣΙΔΗΡΙΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟ 2 1/2" SCH40
68	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 2" PN16 ΦΛΑΝΤΖΟΣ
67	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ PN 25 ΚΟΧΛΙΔΙΟΣ
66	ΣΙΔΗΡΙΑ ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟΣ ΥΠΕΡΑΡΕΩΣ ΤΥΤΙΟΥ
65	ΣΙΔΗΡΙΑ ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟΣ ΥΠΕΡΑΡΕΩΣ ΤΥΤΙΟΥ
64	ΠΑΡΟΧΗ ΝΕΡΟΥ
63	ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΤΟΜΗΣ
62	ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
61	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ PN 16 ΚΟΧΛΙΔΙΟΣ ΝΕΡΟΥ
60	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ
K	ΛΕΒΗΤΑΣ - ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ 50 KW
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΛΕΒΗΤΑ - ΚΑΥΣΤΗΡΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	
49	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1/2" PN40 ΚΟΧΛΙΔΙΟΣ
48	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1" ΚΟΧΛΙΔΙΟΣ PN16 ΝΕΡΟΥ
47	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1" PN40 WAFER
46	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1/2" PN40 ΚΟΧΛΙΔΙΟΣ
45	ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΑΤΟ ΟΥΡΑ 1/2" -30 +120°C
44	ΜΑΝΟΜΕΤΡΟ ΓΑΥΚΕΡΙΝΗΣ Φ63 ΜΕ ΚΑΤΟ ΟΥΡΑ 1/4" 0-25bar
43	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1/4" PN40 ΚΟΧΛΙΔΙΟΣ
42	ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΑΤΟ ΟΥΡΑ 1/2" 0 - 120 C
41	ΦΙΛΤΡΟ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ (ΕΝΣΩΜΩ)
40	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1/2" PN 40 WAFER (ΕΝΣΩΜΩΣ)
E2	ΕΞΑΕΡΩΤΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΤΥΤΙΟΥ ZN 200 Kg/h
E1	ΕΞΑΕΡΩΤΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΤΥΤΙΟΥ ZN 200 Kg/h
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΞΑΕΡΩΤΩΝ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ	
36	ΣΙΔΗΡΙΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ ΑΝΕΥ ΡΑΦΗΣ 1" SCH 40
35	ΠΩΜΑ ΚΟΧΛΙΔΙΟ 1/2"
34	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1/2" PN25 ΚΟΧΛΙΔΙΟΣ
33	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 2" PN16 ΦΛΑΝΤΖΟΣ
32	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1" PN40 WAFER
31	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1/4" PN25 ΚΟΧΛΙΔΙΟΣ
30	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1/2" PN40 ΚΟΧΛΙΔΙΟΣ
29	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1" PN40 ΦΛΑΝΤΖΟΣ
28	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΚΡΟΥΣΩΝ 1" PN 40 Ex - e 24 V AC
27	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ 1"X1" ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ 200kg/h
26	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1" PN40 WAFER
25	ΑΣΦΑΛΣΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΑΚΟΥΦΙΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ REGO 1/2" 3.4 bar
24	ΜΑΝΟΜΕΤΡΟ ΓΑΥΚΕΡΙΝΗΣ Φ63 ΜΕ ΚΑΤΟ ΟΥΡΑ 1/4" 0-4 bar
23	ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΑΤΟ ΟΥΡΑ 1/2" -30 +120°C
22	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1/4" PN40 ΚΟΧΛΙΔΙΟΣ
21	ΜΑΝΟΜΕΤΡΟ ΓΑΥΚΕΡΙΝΗΣ Φ63 ΜΕ ΚΑΤΟ ΟΥΡΑ 1/4" 0-25bar
20	ΑΣΦΑΛΣΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΑΚΟΥΦΙΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ REGO 1/2" 18bar
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ	
16	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 2" PN40 WAFER
15	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 1 1/4" PN40 WAFER
14	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 2" PN40 WAFER
13	ΣΦΑΙΡΟΚΡΟΥΣΟΣ 3/4" PN40
12	ΜΑΝΟΜΕΤΡΟ ΓΑΥΚΕΡΙΝΗΣ 0 - 25 bar
11	ΦΛΑΝΤΖΑ ΤΥΦΛΗ PN40
10	EXCESS FLOW VALVE 3/4" (ΕΥΔΑΤΩΣΗ)
9	EXCESS FLOW VALVE 2" (ΑΝΗ ΨΗΦ. ΦΑΔΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ)
8	EXCESS FLOW VALVE 1 1/4" (ΑΝΗ ΨΗΦ. ΦΑΔΗΣ)
7	ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΤΙΠΕΤΡΩΦΗΣ 2" (ΠΛΗΡΩΣΗ ΥΓΡΗΣ ΦΑΔΗΣ)
6	ΑΝΟΣΕΙΔΩΤΗ ΒΕΡΓΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΣΑΜΕΝΗΣ 3/4"
5	ΑΝΟΣΕΙΔΩΤΗ ΒΕΡΓΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (85%) 3/4"
4	ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ROCHESTER
3	ΑΣΦΑΛΣΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΔΕΣΑΜΕΝΗΣ - EU30
2	ΑΣΦΑΛΣΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΔΕΣΑΜΕΝΗΣ - EU30
1	ΔΕΣΑΜΕΝΗ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ 18.000 LT.
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΔΕΣΑΜΕΝΗΣ	

