

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
(ΑΤΕΙ) ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

**Εφαρμογή κρυογενικών διεργασιών  
και αεριοποίησης Φυσικού Αερίου  
στον τερματικό σταθμό Ρεβυθούσας.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ζήτησ Ηλίας

Γιαννιός Βασίλης

Επιβλέπων καθηγητής: Νάζος Αντώνης

Πειραιάς, Ιούνιος 2013



753  
UIX

ΠΑΡΜΑΤΣΙΑ ΜΗΧ/Τ/ΑΣ



### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Να ευχαριστήσουμε θερμά τον κo Κροκιάδo Αριστοτέλη, Χημικό Μηχανικό και Διευθυντικό στέλεχος του ΔΕΣΦΑ για την μεγάλη βοήθεια μέσω των συγγραμμάτων του και των καίριων συμβουλών του για την ανάπτυξη του θέματος.

Επίσης αφιερώνουμε την εργασία μας στις συζύγους μας Σωτηρία και Χαρίκλεια ,για την υποστήριξη και την υπομονή που έδειξαν στα χρόνια των σπουδών μας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιστορία του Φυσικού Αερίου στο κόσμο.....	9
Ορισμός .....	10
Σύνθεση και θερμοφυσικές ιδιότητες Φυσικού Αερίου	
Ομαδοποίηση και ταξινόμηση των αερίων καυσίμων.....	11
Σύνθεση διαφόρων τυπικών αερίων.....	12
Αποθέματα Φυσικού Αερίου.....	13
Περιγραφή αλυσίδας Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (Υ.Φ.Α.).....	14
Φάση εξόρυξης.....	14
Φάση υγροποίησης.....	15

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

1.1 Σταθμός Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (ΥΦΑ) στη Νήσο Ρεβυθούσα.....	16
1.2 Δραστηριότητα της εγκατάστασης και εφαρμοζόμενη τεχνολογία.....	17
1.3 Πλοία μεταφοράς.....	17
1.4 Σύστημα εκφόρτωσης.....	22
1.5 Αποθήκευση ΥΦΑ.....	25
1.6 Σύστημα διαχείρισης ατμού (Εκφόρτωσης πλοίου).....	27
1.7 Σύστημα διαχείρισης ατμού (Κανονική λειτουργία).....	27
1.8 Άντληση και αεριοποίηση.....	28
1.8.1 Σύστημα άντλησης.....	28
1.8.2 Αντλίες ΥΦΑ χαμηλής πίεσης.....	29
1.9 Επανασυμπύκνωση απαερίων.....	30
1.9.1 Λειτουργία επανασυμπύκνωτη.....	32
1.10 Αντλίες τροφοδοσίας ΥΦΑ υψηλής πίεσης.....	33
1.11 Σύστημα αεριοποίησης.....	34
1.11.1 Αεριοποιητές θαλασσινού νερού.....	34
1.11.2 Αεριοποιητές με καύση Φυσικού Αερίου.....	36

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

Συστήματα ασφάλειας στις εγκαταστάσεις Υ.Φ.Α.

2.1 Βασικές αρχές ασφάλειας και ρόλος της ασφάλειας των συστημάτων.....	36
2.2 Διαρροές Υ.Φ.Α.....	37

2.3 Ανθρώπινος ρόλος.....	39
2.4 Πρακτική εφαρμογή των συστημάτων ασφάλειας σε περίπτωση διαρροής.....	39
2.5 Πρακτική εφαρμογή των συστημάτων ανίχνευσης.....	41
2.6 Συστήματα προστασίας από διαρροή,ατμούς ΥΦΑ και πυρκαϊά.....	41
2.7 Μονάδες βοηθητικών παροχών.....	53
2.7.1 Σύστημα πόσιμου νερού και νερού εργοστασίου (M-4100).....	54
2.7.2 Σύστημα νερού πυρόσβεσης (M-4200).....	55
2.7.3 Σύστημα θαλασσινού νερού (U-4300).....	56
2.7.4 Σύστημα νερού ψύξης (M-4400).....	59
2.7.5 Σύστημα πεπιεσμένου αέρα (M-4500).....	60
2.7.6 Σύστημα αζώτου (M-4600).....	61
2.7.7 Σύστημα καυσίμου Diesel (M-4700).....	62
2.7.8 Μονάδα παραγωγής ενέργειας με μηχανές εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιούν Φυσικό Αέριο.....	64
2.7.9 Σύστημα αερίου καυσίμου.....	65
2.7.10 Πυρσός.....	66
2.7.11 Ηλεκτροδότηση.....	67

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

Δυνατότητα επέκτασης του σταθμού.....	69
3.1 Μεθοδολογία , μελέτη σκοπιμότητας.....	69
3.2 Προσέγγιση , σχεδιασμός δεξαμενής.....	69
3.3 Χωρητικότητα δεξαμενής.....	69
3.4 Σχεδιασμός δεξαμενής (θέση και ανύψωση).....	70
3.5 Γεωτεχνικά θέματα , έδραση δεξαμενής.....	72
3.6 Συμπεράσματα.....	80

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

Δυνατότητα αναβάθμισης του σταθμού.	
Σταθμός Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης.....	81
4.1 Γενικά.....	82
4.2 Κύκλωμα Φυσικού Αερίου.....	84
4.3 Κυκλώματα ψύξης – ανάκτησης θερμικής ενέργειας.....	84
4.4 Ηλεκτρικά κυκλώματα.....	87

Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα.....	90
Βιβλιογραφία.....	94

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια, γίνεται ολοένα και πιο εμφανές ότι το παρόν σύστημα διαχείρισης των ενεργειακών πόρων του πλανήτη οδεύει σε αδιέξοδο.

Η ζήτηση για ενέργεια ολοένα και αυξάνεται, ενώ τα αποθέματα των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εξαντλούνται. Ταυτόχρονα, η χρήση τους επιδεινώνει τις περιβαλλοντικές συνθήκες, δημιουργώντας φαινόμενα όπως η υπερθέρμανση του πλανήτη και η κλιματική αλλαγή. Η στροφή σε μεθόδους παραγωγής ενέργειας με καθαρότερα ορυκτά καύσιμα, όπως το φυσικό αέριο που αφήνει ελάχιστα κατάλοιπα ρύπων όταν καίγεται. Η χρήση του επιτρέπει σε αρκετές ενεργοβόρες βιομηχανίες, π.χ. θερμοηλεκτρικούς σταθμούς, να μειώσουν δραστικά τις εκπομπές ρύπων, ενώ χρησιμοποιείται και σε μικρότερες μονάδες όπως τα λεωφορεία.

Εξαιτίας των περιορισμών του Πρωτοκόλλου του Κιότο, πολλές χώρες το ζητούν για τις εκπομπές ρύπων.

Όσο αφορά τα πλεονεκτήματα του Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου, αυτά επιπρόσθετα είναι:

Καθιστά δυνατή τη χρήση φυσικού αερίου σε περιοχές όπου το φυσικό αέριο δεν είναι διαθέσιμο μέσω του εθνικού δικτύου διανομής ή δημοτικό σύστημα διανομής. Πρόκειται για μια πιο οικονομική πηγή ενέργειας, σε σύγκριση με τα προϊόντα μαζούτ, diesel και το υγραέριο.

Είναι κατάλληλο για τους σκοπούς των καταναλωτών, όπως η διαδικασία ανάκτησης ατμού, θέρμανση και το μαγείρεμα σε τομείς όπως ο τουρισμός, η χαλυβουργία, το χαρτί και κεραμικά.

Εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας της ενέργειας, το συνολικό ποσό της ενέργειας που απαιτείται μειώνεται.

Επεκτείνεται 600 φορές για να φτάσει η αέρια κατάστασή του (1 μονάδα LNG = 600 μονάδες φυσικού αερίου).

Ένα μεγάλο μέρος του φυσικού αερίου μπορεί να αποθηκεύεται και να μεταφέρεται σε χαμηλή πίεση.

Ο Τερματικός Σταθμός ΥΦΑ στη νήσο Ρεβυθούσα αποτελεί ένα σπουδαίο ενεργειακό κεφάλαιο για την Ελλάδα, αφού παρέχει ασφάλεια ενεργειακής τροφοδοσίας, λειτουργική ευελιξία στο σύστημα μεταφοράς και αυξημένη δυνατότητα κάλυψης αιχμακών απαιτήσεων της αγοράς ΦΑ.

Στην εργασία μας περιγράφουμε αναλυτικά τις εφαρμογές κρυογενικών διεργασιών και αεριοποίησης, την αποθήκευση και τον εξοπλισμό στον τερματικό σταθμό Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου στην νήσο Ρεβυθούσα.

## **ABSTRACT**

In recent years, it becomes increasingly apparent that the present system management of energy resources on the planet is heading to a dead end.

The demand for energy are increasing, while stocks of non-renewable energy sources are depleted.

At the same time, their use exacerbates environmental conditions, creating phenomena such as global warming and climate change.

Switching to energy production methods with cleaner fossil fuels such as natural gas which leaves little residues pollutants when burned.

This allows use of several intensive industries, e.g. thermal power stations, to drastically reduce emissions, and is also used in smaller units such as buses.

Because of the limitations of the Kyoto Protocol, many countries seek to emissions. As for the advantages of LNG, these additional are:

Enables use of natural gas in areas where natural gas is not available will through the national distribution network or municipal distribution system.

It is a more economical source of energy, compared to the fuel oil products, diesel and LPG.

It is suitable for consumer purposes, as the recovery process steam, heating and cooking in areas such as tourism, steel, paper and ceramics.

Because of the high levels of energy, the total amount of energy required is reduced.

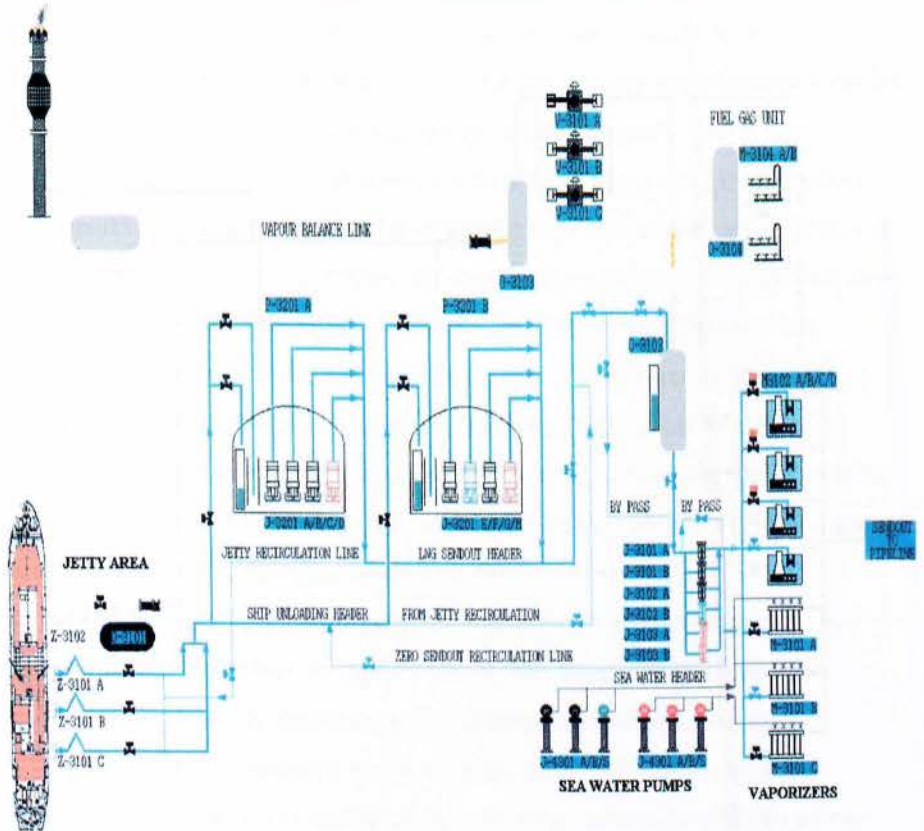
Expands 600 times to reach the gaseous state (1 unit LNG = 600 gas units).

Much of the gas can be stored and transported at low pressure.

The LNG terminals on the island Revithoussa is a great energy-resistant chapter for Greece, since it provides security of energy supplies, operational flexibility in the transmission system and increased affordability aichmiakon requirements of the LNG market.

In our work we describe in detail the applications of cryogenic processes and gasification, storage and equipment in the terminal LNG Revythoussa Island.

ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΦΑ





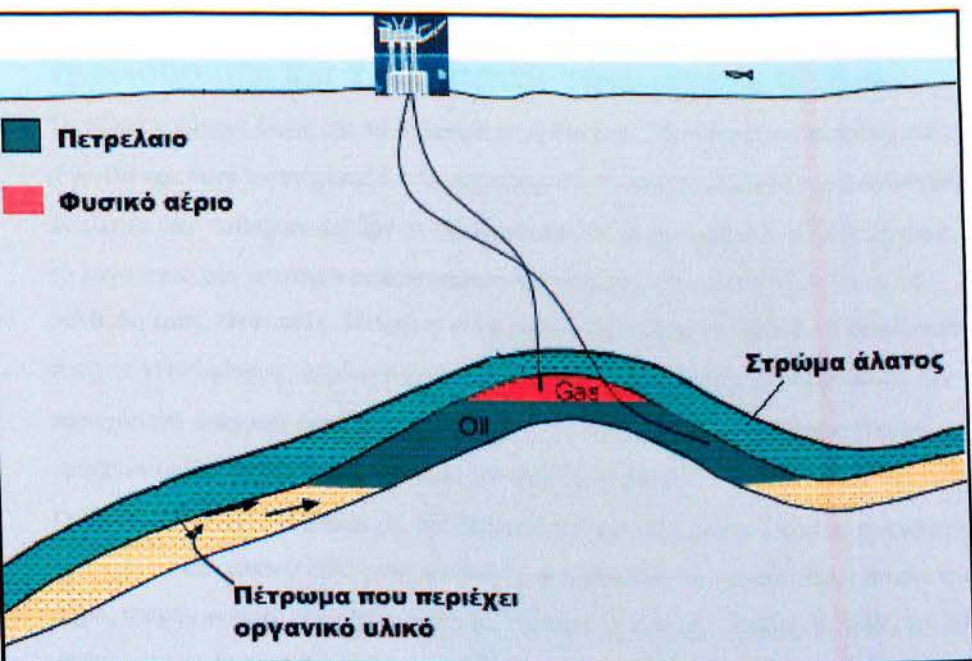
## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ.**

Τα πρώτα στοιχεία που έχουμε για την ύπαρξη φυσικού αερίου έχουν καταγραφεί από αρχαιοτάτων χρόνων, το 6000 και το 2000 π.Χ. στην περιοχή που σήμερα βρίσκεται το Ιράν. Υπάρχουν μελετητές που αναφέρουν πως οι πρώτοι που έκαναν χρήση φυσικού αερίου, οι Κινέζοι το 900 π.Χ. περίπου το μετέφεραν με αγωγούς από μπαμπού.

Στην Ευρώπη αυτές οι επιτεύξεις ήταν άγνωστες και το φυσικό αέριο δεν ανακαλύφθηκε παρά το 1659 στην Αγγλία. Το αέριο από απόσταξη ανθράκων ανακαλύφθηκε το 1670 και άρχισε να χρησιμοποιείται το 1790, γιατί ήταν πιο εύκολη η μεταφορά, η αποθήκευση και η χρησιμοποίησή του στις μηχανές εσωτερικής καύσεως και στο φωτισμό δρόμων και σπιτιών. Εντυπωσιακό είναι το γεγονός πως το 1821 η πόλη Fredonia στην περιφέρεια της Ν. Υόρκης φωτιζόταν με φυσικό αέριο. Αλλά η χρησιμοποίηση του φυσικού αερίου εξακολουθούσε να είναι περιορισμένη, γιατί δεν υπήρχε τρόπος μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις και επί έναν αιώνα το φυσικό αέριο παρέμεινε στο περιθώριο της βιομηχανικής εξέλιξης, που βασίστηκε στον άνθρακα, το πετρέλαιο και τον ηλεκτρισμό

Η μέθοδος μεταφοράς φυσικού αερίου με αγωγούς αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1920 και αποτέλεσε ένα σημαντικό στάδιο στη χρήση του αερίου. Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο ακολούθησε μια περίοδος τεράστιας κατανάλωσης, που συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Το 1960 η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου ήταν 470 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα και το 1979 ήταν 1,459 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα. Το 1950 το φυσικό αέριο αποτελούσε το 12% της καταναλισκόμενης παγκοσμίως ενέργειας, ένα ποσοστό που αυξήθηκε σε 14,6% το 1960 και σε 25% το 1980. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (ΔΟΕ) η κατανάλωση φυσικού αερίου θα υπερβεί την κατανάλωση άνθρακα μετά το 2010 και περί το 2030 θα καλύπτει το 1/4 των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών.



## ΟΡΙΣΜΟΣ

Το φυσικό αέριο είναι ένα μίγμα αερίων, κυρίως ελαφρών υδρογονανθράκων αλλά και διαφόρων άλλων σε ελάχιστα όμως ποσοστά. Ευρίσκεται σε κοιλότητες του υπεδάφους τόσο μόνο του όσο και με την παρουσία αργού πετρελαίου. Το κυριότερο συστατικό των ελαφρών υδρογονανθράκων είναι το μεθάνιο ενώ υπάρχουν και οι ολίγον βαρύτεροι υδρογονάνθρακες όπως π.χ αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο κ.λ.π. ενώ από τα υπόλοιπα αέρια το κυριότερο είναι το  $N_2$ ,  $CO_2$ , He,  $H_2S$ ,  $O_2$  και Ar αλλά σε ελάχιστα ποσοστά όπως προαναφέραμε. Επίσης μερικά φυσικά αέρια περιέχουν σε μεγαλύτερο ποσοστό κεκορεσμένους υδρογονάνθρακες παρά μεθάνιο. Συνήθως το φυσικό αέριο που διανέμεται στις πόλεις περιέχει 80%-90% μεθάνιο και το υπόλοιπο αποτελείται κυρίως από αιθάνιο και προπάνιο. Σε σχέση με τα άλλα καύσιμα το φυσικό αέριο ανήκει στη δεύτερη οικογένεια βάσει του δείκτη Wobbe. Ο δείκτης Wobbe δεν είναι τίποτα άλλο παρά η θερμογόνος δύναμη του αερίου (ξηρού) διηρημένου με την τετραγωνική ρίζα της πυκνότητας του αερίου σε σχέση με τον αέρα. Στις άλλες δύο οικογένειες ανήκουν στην μεν πρώτη τα βιομηχανοποιημένα αέρια που παράγονται είτε από άνθρακα είτε από την καταλυτική σχάση της νάφθας στην δε τρίτη είναι το LPG. Η διεργασία για τον σχηματισμό του φυσικού αερίου είναι παρόμοια με αυτή του σχηματισμού του αργού πετρελαίου.

## ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ Φ.Α.

### ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Τα αέρια καύσιμα όπως και τα διάφορα είδη Φυσικού Αερίου είναι κατά κανόνα μίγματα και διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την σύνθεση, δηλαδή την ποσοστιαία αναλογία των καθαρών αερίων συστατικών και τις θερμοφυσικές ιδιότητές τους. Για το λόγο αυτό μια αυστηρά τυποποιημένη ταξινόμηση των αερίων, με βάση την σύνθεσή τους, είναι πολύ δύσκολη. Αντί αυτής έχει επιλεγεί διεθνώς η ομαδοποίηση τους σε «Οικογένειες Αερίων» με βάση την θερμογόνο δύναμή τους δηλαδή την παρεχόμενη ενέργεια κατά την καύση τους. Τα όρια αυτών των «Οικογενειών Αερίων» ορίζονται με βάση τις τιμές του δείκτη Wobbe.

Ο δείκτης Wobbe συνδέεται με την θερμογόνο δύναμη και την σχετική πυκνότητα του αερίου και είναι ο λόγος της απόλυτης πυκνότητας του αερίου προς αυτήν του αέρα, υπό κανονικές φυσικές συνθήκες. Δίνεται δε από την σχέση :  $W=H/d$  σε  $J/Nm^3$ . Ο δείκτης αυτός έχει ιδιαίτερη σημασία για την «εναλλαξιμότητα» των διαφόρων τύπων αερίων στις συσκευές καύσης (ειδικά στους καυστήρες που αποτελούν κατ'εξοχήν εξαρτήματα μετατροπής της χημικής ενέργειας σε θερμική) και είναι ένα μέτρο της «ροής ενέργειας», που εκρέει από το ακροφύσιο ενός καυστήρα.

Διαχωρίζεται σε Ανώτερο Δείκτη Wobbe ( $W_o$ ) και σε Κατώτερο Δείκτη Wobbe ( $W_u$ ) σε αντιστοιχία με την Ανώτερη Θερμογόνο Δύναμη ( $H_o$ ) και την Κατώτερη Θερμογόνο Δύναμη ( $H_u$ ). Είναι προφανές ότι λόγω της εξάρτησης του Δείκτη Wobbe και της Θερμογόνου Δύναμης έχουν τις ίδιες μονάδες :  $J/m^3$  ή  $J/kg$ . Έχουν γενικά επικρατήσει «τέσσερις οικογένειες αερίων» (ωστόσο στην Ελλάδα προβλέπονται τρεις) οι οποίες είναι:

Πρώτη Οικογένεια Αερίων: Συνθετικά και παραγόμενα αέρια καύσιμα.

Σε αυτήν ανήκει το αέριο πόλης και οι τιμές του δείκτη Wobbe κυμαίνονται από 23 – 33  $MJ/m^3$

Δεύτερη Οικογένεια Αερίων: Φυσικά Αέρια.

Στη δεύτερη οικογένεια αερίων υπάγονται όλα τα Φυσικά Αέρια και σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς η συγκεκριμένη οικογένεια υποδιαιρείται στις δυο ομάδες «L» (για το Light) και «H» (για το High). Στην ομάδα L ανήκει το Φ.Α. που προέρχεται από κοιτάσματα πετρελαίου, αντλείται δηλαδή σαν μίγμα πετρελαίου και αερίου και είναι φτωχότερο σε θερμογόνο δύναμη.

Αντίθετα στην ομάδα H υπάγεται το Φ.Α. που προέρχεται από κλειστά κοιτάσματα

αερίου. Το δεύτερο, το Φυσικό Αέριο Η είναι αυτό που έχει επικρατήσει στο δίκτυο της Ευρώπης και προφανώς και στην Ελλάδα. Έτσι, το Ελληνικό Φ.Α. είναι σχεδόν ισοδύναμο ενεργειακά με το Γερμανικό Erdgas Η.

Πίνακας : Θερμοδυναμικές ιδιότητες της δεύτερης οικογένειας αερίων.

Μεγέθη		Ομάδα L	Ομάδα H
Δείκτης Wobbe	$W_0$ , MJ/Nm <sup>3</sup>	37,8 – 46,8	46,1 – 56,5
Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη	$H_0$ , MJ/Nm <sup>3</sup>	30,2 – 47,2	
Επιτρεπόμενη Τοπική Απόκλιση	MJ/Nm <sup>3</sup>	+0,6 / -1,2	+0,7 / -1,4
Σχετική Πυκνότητα	d	0,55 – 0,70	
Πίεση Σύνδεσης	P, mbar	18 -24 , ονομαστική 20	

Τρίτη Οικογένεια Αερίων: Υγραέρια.

Σε αυτή την οικογένεια αερίων ανήκουν τα υγρά προπάνιο ή βουτάνιο ή μίγματα αυτών. Ο δείκτης Wobbe έχει τιμές από 72.4 – 92.4 MJ/m<sup>3</sup>.

Τέταρτη Οικογένεια Αερίων: Μίγματα Φυσικών Αερίων (Δεύτερη κατηγορία) και Υγραερίων (Τρίτη κατηγορία) με αέρα.

### **ΣΥΝΘΕΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ**

Οι αναλογίες των συστατικών του Φυσικού Αερίου διαφέρουν ανάλογα με την προέλευσή του. Καθοριστικός παράγοντας για τη σύστασή ενός Φυσικού Αερίου είναι εάν προέρχεται από αμιγή κοιτάσματα Φ.Α. ή παράγεται ως «συννοδό αέριο» κοιτασμάτων πετρελαίου. Ακόμη δεν πρέπει να συγχέεται με το υγραέριο (προπάνιο, βουτάνιο ή μείγμα), που είναι παράγωγο καύσιμο από τα διυλιστήρια.

Υπάρχουν Φυσικά Αέρια με διαφορετικές συνθέσεις όχι μόνο διεθνώς, αλλά και σε δίκτυα μεταφοράς και διανομής της ίδιας χώρας. Γι' αυτό κρίθηκε σκόπιμη η

εισαγωγή ορισμένων «Τυπικών Φυσικών Αερίων» με συνθέσεις όσο το δυνατόν πλησιέστερες στις συνθέσεις των Φ.Α., που διατίθενται σε μια χώρα. Τούτο είναι αναγκαίο ιδιαίτερα στην Ελλάδα, εξαιτίας της προελεύσεως του από διαφορετικές πηγές, κυρίως την Ρωσία και την Αλγερία.

## **ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ .**

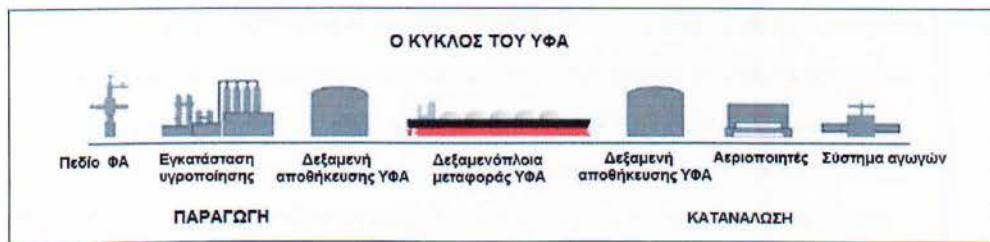
Οι τελευταίες εκτιμήσεις για τα κοιτάσματα φυσικού αερίου είναι ότι παρουσιάζουν αύξηση κατά 12,3 τρισεκατομμύρια m<sup>3</sup> και φθάνουν τα 208,4 τρισεκατομμύρια m<sup>3</sup> τόσο ώστε να ανταποκριθούν σε 63,6 χρόνια παραγωγής. Η μεγάλη αύξηση των αποθεμάτων του Τουρκμενιστάν ανέβασε την αναλογία για την Ευρώπη και την Ευρασία σε 75,9 χρόνια. Η Μέση Ανατολή εξακολουθεί να κατέχει τα μεγαλύτερα αποθέματα (38,4% του παγκόσμιου συνόλου, σε σύγκριση με το 37,8% για την Ευρώπη και την Ευρασία) και αναλογία πάνω από 150 χρόνια. Τα τελευταία χρόνια, το Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (ΥΦΑ) κερδίζει διαρκώς έδαφος στη διεθνή αγορά, καθώς είναι ο πλέον οικονομικός τρόπος για την μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων φυσικού αερίου σε μακρινές αποστάσεις. Τόσο το μέγεθος όσο και η μεταφορική ικανότητα των LNG Carrier έχει αυξηθεί σημαντικά. Ήδη οι νέοι τύποι Q-Flex και Q-Max μπορούν να μεταφέρουν 210.000m<sup>3</sup> και 266.000m<sup>3</sup> αντίστοιχα. Το Μάρτιο του 2010 κυκλοφορούσαν 337 LNG Carrier και ήδη υπάρχουν 140 πλοία υπό παραγγελία.

Σημαντικές θεωρούνται οι θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις του ΥΦΑ. Το Φυσικό Αέριο, ως καύσιμο, έχει δύο ιδιαίτερα σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με το πετρέλαιο ντίζελ και το μαζούτ. Εκτός του ότι παρουσιάζει αυξημένο βαθμό απόδοσης κατά την καύση του και συνεπώς επιτυγχάνεται ανάλογη εξοικονόμηση ενέργειας κατά την παραγωγή της θερμικής ενέργειας, αφετέρου οι εκπομπές αερίων ρύπων που προκύπτουν κατά την καύση του είναι σημαντικά χαμηλότερες από αυτές που προκύπτουν κατά την καύση του πετρελαίου και του μαζούτ. Παράλληλα, αντικαθιστά τα συμβατικά αέρια καύσιμα με άμεσο αντίκτυπο όχι μόνο στην κοινωνία αλλά και στην εθνική οικονομία κάθε χώρας. Η ανάπτυξη και η δυναμική που εμφανίζουν τα τελευταία χρόνια τα έργα προσωρινής αποθήκευσης ΥΦΑ, τροφοδοτούνται από το γενικότερο πνεύμα της αιεφόρου ανάπτυξης που καθορίζει σε στρατηγικό επίπεδο τις επιλογές του σύγχρονου κόσμου και αποτελεί στόχο της παγκόσμιας ενεργειακής πολιτικής για τα επόμενα χρόνια. Σκοπός είναι, η προμήθεια φυσικού αερίου με υιοθέτηση όχι μόνο υψηλής τεχνολογίας και καινοτομίας, αλλά και ο σεβασμός στο περιβάλλον ενισχύοντας την ενεργειακή ασφάλεια. Για την καλύτερη κατανόηση της αλυσίδας του ΥΦΑ και φόρτωσης απαερίων στις

δεξαμενές των πλοίων LNG, γίνεται μία αναφορά της τεχνολογίας και της αλυσίδας του LNG.

### **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.**

Η έννοια της Υγροποίησης περιγράφει τη διαδικασία της ψύξης του Φυσικού Αερίου σε  $-162^{\circ}\text{C}(-259^{\circ}\text{F})$  και μετατροπή του σε υγρά μορφή. Από το 1964, η παραγωγή, εξαγωγή, εισαγωγή και διανομή του ΥΦΑ ακολουθεί μία σειρά διαδικασιών που απεικονίζονται στο παρακάτω σχήμα



Η αλυσίδα ΥΦΑ: Εξόρυξη, Επεξεργασία, Μεταφορά, Αποθήκευση – Επαναεριοποίηση και Κατανάλωση.

### **ΦΑΣΗ ΕΞΟΡΥΞΗΣ.**

Η Εξόρυξη του Φυσικού Αερίου από την επιφάνεια της γης είναι το πρώτο βήμα της διαδικασίας. Η πλειοψηφία των προμηθειών εξαγωγής στον κόσμο είναι χώρες με μεγάλα κοιτάσματα φυσικού αερίου. Οι χώρες αυτές είναι:

Αλγερία, Αυστραλία, Ινδονησία, Μαλαισία, Νιγηρία, Κατάρ, Τρινιντάντ, Μπρουνέι, Νορβηγία, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, Ρωσία, Υεμένη. Άλλες χώρες μπορούν να παράγουν επίσης φυσικό αέριο για οικιακή χρήση, όπως οι ΗΠΑ, αλλά στερούνται επαρκούς εφοδιασμού για την εξαγωγή μεγάλης κλίμακας. Σε περιπτώσεις στις οποίες ο εγχώριος εφοδιασμός με φυσικό αέριο είναι ανεπαρκής για να ανταποκριθεί στο εσωτερικό κάθε χώρας, η ζήτηση υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι εισαγόμενη. Στη φάση της εξόρυξης, μία ομάδα από ειδικούς γεωλόγους και γεωφυσικούς που έχει εντοπίσει εμπορικά βιώσιμες ποσότητες φυσικού αερίου, διενεργεί drilling και το επόμενο βήμα είναι η εξαγωγή του από το έδαφος και η επεξεργασία του. Το φυσικό αέριο που εξάγεται από το έδαφος ονομάζεται 'FEED'. Αυτό περιέχει και πετρέλαιο το οποίο είναι άχρηστο και στέλνεται για καύση. Η τελική ποσότητα είναι ικανή για χρησιμοποίησή του ως ΥΦΑ. Είναι σημαντικό το γεγονός ότι το ακατέργαστο φυσικό αέριο πρέπει να καθαριστεί προτού καταναλωθεί. Συσχετίζεται με μία ποικιλία από

άλλες ενώσεις και αέρια όπως αιθάνιο( $C_2H_6$ ),προπάνιο( $C_3H_8$ ),βουτάνιο( $C_4H_{10}$ ), πεντάνια( $C_5H_{12}$ ),υδρόθειο( $H_2S$ ), διοξείδιο του άνθρακα( $CO_2$ ),ήλιο(HE),και το άζωτο( $N_2$ ),καθώς και πετρέλαιο(μίγμα $C_xH_y$ )και νερό( $H_2O$ ),το οποίο πρέπει να αφαιρεθεί κατά την διάρκεια της παραγωγής πριν από την υγροποίηση.

### **ΦΑΣΗ ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΗΣ.**

Το επόμενο στάδιο μετά την εξόρυξη είναι αυτό της επεξεργασίας για ρευστοποίηση – υγροποίηση.Το δεύτερο βήμα λοιπόν στην αλυσίδα της διαδικασίας είναι ο καθαρισμός του φυσικού αερίου στο εργοστάσιο.Μία σειρά επεξεργασιών επιτρέπει το διαχωρισμό και την αφαίρεση των διαφόρων ξένων ουσιών του φυσικού αερίου πριν την υγροποίηση.Σκοπός είναι να φορτωθεί ως ΥΦΑ σε δεξαμενόπλοια και να παραδίνονται στον τελικό χρήστη με υψηλής ποιότητας χαρακτηριστικά (85% έως 99% μεθάνιο βαρύτεροι υδρογονάνθρακες και άλλες ουσίες που δεν αφαιρούνται κατά την διάρκεια της επεξεργασίας). Πιο συγκεκριμένα,το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό εξάγονται στο προηγούμενο στάδιο της υγροποίησης,γιατί προκαλούν βλάβη στις εγκαταστάσεις υγροποίησης με κατάψυξη.Οι βαρύτεροι υδρογονάνθρακες διαχωρίζονται από το μεθάνιο και πωλούνται ως πρώτες ύλες στη βιομηχανία πετροχημικών ή σαν καύσιμο.Μετά την επεξεργασία το φυσικό αέριο (αέριο) υποβάλλεται σε υγροποίηση στο εσωτερικό της εγκατάστασης.Μετατρέπεται σε υγρή μορφή και αποτελείται σχεδόν εξ' ολοκλήρου από μεθάνιο σε αυτό το σημείο.Για να αποκτήσει μέγιστη μείωση όγκου,το αέριο υγροποιείται μέσω της εφαρμογής της τεχνολογίας ψύξης που καθιστά δυνατή την ψύξη του αερίου σε θερμοκρασία περίπου  $-162^{\circ}C$  ( $-59^{\circ}F$ ).Σ' αυτό το σημείο, το υγροποιημένο φυσικό αέριο είναι ένα μη διαβρωτικό υγρό,το οποίο είναι άχρωμο σαν το νερό,αλλά ζυγίζει περίπου το μισό του νερού.Ένας όγκος του υγροποιημένου φυσικού αερίου ισούται με 600 όγκους φυσικού αερίου σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας ( $15,6^{\circ}C$  /  $60^{\circ}F$ ) και ατμοσφαιρική πίεση.Αυτή η αναλογία του υγρού φυσικού αερίου (LNG) με το αέριο το καθιστά οικονομικά ελκυστικό για τη μεταφορά χύμα ποσοτήτων με πλοίο ή φορτηγό.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### 1.1 ΣΤΑΘΜΟΣ ΥΦΑ ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΡΕΒΥΘΟΥΣΑ

Πρωταγωνιστικό ρόλο στην αγορά φυσικού αερίου της Μεσογείου και των Βαλκανίων ανέλαβε η Ελλάδα το 1999, με την πραγματοποίηση κατάλληλων επενδύσεων στον τομέα της ενέργειας και πιο συγκεκριμένα στην κατασκευή του τερματικού σταθμού στη Νήσο Ρεβυθούσα. Ο Τερματικός Σταθμός Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (Υ.Φ.Α.) Ρεβυθούσας αποτελεί μία από τις σημαντικότερες εθνικές υποδομές της χώρας μας. Συγκαταλέγεται στους δεκατρείς (13) αντίστοιχους σταθμούς ΥΦΑ, που λειτουργούν σήμερα σε όλο το χώρο της Μεσογείου και της Ευρώπης. Ο σταθμός είναι εγκατεστημένος στη νήσο Ρεβυθούσα, 500 μέτρα περίπου από την ακτή της Αγίας Τριάδας, στον κόλπο Πάχης Μεγάρων, 45 χλμ. δυτικά της Αθήνας. Ο σταθμός ΥΦΑ σχεδιάστηκε και λειτουργεί, σύμφωνα με τις αυστηρότερες προδιαγραφές ασφαλείας τόσο για τους εργαζομένους στο νησί όσο και για τους κατοίκους των γύρω περιοχών. Η τεχνολογία επεξεργασίας του ΥΦΑ που χρησιμοποιείται τηρεί αυστηρά την Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία. Η διατήρηση των υψηλών προδιαγραφών ασφαλείας και σεβασμού προς το περιβάλλον ελέγχονται και πιστοποιούνται διαρκώς από ανεξάρτητους φορείς, καθώς ο σταθμός είναι πιστοποιημένος κατά τα πρότυπα OHSAS 18001 και ISO 14001. Στα δέκα τρία χρόνια λειτουργίας του έχουν παραληφθεί 390 φορτία υγροποιημένου φυσικού αερίου (ΥΦΑ), που φθάνουν στη Ελλάδα με δεξαμενόπλοια και αποθηκεύονται προσωρινά στις δύο δεξαμενές συνολικής χωρητικότητας 130.000 m<sup>3</sup> ΥΦΑ και στη συνέχεια, στις ειδικές εγκαταστάσεις αεριοποίησης του Σταθμού, το ΥΦΑ μετατρέπεται ξανά σε αέριο και τροφοδοτεί το Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Φυσικού Αερίου. Η εγκατάσταση ΥΦΑ κατέστη λειτουργική το έτος 2000. Το πρώτο πλοίο το οποίο προσέγγισε ήταν το CENTURY, που μετέφερε περίπου 30.000 m<sup>3</sup> υγροποιημένο φυσικό αέριο, αλγέρινης καταγωγής. Στις αρχές του 2008, ολοκληρώθηκε η φάση επέκτασης της εγκατάστασης με αποτέλεσμα την αύξηση της δυναμικότητας αεριοποίησης και την αύξηση της δυναμικότητας έγχυσης του φορτίου, από πλοίο μεταφοράς ΥΦΑ. (ΔΕΣΦΑ 2013). Ο Τερματικός Σταθμός ΥΦΑ αποτελεί ένα σπουδαίο ενεργειακό κεφάλαιο για την Ελλάδα, αφού παρέχει ασφάλεια ενεργειακής τροφοδοσίας, λειτουργική ευελιξία στο σύστημα μεταφοράς και αυξημένη δυνατότητα κάλυψης αιχμακίων απαιτήσεων της αγοράς Φυσικού Αερίου.