Σχήμα 7-1 Σκαρίφημα προτεινόμενης τυπικής βιομηχανικής εγκατάστασης υγραερίου

7.1 ΔΕΞΑΜΕΝΗ

Η δεξαμενή έχει διαστάσεις $L = 6,78$ m και $D = 1.92$ m, βάρος περίπου 4.500 kg (κενή προϊόντος) και χωρητικότητα 18.000 λίτρων νερού.

Η δεξαμενή διαθέτει τέσσερις (4) μεταλλικές βάσεις (2 εμπρός και 2 πίσω) και τοποθετείται και στερεώνεται στα δοκάρια στο δάπεδο του φρεατίου (κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα για αυτό το σκοπό).

Η δεξαμενή διαθέτει όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα ασφαλείας και λειτουργίας. Αναλυτικά περιλαμβάνονται:

1. στόμιο υγραερίου στην αέρια φάση, με φλάντζα διατομής 1 1/4". Το παραπάνω στόμιο προστατεύεται από βαλβίδα υπερβολικής ροής,
2. στόμιο υγραερίου στην υγρή φάση, για την πλήρωση της δεξαμενής, διατομής 2", εφοδιασμένο με ανεπίστροφη βαλβίδα πλήρωσης 2",
3. στόμιο υγραερίου στην υγρή φάση, για την κατανάλωση, διατομής 2", εφοδιασμένο με βαλβίδα υπερβολικής ροής,
4. μαγνητικός δείκτης στάθμης περιεχομένου δεξαμενής (%) (για άμεση μέτρηση),
5. ανθρωποθυρίδα Φ500 όπου επί της τυφλής φλάντζας διατομής 20" περιλαμβάνει:
 - i. δύο υποδοχές (μούφες) 6000lbs, διατομής 2" για την τοποθέτηση ασφαλιστικών βαλβίδων (ST32+EU30),
 - ii. δύο υποδοχές (μούφες) 6000 lbs, διατομής 3/4" για τις ευθύγραμμες βέργες μέτρησης χαμηλής στάθμης περιεχομένου δεξαμενής και στάθμης 85%,
 - iii. σωληνομαστός sch80 διατομής 1/2" για την τοποθέτηση μανομέτρου με κρουνό PN40 και
 - iv. στόμιο υγραερίου στην υγρή φάση, διατομής 3/4", εφοδιασμένο με βαλβίδα υπερβολικής ροής. Το στόμιο αυτό χρησιμοποιείται για την εξυδάτωση της δεξαμενής.

Όλοι οι κρουνοί που τοποθετούνται εντός του χώρου της δεξαμενής είναι σφαιρικοί PN40 wafer Fire Safe.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ αυστηρά οποιαδήποτε συγκόλληση ξένων αντικειμένων πάνω στο σώμα της δεξαμενής.

7.2 ΚΑΘΟΔΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

Η υπόγεια τοποθέτηση της δεξαμενής υγραερίου προστατεύεται από διάβρωση, εκτός της κατάλληλης αντιδιαβρωτικής βαφής, με σύστημα καθοδικής προστασίας αποτελούμενο από οκτώ ανόδια μαγνησίου, ένα ηλεκτρόδιο αναφοράς και ένα σταθμό μέτρησης των τιμών.

7.3 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΕΞΑΕΡΙΩΣΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Το συγκρότημα αυτό τοποθετείται σε μεταλλικό οικίσκο κατασκευασμένος για αυτόν τον σκοπό.

Το συγκρότημα εξαερίωσης υγραερίου του οικίσκου αποτελείται από:

ΕΞΑΕΡΙΩΤΕΣ: Ο κάθε εξαεριωτής, δυναμικότητας 200 kg/h, είναι εξοπλισμένος από κατασκευής του με τα παρακάτω εξαρτήματα :

- θερμόμετρο οινοπνεύματος 0-120 °C σε μεταλλική θήκη με κάτω ουρά 1/2",
- φίλτρο 1/2" PN40 με φλαντζωτά άκρα,
- σφαιροκρουνός 1/2" PN40 με φλαντζωτά άκρα (είσοδος LPG),
- σφαιροκρουνός 1/2" PN40 με κοχλιωτά άκρα (εξυδάτωσης),
- σφαιροκρουνός 1/4" PN40 με κοχλιωτά άκρα (μανομέτρου),
- σφαιροκρουνός 1/4" PN40 με κοχλιωτά άκρα (εκκένωσης νερού),
- μανόμετρο γλυκερίνης 0-25 bar, Φ63 με κάτω ουρά 1/4",
- ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης πίεσης 18 bar,
- σφαιροκρουνός 1" νερού με κοχλιωτά άκρα για την προσαγωγή ζεστού νερού από τον λέβητα και
- σφαιροκρουνός 1" νερού με κοχλιωτά άκρα για την επιστροφή ζεστού νερού προς τον λέβητα.

Επίσης, στους δύο εξαεριωτές προστίθενται σωλήνες εξυδάτωσης 1/2" SCH40 με σφαιρο- κρουνό 1/2" PN40 κοχλιωτό.

Τέλος, στην έξοδο του εξαεριωτή τοποθετείται σφαιροκρουνός wafer fire safe 1" PN40.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ 1^{ου} ΣΤΑΔΙΟΥ

Το σύστημα ρύθμισης πίεσης αποτελείται από 3 κύρια συγκροτήματα εξαρτημάτων:

i. διανομέα υψηλής πίεσης από σωλήνα χαλύβδινο άνευ ραφής 3" SCH40 σε κατακόρυφη θέση στον οποίο τοποθετούνται:

- ένα στόμιο εισόδου αέριας φάσης διατομής 1" (από τον εξαεριωτή και από την δεξαμενή), με φλάντζες PN40 που έχουν τοποθετηθεί δύο σφαιροκρουνοί wafer και ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα φλαντζωτή αντιαεκρηκτικού τύπου (Exd) Normally Closed PN40 ενώ στο άλλο στόμιο και παράλληλα με τον ηλεκτρομαγνητικό σφαιροκρουνό έχει τοποθετηθεί bypass με σφαιροκρουνό PN40 wafer fire safe,
- δύο στόμια εξόδου αέριας φάσης με φλάντζες 1" PN40 σε οριζόντια θέση. Στα στόμια αυτά θα τοποθετηθούν οι κλάδοι μείωσης πίεσης,
- ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης πίεσης 1/2" 3129 17,4 bar,
- μανόμετρο γλυκερίνης 0-25 bar, Φ63 με κάτω ουρά 1/4",
- needle 1/4" PN40 με κοχλιωτά άκρα για το μανόμετρο,
- σφαιροκρουνός 1/2" PN40 με κοχλιωτά άκρα στον οποίο θα συνδεθεί σωλήνας χαλύβδινος άνευ ραφής 1/2" SCH40 και στο άλλο άκρο του σωλήνα σφαιροκρουνός 1/2" PN40 με κοχλιωτά άκρα για την εξυδάτωση του διανομέα.

ii. κλάδοι μείωσης της πίεσης. Αυτοί είναι δύο και τοποθετούνται σε οριζόντια θέση μεταξύ των διανομέων υψηλής και χαμηλής πίεσης στα στόμια εξόδου και εισόδου αντίστοιχα. Ο κάθε κλάδος αποτελείται από σφαιροκρουνό wafer fire safe 1" PN40. ρυθμιστή υψηλής πίεσης με στόμια 3/4"x3/4" κοχλιωτά. Στην έξοδο του ρυθμιστή έχει τοποθετηθεί σφαιροκρουνός wafer fire safe διατομής 1" PN40.

iii. διανομέα χαμηλής πίεσης, από σωλήνα χαλύβδινο άνευ ραφής 4" SCH40 σε κατακόρυφη θέση (παράλληλα με τον διανομέα υψηλής πίεσης), στον οποίο τοποθετούνται:

- 2 στόμια εισόδου αέριας φάσης σε σειρά με τους κλάδους με φλάντζες 1" PN40,
- 1 στόμιο εξόδου αέριας φάσης καταναλώσεων εργοστασίου, με χαλυβδοσωλήνα 2" SCH40. που έχει τοποθετηθεί σφαιροκρουνός 2" PN40 wafer,
- ασφαλιστική βαλβίδα ανακούφισης πίεσης 1/2" 3129 4 bar,
- μανόμετρο γλυκερίνης 0-4 bar, Φ63 με κάτω ουρά 1/4",
- needle 1/4" PN40 με κοχλιωτά άκρα,

- σφαιροκρουνός 1/2" PN6 με κοχλιωτά άκρα στον οποίο θα συνδεθεί σωλήνας χαλύβδινος άνευ ραφής 1/2" SCH40 και στο άλλο άκρο του σφαιροκρουνός 1/2" PN6 με κοχλιωτά άκρα για την εξυδάτωση του διανομέα.