## 1.2 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.

Ο Τερματικός σταθμός ΥΦΑ της Ρεβυθούσας χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την αποθήκευση του μεταφερομένου ΥΦΑ και την επαναεριοποίηση αυτού, προκειμένου να δοθεί στην κατανάλωση. Το ΥΦΑ εκφορτώνεται από το ειδικό πλοίο (μεταφοράς ΥΦΑ) με το οποίο μεταφέρεται από την Αλγερία ή άλλους προμηθευτές της διεθνούς αγοράς. Το ΥΦΑ εκφορτώνεται με τη βοήθεια ειδικών βραχιόνων εκφόρτωσης και διοχετεύεται στις δεξαμενές αποθήκευσης. Με την βοήθεια εμβυθισμένων αντλιών αντλείται από τις δεξαμενές αποθήκευσης και οδηγείται προς το σύστημα των αεριοποιητών, αφού θα έχει προηγουμένως αποκτήσει με την βοήθεια των εξωτερικών αντλιών (High Pressure Send out Pumps) την απαιτούμενη πίεση για την μεταφορά του. Αφού αεριοποιηθεί το ΥΦΑ, διοχετεύεται στο δίκτυο μεταφοράς ως ΦΑ, και από εκεί στα δίκτυα διανομής για κατανάλωση.

### 1.3 ΠΛΟΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.

1. Ο ρυθμός σχεδιασμού boil-off (για καθαρό μεθάνιο) λαμβάνεται ως εξής:  
Μέγιστη τιμή : 0,25% του πλήρους περιεχομένου του πλοίου ανά ημέρα.  
Κανονική τιμή : 0,15% του πλήρους περιεχομένου του πλοίου ανά ημέρα.
2. Ο σχεδιασμός του συστήματος μεταφοράς ατμών ΥΦΑ του σταθμού βασίζεται σε πίεση κορεσμού 175 mbarg (max) του ΥΦΑ στο πλοίο μεταφοράς. Η δυναμικότητα του πυρσού του σταθμού είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει εκφόρτωση του ΥΦΑ με πίεση κορεσμού 250 mbarg.
3. Η συνήθης χωρητικότητα των πλοίων μεταφοράς ΥΦΑ που εξυπηρετούνται στον τερματικό σταθμό της Ρεβυθούσας είναι 75.000 m<sup>3</sup>. Μελλοντικά αναμένεται να πραγματοποιηθεί επιπλέον επέκταση των εγκαταστάσεων εκφόρτωσης οι οποίες θα επιτρέψουν στο σταθμό να δέχεται πλοία με χωρητικότητα 180.000 m<sup>3</sup> ή μεγαλύτερης χωρητικότητας. Γενικά, το μεγαλύτερο μέγεθος του μεταφορικού πλοίου που μπορεί να εξυπηρετηθεί, δεν εξαρτάται από τον όγκο του φορτίου αλλά από την μορφή της προβλήτας και τις διαστάσεις του πλοίου. Για την συμβατότητα των πλοίων με την υφιστάμενη προβλήτα υπάρχει αναλυτική διαδικασία.
4. Στην πρώτη επέκταση αυξήθηκε ο ρυθμός εκφόρτωσης των πλοίων από τα 3.500 m<sup>3</sup>/h στα 7.250 m<sup>3</sup>/h μέσω των 2 υφιστάμενων γραμμών (1.750 m<sup>3</sup>/h η κάθε μία) και μιας νέας 3.750 m<sup>3</sup>/h.
5. Το θερμικό φορτίο που παράγεται στις αντλίες φόρτωσης κατά την εκφόρτωση

μπορεί να αυξήσει την πίεση κορεσμού του ΥΦΑ που εκφορτώνεται κατά το πολύ 62mbar.

6. Σε κάθε εκφόρτωση εκφορτώνει μόνο ένα πλοίο.

7. Η διαχείριση του boil-off του πλοίου όταν είναι ελλιμενισμένο μπορεί να γίνει είτε από το σύστημα επανυγροποίησης, είτε από το σύστημα steam dump του πλοίου. Σε περιπτώσεις που το ελλιμενισμένο πλοίο δεν μπορεί να διαχειριστεί το δικό του boil off, ο σταθμός είναι σχεδιασμένος ώστε να οδηγείται ο ατμός ΥΦΑ από το πλοίο στην ακτή και να επανυγροποιείται ή να διατίθεται στο σύστημα αερίου καυσίμου των εγκαταστάσεων. Ο σχεδιασμός έχει βασισθεί στο ότι δεν υπάρχει στο πλοίο σύστημα προώθησης των ατμών από αυτό στην ακτή.

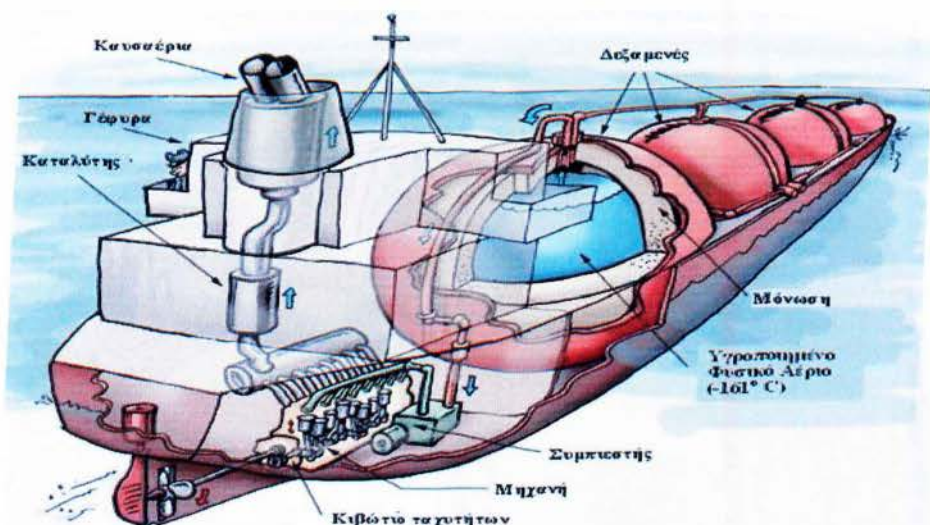
8. Κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης, προωθούνται στο πλοίο ατμοί ΥΦΑ, για να διατηρηθεί σταθερή η πίεση των δεξαμενών του πλοίου. Οι ατμοί αυτοί πριν οδηγηθούν στο πλοίο διέρχονται από διαχωριστή σταγονιδίων (knock out drum) που είναι εγκατεστημένος στην προβλήτα εκφόρτωσης.

9. Έχει εγκατασταθεί η δυνατότητα εφεδρικής επιστροφής των ατμών, δεδομένου ότι ο βραχίονας Z-3101 B έχει εγκατασταθεί για διπλή λειτουργία (εκφόρτωσης υγρού και επιστροφής ατμών).

10. Η εκφόρτωση πλοίου ΥΦΑ εκτιμάται σε 30 φορές τον χρόνο στα πρώτα χρόνια λειτουργίας του σταθμού, φθάνοντας τις περίπου 50 φορές το χρόνο ανάλογα με το μέγεθος του πλοίου το έτος 2019.

11. Ο χρόνος εκφόρτωσης του πλοίου θα καθοριστεί λαμβάνοντας υπόψη τον μέγιστο ρυθμό εκφόρτωσης 7.250 m<sup>3</sup>/h και ένα περιθώριο 30 min για την έναρξη και τη διακοπή λειτουργίας των αντλιών του πλοίου.

12. Κατά την εκφόρτωση του πλοίου, η επιστροφή ατμού από τον σταθμό στο πλοίο θα γίνεται με βάση τη διαφορά πίεσης. Μια διαφορά πίεσης τουλάχιστον 75 mbarg (π.χ. οι δεξαμενές των πλοίων σε 175 mbarg και οι δεξαμενές αποθήκευσης σε 250 mbarg) διατηρείται για αποφυγή απότομης παραγωγής ατμών ΥΦΑ και για να οδηγείται ο ατμός πίσω στο πλοίο.



Υπάρχουν τρεις τύποι δεξαμενοπλοίων ΥΦΑ:

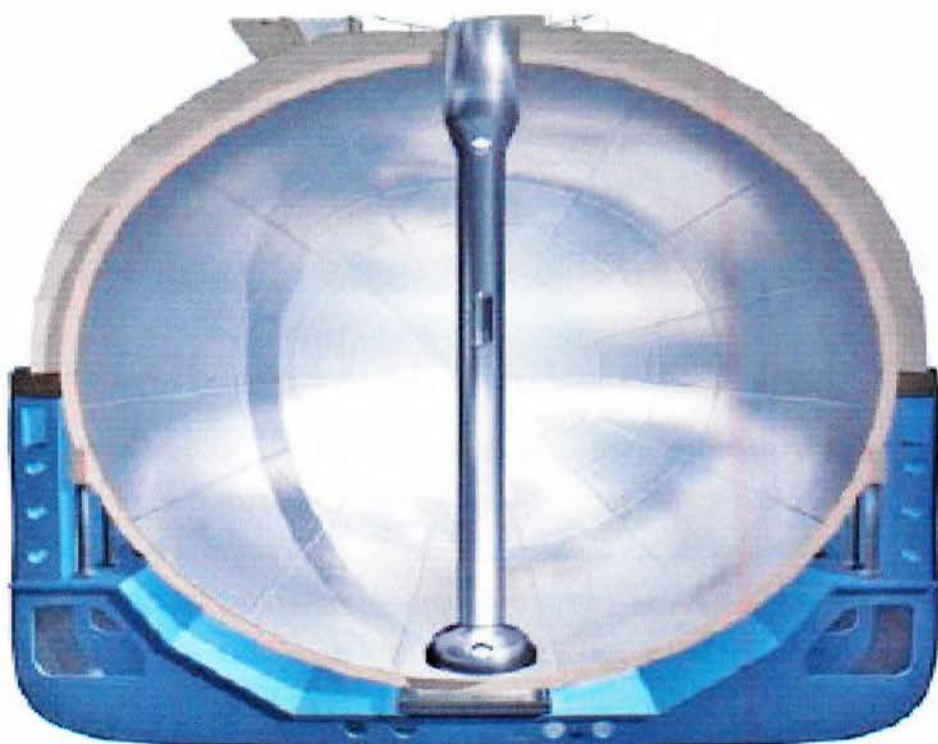
Εικόνα 1.1 Σφαιρικού (Moss) σχεδιασμού (44%).

Εικόνα 1.2 Σχεδιασμού μεμβράνης (51%).

Διαρθρωτικού πρισματικού σχεδιασμού (5%). Η διαφορά υφίσταται στη διατομή της δεξαμενής.



Εικόνα 1.1 LNG Carrier, σφαιρικού (Moss) σχεδιασμού.



Τομή δεξαμενής τύπου Moss, φορτηγού πλοίου.



Εικόνα 1.2 Σχεδιασμού μεμβράνης, τύπου Q-Max.

Τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς ΥΦΑ έχουν μήκος μέχρι 300 μέτρα μήκος, 46 μέτρα πλάτος και απαιτούν ένα ελάχιστο βάθος υδάτων 12 μέτρα όταν είναι πλήρως φορτωμένα. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν 155 δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν περισσότερο από 120 εκατ. τόνους υγροποιημένου φυσικού αερίου ανά έτος. Οι δεξαμενές ενός πλοίου μεταφοράς ΥΦΑ χωρίζονται γενικά σε τρία μέρη. Το πρώτο μέρος το οποίο και καλείται 'πρώτο διάφραγμα', το δεύτερο μέρος το οποίο περιλαμβάνει 'την μόνωση' και το τρίτο μέρος το οποίο καλείται 'δεύτερο διάφραγμα'. Στο 'πρώτο διάφραγμα' περιέχεται το ΥΦΑ. Συνήθως είναι κατασκευασμένο από κράματα αλουμινίου ή χάλυβα με 9% νίκελ. Σαν 'μόνωση' έχουν χρησιμοποιηθεί μια σειρά από διαφορετικά υλικά όπως βασάλτης, περλίτης, πολυουρεθάνη, πολυστηρένιο και fiber glass πλύν όμως τελευταία διαδεδομένα εξακολουθούν να παραμένουν ο βασάλτης και ο περλίτης. Το 'δεύτερο διάφραγμα' πρέπει να μην επιτρέπει τη μεταφορά ποσοτήτων θερμότητας κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού έτσι ώστε να μην έχουμε μεγάλες ποσότητες απαερίων και να μπορεί να συγκρατεί το ΥΦΑ σε περίπτωση διαρροής από το εσωτερικό διάφραγμα. Invar, κράματα αλουμινίου, χάλυβας και άλλα υλικά έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς. Θα ήταν ενδιαφέρον να αναφέρουμε ότι κατά καιρούς έχει προταθεί η κατασκευή ενός πλοίου από σκυροδέμα. Το φτηνό κόστος κατασκευής του και οι καλές κρυογενικές ιδιότητες του σκυροδέματος σαν 'δεύτερο διάφραγμα' έχουν προβληματίσει κατά καιρούς τους ναυπηγούς.

#### 1.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ

Ας περιγράψουμε λοιπόν την διαδικασία σ' ένα τερματικό σταθμό και ας υποθέσουμε ότι ο τερματικός αυτός σταθμός αποθηκεύει φυσικό αέριο από την Αλγερία. Το πλοίο καταφθάνει στο σταθμό με ενδεδειγμένη σύσταση και με μέγιστη πίεση κορεσμού περί τα 175 mbarg. Ο σταθμός είναι σχεδιασμένος να μπορεί να εκφορτώνει ένα μόνο πλοίο και σε μια μόνο δεξαμενή κάθε φορά. Πρέπει να είναι γνωστή η σύσταση πριν και μετά διότι παίζει σημασία στη διαστασιολόγηση του εξοπλισμού. Το ΥΦΑ μέσω των αντλιών του πλοίου μεταφέρεται στις δυο δεξαμενές του σταθμού (P-3201 A/B), το ΥΦΑ οδεύει σε δύο παράλληλες γραμμές οι οποίες εν συνεχεία ενώνονται σε μια γραμμή η οποία τέλος ενώνεται με την κύρια γραμμή εκφόρτωσης κοντά στις δύο δεξαμενές. Κατά τη διάκεια κανονικής λειτουργίας μέρος του ΥΦΑ που αντλείται από τις δεξαμενές προς τις αντλίες υψηλής πίεσης οδεύει προς μια γραμμή ανακυκλοφορίας, εν συνεχεία προς την προβλήτα και από εκεί προς τις γραμμές εκφορτώσεως για να τις διατηρεί πάντα ψυχρές κατά τα διαστήματα μεταξύ των εκφορτώσεων. Πριν την άφιξη του πλοίου η πίεση εντός των δεξαμενών είναι χαμηλότερη εκείνης του πλοίου. Εν τούτοις πριν την εκφόρτωση του πλοίου, τα απαέρια του πλοίου θα πρέπει να οδεύουν μέσω ενός άλλου βραχίονα (Z-3102) προς την ξηρά. Το αν θα πηγαίνουν προς την δεξαμενή ή τον πυρσό εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Η διαδικασία εκφόρτωσης θα μπορούσε να συνοψισθεί ως εξής: Κατά το αρχικό στάδιο της εκφόρτωσης, ΥΦΑ από το πλοίο χρησιμεύει για την ψύξη των βραχιόνων εκφόρτωσης και των βοηθητικών εξοπλισμών. Όταν συμπληρωθεί η διαδικασία ψύξης τότε το ΥΦΑ αντλείται με αυξανόμενο ρυθμό μέχρι την μέγιστη παροχή. Ο ολικός χρόνος από το ξεκίνημα των αντλιών έως τη μέγιστη ροή υπολογίζεται σε 30 λεπτά. Η άντληση συνεχίζεται έως περίπου το άδειασμα των δεξαμενών του πλοίου. Ο ολικός χρόνος για την ολική διαδικασία εκφόρτωσης είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων και κυρίως της μελέτης ασφάλειας εάν ο σταθμός ευρίσκεται πλησίον κατοικημένης περιοχής.

1. Το ΥΦΑ που εκφορτώνεται από την προβλήτα αναμειγνύεται και μετά μοιράζεται στις δύο γραμμές εκφόρτωσης 20", μία ανά δεξαμενή. Ως μέρος της 2ης επέκτασης του τερματικού σταθμού, παρέχεται και μία 3η γραμμή 20" για την εκφόρτωση του ΥΦΑ στην νέα δεξαμενή P-3201 C. Υπάρχει η δυνατότητα εκφόρτωσης του ΥΦΑ σε μία, δύο ή τρεις δεξαμενές ταυτόχρονα.

2. Στο τέλος της εκφόρτωσης, το ΥΦΑ που θα περιέχεται μέσα στους βραχίονες εκφόρτωσης θα οδηγείται με την βοήθεια αερίου αζώτου υπό πίεση πίσω στο πλοίο και μετά στο δοχείο διαχωρισμού φάσεων (knock out drum).
3. Οι γραμμές εκφόρτωσης διατηρούνται κρύες με ανακυκλοφορία ΥΦΑ. Υγρό Φυσικό Αέριο από τις εγκαταστάσεις οδηγείται μέσω γραμμής ανακυκλοφορίας στην προβλήτα, περνά από τις γραμμές εκφόρτωσης τις οποίες ψύχει και μετά επιστρέφει στις εγκαταστάσεις.
4. Ο σχεδιασμός των σωληνώσεων επιτρέπει την μεταφορά ΥΦΑ από τις δεξαμενές της ακτής στο πλοίο με μέγιστη παροχή περίπου  $800 \text{ m}^3/\text{h}$ .



Εκφόρτωση Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου στη προβλήτα της Ρεβουθούσας.



Υπάρχουν δύο βραχίονες εκφόρτωσης ΥΦΑ, 12" με συνολικό ρυθμό ροής 3.500 m<sup>3</sup>/hr συν το βραχίονα επιστροφής ατμών 7100 Nm<sup>3</sup>, ένας ακόμη διπλός βραχίονας 20" με ρυθμό ροής 3750 m<sup>3</sup>/hr. Συνολικό ποσοστό εκφόρτωσης: 7250 m<sup>3</sup>/hr.





**Εκφόρτωση ΥΦΑ μέσω αγωγών στη μία εκ των δύο δεξαμενών που διακρίνεται στο βάθος.**

### **1.5 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΥΦΑ**

Δύο δεξαμενές ιδίων χαρακτηριστικών (διπλού κελύφους και υπόγειες), με συνολική χωρητικότητα λειτουργίας  $65.000 \text{ m}^3$  η καθεμία, είναι ήδη εγκατεστημένες στον τερματικό σταθμό. Σαν μέρος της 2ης επέκτασης του τερματικού, θα εγκατασταθεί και 3η δεξαμενή διπλού κελύφους με χωρητικότητα λειτουργίας  $95.000 \text{ m}^3$ .

Όλες οι συνδέσεις για το γέμισμα και άδειασμα των δεξαμενών γίνονται από την οροφή τους. Κάθε δεξαμενή αποτελείται από δύο δοχεία, το εξωτερικό και το εσωτερικό, τα οποία είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να αντέχει το καθένα μόνο του το αποθηκευμένο υγρό. Στο εσωτερικό δοχείο αποθηκεύεται το ΥΦΑ κάτω από κανονικές συνθήκες λειτουργίας. Το εξωτερικό δοχείο είναι σχεδιασμένο να αντέχει το ΥΦΑ που προκύπτει σε περίπτωση διαρροής από το εσωτερικό δοχείο.

Η πίεση σχεδιασμού των δεξαμενών είναι 290 mbar. Ο ρυθμός θερμικής διαρροής προβλέπεται να είναι του ύψους 0,075% ημερησίως του περιεχομένου μιας πλήρως γεμάτης δεξαμενής. Κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης οι δεξαμενές διατηρούνται σε πίεση περίπου 250 mbar. Το ΥΦΑ θα εκφορτώνεται με πίεση κορεσμού 175 mbar και θα γίνεται ανάκτηση όλων των ατμών ΥΦΑ που θα δημιουργούνται κατά την



## 1.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΤΜΟΥ (ΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ ΠΛΟΙΟΥ)

1. Σε κανονικές συνθήκες, για την διαχείριση των ατμών (boil-off), που παράγονται κατά την εκφόρτωση του ΥΦΑ από το πλοίο, χρησιμοποιούνται και οι δύο συμπιεστές του συστήματος ανάκτησης ατμών ΥΦΑ. Μετά την ψύξη της γραμμής ατμών ΥΦΑ, ενδεχόμενα ο ένας από τους συμπιεστές θα τίθεται εκτός λειτουργίας.

2. Υπάρχει και τρίτος συμπιεστής διαχείρισης των ατμών, που είναι εφεδρικός για τους δύο βασικούς συμπιεστές. Η τοποθέτηση αυτού έγινε για να καλυφθούν οι αυξημένες απαιτήσεις συντήρησης λόγω της αύξησης στην συχνότητα των δρομολογίων που αναμένεται εξαιτίας της εγκατάστασης της τρίτης δεξαμενής.

3. Ο παραγόμενος ατμός ΥΦΑ οδηγείται με σειρά προτεραιότητας :

α. Στο πλοίο → β. Στον επανασυμπυκνωτή  
γ. Στο δίκτυο αερίου καυσίμου των εγκαταστάσεων → δ. Στον πυρσό

4. Κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης ΥΦΑ, απαιτείται μια ελάχιστη τροφοδοσία ΥΦΑ  $65 \text{ m}^3/\text{h}$  στον επανασυμπυκνωτή ώστε να επανασυμπυκνώνεται όλος ο ατμός που παράγεται κατά την εκφόρτωση.

## 1.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΤΜΟΥ (ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ)

1. Κατά την κανονική λειτουργία, ελάχιστη ποσότητα ΥΦΑ απαιτείται για την επανασυμπύκνωση όλου του παραγόμενου ατμού από τις δεξαμενές. Η παροχή του ΥΦΑ στον επανασυμπυκνωτή είναι  $49 \text{ m}^3/\text{h}$  και με την προσθήκη της τρίτης δεξαμενής αναμένεται να διπλασιαστεί στα  $98 \text{ m}^3/\text{h}$ . Η πραγματική παροχή του ΥΦΑ για τη συμπύκνωση θα επιβεβαιωθεί χρησιμοποιώντας την προβλεπόμενη τιμή παραγόμενου ατμού που θα υπολογίσει ο κατασκευαστής της δεξαμενής κατά τον σχεδιασμό της.

2. Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας, χρειάζεται μόνο ένας συμπιεστής ατμών boil-off για την διαχείριση του boil-off από τις δύο δεξαμενές. Αυτό θα πρέπει να επιβεβαιωθεί χρησιμοποιώντας την προβλεπόμενη τιμή παραγόμενου ατμού που θα υπολογίσει ο κατασκευαστής της δεξαμενής κατά τον σχεδιασμό της. Μετά την εκφόρτωση του πλοίου η πίεση στην δεξαμενή θα πλησιάσει την μέγιστη πίεση κανονικής λειτουργίας. Τότε θα λειτουργήσουν και οι δύο συμπιεστές για να μειωθεί η πίεση της δεξαμενής στα επίπεδα κανονικής λειτουργίας.

3. Στην αναρρόφηση του συμπιεστή εγκαθίσταται αφυπερθερμαντής (desuper heater). Οι προς ψύξη ατμοί έρχονται σε επαφή με ψυχρό ΥΦΑ, το οποίο εκτονώνεται

με injection. Το εξερχόμενο από τον αφυπερθερμαντή ρεύμα είναι μίγμα ατμών και ΥΦΑ σε ισορροπία, το οποίο οδηγείται σε διαχωριστή φάσεων ατμών – υγρού (knock out drum).

4. Το διαχωριζόμενο αέριο ΥΦΑ οδηγείται στον συμπιεστή για ακόλουθη ψύξη της εγκατάστασης. Η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται στο αρχικό ξεκίνημα (start-up) της εγκατάστασης. Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας εκτιμάται ότι ο αφυπερθερμαντής δεν θα χρησιμοποιείται σε συνεχή βάση.

## **1.8 ΑΝΤΛΗΣΗ ΚΑΙ ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ.**

Το Υ.Φ.Α. από τις δεξαμενές αποθήκευσης αντλείται σε εγκαταστάσεις αεριοποίησης και σε αέρια φάση θα τροφοδοτεί το Εθνικό δίκτυο μεταφοράς. Η πίεση Φ.Α. στην είσοδο του δικτύου θα πρέπει να υπερκαλύπτει τις πτώσεις πίεσεως του δικτύου. Οι καταναλωτές παραλαμβάνουν το Φ.Α. στις απαιτούμενες από το σχεδιασμό των εγκαταστάσεών τους πιέσεις. Η υψηλή πίεση θεωρητικά μπορεί να επιτευχθεί είτε κατά την άντληση του Υ.Φ.Α. πριν τους αεριοποιητές με αντλίες υψηλής πίεσης, ή με συμπίεση από αεριοσυμπιεστές στην αέρια φάση. Η μέσω αντλιών επίτευξη της προτιμάται για οικονομικούς λόγους γιατί η ενέργεια που απαιτείται για τη συμπίεση Φ.Α. (σε αέρια φάση) είναι 30 φορές περίπου μεγαλύτερη. Στην εγκατάσταση της Ρεβυθούσας ακολουθείται το πρώτο λειτουργικό σχήμα.

### **1.8.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΛΗΣΗΣ.**

Η άντληση του Υ.Φ.Α. από τις δεξαμενές και η τροφοδότησή του στο σύστημα αεριοποίησης επιτυγχάνεται σε δύο στάδια:

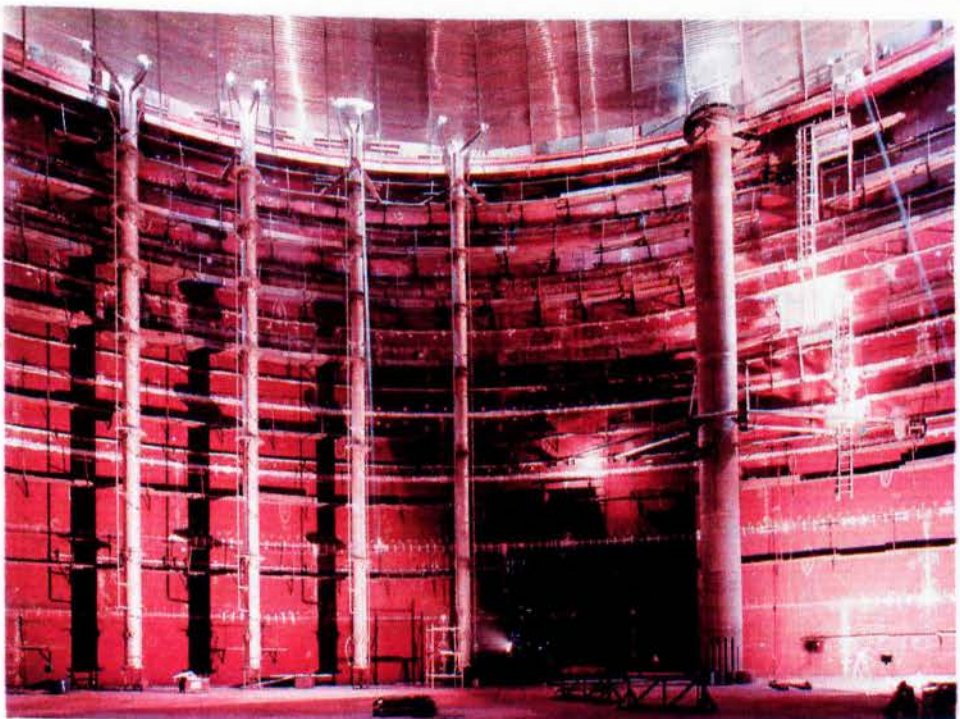
- α. με εμβαπτιζόμενες στις δεξαμενές αντλίες χαμηλής πίεσης και
- β. με αντλίες υψηλής πίεσης σε σειρά με τις προηγούμενες.

Με της χαμηλής πίεσης εμβαπτιζόμενες αντλίες (J-3201 A/K) θα επιτυγχάνεται πίεση εξόδου στα 10 περίπου barg, ενώ με τις υψηλής πίεσης αντλίες το Υ.Φ.Α. θα συμπιέζεται στην απαιτούμενη για το δίκτυο πίεση. Οι εμβαπτιζόμενες αντλίες προσφέρουν μεγαλύτερη ασφάλεια στις εγκαταστάσεις, προστατεύοντας ταυτόχρονα το περιβάλλον, γιατί εξαλείφονται οι κίνδυνοι μεγάλης διαρροής Υ.Φ.Α. από ρήγμα στις σωληνώσεις σύνδεσης των δεξαμενών αποθήκευσης, επειδή και αυτές εξέρχονται από την οροφή των δεξαμενών. Το ΥΦΑ μετά τις αντλίες χαμηλής πίεσης διέρχεται από τον επανασυμπυκνωτή (0-3102) των απαερίων ΥΦΑ, όπου συμπυκνώνονται αυτά. Ο επανασυμπυκνωτής επιπλέον λειτουργεί και ως δοχείο τροφοδότησης των αντλιών υψηλής πίεσης και έχει σχεδιασθεί για ρυθμούς

τροφοδοσίας αγωγού ΦΑ μέχρι και  $831 \text{ m}^3/\text{h}$  ΥΦΑ. Οι αντλίες υψηλής πίεσης (J-3101, J-3102, J-3103), καταθλίβουν μεταξύ 67-82 περίπου barg και θα τροφοδοτούν τους αεριοποιητές και στη συνέχεια το δίκτυο μεταφοράς (μέσω ζεύγους υποθαλάσσιων αγωγών από τη Ρεβουθούσα στο απέναντι ακρωτήριο). Έχουν προβλεφθεί δύο αγωγοί, ώστε να εξασφαλίζεται πάντοτε η τροφοδότηση του δικτύου, ακόμη και σε περίπτωση βλάβης ή διακοπής λειτουργίας του ενός αγωγού για προληπτικό έλεγχο και συντήρηση. Τρία ζεύγη αντλιών υψηλής πίεσης έχουν εγκατασταθεί. Το ένα ζεύγος καλύπτει κανονικούς ρυθμούς ζήτησης του δικτύου και τα άλλα δύο ζεύγη καλύπτουν τις αυξημένες ανάγκες ζήτησης του δικτύου σε περιπτώσεις αιχμής.

### 1.8.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΥΦΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

1. Σε κάθε μία από τις δύο υφιστάμενες δεξαμενές υπάρχουν τέσσερις αντλίες χαμηλής πίεσης ενώ προβλέπεται να εγκατασταθούν άλλες τέσσερις στη νέα δεξαμενή. Συνολικά μετά την 2η επέκταση θα υπάρχουν εγκατεστημένες συνολικά 12 αντλίες.
2. Οι αντλίες ΥΦΑ χαμηλής πίεσης έχουν δυναμικότητα σχεδιασμού  $200 \text{ m}^3/\text{h}$  ΥΦΑ



Διακρίνονται οι τέσσερις αντλίες χαμηλής στο εσωτερικό της δεξαμενής.

## 1.9 ΕΠΑΝΑΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΑΠΑΕΡΙΩΝ.

Απαέρια δημιουργούνται στις δεξαμενές αποθήκευσης Υ.Φ.Α. (κανονική λειτουργία εγκαταστάσεων) κατά τη διάρκεια εκφόρτωσης του Υ.Φ.Α. και στις σωληνώσεις του Υ.Φ.Α. Ο σχηματισμός των απαερίων στις δεξαμενές (φυσικό boil off) οφείλεται κυρίως στη μεταφορά θερμότητας από το περιβάλλον στις δεξαμενές καθώς και στη λειτουργία των εμβαπτιζόμενων αντλιών Υ.Φ.Α. μέσα στις δεξαμενές.

Από στατιστικά δεδομένα για τις λειτουργούσες ανα τον κόσμο δεξαμενές, προκύπτει ότι ο ρυθμός δημιουργίας απαερίων από δεξαμενές Υ.Φ.Α., λόγω εναλλαγής

θερμότητας με το περιβάλλον, κυμαίνεται από 0,05% έως 0,1% (ή και υψηλότερος) της αποθηκευμένης ποσότητας ημερησίως. Στη Ρεβουθούσα ο ρυθμός αυτός δεν θα ξεπερνά το 0,075%. Η ποσότητα αυτή του Φ.Α. μπορεί:

- Να επανασυμπυκνωθεί.
- Μετά από συμπίεση, να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο στο σταθμό (π.χ. στους αεριοποιητές καύσης).
- Να καεί στον πυρσό ασφαλείας.

Κατά την κανονική λειτουργία του σταθμού μια από τις δυο πρώτες λύσεις υλοποιείται. Η τρίτη λύση χρησιμοποιείται μόνον σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Κατά την κανονική λειτουργία των εγκαταστάσεων, ένας μόνο παλινδρομικός συμπιεστής απαερίων (V-3101 A/B/C) χρησιμοποιείται. Ένας ακόμα συμπιεστής χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης του πλοίου. Οι συμπιεστές αυτοί χρησιμοποιούνται για την μείωση της πίεσης των δεξαμενών στο επίπεδο της χαμηλότερης πίεσης λειτουργίας. Υπό κανονικές συνθήκες, ο ρυθμός παραγωγής ατμών ΥΦΑ είναι μεγαλύτερος από τον όγκο του υγρού, που αφαιρείται συνεχώς από τις δεξαμενές για την τροφοδότηση του αγωγού ΦΑ. Σε περίπτωση που ο ρυθμός τροφοδότησης του αγωγού είναι πολύ μεγάλος, τότε δεν απαιτείται επαναυγροποίηση των ατμών ΥΦΑ, αλλά αντίθετα απαιτείται πρόσθετη παραγωγή ατμών, που επιτυγχάνεται αυτόματα λόγω της μείωσης της πίεσης εντός των δεξαμενών που προκαλεί ο μεγάλος ρυθμός τροφοδότησης του αγωγού. Κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης πλοίου αφ' ενός μεν πρόσθετα ποσά ατμών ΥΦΑ παράγονται στη διαδικασία εκφόρτωσης, αφ' ετέρου δε λόγω πλήρωσης των δεξαμενών τα υπάρχοντα ποσά ατμών μέσα στις δεξαμενές πρέπει να απομακρυνθούν για να διατηρηθεί η πίεση των δεξαμενών σταθερή. Για τους λόγους αυτούς ένας ακόμα συμπιεστής ατμών μπαίνει σε λειτουργία. Στην κανονική λειτουργία, οι συμπιεσμένοι ατμοί

αποστέλλονται στον επανασυμπυκνωτή (O-3102), όπου υγροποιούνται και στη συνέχεια αποστέλλονται στους αεριοποιητές για να τροφοδοτήσουν τον αγωγό του Φ.Α. Σε περιπτώσεις υψηλών ποσών απαερίων τα αέρια θερμαίνονται σε εναλλάκτες με αέρα και αποστέλλονται στο δίκτυο αερίου καυσίμου των εγκαταστάσεων για ιδιοκατανάλωση. Σε έκτακτες δε περιπτώσεις, αν απαιτείται, προωθούνται για καύση στον πυρσό. Κατά την εκφόρτωση πλοίου μέρος των απαερίων αποστέλλονται στο πλοίο. Ο μέγιστος ρυθμός παραγωγής απαερίων στις δεξαμενές εμφανίζεται κάτω από έκτακτες συνθήκες, όπως με το φαινόμενο της «ανατάραξης» (Roll over), που παρουσιάζεται κατά την ανάμιξη διαφορετικών τύπων ή διαφορετικών ειδικών πυκνοτήτων Υ.Φ.Α. μέσα στις δεξαμενές. Η θερμότητα που είναι συσσωρευμένη στα κατώτερα στρώματα του αποθηκευμένου Υ.Φ.Α. διαχέεται σε ολόκληρο τον όγκο του Υ.Φ.Α., με αποτέλεσμα την εξάτμιση ορισμένης ποσότητας Υ.Φ.Α. Εφόσον η παραγωγή απαερίων υπερβαίνει την δυναμικότητα του συστήματος επανασυμπύκνωσης (recondenser) και την ιδιοκατανάλωση, το πλεόνασμα ατμών ΥΦΑ καίγεται στον πυρσό ασφαλείας. Σε περιπτώσεις πολύ έκτακτης ανάγκης, όταν υπερβαίνεται και η δυναμικότητα του πυρσού, λειτουργεί το σύστημα εξαερισμού προς την ατμόσφαιρα. Για την αποφυγή εμφάνισης του φαινομένου Roll over παρακολουθείται η τυχόν έναρξη διαστρωμάτωσης και εξουδετερώνεται έγκαιρα με ανάδευση του περιεχομένου της δεξαμενής. Θα πρέπει όμως να επισημανθεί ότι σε τερματικά που λειτουργούν σωστά το φαινόμενο του “Roll over” είναι εξαιρετικά σπάνιο.



### 1.9.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΠΑΝΑΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ

1. Ο επανασυμπυκνωτής σκοπό έχει να επανυγροποιεί, τόσο τους παραγόμενους ατμούς ΥΦΑ σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας (boil off gases), όσο και την περίσσεια των επιπλέον παραγόμενων κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης του πλοίου.
2. Ο επανασυμπυκνωτής είναι σχεδιασμένος ώστε να καλύπτει πλήρως την μέγιστη συμπιεζόμενη ποσότητα ατμού από τους συμπιεστές του συστήματος. Η συνολική δυναμικότητα του επανασυμπυκνωτή αναμένεται να επαρκεί τόσο για τον υφιστάμενο εξοπλισμό όσο και για τον νέο που θα εγκατασταθεί κατά την 2η επέκταση.
3. Η πίεση στην έξοδο του επανασυμπυκνωτή είναι 7.0 barg.
4. Ο επανασυμπυκνωτής και οι σωληνώσεις του έχουν σχεδιασθεί για μέγιστη παροχή τροφοδοσίας του δικτύου Φ.Α. με 831 m<sup>3</sup>/h ΥΦΑ, η οποία αντιστοιχεί στον μέγιστο (έκτακτο) ρυθμό τροφοδοσίας του δικτύου Φ.Α. με Αλγερινό Φ.Α. Ωστόσο, με την επέκταση αναμένεται η παροχή του υγρού να είναι μεγαλύτερη, οπότε για παροχές άνω των 831 m<sup>3</sup>/h, η περίσσεια θα οδηγείται στις αντλίες διανομής απευθείας μέσω ενός συστήματος ελέγχου παροχής στην γραμμή παράκαμψης του επανασυμπυκνωτή.