Μετά το σύστημα μείωσης πίεσης τοποθετείται θερμόμετρο οιοπνεύματος (-20.+120)°C σε μεταλλική θήκη κάτω ουρά 1/2" L=40 mm.

Επίσης στον οικίσκο εξαεριωτών τοποθετείται φωτιστικό σώμα. Το φωτιστικό σώμα, είναι αντιαεκρηκτικού τύπου EEx "d" IIB T4 IP66 κράματος αλουμινίου με στυπιοθλήπτη ΑΤΕΧ.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ:

Στην είσοδο του συστήματος ρύθμισης της πίεσης πρώτου σταδίου κατασκευάζεται σύστημα αυτόματης διακοπής της κεντρικής παροχής υγραερίου προς την εγκατάσταση.

Το σύστημα αποτελείται από μία (1) ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα 1" αντιαεκρηκτικού τύπου (Ex) 24V τοποθετημένη μεταξύ δύο (2) σφαιρικών κρουνών και ένα (1) κλάδο παράκαμψης (by-pass). Η ηλεκτροβαλβίδα αυτή διακόπτει την παροχή υγραερίου προς τις καταναλώσεις του εργοστασίου ελεγχόμενη από τον ηλεκτρολογικό πίνακα αυτοματισμών ασφαλείας και αυτό της ανίχνευσης διαρροών.

7.4 ΛΕΒΗΤΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΞΑΕΡΙΩΤΩΝ.

Σε κατάλληλα διαμορφωμένο μεταλλικό οικίσκο έχει τοποθετηθεί το συγκρότημα παραγωγής του ζεστού νερού θέρμανσης των εξαεριωτών. Αποτελείται από:

- επίτοιχο λέβητα θερμικής ισχύος 50 kW,
- δοχείο διαστολής 24 lt,
- αυτόματο πλήρωσης νερού εγκατάστασης και από
- θερμοστάτες (υδροστάτες) για την λήψη ένδειξης χαμηλής και υψηλής θερμοκρασίας.

7.5 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Ο ηλεκτρολογικός πίνακας διαθέτει αυτοματισμούς επιτήρησης των λειτουργιών και σε περίπτωση βλάβης θα δίνεται οπτικό και ηχητικό σήμα. Στους αυτοματισμούς που θα

ενεργοποιούν την σειρήνα, τον φάρο και θα διακόπτουν την ηλεκτροβαλβίδα κατανάλωσης υγραερίου στον οικίσκο εξαεριωτών, θα περιλαμβάνονται οι εξής:

- υψηλή ή Χαμηλή θερμοκρασία νερού,
- ανίχνευση υγραερίου και μία
- γενική διακοπή ηλεκτρικού ρεύματος.

Ο πίνακας αυτοματισμών αποτελείται από:

- γενικό διακόπτη λειτουργίας,
- μπουτόν παύσης σειρήνας,
- μπουτόν πανικού γενικής διακοπής (emergency),
- φωτεινή ένδειξη υψηλής θερμοκρασίας,
- φωτεινή ένδειξη χαμηλής θερμοκρασίας,
- φωτεινή ένδειξη λειτουργίας ηλεκτροβαλβίδας και
- φωτεινή ένδειξη διαρροής υγραερίου.

7.6 ΠΥΡΟΣΒΕΣΗ

Σε κατάλληλο σημείο του χώρου εγκατάστασης της δεξαμενής τοποθετείται φορητός πυροσβεστήρας ξηράς κόνεως BCE των 50 kg.

Στην είσοδο του οικίσκου εξαεριωτή τοποθετείται και ένας (1) φορητός πυροσβεστήρας ξηράς κόνεως BCE των 12 kg.

7.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Το σύστημα ανίχνευσης διαρροών υγραερίου τοποθετείται στο λεβητοστάσιο του εργοστασίου και αποτελείται από:

Κεντρική μονάδα ελέγχου διαφυγής υγραερίου τεσσάρων ζωνών. Η μονάδα καθώς και τα αισθητήρια διαθέτουν φωτεινές ενδείξεις alarm για τις τέσσερις ζώνες, με σύστημα αυτοελέγχου για πιθανές βλάβες, με τάση λειτουργίας 24V AC, με δύο εξόδους DC 12V για ηλεκτροβαλβίδες N.O (κανονικά ανοιχτές) ή N.C (κανονικά κλειστές), καθώς και δύο (2) εξόδους ρελέ για ενεργοποίηση φάρου, σειρήνας κ.α.

Διαθέτει ενσωματωμένη κάρτα μπαταρίας και test των εξόδων και των ενδεικτικών λυχνιών.

- δύο αισθητήρια στον χώρο, IP65 καταλυτικού τύπου,
- τοποθέτηση μπαταρίας 12V, 7 Ah,
- τοποθέτηση φαροσειρήνας.

Το σύστημα, σε περίπτωση ανίχνευσης διαρροής υγραερίου στον χώρο που καλύπτεται από τα αισθητήρια, θα σημάνει οπτικοακουστικό συναγερμό με ταυτόχρονο κλείσιμο της ηλεκτροβαλβίδας του κεντρικού δικτύου εκτός του κτηρίου αλλά και της ηλεκτροβαλβίδας στον οικίσκο των εξαεριωτών, με αποτέλεσμα την διακοπή της παροχής αερίου.

7.8 ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Το κύριο δίκτυο μεταφοράς υγραερίου προς τον ελαιολέβητα του λεβητοστασίου, είναι υπόγειο στο μεγαλύτερο τμήμα του, κατασκευασμένο από χαλυβδοσωλήνα sch80 και αντιδιαβρωτική προστασία με primer και ταινία πολυαιθυλενίου. Είναι διατομής 2” και η πίεση φόρτισής του 600 mbar.

Στο κεντρικό δίκτυο υπάρχουν δύο διακλαδώσεις διατομής ¾” για την τροφοδοσία του λέβητα ζεστού νερού θέρμανσης εξαεριωτών και μία δεύτερη αναμονή για μελλοντική κατανάλωση. Πριν την είσοδό του στο λεβητοστάσιο του εργοστασίου, έχει κατασκευαστεί σύστημα με ηλεκτροβαλβίδα και by-pass, διατομής 2”. Η ηλεκτροβαλβίδα ενεργοποιείται από το σύστημα ανίχνευσης διαρροών εντός του λεβητοστασίου, είτε από την κατάσταση συναγερμού του κεντρικού πίνακα αυτοματισμών λειτουργίας της εγκατάστασης. Εντός του λεβητοστασίου τοποθετείται ελαιοσυλλέκτης από χαλυβδοσωλήνα sch40 διατομής 4”, εξοπλισμένος με μανόμετρο ένδειξης μέσης πίεσης υγραερίου και εξυδάτωση για την απομάκρυνση τυχόν συμπυκνωμάτων.

Το δευτερεύον δίκτυο μεταφοράς υγραερίου για την τροφοδοσία διανομέα εντός του εργοστασίου, για την σύνδεση τοπικών φλόγιστρων. Το υπόγειο τμήμα του δικτύου κατασκευάζεται από σωλήνα πολυαιθυλενίου Φ32, κατά EN 1555 και το υπέργειο από επενδεδυμένο χαλκοσωλήνα Φ18X1.2 mm. Το δίκτυο ρυθμίζεται από ρυθμιστή σε πίεση 1.2 bar και ασφαλισμένο με ασφαλιστικό γραμμής ½” 3 bar.

Στην είσοδο του διανομέα των τεσσάρων εξόδων τοποθετείται ηλεκτροβαλβίδα η οποία ενεργοποιείται από αυτόνομο ανιχνευτή διαρροής υγραερίου που τοποθετείται κάτω από τον διανομέα σε κατάλληλο ύψος.

Επίσης μετά την ηλεκτροβαλβίδα τοποθετείται βαλβίδα υπερβολικής ροής ½” για την προστασία των εύκαμπτων σωλήνων

7.9 ΣΩΛΗΝΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ - ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

Το σύνολο των σωλήνων και εξαρτημάτων τα οποία χρησιμοποιούνται, ανταποκρίνονται στις παρακάτω προδιαγραφές. Υπέργειοι χαλυβδοσωλήνες άνευ ραφής SCH 40.

Τα τμήματα των σωληνογραμμών που οδηγούνται, είτε υπόγεια, είτε μέσα σε κανάλι και είναι καλυμμένα με άμμο, είναι κατασκευασμένα από σωλήνα χαλύβδινο άνευ ραφής SCH 80. Ο σωλήνας είναι SCH 80 και για ένα μήκος 0.30 m πριν μπει στο έδαφος και αφού βγει από αυτό. Η αλλαγή από SCH40 σε SCH80 και αντίστροφα, γίνεται φλαντζωτά. Η σωληνογραμμή που βρίσκεται μέσα στο έδαφος και είναι καλυμμένη με άμμο δεν περιλαμβάνει κανενός είδους λειτουργικό εξάρτημα (πχ. βάνα) ή εξάρτημα σύνδεσης (πχ. φλάντζα). Όλες οι υπόγειες συνδέσεις γίνονται με ηλεκτροσυγκόλληση. Το υπόγειο κανάλι που κατευθύνεται προς τις καταναλώσεις του εργοστασίου μπορεί να διέρχεται όχι μόνο ο σωλήνας κατανάλωσης υγραερίου αέριας φάσης αλλά και η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος και νερού σύμφωνα με το σχέδιο .