Ο Επανασυμπυκνωτής . (Recondenser)



### 1.10 ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΥΦΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ.

1. Υπάρχουν έξι (6) αντλίες τροφοδοσίας εγκατεστημένες – 2 χαμηλής ροής, 2 υψηλής ροής και 2 μέγιστης ροής. Με την βοήθεια κατάλληλης σωληνικής διάταξης, υπάρχει δυνατότητα εναλλαγής τόσο στην αναρρόφηση όσο και στην κατάθλιψη τους.

2. Ο ρυθμός τροφοδοσίας του δικτύου Φ.Α. υπό κανονικές συνθήκες ( $105 \text{ m}^3/\text{h}$ ) καλύπτεται από μια μόνο αντλία. Ο μέγιστος ρυθμός ( $831 \text{ m}^3/\text{h}$ ) θα καλύπτεται με την σύγχρονη λειτουργία των πέντε αντλιών υψηλής πίεσης.

3. Η μέγιστη πίεση τροφοδοσίας Υ.Φ.Α. από τις αντλίες τροφοδοσίας υψηλής πίεσης στον αγωγό είναι  $66.4 \text{ barg}$  στα όρια έναρξης του αγωγού μεταφοράς Φ.Α.



6 αντλίες διανομής υψηλής πίεσης, 2 χαμηλής ροής  $119 \text{ m}^3/\text{hr}$ , 2 υψηλής ροής  $235 \text{ m}^3/\text{hr}$ , δύο μέγιστης ροής  $300 \text{ m}^3/\text{hr}$ , συνολικής δυναμικότητας  $1288 \text{ m}^3/\text{h}$ . πίεση λειτουργίας εκφόρτωσης είναι  $26-82 \text{ barg}$ , ανάλογα με την πίεση του αγωγού.

## 1.11 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ.

Οι αεριοποιητές (M-3101 και M-3102) είναι εγκαταστάσεις που σκοπό έχουν να δώσουν την απαιτούμενη θερμότητα στο Υ.Φ.Α., ώστε να αεριοποιηθεί και επιπλέον να θερμάνουν το παραγόμενο Φ.Α. σε θερμοκρασία 3 βαθμών Κελσίου πριν την είσοδό του στο δίκτυο μεταφοράς.

Η μεταφερόμενη θερμότητα στο Υ.Φ.Α. πρέπει να καλύψει τις ανάγκες, για :

- Να θερμάνει το υγρό έως το σημείο βρασμού που λόγω αύξησης της πίεσης είναι πιά υψηλότερο των  $-160^{\circ}\text{C}$ .
- Να εξατμίσει το υγρό.
- Να υπερθερμάνει το παραγόμενο Φ.Α. στη θερμοκρασία που πρέπει αυτό να διοχετευθεί στο δίκτυο μεταφοράς.

Έχουν εγκατασταθεί 2 ζεύγη αεριοποιητών ΥΦΑ:

α. Αεριοποιητές με θαλασσινό νερό (M-3101 A/B/C).

β. Αεριοποιητές με καύση φυσικού αερίου (M-3102 A/B/C/D).

Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας και μέχρι μέγιστο ρυθμό τροφοδοσίας αγωγού ίσο με  $625 \text{ m}^3/\text{h}$  ισοδύναμου ΥΦΑ, οι αεριοποιητές με θαλασσινό νερό επαρκούν για την αεριοποίηση. Εάν ο ρυθμός είναι μεγαλύτερος και οι αεριοποιητές θαλασσινού νερού δεν επαρκούν, τότε θα λειτουργούν συμπληρωματικά και οι αεριοποιητές με καύση Φ.Α. Το απαραίτητο αέριο για την καύση στους αεριοποιητές καύσης τροφοδοτείται από το δίκτυο αερίου καυσίμου των εγκαταστάσεων.

Οι αεριοποιητές (SCV-M3102 C/D) που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο ως καύσιμο **μπορούν να λειτουργήσουν κατ' επιλογή με ζεστό νερό το οποίο θερμαίνεται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης.**

### 1.11.1 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΤΕΣ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ.

1. Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας θα καλύπτουν τις ανάγκες οι αεριοποιητές θαλασσινού νερού. Οι αεριοποιητές με καύση Φ.Α. θα αποτελούν εφεδρικές μονάδες για την κάλυψη αναγκών σε περιόδους αιχμών ζήτησης ή συντήρησης των αεριοποιητών θαλασσινού νερού.

2. Η δυναμικότητα εξατμίσης του υφιστάμενου αεριοποιητή θαλασσινού νερού είναι  $631 \text{ m}^3/\text{h}$ , η οποία παρέχεται από τους ήδη εγκατεστημένους 3 αεριοποιητές (M-3101A/B/C).



Τρεις αεριοποιητές θαλασσινού νερού,  $2 \times 125 \text{m}^3/\text{h}$  ,  $1 \times 381 \text{m}^3/\text{h}$  .  
(Open Rack Vaporiser, ORV).

### 1.11.2 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΤΕΣ ΜΕ ΚΑΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.

Στον σταθμό έχουν εγκατασταθεί 4 αεριοποιητές (M-3102 A/B/C/D) συνολικής δυναμικότητας 350 m<sup>3</sup>/h.



Submerged Combustion Vaporiser . SCV

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ Υ.Φ.Α.

#### 2.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΡΟΛΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.

Η ασφάλεια των εγκαταστάσεων Υ.Φ.Α. εξαρτάται αρχικά:

- Από την τοποθεσία και χωροθέτηση του σταθμού.
- Την επιλογή, κατασκευή, ποιοτικό έλεγχο και τοποθέτηση των υλικών και του εξοπλισμού.
- Την επιλογή και εγκατάσταση των συστημάτων ασφάλειας.

Και κατά δεύτερο λόγο από :

- Την εκπαίδευση του προσωπικού για την αντιμετώπιση διαφόρων επικίνδυνων καταστάσεων.
- Συντήρηση εξοπλισμού.

Έτσι δεδομένου ότι, το κυριότερο πρόβλημα είναι η διαρροή ΥΦΑ θα πρέπει τα συ-

στήματα ασφαλείας να έχουν ως πρωταρχικό σκοπό την πρόβλεψη ή αποφυγή διαρροής, την ανίχνευσή της, αν υπάρχει και τέλος την προστασία της όλης εγκατάστασης όταν πλέον η διαρροή έχει πάρει επικίνδυνες διαστάσεις. Τίθεται επομένως το ερώτημα πως μπορούν να αντιμετωπισθούν αυτά τα προβλήματα.

Η πρόβλεψη ή αποφυγή διαρροής αντιμετωπίζεται από την κατάλληλη επίλογη, κατασκευή, ποιοτικό έλεγχο και εγκατάσταση των υλικών και εξοπλισμού. Παρ' όλα αυτά, συστήματα ασφαλείας είναι τοποθετημένα στους σταθμούς ΥΦΑ για να αποφεύγονται αυτές οι διαρροές, καθώς επίσης και να περιορίζεται το μεγεθός τους. Σε περίπτωση όμως διαρροής, πρέπει να γίνει άμεσα η ανίχνευση της. Υπάρχουν τρία είδη ανίχνευσης: Πρώτον, ανίχνευση χαμηλής θερμοκρασίας κατάλληλη για την ανίχνευση διαρροής ΥΦΑ. Δεύτερον, ανίχνευση αερίων υδρογονανθράκων διότι το ΥΦΑ ως γνωστόν αεριοποιείται και τρίτον μπορούμε να πούμε ότι έχουμε και την οπτική ανίχνευση λόγω του ότι επέρχεται συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας μέσα στο νέφος του αεριοποιημένου ΥΦΑ ή ο σχηματισμός πάγου στον εξοπλισμό.

Βέβαια πρέπει να υπάρχει στις εγκαταστάσεις προστασία έναντι των χαμηλών θερμοκρασιών, διότι αν ο εξοπλισμός δεν είναι κατασκευασμένος από υλικό κατάλληλο να αντέχει σε κρυογενικές θερμοκρασίες, όταν το ΥΦΑ έλθει σε επαφή θα προκαλέσει την καταστροφή του.

Θα πρέπει επίσης να υπάρχει προστασία έναντι των ατμών ΥΦΑ για να μην επεκταθούν και να μην υπάρξει περίπτωση πυρκαϊάς.

Εάν όμως υπάρξει πυρκαϊά θα πρέπει να υπάρχουν συστήματα πυροπροστασίας για την προστασία:

- του εξοπλισμού
- για τον έλεγχο της πυρκαϊάς

Από τα ανωτέρω λοιπόν συμπεραίνεται ότι ο ρόλος των συστημάτων ασφαλείας όσον αφορά τις διαρροές σε σταθμούς ΥΦΑ είναι η πρόβλεψη ή αποφυγή, περιορισμός και προστασία.

## **2.2 ΔΙΑΡΡΟΕΣ Υ.Φ.Α.**

Υπάρχουν 3 κατηγορίες:

### **ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α:**

Είναι εκείνη που μπορεί να συμβεί διαρροή ΥΦΑ, αλλά δεν υπάρχουν συστήματα ασφαλείας. Η ασφάλεια όμως προβλέπεται από τον τρόπο σχεδιασμού.

## ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β:

Είναι εκείνη που υπάρχει πιθανότητα διαρροής και γι' αυτό υπάρχουν ειδικά συστήματα ασφαλείας.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Γ: Είναι εκείνη που πολύ δύσκολα μπορεί να συμβεί διαρροή, πλην όμως γι' αυτό το δεδομένο λόγο υπάρχει ειδικό σύστημα προστασίας για ασφάλεια.

## ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ .

Τα υγρεαριοφόρα μεταφοράς υγρών υδρογονανθράκων μεταφέρουν φορτίο που είναι λιγότερο πυκνό από το νερό. Οι απαιτήσεις για πλήρη αντοχή της γάστρας και επιπλέον πλευστότητα οδηγούν σε δεξαμενές συγκράτησης όπου η άνω επιφάνεια του υγρού φορτίου είναι ανυψωμένη πάνω από την επιφάνεια του θαλασσινού νερού που την περιβάλλει, σε τέτοιο μέγεθος ώστε να δημιουργείται μια υγρή υδροστατική πίεση μέσα στη δεξαμενή υπερβαίνοντας τη πίεση της ατμόσφαιρας ή του θαλασσινού νερού στο ίδιο ύψος. Κάθε ρήγμα στα πλευρικά τοιχώματα του πλοίου επιτρέπει στο υγρό φορτίο να απελευθερωθεί από τη δεξαμενή με ταχύτητα που καθορίζεται από τη διαφορά πίεσης μεταξύ του φορτίου και της εξωτερικής ατμόσφαιρας ή του θαλασσινού νερού στο επίπεδο του ρήγματος.

Το υγρό φορτίο υδρογονανθράκων που αναδύεται, το οποίο δεν αναμιγνύεται και είναι λιγότερο πυκνό από το νερό, επιπλέει στην θαλάσσια επιφάνεια. Σχηματίζει μια λίμνη με κέντρο την περιοχή του ρήγματος, που διαδίδεται οριζοντίως λόγω μιας οριζόντιας πίεσης που προκύπτει από μια δύναμη βαρύτητας στο στρώμα του υγρού. Για τους πολύ μεγάλους ρυθμούς που θεωρούνται εδώ, ο ρυθμός διάδοσης καθορίζεται από μια ισορροπία μεταξύ της αδράνειας του ρευστού και της δύναμης της βαρύτητας. Αν και η διάδοση του υγρού ενισχύεται από τη ροή του υγρού που εκρέει από τη δεξαμενή, αυτό συνεχίζεται εφόσον υπάρχει ένας πεπερασμένος όγκος υγρού στη λίμνη. Η λίμνη μπορεί να εξατμιστεί με δυο τρόπους. Εάν είναι ένα κρυογόνο υγρό, όπως το υγροποιημένο φυσικό αέριο, το προπάνιο ή το αιθυλένιο, τα οποία έχουν σημείο βρασμού κάτω από τη θερμοκρασία του θαλασσινού νερού, θα βράσει σθεναρά λόγω της επαφής του με το νερό. Ο δεύτερος τρόπος παρουσιάζεται στη περίπτωση όπου το σύννεφο ατμού που έχει δημιουργηθεί πιάσει φωτιά, σχηματίζοντας μια πυρκαγιά λίμνης πάνω από το υγρό που απελευθερώνεται, έτσι ώστε η θερμική ακτινοβολία να εξατμίζει το υγρό καύσιμο. Στη περίπτωση των πυρκαγιών λίμνης πάνω από διαρροές κρυογόνων καυσίμων, και οι δυο παραπάνω διαδικασίες δρουν παράλληλα ώστε να αυξάνεται ο ρυθμός καύσης.

### 2.3 ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΡΟΛΟΣ.

Ας δούμε όμως ποιος είναι ο ρόλος του ανθρώπου και πόσο καθοριστικός και σε ποια σημεία.

- Στον σχεδιασμό και εγκατάσταση.
- Στην επίβλεψη του εξοπλισμού που εμπλέκεται στη διεργασία για (εκκίνηση, σταμάτημα, έλεγχο, alarms).
- Στην επίβλεψη των συστημάτων ασφαλείας (διάγνωση alarms, έλεγχος και ενεργοποίηση).
- Στην χωροθέτηση του εξοπλισμού και στον θάλαμο ελέγχου (computers, printers, mimic diagram).
- - Στη λειτουργία.
- - Σοβαρός ο ρόλος του στο θάλαμο ελέγχου επομένως καθοριστικής σημασίας είναι και η εκπαίδευσή του.
- - Επίσης στην έκδοση σωστών εγχειριδίων λειτουργίας.
- - Τέλος στο θέμα συντήρησης.

Πλήν όμως για τη λειτουργία μιας εγκατάστασης ΥΦΑ και του εξοπλισμού της προβλέπεται πάντα όσο το δυνατόν η λιγότερη συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα, κάνοντας όσο το δυνατόν πιο αυτοματοποιημένη τη λειτουργία της.

### 2.4 ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΑΡΡΟΗΣ.

Σε όλες τις εγκαταστάσεις ΥΦΑ υπάρχουν συστήματα πρόβλεψης των διαρροών. Αυτά τα συστήματα περιγράφονται κατωτέρω, σημειωτέον ότι όλα ενεργοποιούνται αυτόματα και είναι:

#### Στις εγκαταστάσεις εκφόρτωσης:

- Σύστημα σταματήματος έκτακτης ανάγκης (ESD system) (κλείνουν αυτόματα οι βάνες στους βραχίονες εκφόρτωσης και σταματά η ροή ΥΦΑ προς το σταθμό).
- Αυτόματο σταμάτημα των αντλιών του πλοίου.
- Αυτόματο κλείσιμο των βανών από την πλευρά του πλοίου.
- Σύστημα δυναμικής απομάκρυνσης των βραχιόνων PERC'S (Power Emergency Release Coupling).

Τα συστήματα αυτά ενεργοποιούνται όταν υπάρξει ξαφνικά μεγάλο άνοιγμα στους βραχίονες εκφόρτωσης π.χ λόγω ανέμων ή θαλασσοταραχής, ή έλλειψη πίεσης στο

υδραυλικό σύστημα των βραχιόνων, ή πυρκαγιά στην περιοχή της προβλήτας ή σταμάτημα έκτακτης ανάγκης λόγω διαρροής σε κάποιο τμήμα του σταθμού.

Σε περίπτωση πυρκαϊάς στην περιοχή της προβλήτας ενεργοποιείται το Perc System οπότε αυτόματα λύνονται οι κάβιοι και απελευθερώνεται το πλοίο.

**Στις δεξαμενές:** Συστήματα προστασίας υπερπλήρωσης δεξαμενής. Αυτόματα κλείνονται οι βάνες των γραμμών φόρτωσης, ενεργοποιούνται τα alarm στάθμης, Συστήματα προστασίας από υπερπίεση και υποπίεση (pressure relief system, vacuum relief valves).

#### **Στους αεριοποιητές:**

Υπάρχει μια ESD valve (δηλαδή μια βάνα που κλείνει όταν ενεργοποιείται το ESD system) πριν τους αεριοποιητές. Επίσης αναλόγως του τύπου του αεριοποιητού π.χ για τους (sea water vaporizers) υπάρχουν alarm για χαμηλή θερμοκρασία στην έξοδο, επίσης στο ίδιο σημείο υπάρχουν alarms για χαμηλή ροή, χαμηλή πίεση, ενώ για τους (submerged) υπάρχουν επίσης alarms λόγω σταματήματος του blower, χαμηλή στάθμη λουτρού, χαμηλή θερμοκρασία λουτρού, υψηλή ροή αερίου στην έξοδο κλπ.

#### **Αντλίες Υ.Φ.Α.:**

Ηλεκτρική μόνωση και Emergency Shut Down βάνα.

Τέλος πρέπει να αναφέρουμε το ESD system το οποίο είναι ένα σύστημα που ενεργοποιείται αυτόματα σε περίπτωση κινδύνου, κλείνοντας ορισμένες βάνες και έτσι σταματά κάθε διεργασία στο σταθμό. Οι βάνες αυτές εννοείται ότι είναι ηλεκτροκίνητες. Το σύστημα ενεργοποιείται και από τους ανιχνευτές όταν τουλάχιστον δύο ενεργοποιηθούν, επίσης ενεργοποιείται και χειροκίνητα όταν ο χειριστής που παρακολουθεί την εκφόρτωση διαπιστώσει κάποια διαρροή. Το πλήθος των βανών και ποιες βάνες πρέπει να κλείσουν αποτελεί αντικείμενο ξεχωριστής μελέτης. Χαρακτηριστικά θα αναφέρω και τους χρόνους που πρέπει να κλείσουν ορισμένες βάνες.

π.χ βραχίονες εκφόρτωσης 20-130 sec.

γραμμές πλήρωσης δεξαμενών 15-130 sec.

αεριοποιητές 2-60 sec.

Τέλος το Perc System πρέπει να ενεργοποιείται σε μερικά δευτερόλεπτα.



## 2.5 ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ.

### 1. Σύστημα ανίχνευσης φωτιάς.

Τοποθετούνται συνήθως στις εξής περιοχές:

- α. Στην οροφή των δεξαμενών.
- β. Στους αεριοσυμπιεστές.
- γ. Στην προβλήτα.
- δ. Στο σύστημα ασφαλούς συγκράτησης και συλλογής διαρροών ΥΦΑ και βέβαια εκεί που προβλέπουν όλοι οι ανάλογοι κώδικες NFPA 72 A,B,C,D,E.

### 2. Συστήματα ανίχνευσης υδρογονανθράκων.

- α. Ανά ορισμένα μέτρα γύρω από τις δεξαμενές.
- β. Στους αεριοσυμπιεστές.
- γ. Στους αεριοποιητές.
- δ. Στην προβλήτα.
- ε. Κοντά στις σωληνώσεις μεταφοράς ΥΦΑ κλπ.

### 3. Συστήματα ανίχνευσης χαμηλών θερμοκρασιών.

- α. Στην προβλήτα.
- β. Στους τάφρους περισυλλογής ΥΦΑ.
- γ. Στη λεκάνη ή λεκάνες συγκράτησης και περισυλλογής ΥΦΑ.
- δ. Στις σωλίνες πλήρωσης των ή της δεξαμενής.

Όπως παρατηρείται υπάρχει ειδικό σύστημα κατακράτησης του ΥΦΑ σε περίπτωση μεγάλης διαρροής, ειδικά κανάλια, με ειδικό σύστημα περισυλλογής υπάρχουν σε όλους τους σταθμούς σε κατάλληλα σημεία για να μην επιτρέπουν την εξάπλωση της διαρροής. Τέλος κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης με βιντεοκάμερες επιτρέπουν τον έλεγχο των κρίσιμων σημείων της εγκατάστασης μέσα από το θάλαμο ελέγχου.

## 2.6 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΔΙΑΡΡΟΗ, ΑΤΜΟΥΣ ΥΦΑ & ΠΥΡΚΑΪΑ

Είναι δυο τύπων: παθητικά και ενεργητικά.

Παθητικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι τα κανάλια, η θερμομόνωση του εξοπλισμού διάφορα κολάρα γύρω από τις φλάντζες, κατάλληλες κλήσεις στις σωληνώσεις για να μην «λιμνάζει» ΥΦΑ σε διάφορα σημεία, το κρυογενικό σκυρόδεμα όπου χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί. Τα χαρακτηριστικά προστασίας από ατμούς ΥΦΑ, θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν επίσης παθητικά π.χ υψηλής

εκτόνωσης σύστημα αφρού.Επίσης όλα τα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται και τέλος σε μερικούς σταθμούς υπάρχει spray νερού για να σχηματίζουν μια κουρτίνα νερού για να εμποδίζουν ατμούς ΥΦΑ να πλησιάζουν επικίνδυνες περιοχές.Τέλος το σύστημα πυροπροστασίας το οποίο ως γνωστό χωρίζεται σε παθητικό και ενεργητικό εξασφαλίζει μια λύση την οποία κανείς δεν εύχεται να ενεργοποιηθεί πλήρως σε καμία χημική εγκατάσταση.

### ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Οι κίνδυνοι του ΥΦΑ προέρχονται από τρεις σημαντικούς παράγοντες:

- Την κρυογενική του θερμοκρασία
- Τα εύφλεκτα χαρακτηριστικά του
- Τα χαρακτηριστικά διάχυσής του

#### **Κίνδυνοι από ΥΦΑ**

Το ΥΦΑ είναι κρυογενικό υγρό σε θερμοκρασία  $-162^{\circ}\text{K}$  κατά προσέγγιση. Από μόνο του, το ΥΦΑ ούτε καίγεται ούτε εκρήγνυται. Ωστόσο, όπως και άλλα κρυογενικά υγρά, το ΥΦΑ μπορεί να προκαλέσει κρουαπαγήματα και η παρατεταμένη έκθεση σε αυτό μπορεί να προκαλέσει σοβαρότερες κακώσεις. Λόγω του ακραίου ψύχους, τα μέταλλα και άλλα υλικά που έρχονται σε επαφή με το ΥΦΑ ψύχονται ταχύτατα και υποβάλλονται σε ακραίες θερμικές καταπονήσεις. Εάν τα υλικά αυτά δεν προορίζονται για πολύ ψυχρές θερμοκρασίες, οι θερμικές καταπονήσεις μπορεί να προκαλέσουν ευθραυστότητα, θραύση ή να χάσουν την αντοχή τους στον εφελκυσμό. Η επιλογή των σωστών υλικών κατασκευής του εξοπλισμού, δοχείων, σωληνώσεων και εξαρτημάτων που έρχονται συνήθως σε επαφή με το ΥΦΑ είναι αρκετά εύκολη υπόθεση. Ωστόσο, ένας ασφαλής σχεδιασμός θα πρέπει να λαμβάνει τη δέουσα πρόνοια για καταστάσεις στις οποίες συστατικά μέρη, όπως λ.χ. κατασκευαστικά στοιχεία, που συνήθως δεν έρχονται σε επαφή με το ΥΦΑ, μπορεί να υποβληθούν σε κρυογενικές θερμοκρασίες μετά από διαρροή ή άλλα πιστευτά συμβάντα. Ένας άλλος κίνδυνος που σχετίζεται με το ΥΦΑ προέρχεται από την ευφλεκτότητα του αεριοποιημένου ΥΦΑ. Όταν το ΥΦΑ απελευθερώνεται από δοχείο ή αγωγό, υπόκειται σε βρασμό και αεριοποίηση. Αρχικά, η πρόσληψη θερμότητας από το έδαφος, το περιβάλλον σκυρόδεμα, αγωγούς, ακόμη και αέρα του περιβάλλοντος, θα είναι ταχεία. Καθώς τα περιβάλλοντα αυτά ψύχονται, ελαχιστοποιείται και ο ρυθμός

αεριοποίησης.. Εάν η διαρροή καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια νερού, η ταχεία αεριοποίηση θα συνεχιστεί επειδή το νερό είναι μια μεγάλη πηγή θερμότητας. Κάθε ποσότητα ΥΦΑ, όταν αεριοποιείται και θερμαίνεται στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, θα παράγει περισσότερο από 600 μονάδες ατμών (ή αερίου). Στην αρχή, η θερμοκρασία του ατμού θα είναι σχεδόν η ίδια με τη θερμοκρασία του υγρού και συνεπώς θα είναι βαρύτερος από τον αέρα. Καθώς απορροφάται όλο και περισσότερη θερμότητα από το περιβάλλον, και ο ατμός γίνεται ελαφρύτερος από τον αέρα, αρχίζει να ανεβαίνει και παρασύρεται από τον άνεμο. Αυτό οδηγεί στο σχηματισμό «νέφους ατμών». Οι ατμοί του ΥΦΑ σε μίγμα 5% έως 15% (ανά μονάδα) με τον αέρα είναι πολύ εύφλεκτοι. Τέτοιες χαμηλές συγκεντρώσεις υπάρχουν συνήθως στα άκρα του νέφους ατμών. Εάν υπάρχει κάποια πηγή ανάφλεξης, υπάρχει μεγάλος κίνδυνος η φλόγα να διαδοθεί προς τη λεκάνη του εξατμιζόμενου υγρού και να προκαλέσει ανάφλεξη της λεκάνης. Όσο περισσότερο διαρκεί η διαρροή τόσο μεγαλώνει και το μέγεθος της λεκάνης ΥΦΑ και του προκύπτοντος νέφους ατμών. Η ανάφλεξη του νέφους ατμών, ή μια μεγάλη φωτιά σε λεκάνη ΥΦΑ, μπορεί να θέσει σε μεγάλο κίνδυνο ζωές και περιουσίες. Συνεπώς, η πρόληψη των διαρροών, καθώς και μέτρα αντιμετώπισης των διαρροών σε περίπτωση που συμβούν, είναι σημαντικός παράγοντας στο σχεδιασμό συστημάτων ασφαλείας.

### **Συστήματα προστασίας και ασφάλειας**

Τα συστήματα προστασίας για την αντιμετώπιση των κινδύνων από το ΥΦΑ, που αναφέρονται ανωτέρω, διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Παθητικά συστήματα: ενσωματωμένα χαρακτηριστικά σχεδιασμού που προλαμβάνουν ή ελαχιστοποιούν τα αποτελέσματα επικίνδυνων καταστάσεων. Δεν χρειάζεται να ενεργοποιηθούν, χειρωνακτικά ή αυτόματα, για να πετύχουν την προβλεπόμενη λειτουργία ασφαλείας.
- Ενεργά συστήματα: μέτρα έγκαιρης αναγνώρισης επικίνδυνων καταστάσεων και τρόποι αποφυγής ή ελαχιστοποίησης της ζημιάς από τέτοιες καταστάσεις.

### **Παθητικά συστήματα ασφαλείας**

Μια σημαντική πτυχή της παθητικής ασφαλείας αφορά στη διάταξη του τερματικού σταθμού στο χώρο. Θα πρέπει να υπάρχουν επαρκείς αποστάσεις ανάμεσα στις

διάφορες εγκαταστάσεις του τερματικού σταθμού, που περιλαμβάνουν τις αποστάσεις μεταξύ των δεξαμενών αποθήκευσης ΥΦΑ, μεταξύ των χώρων αποθήκευσης και της αποβάθρας, μεταξύ του χώρου διεργασιών/αεριοποίησης και άλλων χώρων. Επαρκή ύψη θα πρέπει να παρέχονται στους διαδρόμους που θα επιτρέπουν την εύκολη πρόσβαση των πυροσβεστικών οχημάτων και άλλου προσωπικού άμεσης ανάγκης εάν προέκυπτε κάποια επικίνδυνη κατάσταση. Οι χώροι συγκράτησης ΥΦΑ προορίζονται για τη συγκράτηση διαρροής ΥΦΑ για να μη εξαπλωθεί σε παρακείμενους χώρους. Περιορίζουν επίσης την επιφάνεια της λίμνης υγρού που δημιουργείται μετά από τη διαρροή ΥΦΑ και έτσι περιορίζει και ελέγχει το μέγεθος του νέφους ατμών. Επίσης, μπορεί να είναι εφικτό η θέση των λεκανών συγκράτησης να είναι τέτοια ώστε το νέφος ατμών να διασκορπίζεται μακριά παρά προς περιοχή όπου η ανάφλεξη του ενδέχεται να προκαλέσει σοβαρή ζημιά.

Τα φρεάτια που περιβάλλουν τις δεξαμενές ΥΦΑ με μονό προστατευτικό περίβλημα λειτουργούν και ως συστήματα ανάλυσης που εξασφαλίζουν παθητική προστασία. Στους υπέργειους χώρους αποθήκευσης τα φρεάτια είναι σε θέση να συγκρατήσουν όλο το περιεχόμενο της δεξαμενής. Για τις μικρότερες διαρροές, λαμβάνονται μερικές φορές ειδικά μέτρα όπως χώροι εγκλεισμού, κανάλια ή λεκάνες αποστράγγισης, που αποτρέπουν την εξάπλωση μιας μικρής διαρροής σε μεγάλη επιφάνεια. Οι χώροι συγκράτησης μπορεί να καλυφθούν με μονωτικά υλικά όπως ελαφρύ σκυρόδεμα για να περιοριστεί ο ρυθμός εξάτμισης του ΥΦΑ σε περίπτωση διαρροής.

Στις σύγχρονες δεξαμενές ΥΦΑ αποφεύγεται η διείσδυση σωληνώσεων κτλ από τον πυθμένα και τα πλευρικά τοιχώματα. Κάθε διείσδυση, περιλαμβανομένου και του αγωγού παροχής/παράδοσης ΥΦΑ, γίνεται από την οροφή. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται σημαντικά η ποσότητα διαρροής ΥΦΑ στο απίθανο συμβάν διάρρηξης ή διαρροής του αγωγού παροχής ΥΦΑ. Σε παλαιότερες δεξαμενές, όπου συνηθίζονται οι διεισδύσεις από τον πυθμένα ή τα πλευρικά τοιχώματα, παρέχονται βαλβίδες ασφαλείας για τη διακοπή της ροής της παροχής σε περίπτωση διάρρηξης αγωγού.

Η μεγιστοποίηση της χρήσης συγκολλημένων συνδέσεων, αντί των συνδέσεων με φλάντζα, μειώνει το ενδεχόμενο διαρροής. Επιπλέον, οι στεφάνες ή οι δακτύλιοι που τοποθετούνται γύρω ή κάτω από τις φλάντζες ή τις συνδέσεις βαλβίδων δεν επιτρέπουν σε διαρροές ΥΦΑ να έρθουν σε επαφή οι κατασκευές που δεν

παρουσιάζουν αντοχή σε κρυογενικές θερμοκρασίες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μόνωση σκυρόδεμα για να παρέχει ψυχρή προστασία χάλυβα κατασκευών, επιλεγμένων τμημάτων οροφής δεξαμενής και αγωγών. Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν υλικά κατασκευής που είναι λιγότερο επιρρεπή σε βλάβη από ψύχος (π.χ. σκυρόδεμα). Το μονωτικό σκυρόδεμα μπορεί επίσης να χρησιμεύσει και ως πυρίμαχο υλικό για την προστασία δομικών υλικών.

Οι αντλίες ΥΦΑ με εγκιβωτισμένους (υποβρύχιους) κινητήρες αποφεύγουν τη χρήση αεροστεγών σφραγισμάτων και έτσι αποφεύγεται μια ακόμα πιθανή πηγή διαρροής ΥΦΑ.

### **Ενεργά συστήματα ασφαλείας**

Η ενεργή ασφάλεια συνεπάγεται τον εντοπισμό δυνητικά επικίνδυνων καταστάσεων, όπως υπερχειλίσεις και διαρροές, και λαμβάνει μέτρα προστασίας για τον περιορισμό των συνεπειών μιας επικίνδυνης κατάστασης. Χρησιμοποιούνται συσκευές ανίχνευσης χαμηλής θερμοκρασίας, αερίων, φωτιάς και καπνού.

#### **α. Ανιχνευτές χαμηλής θερμοκρασίας**

Η έγκαιρη αναγνώριση διαρροής ΥΦΑ ή απελευθέρωσης αερίων έχει αποφασιστική σημασία στην κινητοποίηση για τον έλεγχο της κατάστασης. Αισθητήρες θερμοκρασίας, ικανοί να ανιχνεύσουν την παρουσία ΥΦΑ (λόγω του ακραίου του ψύχους) τοποθετούνται σε χώρους όπου μπορεί να καταλήξουν διαρροές ΥΦΑ. Οι ανιχνευτές αερίων ανιχνεύουν εξατμίσεις αερίου διαρροών ΥΦΑ ή διαρροές από εξοπλισμό/αγωγούς που περιέχει αέριο. Οι διατάξεις ανίχνευσης φωτιάς βασίζονται στην ανίχνευση υψηλής θερμοκρασίας από φωτιά. Οι αυτόματοι αυτοί ανιχνευτές συμπληρώνονται από οπτική (χειροκίνητη) ανίχνευση μέσω καμερών που προσαρτώνται σε συστήματα παρακολούθησης τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος.

Οι ανιχνευτές χαμηλής θερμοκρασίας τοποθετούνται συνήθως σε λεκάνες ανάσχεσης/συγκράτησης, σε φρεάτια δεξαμενών ΥΦΑ, κοντά σε συνδέσεις ΥΦΑ με φλάντζες, στο χώρο της αποβάθρας εκφόρτωσης, κατά μήκος του αγωγού εκφόρτωσης ή του γεφυρώματος και γύρω από σημαντικό εξοπλισμό που περιέχει ΥΦΑ όπως συμπυκνωτές, αντλίες και εξατμιστές.

## β. Ανιχνευτές αερίου

Οι ανιχνευτές αερίου χρησιμοποιούνται είτε αυτόνομα ή ως συμπλήρωμα των ανιχνευτών χαμηλής θερμοκρασίας σε χώρους που προαναφέρονται. Τοποθετούνται σε όλους τους χώρους διαχείρισης φυσικού αερίου: συμπιεστές αερίων, εξατμιστές και το σταθμό μέτρησης. Ανιχνευτές αερίου τοποθετούνται και στο σημείο πρόσληψης καθαρού αέρα κατασκευών υπό πίεση.



**Ανιχνευτής αερίου**

## γ. Ανιχνευτές φωτιάς και καπνού

Οι ανιχνευτές φωτιάς ανιχνεύουν ενδείξεις ύπαρξης φωτιάς: θερμότητα, φλόγα ή καπνό. Οι ανιχνευτές φλόγας που στηρίζονται στην ανίχνευση υπεριωδών ή υπέρυθρων κυμάτων αντιδρούν άμεσα στην ακτινοβολία της φωτιάς, εφόσον δεν παρεμποδίζονται από τους καπνούς. Είναι επιρρεπείς σε συχνούς, εσφαλμένους συναγερμούς. Οι ανιχνευτές θερμότητας, που αντιδρούν στη μεγάλη θερμοκρασία, δεν είναι επιρρεπείς σε εσφαλμένους συναγερμούς, αλλά παρουσιάζουν πιο επιβραδυμένη απόκριση. Οι ανιχνευτές καπνού λειτουργούν βάσει της αρχής του ιονισμού ή φωτοηλεκτρισμού και χρησιμοποιούνται κυρίως σε κτίρια.

#### δ. Παρακολούθηση της ασφάλειας και απόκριση

Κάθε τερματικός σταθμός ΥΦΑ διαθέτει συνδυασμό ανιχνευτών φωτιάς, θερμότητας και καπνού. Ο αριθμός, ο τύπος και η θέση των ανιχνευτών αυτών εξαρτάται από το σχεδιασμό και τη φιλοσοφία που χαρακτηρίζει τη λειτουργία του συστήματος ασφαλείας. Η ανίχνευση χαμηλής θερμοκρασίας, φωτιάς ή αερίου θα πρέπει να καταλήγει σε συναγερμό στην αίθουσα ελέγχου. Επιπλέον, ανάλογα με την περίπτωση μπορεί να υπάρχουν και ηχητικοί συναγερμοί. Η αυτόματη αντιμετώπιση, όπως η ενεργοποίηση, παραγωγή και απελευθέρωση διογκούμενου αφρού, μπορεί να υπάρχει σε ορισμένους επιλεγμένους χώρους όπως λεκάνες ανάσχεσης/συγκράτησης ΥΦΑ. Η οπτική παρατήρηση είναι ένας άλλος αποτελεσματικός τρόπος ανίχνευσης δυνητικά επικίνδυνων καταστάσεων. Οι ομάδες περιτολίας θα πρέπει να αναζητούν σημάδια όπως ασυνήθη σχηματισμό πάγου, καπνό ή φωτιά. Οι περισσότεροι τερματικοί σταθμοί ΥΦΑ είναι εξοπλισμένοι με συστήματα κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης για την παρακολούθηση στρατηγικών χώρων όπου είναι δυνατόν να υπάρξει υπερχειλίση ή διαρροή. Τα συστήματα αυτά επιτρέπουν την έγκαιρη εκτίμηση του μεγέθους διαρροής ή φωτιάς προκειμένου να υπάρξει η κατάλληλη άμεση αντιμετώπιση.