Όλοι οι υπόγειοι σωλήνες έχουν αντιδιαβρωτική προστασία από primer και ταινία πολυαιθυλενίου. Η αντιδιαβρωτική αυτή προστασία ξεκινάει από μία απόσταση 0.30 m πριν μπει ο σωλήνας στο έδαφος και αφού βγει απ’ αυτό. Το πλάτος της ταινίας θα είναι ανάλογο της διαμέτρου του σωλήνα. Κάθε νέα σπείρα περιέλιξης καλύπτει το 0.5 του πάχους της προηγούμενης.

Η όδευση των υπόγειων σωληνογραμμών σημαίνεται από πλαστικό δίκτυο κίτρινης απόχρωσης που έχει τοποθετηθεί στο άνω μέρος 10-15 εκ. από την τελική στάθμη του εδάφους.

Όλες οι φλάντζες είναι χαλύβδινες με λαιμό κατά DIN 2527, 2635 PN40 με χαραγμένη την τυποποίηση - διάσταση.

Επίσης χαλύβδινα είναι και τα εξαρτήματα των σωληνογραμμών (καμπύλες, ταυ, γωνίες, μούφες, μαστοί, συστολές) αντίστοιχης ποιότητας και προδιαγραφών (ASA 3000 lbs.ή SCH 40 – 80).

Στα σημεία που παρεμβάλλονται στη σωληνογραμμή εξαρτήματα με κοχλιωτή σύνδεση, (π.χ. βάνες, ρυθμιστές πίεσης, κ.λ.π) υπάρχει σωλήνας SCH 80 0.10 m, μετά το σπείρωμα κι από τις δύο πλευρές της σύνδεσης.

Οι Κοχλίες - περικόχλια είναι χαλύβδινα γαλβανιζέ, ποιότητας 8.8. σε όλες τις συνδέσεις.

Επιφανειακή προστασία σωλήνων που διέρχονται από τοίχια θα γίνεται περιτυλίγοντας το τμήμα που διέρχεται μέσω του τοιχίου σε χιτώνιο.

7.10 ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΣΩΛΗΝΩΝ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

Η μέθοδος, η ποιότητα και ο έλεγχος των ηλεκτροσυγκολλήσεων καλύπτει τις απαιτήσεις των προδιαγραφών των API και BS.

Οι συγκολλήσεις είναι τύπου BUTT - WELD.

Σε κάθε συγκόλληση, η πρώτη ραφή γίνεται με χρήση ηλεκτροσυγκολλητικής μηχανής.

7.11 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Μετά την κατασκευή των δικτύων υγραερίου και πριν την θέση τους σε λειτουργία, απαιτείται υδραυλική δοκιμή.

Η υδραυλική δοκιμασία διαρκεί 1 ώρα σε πίεση 27 bar για το τμήμα της εγκατάστασης από το στόμιο εξόδου της δεξαμενής έως τα στόμια εισόδου των ρυθμιστών υψηλής πίεσης και δοκιμασία σε πίεση 10 bar για το ίδιο χρονικό διάστημα για το τμήμα της εγκατάστασης από τα στόμια εξόδου των ρυθμιστών υψηλής πίεσης έως τα στόμια εξόδου των ελαιοσυλλεκτών στα σημεία κατανάλωσης.

Κατά την υδραυλική δοκιμασία, απομονώνονται οι ρυθμιστές υψηλής πίεσης, η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, οι ασφαλιστικές βαλβίδες ανακούφισης πίεσης σωληνογραμμών καθώς και οι εξαεριωτές, τοποθετώντας τους σφαιροκρουούς εισόδου-εξόδου του, σε θέση "κλειστή". Τα μανόμετρα και οι ασφαλιστικές βαλβίδες

ανακούφισης της πίεσης αφαιρούνται και στην θέση τους τοποθετούνται τάπες στις αντίστοιχες μούφες.

Ο ανάδοχος κατασκευαστής θα δώσει στην εταιρεία έγγραφη βεβαίωση, ότι έγινε υδραυλική δοκιμασία του δικτύου της εγκατάστασης στις αναφερόμενες πιέσεις και χρόνους και βρέθηκαν όλα σωστά και κατά τον έλεγχο στεγανότητας η εγκατάσταση βρέθηκε πλήρως στεγανή.