#### ε. Άλλες ανιχνεύσεις που αφορούν στην ασφάλεια

Στην αποβάθρα εκφόρτωσης, το σύστημα άμεσης διακοπής σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης (ESD) και οι σχετικές βαλβίδες ασφαλείας που έχουν προορίζονται για την **γρήγορη και ασφαλή διακοπή μεταφοράς ΥΦΑ**. Το σύστημα ESD ενεργοποιείται είτε **αυτόματα** είτε χειροκίνητα, για διάφορους λόγους. Στους λόγους αυτούς, πρόσθετα από τη διαρροή ΥΦΑ ή φωτιά, **περιλαμβάνονται παράγοντες όπως υπερβολική διαδρομή βραχίονα, υδραυλική δυσλειτουργία του βραχίονα εκφόρτωσης ή κατάσταση έκτακτης ανάγκης στις εγκαταστάσεις**. Σε πολλούς τερματικούς σταθμούς, εγκαθίστανται μηχανισμοί αυτόματης αποσύνδεσης σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης (PERCs) για την αυτόματη αποσύνδεση των βραχιόνων εκφόρτωσης. Χρησιμοποιούνται διάφορα όργανα και συσκευές ασφαλείας με συναγερμό για την πρόληψη υπερχειλίσης των δεξαμενών ΥΦΑ. Τα εφεδρικά όργανα, κατά προτίμηση διαφορετικών τύπων, μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της στάθμης. Κι εδώ, η διακοπή της ροής σε περίπτωση επικείμενης

υπερχείλισης μπορεί να γίνει αυτόματα ή χειροκίνητα. Οι βαλβίδες εκτόνωσης πίεσης και οι βαλβίδες κενού στις δεξαμενές ΥΦΑ είναι παραδείγματα συσκευών που ανιχνεύουν και αποκρίνονται αυτόματα σε μια δυνητικά επικίνδυνη κατάσταση. Οι βαλβίδες αυτές αποσκοπούν στο να συμπληρώνουν την προστασία που παρέχουν οι βαλβίδες εκτόνωσης πυρσού, συναγερμών και άλλων συσκευών προστασίας. Οι βαλβίδες εκτόνωσης πίεσης και οι θερμικές βαλβίδες (για συστήματα που πληρούνται με ΥΦΑ) προστατεύουν και τον εξοπλισμό και αγωγούς, πέρα από τις δεξαμενές ΥΦΑ.

### **Κατάσβεση φωτιάς και πυροπροστασία**

Τα ενεργά συστήματα προστασίας αποβλέπουν στην απόκριση σε μια κατάσταση κινδύνου που εντοπίστηκε. Η απόκριση μπορεί να είναι αυτόματη ή με χειρωνακτικά μέσα. Στα συστήματα απόκρισης περιλαμβάνονται: γεννήτριες αφρού, σταθερά συστήματα ξηράς σκόνης κατάσβεσης και ψεκασμός με νερό.

#### **α. Συστήματα αφρού**

Γεννήτριες διογκούμενου αφρού χρησιμοποιούνται σε σχεδόν όλους τους τερματικούς σταθμούς ΥΦΑ. Ο αφρός είναι ένα αποτελεσματικό μέσο που βοηθά στη διάχυση των ατμών και τον έλεγχο της φωτιάς. Ο μηχανισμός λειτουργίας του αφρού είναι πολύπλοκος. Δοκιμές που έγιναν έδειξαν ότι λόγος διόγκωσης αφρού της τάξης 500:1 (δηλαδή, 500 λίτρα αφρού προς ένα λίτρο διαλύματος) παρέχει καλύτερα αποτελέσματα για τον έλεγχο της διάχυσης των ατμών και τον έλεγχο της φωτιάς. Μετά από συμβάν διαρροής ΥΦΑ, ο αφρός συμβάλλει αποτελεσματικά στη διάχυση των ατμών προς τα άνω και μακριά από πιθανές πηγές ανάφλεξης. Υπάρχει αρκετό νερό στον αφρό για να θερμανθούν οι κρυογενικοί ατμοί που ανέρχονται μέσω αυτού. Ο θερμός αυτός ατμός, που είναι ελαφρύτερος από τον περιβάλλοντα αέρα, διαχέεται προς τα άνω λόγω άνωσης και πλαγίως λόγω ανέμου. Μιας και είναι πιθανότερο οι πιθανές πηγές ανάφλεξης να βρίσκονται κοντά στο έδαφος, η προς τα άνω διάχυση των ατμών μειώνει σημαντικά το ενδεχόμενο ανάφλεξης.

Σε περίπτωση ανάφλεξης λιμνάζοντος ΥΦΑ, ο αφρός εξασφαλίζει κάποιο έλεγχο του ρυθμού καύσης. Επειδή στην ουσία ο αφρός δημιουργεί στρώμα επικάλυψης της υγρής επιφάνειας, περιορίζει τη μετάδοση της ακτινοβολούμενης θερμότητας στο



λιμνάζων ΥΦΑ και έτσι μειώνει το ρυθμό αεριοποίησης. Σαν αποτέλεσμα αυτού, περιορίζεται ο ρυθμός της καύσης. Μπορεί να χρειαστούν επανειλημμένες επιστρώσεις αφρού έως ότου να καεί όλο το ΥΦΑ με ελεγχόμενο τρόπο. Για να είναι πιο αποτελεσματικός ο διογκούμενος αφρός θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί γρήγορα μετά την έναρξη της διαρροής. Για το λόγο αυτό, η συνήθης πρακτική είναι να ενεργοποιείται αυτόματα το σύστημα του αφρού μετά από κάθε ανίχνευση χαμηλής θερμοκρασίας στις λεκάνες ανάσχεσης ΥΦΑ.

Πρόσθετα από τις μόνιμες γεννήτριες αφρού που εγκαθίστανται σε διάφορες θέσεις υψηλού κινδύνου, πολλοί τερματικοί σταθμοί διαθέτουν και φορητές γεννήτριες αφρού πάνω σε πυροσβεστικά οχήματα.

### β. Συστήματα ξηράς σκόνης

Τα συστήματα ξηράς σκόνης χρησιμοποιούνται για την κατάσβεση φωτιάς ΥΦΑ στο ύπαιθρο. Για την κατάσβεση φλεγόμενου, λιμνάζοντος ΥΦΑ, η ξηρά σκόνη θα πρέπει να χρησιμοποιείται πάνω από την επιφάνεια του υγρού, χωρίς να επιτρέπεται στη σκόνη να προκαλέσει την ανάδευση του υγρού. Η ανάδευση του υγρού θα αυξήσει την ατμοποίηση και θα αυξήσει το ρυθμό καύσης αντί της κατάσβεσης της φωτιάς. Οι συσκευές ξηράς σκόνης βασίζονται σε δισανθρακικό νάτριο ή δισανθρακικό κάλιο. Οι συσκευές αυτές μπορούν να μεταφέρονται στο χέρι ή σε καρότσι, για μικρές ποσότητες, ή σε τροχοπέδιλα για μεγαλύτερες ποσότητες, ή να τοποθετούνται σε ειδικό πυροσβεστικό όχημα για μεγάλες ποσότητες και ευχέρεια μεταφοράς. Ένας τυπικός τερματικός σταθμός θα πρέπει να διαθέτει όλους αυτούς τους τύπους, τοποθετημένους σε διάφορες θέσεις. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, μερικές φορές, η ελεγχόμενη καύση φωτιάς λιμνάζοντος ΥΦΑ ίσως να είναι προτιμότερη λύση από την κατάσβεσή της. Για τις φωτιές σε εσωτερικούς χώρους, χρησιμοποιούνταν κατά τα πρώτα χρόνια συστήματα halon. Λόγω του ότι το χάλον περιέχει φθοράνθρακα δεν είναι πλέον αποδεκτή η χρήση του σε συστήματα κατάσβεσης φωτιάς. Χρησιμοποιούνται υποκατάστατα του χάλον για την κατάσβεση φωτιάς σε κλειστούς χώρους όπως λ.χ. αίθουσα ελέγχου, αίθουσα διακοπών, κτίριο συμπιεστή κτλ.

### γ. Συστήματα νερού πυρόσβεσης

Το νερό δεν είναι αποτελεσματικό στην καταπολέμηση φωτιάς ΥΦΑ. Ωστόσο, επιτελεί σημαντική λειτουργία στον έλεγχο της φωτιάς λόγω της ικανότητάς του να κρύνει υλικά που εκτίθενται σε φωτιά παρακείμενων χώρων. Για παράδειγμα, σε περίπτωση φωτιάς σε δεξαμενή ΥΦΑ, το σύστημα ψεκασμού με νερό, επαρκούς μεγέθους, στις παρακείμενες δεξαμενές (και το σχετικό δίκτυο αγωγών) μπορεί να παρέχει προστασία από τις ζημιές που μπορεί να προκληθούν από την ακτινοβολία. Ο ψεκασμός (ή κατακλυσμός) αυτός θα κάλυπτε τις οροφές και τα κάθετα τοιχεία των δεξαμενών που προστατεύονται. Προστασία από τη φωτιά με τη χρήση νερού χρειάζεται να παρέχεται και στην αποβάθρα εκφόρτωσης και σε χώρους διεργασιών. Νερό σε επαρκείς ποσότητες χρειάζονται και οι γεννήτριες διογκούμενου αφρού. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται η προμήθεια νερού για την καταπολέμηση φωτιάς, σε επαρκή ποσότητα και σε επαρκή πίεση. Το σύστημα νερού για την καταπολέμηση φωτιάς περιλαμβάνει αντλίες πυρόσβεσης επαρκούς δυνατότητας και σύστημα σωλήνων για τη μεταφορά του νερού σε μεμονωμένους χρήστες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί νερό της θαλάσσης ή γλυκό νερό. Επειδή το νερό είναι λιγότερο διαβρωτικό, ορισμένες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν αποθηκευμένο γλυκό νερό ως κύρια πηγή και θαλάσσιο νερό ως δευτερεύουσα πηγή. Θα πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δύο πυροσβεστικές αντλίες. Θα πρέπει να υπάρχουν ανεξάρτητες πηγές παροχής ηλεκτρικού ρεύματος για να υπάρχει πλήρης δυνατότητα νερού ακόμη και εάν είναι εκτός λειτουργίας κάποια από τις ηλεκτροπαραγωγές πηγές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντλία ντίζελ ως εφεδρική της κύριας αντλίας. Για τον καθορισμό της χωρητικότητας του συστήματος νερού, ο τερματικός σταθμός διαχωρίζεται σε διαφορετικούς τομείς όπως την αποβάθρα εκφόρτωσης, το χώρο αποθήκευσης ΥΦΑ και την εγκατάσταση επεξεργασίας. Ο τομέας με τη μεγαλύτερη ζήτηση θα καθορίσει το μέγεθος του συστήματος. Η κεφαλή του νερού πυρόσβεσης θα πρέπει να διατηρείται στην κατάλληλη πίεση προκειμένου το σύστημα να βρίσκεται σε κατάσταση ετοιμότητας ανά πάσα στιγμή. Η πίεση αυτή διατηρείται μέσω ροής νερού σε χαμηλό ρυθμό, χρησιμοποιώντας αντλίες μικρής χωρητικότητας, τις αποκαλούμενες αντλίες «τζόκεϊ». Θα πρέπει να διατίθενται ένα ή περισσότερα πυροσβεστικά οχήματα με επαρκή χωρητικότητα νερού.



Όχημα βυτιοφόρο υγροποιημένου φυσικού αερίου για εκπαίδευση προσωπικού.



Χώρος περισυλλογής ΥΦΑ, σε περίπτωση διαρροής από τις δεξαμενές.



Πυροσβεστικός κρουνός και τροχήλατο μέσο της μάνικας.

### Ασφάλεια λειτουργίας

Ο σχεδιασμός της ασφάλειας δεν είναι μόνο ένα σημαντικό βήμα για τη διασφάλιση της προστασίας ζωής και των στοιχείων ενεργητικού της εγκατάστασης. Τα ενσωματωμένα στην εγκατάσταση χαρακτηριστικά ασφαλείας πρέπει να συμπληρώνονται από ένα καλά σχεδιασμένο και λειτουργικό πρόγραμμα ασφάλειας. Θα πρέπει να παρέχεται κατάρτιση ασφαλείας που καλύπτει διάφορες πτυχές κινδύνων ΥΦΑ σε όλα τα μέλη του προσωπικού της εγκατάστασης. Οι διαδικασίες ασφαλείας θα πρέπει να ορίζονται ρητά σε εγχειρίδια και να ενημερώνονται όταν προστίθενται νέα χαρακτηριστικά ή εξοπλισμός. Περιοδικά, θα πρέπει να διενεργούνται έλεγχοι ασφαλείας που απαιτούνται συνήθως από τις ασφαλιστικές εταιρείες. Περιληπτικά, η γνώση των κανόνων και πρακτικών ασφαλείας θα πρέπει να αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της λειτουργίας του τερματικού σταθμού.



**Fire Fighting System-Σύστημα πυρόσβεσης:** Υπάρχουν 3 αντλίες πυρόσβεσης. Η μία είναι σχεδιασμένη για να εκπληρώνει 3100 m<sup>3</sup>/hr του θαλασσινού νερού με μέγιστη πίεση εκφόρτωσης 18bar g. Η αντλία οδηγείται άμεσα από ηλεκτροκινητήρα ισχύος 1550 H.P. Υπάρχουν επίσης δύο πετρελαιοκινητήριες αντλίες εκφόρτωσης 3100 m<sup>3</sup>/hr θαλασσινού νερού σε 18bar g. **Sea Water System-Σύστημα θαλασσινού νερού:** Υπάρχουν 3 αντλίες θαλασσινού νερού για τους σκοπούς των ORV με ένα ρυθμό ροής περίπου 2000 m<sup>3</sup>/hr θαλασσινού νερού. (3x3050 m<sup>3</sup>/hr για το νέο ORV).

## 2.7 ΜΟΝΑΔΕΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΠΑΡΟΧΩΝ

Οι μονάδες βοηθητικών παροχών είναι άμεσα συνδεδεμένες με την λειτουργία της όλης εγκατάστασης.

Οι μονάδες των βοηθητικών παροχών είναι :

- Μονάδα 4100 Σύστημα Πόσιμου Υδατος
- Μονάδα 4200 Σύστημα Πυρασφάλειας
- Μονάδα 4300 Σύστημα Θαλασσινού Νερού
- Μονάδα 4400 Σύστημα Νερού Ψύξης
- Μονάδα 4500 Σύστημα Πεπιεσμένου Αέρος
- Μονάδα 4600 Σύστημα Αζώτου
- Μονάδα 4700 Σύστημα Καυσίμου Diesel

Μία μονάδα παραγωγής ενέργειας η οποία χρησιμοποιεί μηχανές εσωτερικής καύσης έχει εγκατασταθεί στον τερματικό σταθμό ΥΦΑ. Αναφορά επίσης γίνεται και στα Συστήματα Αερίου Καυσίμου και Πυρσού, τα οποία, παρ' όλων ότι είναι ενταγμένα στις κύριες Μονάδες Παραγωγής, αποτελούν αυτοδύναμα συστήματα βοηθητικών παροχών με την ευρύτερη έννοια του όρου.

### 2.7.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΝΕΡΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ (M-4100)

Το πόσιμο νερό προέρχεται από το δημοτικό δίκτυο παροχής νερού μέσω δύο ιδίων υποθαλάσσιων αγωγών από την Αγία Τριάδα μέχρι ένα κατάλληλο μέρος στα όρια της εγκατάστασης στο νησί. Το πόσιμο νερό τροφοδοτεί τα διάφορα κτίρια του Τερματικού Σταθμού για κάλυψη αναγκών πόσιμου νερού και εγκαταστάσεων υγιεινής. Το πόσιμο νερό επίσης χρησιμοποιείται για αρδευτικούς σκοπούς κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών ( $5 \text{ m}^3/\text{h}$  επιτρέπεται) και μπορεί να τροφοδοτεί τα πλοία μεταφοράς ΥΦΑ ( $10 \text{ m}^3/\text{h}$  επιτρέπεται) μέσω σύνδεσης σωλήνα στο head της προβλήτας. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί να εξυπηρετεί 100 ανθρώπους που απασχολούνται στην εγκατάσταση, ο κάθε ένας με ένα περιθώριο χρήσης 150 λίτρα ανα άτομο ανά ημέρα. Το πόσιμο νερό περνά στη μία από τις δύο δεξαμενές αποθήκευσης: Η P-4101, χωρητικότητας  $8 \text{ m}^3$ , είναι τοποθετημένη στην οροφή του κτιρίου του Διοικητηρίου και η P-4102, χωρητικότητας  $2 \text{ m}^3$ , είναι τοποθετημένη στην οροφή του θαλάμου Ελέγχου. Η διανομή του πόσιμου νερού στους διάφορους χρήστες του τερματικού σταθμού είναι σε ονομαστικές συνθήκες 15 barg και  $15^\circ\text{C}$  (περιβάλλοντος). Η επέκταση με την κατασκευή της τρίτης δεξαμενής δεν απαιτεί επιπλέον κατανάλωση πόσιμου νερού. Το σύστημα φρέσκου νερού (fresh water) είναι διαφορετικό από το σύστημα του πόσιμου νερού. Το φρέσκο νερό προέρχεται απευθείας από την παροχή του πόσιμου νερού αντί του αγωγού των δεξαμενών. Το σύστημα του φρέσκου νερού δεν χρησιμοποιείται για πόση. Το φρέσκο νερό διανέμεται στον τερματικό σταθμό για να υπάρχει εφοδιασμός με νερό στα:

- (α) Σταθμούς βοηθητικών παροχών για πλύσιμο και απόπλυση κατά την συντήρηση.
- (β) Νερό ανανέωσης-συμπλήρωσης (make-up) στη Δεξαμενή Νερού Ψύξεως.
- (γ) Νερό ανανέωσης-συμπλήρωσης (make-up) στους αεριοποιητές καύσης.
- (δ) Νερό ανανέωσης-συμπλήρωσης (make-up) στις μονάδες έγχυσης θειώδους νατρίου

Η μεγαλύτερη χρήση του γλυκού νερού κατά τη διάρκεια των κανονικών λειτουργιών είναι η ανανέωση-συμπλήρωση της δεξαμενής νερού ψύξεως. Ωστόσο, γλυκό νερό επίσης χρησιμοποιείται να αποπλύνει και να πληρώσει τους κύριους αγωγούς νερού

πυρόσβεσης μετά τη χρήση των αντλιών θαλασσινού νερού για πυρόσβεση. Οι jockey pumps, J-4201 A/B/S, που αναρροφούν από τη δεξαμενή νερού ψύξεως, παρέχουν την υπηρεσία, όπως και τη διατήρηση της πίεσης στους κύριους αγωγούς νερού πυρόσβεσης χρησιμοποιώντας γλυκό νερό. Τα επίπεδα κανονικής κατανάλωσης είναι χαρακτηριστικά μικρότερα από  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  αλλά το σύστημα μπορεί να παραδώσει μέχρι ένα μέγιστο ρυθμό σχεδιασμού  $60 \text{ m}^3/\text{h}$ . Η διανομή του γλυκού νερού στον Τερματικό Σταθμό είναι σε ονομαστικές συνθήκες 15 barg και  $15^\circ\text{C}$  (περιβάλλοντος). Επίσης πρόσθετοι σταθμοί βοηθητικών παροχών θα απαιτηθούν να εξυπηρετήσουν περιοχές, όπου ο νέος εξοπλισμός εγκαθίσταται. Ωστόσο, οι προσθήκες στο σύστημα γλυκού νερού δεν θα αυξήσουν σημαντικά τη ζήτηση για πόσιμο νερό και η σημερινή ικανότητα σχεδιασμού είναι περισσότερη από επαρκής για να εξυπηρετήσει τις απαιτήσεις της επέκτασης.