7.12 ΒΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Όλες οι σιδηροκατασκευές, σωλήνες, στηρίξεις σωλήνων κ.λ.π., αφού καθαρισθούν, ακολουθεί η βαφή τους με 2 στρώσεις primer διαφορετικής απόχρωσης η κάθε μια και 2 στρώσεις βαφής λευκής απόχρωσης για την υγρή φάση και κίτρινης απόχρωσης για την αέρια φάση.

Κατά τη διάρκεια της βαφής καλύπτονται τα μανόμετρα, θερμόμετρα, ρυθμιστές πίεσης, ώστε να μην λερώνονται και καταστρέφονται.

7.13 ΣΗΜΑΝΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στο χώρο εγκατάστασης της δεξαμενής - εξαεριωτών τοποθετούνται τα προειδοποιητικά σήματα καθώς και τα σήματα οδηγιών που απαιτούνται από την ελληνική νομοθεσία. Τα σήματα τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ορατά από όλες τις κατευθύνσεις πρόσβασης στον χώρο των δεξαμενών και του οικίσκου των εξαεριωτών.

8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, συνεισφέρει στην καλύτερη κατανόηση του υγραερίου ως μορφή ενέργειας, καθώς και η βιομηχανία που σχετίζεται με αυτό. Το υγραέριο τοποθετείται κυρίως στο βιομηχανικό κλάδο καθώς είναι εύκολο στην μεταφορά και στην αποθήκευση, υπάρχει ευκολότερη πρόσβαση σε αυτό συγκριτικά με άλλα αέρια, είναι λιγότερο επιβλαβές προς το περιβάλλον και χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό απόδοσης. Λόγω της υψηλής ευφλεκτότητάς του, παρουσιάζει μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας σε περίπτωση ατυχήματος, με συνέπεια να ισχύουν αυστηρές προδιαγραφές και κανονισμοί για τον χειρισμό, την αποθήκευση και τη διάθεσή του. Παρουσιάζει υψηλά επίπεδα απόδοσης συγκριτικά με άλλα υγρά και στερεά καύσιμα, ενώ υπερτερεί έναντι του φυσικού αερίου σε ό,τι αφορά τις εκπομπές μεθανίου, διοξειδίου του άνθρακα και τις συνολικές εκπομπές οργανικών στοιχείων. Ως εκ τούτου, αποτελεί αξιόπιστη πηγή ενέργειας, συμβάλλοντας στην πράσινη ανάπτυξη.

Στο δεύτερο μέρος της παρούσας εργασίας παρουσιάζεται μια τυπική μελέτη εγκατάστασης υγραερίου σε βιομηχανική μονάδα (case study). Κατά την εν λόγω μελέτη, συμπεραίνεται πως αποτελεί μια οικονομική επιλογή ενέργειας έναντι άλλων (π.χ. πετρέλαιο, στερεά καύσιμα), καθώς αφενός είναι φθηνότερο ως καύσιμο και αφετέρου η απόσβεση της επένδυσης για την τοποθέτηση της εγκατάστασης γίνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα. Επιπλέον, μια εγκατάσταση τέτοιου τύπου, όντας αυτόνομη, συνειστάται για περιοχές που δε διατίθεται δίκτυο φυσικού αερίου. Τέλος, αποτελεί μια φιλική, προς το περιβάλλον, λύση συγκριτικά με τις διαθέσιμες εναλλακτικές επιλογές (π.χ. μαζούτ, πετρέλαιο).

9 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aisyah L, Rulianto D, Wibowo C (2015) Analysis of the Effect of Preheating System to Improve Efficiency in LPG-fuelled Small Industrial Burner. *Energy Procedia*, 180-185. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.01.055>
- ArgusMedia (2020) <https://www.argusmedia.com/en/news/2092693-european-lpg-industry-frets-on-supply-outlook>.
- Bahadori A (2014) Natural Gas Processing. Chapter 12 - Liquefied Petroleum Gas (LPG) Recovery, 547-590.
doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-099971-5.00012-X>
- Blaen E, Walker R (2001) Industrial Boilers. *Plant Engineer's Handbook*, 389-413.
doi: <https://doi.org/10.1016/B978-075067328-0/50025-2>
- Bradley I, Scarponi G, Otremba F, Birk A (2021) An overview of test standards and regulations relevant to the firetesting of pressure vessels. *Process Safety and Environmental Protection*, 145, 150-156.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.07.047>
- Brambilla S, Manca D (2010) The Viareggio LPG railway accident: Event reconstruction and modeling. *Journal of Hazardous Materials*, 346-357.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.06.039>
- Bubbico R, Marchini M (2008) Assessment of an explosive LPG release accident: A case study. *Journal of Hazardous Materials*, 558-565.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.11.097>
- Cheng X, Zhang Y (2019) Study on explosion safety distance in LPG tank fire. *International Conference on Intelligent Transportation, Big Data & Smart City (ICITBS)*, 682-686. doi: <https://doi.org/10.1109/ICITBS.2019.00169>
- Coral Gas A.E.B.E.Y. (2011) Small bulk installation manual - Version 6.
- Davies G, Nolan P (2004) Characterisation of two industrial deluge systems designed for the protection of large horizontal, cylindrical LPG vessels. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 141-150.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2003.10.010>
- EKO A.B.E.E. (2020) EKO Gas. <https://www.eko.gr/ygraerio/gnoriste-to-ygraerio/>

- ELGAS (2020) LPG GAS BLOG. <https://www.elgas.com.au/blog/453-the-science-a-properties-of-lpg>
- ENI S.p.A. (2020) https://www.eni.com/en_CH/products-services/fuels/lpg/lpg.shtml.
- HSA (2020) Health and Safety Authority.
https://www.hsa.ie/eng/Topics/Liquid_Petroleum_Gas_LPG_/
- Landuccia G, Tugnolib A, Businic V, Derudic M, Rotac R, Cozzani V (2011) The Viareggio LPG accident: Lessons learnt. 466-476.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2011.04.001>
- Leavline E, Singh D, Abinaya B, Deepika H (2017) LPG Gas Leakage Detection and Alert System. 1095-1097.
https://www.ripublication.com/ijeer17/ijeerv9n7_15.pdf
- Mishra D, Rahman A (2003) An experimental study of flammability limits of LPG/air mixtures☆. Fuel, 863-866.
doi: [https://doi.org/10.1016/S0016-2361\(02\)00325-3](https://doi.org/10.1016/S0016-2361(02)00325-3)
- Roberts T (2004) Linkage of a known level of LPG tank surface water coverage to the degree of jet-fire protection provided. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 169-178. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2003.10.007>
- Scarponi G, Landucci G, Heymes F, Cozzania V (2018) Experimental and numerical study of the behavior of LPG tanks exposed to wildland fires. 251-270.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2017.12.013>
- Scarponia G, Pastorb E, Planas E, Cozzania V (2020) Analysis of the impact of wildland-urban-interface fires on LPG domestic tanks. Safety Science.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.104588>
- Sepehr S, Ahmadreza S (2021) Cleaner production of combined cooling, heating, power and water forisolated buildings with an innovative hybrid (solar, wind and LPG fuel) system. Journal of Cleaner Production, 279, 123222.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123222>
- Shipman R (2001) Liquefied Petroleum Gas. Plant Engineer's Handbook, 323-334.
doi: <https://doi.org/10.1016/B978-075067328-0/50022-7>

Shirvill L (2004) Efficacy of water spray protection against propane and butane jet fires impinging on LPG storage tanks. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 111-118. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2003.10.004>

Sriwati, Ilahi N, Musrawati, Baco S, Suyuti A, Achmad A, Umrianah E (2017) Early Leakage Protection System of LPG (Liquefied Petroleum Gas) Based on ATMega 16 Microcontroller. 11.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/336/1/012021>

Thermansipress. (2019). Υγραέριο: Ένα παραγνωρισμένο αλλά συμφέρον καύσιμο για τη θέρμανση.
<https://thermansipress.gr/thermansipress/category/%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7-%CE%BC%CE%B5-%CF%85%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF/%CF%80%CF%81%CF%89%CF%84%CE%BF-%CE%B8%CE%B5%CE%BC%CE%B1-%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%>

Αφοί Ζαμπουλάκη Ο.Ε. (2020)
https://zgas.gr/index.php?dispatch=pages.view&page_id=42

ΕΚΕΠΙΣ (2007) Τεχνίτης αερίου καυσίμων.
https://www.poenergias.gr/doc_nomo/texnitis%20aerion%20kafsimon.pdf

ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ Α.Ε. (2020)
<http://excellentfuels.gr/project/%CF%85%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF-lpg/>

ΣΑΧΩΛΑΡΙΔΗΣ Α (1995) Εγκαταστάσεις αερίων καυσίμων. Εκδ. Ο Υδραυλικός.

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. (2471/86) Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος.

ΦΕΚ 1257/Β/3-9-2003 Τεχνικός κανονισμός περί εγκαταστάσεων, Αρ. Φύλλου 17665.

ΦΕΚ 477/Β'1-7-1993 Καθορισμός τεχνικών προδιαγραφών διαμόρφωσης, σχεδίασης, κατασκευής, ασφαλούς λειτουργίας και πυροπροστασίας εγκαταστάσεων αποθήκευσης, εμφιάλωσης, διακίνησης και διανομής υγραερίου καθώς και εγκαταστάσεων για τη χρήση αυτού σε βιομηχανικές, βιοτεχνικές.