### 2.7.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΝΕΡΟΥ ΠΥΡΟΣΒΕΣΗΣ (M-4200)

Ο Τερματικός Σταθμός είναι εφοδιασμένος με υπόγειο σύστημα αγωγών πυρόσβεσης για την παροχή νερού πυρόσβεσης στους διάφορους χρήστες. Οι αγωγοί πυρόσβεσης κανονικά πληρούνται με γλυκό νερό, που παρέχεται από το σύστημα πόσιμου / γλυκού νερού μέσω των jockey pumps πυρόσβεσης, J-4201A/B/C, δύο κύριες, μία εφεδρική και διατηρούν την πίεση στο δίκτυο πυρόσβεσης  $\approx 11 \text{ barg}$ . Κάθε αντλία έχει ονομαστική παροχή  $165 \text{ m}^3/\text{h}$  σε διαφορεικό ύψος 120 m. Οι jockey pumps επίσης παρέχουν γλυκό νερό σε επαρκή παροχή για να αντιμετωπιστούν μικρές φωτιές στον Τερματικό Σταθμό (μέχρι  $450 \text{ m}^3/\text{h}$  εάν λειτουργήσουν και οι τρεις παράλληλα). Σε περίπτωση μεγάλης φωτιάς στον Τερματικό Σταθμό, η κύρια πηγή νερού πυρόσβεσης είναι το θαλασσινό νερό. Τρεις κατακόρυφες, φυγοκεντρικές, εγκιβωτισμένες αντλίες πυρόσβεσης, J-4202 A/B/S (δύο κύριες και μία εφεδρική) προβλέπονται στην περιοχή της λεκάνης λήψης του θαλασσινού νερού για να παρέχουν νερό με παροχή σχεδιασμού  $4.650 \text{ m}^3/\text{h}$  και με διαφορεικό ύψος 125 m για κάθε αντλία. Από τις τρεις αντλίες η μία είναι ηλεκτροκίνητη και οι άλλες δύο νηζελοκίνητες. Οι αντλίες ξεκινούν αυτόματα αν η πίεση στους αγωγούς πυρόσβεσης πέσει κάτω από 8 barg. Η λεκάνη λήψης θαλασσινού νερού είναι εφοδιασμένη με διπλά, μεταθετά διαφράγματα (σχάρες) για να αποτρέψει την είσοδο ανεπιθύμητων υλικών που μπορούν να φράξουν και να προκαλέσουν ζημιές στις αντλίες. Η πίεση του δικτύου πυρόσβεσης κανονικά θα διατηρείται από τις jockey pumps γύρω στα 11 barg. Κατά τη διάρκεια ενός γεγονότος πυρόσβεσης, με τις κύριες αντλίες πυρόσβεσης σε

λειτουργία, η πίεση θα αυξηθεί γύρω στα 12 barg κατά μέσο όρο για να εξασφαλίσει τουλάχιστον πίεση 10 barg στους πιο απομακρυσμένους χρήστες του συστήματος πυρόσβεσης. Μετά τη χρήση του θαλασσινού νερού οι αγωγοί πυρόσβεσης αποστραγγίζονται, αποπλύνονται και επαναπληρούνται με γλυκό νερό από τη δεξαμενή του νερού ψύξεως με τις jockey pumps. Δεδομένου ότι η νέα δεξαμενή δεν θα έχει σύστημα ψεκασμού στην οροφή της, παρά μόνο στη περιοχή που βρίσκονται οι αντλίες, το βασικό σενάριο για την μελέτη της κατανάλωσης του νερού πυρόσβεσης παραμένει η φωτιά στις 2 υφιστάμενες δεξαμενές. Έτσι το σύστημα νερού πυρόσβεσης θεωρείται επαρκές με την προσθήκη της 3ης δεξαμενής.



**Αντλίες Jockey:** Τρεις (3) αντλίες Jockey είναι ηλεκτροκίνητες φυγόκεντρες. Κάθε παράδοση 165m<sup>3</sup>/hr γλυκού νερού γίνεται σε μέγιστη πίεση κατάθλιψης τα 13,6 bar / h 2.7.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ (U-4300)

Το θαλασσινό νερό χρησιμοποιείται στον Τερματικό Σταθμό ως η σημαντικότερη πηγή του νερού πυρόσβεσης και σαν θερμαντικό μέσο για την αεριοποίηση του ΥΦΑ στους αεριοποιητές θαλασσινού νερού (ORVs). Μία κοινή λεκάνη λήψης νερού εξυπηρετεί και τις δύο χρήσεις και έχει πρόβλεψη για μελλοντικές αντλίες τροφοδοσίας θαλασσινού νερού στους αεριοποιητές ORVs. Η παροχή θαλασσινού νερού



στους υπάρχοντες αεριοποιητές ORVs, M-3101 A/B είναι σχεδιασμένη με την ακόλουθη σειρά:

(α) Κάλυψη δια διαφράγματος της πορείας του θαλασσινού νερού από Z-4303 /Z-4303S για να κατακρατήσει φερτά υλικά.

(β) Άντληση μέχρι την πίεση παροχής και τον απαραίτητο ρυθμό με τις αντλίες θαλασσινού νερού J-4301 A/B/S (δύο κύριες και μία εφεδρική). Οι αντλίες αυτές έχουν παροχή  $2.035 \text{ m}^3/\text{h}$  (περιλαμβανομένου και ενός περιθωρίου σχεδιασμού 10%) και 57m μανομετρικό ύψος η κάθε μία.

(γ) Ψιλό φίλτράρισμα από κάθε παραμένον υλικό με τα φίλτρα O-4301/O-4301S.

(δ) Χλωρίωση για βιολογικό έλεγχο με ηλεκτρολυτικό σύστημα χλωρίωσης και παροχή δόσης  $30 \text{ m}^3/\text{h}$ , η οποία είναι επαρκής να επεξεργαστεί  $4070 \text{ m}^3/\text{h}$  θαλασσινό νερό. Το θαλασσινό νερό χρησιμοποιείται στους αεριοποιητές ORVs ψεκαζόμενο στην εξωτερική επιφάνεια μακρυνών λεπτών κάθετων σωλήνων, μέσα στους οποίους ρέει ΥΦΑ/Φ.Α. Το θαλασσινό νερό συλλέγεται σε ανοιχτά κανάλια εξαγωγής για διάθεση στο σωλήνα εκροής που παροχετεύει το θαλασσινό νερό πίσω στη θάλασσα απ' όπου αυτό προέρχεται. Για την πρώτη επέκταση του Τερματικού Σταθμού ένας πρόσθετος, μεγαλύτερος αεριοποιητής ORV (M-3101C) έχει εγκατασταθεί και για να εξυπηρετηθεί μία νέα γραμμή παροχής θαλασσινού νερού θα εγκατασταθεί. Η νέα παροχή είναι της ίδιας βάσης με το υπάρχον σύστημα θαλασσινού νερού τροφοδοσίας του αεριοποιητή ORV και χρησιμοποιεί την υπάρχουσα λεκάνη λήψης νερού. Η διάθεση στη θάλασσα θα γίνεται από το ίδιο ανοιχτό κανάλι εξαγωγής και το σωλήνα εκροής. Όλες οι άλλες συσκευές για τη γραμμή παροχής είναι: Διαφράγματα (Z-4304/Z-4304S), Αντλίες (J-4302 A/B/S) με παροχή σχεδιασμού  $3.055 \text{ m}^3/\text{h}$  έκαστη, Φίλτρα (O-4302/O-4302S) και Ηλεκτρολυτική Μονάδα Χλωρίωσης (Z-4302). Η τροφοδοσία νερού προς τους αεριοποιητές θαλασσινού νερού θα γίνεται με σωλήνα διαμέτρου 30". Το νέο σύστημα σχεδιάζεται για παροχή θαλασσινού νερού  $6.110 \text{ m}^3/\text{h}$  (περιλαμβανομένου και ενός περιθωρίου σχεδιασμού 10%). Το μανομετρικό ύψος αντλίας για τις νέες αντλίες αναμένεται να είναι 57 m αλλά εξαρτάται από την τελική επιλογή που θα γίνει για τον προμηθευτή του ORV και πρέπει να οριστικοποιηθεί κατά τη διάρκεια του λεπτομερούς σχεδιασμού.

Η ηλεκτρολυτική μονάδα χλωρίωσης θα έχει ρυθμό δόσης  $45 \text{ m}^3/\text{h}$ . Το χλώριο θα εγχύεται στην κατάθλιψη των αντλιών, ενώ σύστημα εξουδετέρωσης υπολειπόμενου χλωρίου με προσθήκη θειώδους νατρίου (δοχείο P-4302, αντλίες J-4304/S και

αναμικτήρας Z-4308) θα εγκατασταθεί στην επιστροφή του θαλασσινού νερού από τους αεριοποιητές στη θάλασσα για να αποτρέψει περίσσεια χλωρίου να σταλεί στη θάλασσα. Η θερμοκρασία του θαλασσινού νερού διαφέρει από ένα χαμηλό 10°C μέχρι ένα υψηλό 26°C κατά τη διάρκεια του έτους. Ο σχεδιασμός και των δύο, του υπάρχοντος και του νέου συστήματος θαλασσινού νερού τροφοδοσίας των ORV περιορίζει τη θερμοκρασία επιστροφής θαλασσινού νερού σε μία μέγιστη διαφορά 7°C χαμηλότερα από τη θερμοκρασία παροχής. Η προσθήκη της 3ης δεξαμενής αναμένεται να μη αυξήσει τις απαιτήσεις σε θαλάσσιο νερό.



#### 2.7.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΝΕΡΟΥ ΨΥΞΗΣ (M-4400)

Ένα κλειστό σύστημα νερού ψύξεως έχει προβλεφθεί στον τερματικό σταθμό για παροχή ψύξης στον ξηραντήρα αέρα οργάνων και στα βοηθητικά συστήματα εξυπηρέτησης των BOG συμπιεστών, V-3101A/B και των συμπιεστών αέρος, V-4501 A/B/S. Όλοι οι συμπιεστές έχουν διπλά ψυγεία λιπαντικού ελαίου που χρησιμοποιούν το νερό ψύξης, με το ένα σε καθήκον και το άλλο εγκατεστημένο εφεδρικό. Τα ψυγεία λιπαντικού ελαίου απαιτούν συνεχή κυκλοφορία νερού όταν δεν είναι σε καθήκον για να αποτρέψουν πάγωμα κατά τους χειμερινούς μήνες του χρόνου.

(1) Ο τρίτος συμπιεστής είναι εφεδρικός και συνήθως σε αναμονή αλλά σε περίπτωση ανάγκης λειτουργούν και οι τρεις ταυτόχρονα, οπότε το σύστημα του νερού ψύξης έχει μελετηθεί για αυτό το σενάριο.

(2) Έχει γίνει πρόβλεψη για την τοποθέτηση ενός επιπλέον ξηραντήρα αλλά ως απαίτηση σε αναμονή. Οι αντλίες νερού ψύξεως J-4401 & J-4401S παρέχουν την απαιτούμενη ροή του νερού ψύξης. Αυτές οι αντλίες (μία κύρια και μία εφεδρική) έχουν παροχή σχεδιασμού  $33 \text{ m}^3/\text{h}$  (περιλαμβανομένου και ενός περιθωρίου σχεδιασμού 10%) και μανομετρικό ύψος 60 m. Οι αντλίες αναρροφούν από τη Δεξαμενή Νερού Ψύξης, P-4401 χωρητικότητας  $460 \text{ m}^3$ , η οποία είναι η πηγή νερού για τις jockey pumps του νερού πυρόσβεσης, J-4201 A/B/S. Το ζεστό νερό επιστρέφει στη δεξαμενή μέσω συστήματος ειδικών ψεκαστήρων (spray nozzles), Z-4402, το οποίο επιτυγχάνει ψύξη με εξάτμιση. Η εισαγωγή πόσιμου νερού στη δεξαμενή, υπό έλεγχο στάθμης, συμπληρώνει τις απώλειες νερού από εξάτμιση και παράσυρση. Το σύστημα νερού ψύξης είναι σχεδιασμένο να παρέχει νερό όχι υψηλότερα από  $31^\circ\text{C}$  στους διάφορους καταναλωτές. Η θερμοκρασία επιστροφής είναι συνήθως περίπου  $33$  με  $34^\circ\text{C}$  και είναι σχεδιασμένο για μέγιστη θερμοκρασία επιστροφής  $40^\circ\text{C}$ . Η επέκταση προσθέτει έναν τρίτο ίδιο BOG Συμπιεστή στον Τερματικό Σταθμό και έτσι απαιτεί μία επέκταση στο σύστημα νερού ψύξης για τα ψυγεία λιπαντικού ελαίου του. Ωστόσο, ο σκοπός εγκατάστασης του τρίτου συμπιεστή είναι για αυξημένη αξιοπιστία και μόνο 2 από τους 3 συμπιεστές προβλέπεται να είναι σε λειτουργία κάθε φορά. Έτσι η πρόσθετη απαίτηση στο σύστημα νερού ψύξεως λόγω της επέκτασης υπολογίζεται να είναι  $2 \times 0,5 \text{ m}^3/\text{h} = 1,0 \text{ m}^3/\text{h}$  (και τα δύο ψυγεία σε κατάσταση αναμονής). Η πρόσθετη απαίτηση είναι εντός της ικανότητας παροχής του υπάρχοντος συστήματος. Η προσθήκη της τρίτης δεξαμενής δεν αναμένεται να αυξήσει τις απαιτήσεις σε νερό ψύξης.

### 2.7.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΠΙΕΣΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ (M-4500)

Ξηρός πεπιεσμένος αέρας χρησιμοποιείται στον Τερματικό Σταθμό ΥΦΑ σαν μέσο για τα πνευματικά όργανα. Μη ξηρός αέρας χρησιμοποιείται για τα πνευματικά εργαλεία και τους σταθμούς βοηθητικών παροχών.

Ο πεπιεσμένος αέρας παράγεται από τρεις υδρόψυκτους, ηλεκτροκίνητους συμπιεστές αέρος V-4501 A/B/S. Οι συνολικές κανονικές απαιτήσεις αέρα για αέρα οργάνων και εργοστασίου θα καλύπτονται από τους δύο συμπιεστές με τον τρίτο συμπιεστή σε κατάσταση αναμονής. Σε περίπτωση απώλειας ηλεκτρικής ισχύος, ένας από τους συμπιεστές τροφοδοτείται από τις νηζελογεννήτριες έκτακτης ανάγκης. Η ικανότητα κάθε συμπιεστή είναι σήμερα 313 Nm<sup>3</sup>/h (Καλοκαίρι) με 353 Nm<sup>3</sup>/h

(Χειμώνας). Όλος ο πεπιεσμένος αέρας από τους συμπιεστές οδηγείται σε αεροφυλάκιο O-4502, ικανό να εξασφαλίσει αέρα για τα όργανα επί 15 λεπτά για κανονική ζήτηση από τους βασικούς χρήστες και αέρα εργοστασίου επί 5 λεπτά σε επίπεδα κανονικής ζήτησης. Ο αέρας οργάνων ξηραίνεται σε μονάδα ξήρανσης αέρα οργάνων O-4501, η οποία περιλαμβάνει πριν και μετά φίλτρα. Η μονάδα ξήρανσης αποτελείται από δύο δοχεία, που εναλλάσσονται σε λειτουργία με το ένα σε λειτουργία ξήρανσης και το άλλο σε επαναπαραγωγή και αντίθετα. Στην έξοδο της μονάδας ξήρανσης ο αέρας έχει σημείο δρόσου -20°C σε πίεση λειτουργίας. Η μονάδα ξήρανσης τροφοδοτείται με νερό ψύξης και έχει γίνει πρόβλεψη για εγκατάσταση ίδιου ξηραντήρα στο μέλλον.

Η ικανότητα της μονάδας ξήρανσης είναι 200 Nm<sup>3</sup>/h αέρα. Ξηρός αέρας οργάνων διανέμεται στους χρήστες του Τερματικού Σταθμού σε ονομαστικές συνθήκες 7 barg και 40°C. Τοπικοί συσσωρευτές αέρα θα παρέχονται όπου χρειάζεται για τις βάνες κλεισίματος έκτακτης ανάγκης. Η πίεση του σωλήνα παροχής αέρα οργάνων χρησιμοποιείται να ελέγχει τη φόρτωση (σταμάτημα και έναρξη) των συμπιεστών αέρος. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, ο αέρας εργοστασίου θα οδηγείται αυτόματα να συμπληρώσει τον αέρα οργάνων σε πρώτη φάση και μετά χρησιμοποιείται αέριο N<sub>2</sub> από το σύστημα αζώτου, αν απαιτείται, με χειροκίνητο έλεγχο. Μέρος του συμπιεσμένου αέρα ξηραίνεται στο ξηραντήρα O-4501 και χρησιμοποιείται σαν αέρας οργάνων για τα αντίστοιχα πνευματικά όργανα. Η μέγιστη παραγωγή ξηρού αέρα είναι 200 Nm<sup>3</sup>/h. Στην υφιστάμενη κατάσταση η κατανάλωση αέρα οργάνων είναι 158,5 Nm<sup>3</sup>/h. Με την προσθήκη της τρίτης δεξαμενής, η κατανάλωση αναμένεται να αυξηθεί στα 176,8 Nm<sup>3</sup>/h. Ο υφιστάμενος εξοπλισμός καλύπτει τις

επιπλέον απαιτήσεις σε αέρα οργάνων. Ο αέρας που θα χρησιμοποιηθεί σαν Plant Air (αέρας εγκατάστασης) λαμβάνεται χωρίς να έχει υποστεί ξήρανση από τον υποδοχέα αέρα (air receiver) O-4502 και διανέμεται σε όλο τον τερματικό σταθμό.

Η διαθεσιμότητα σε αέρα εγκατάστασης είναι η μέγιστη παραγωγή συμπιεσμένου αέρα από τους συμπιεστές μείον την κατανάλωση του αέρα οργάνων: 449,3 Nm<sup>3</sup>/h.

Η τωρινή απαίτηση σε αέρα εγκατάστασης έχει εκτιμηθεί μεταξύ 200 Nm<sup>3</sup>/h (normal) και 400 Nm<sup>3</sup>/h (maximum). Ο υφιστάμενος εξοπλισμός καλύπτει τις απαιτήσεις σε αέρα εγκατάστασης.

### 2.7.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΖΩΤΟΥ (M-4600)

Το σύστημα αζώτου τροφοδοτεί με αέριο άζωτο χαμηλής πίεσης (GAN) και καθαρότητας > 99,0% τον Τερματικό Σταθμό για τις ακόλουθες χρήσεις:

- Τροφοδοσία των σταθμών βοηθητικών παροχών.
- Συνεχείς καθαρισμούς κλειστρον εξοπλισμού.
- Καθαρισμός εξοπλισμού πριν και μετά την συντήρηση.
- Καθαρισμός των βραχιόνων εκφόρτωσης πριν και μετά τη χρήση.
- Καθαρισμός των σωλήνων ανακούφισης χαμηλής και υψηλής πίεσης.

Το άζωτο έρχεται στον τερματικό σταθμό σε υγρή μορφή με φορτηγά αυτοκίνητα, τα οποία περνάνε το νησί με φέρρυ-μπωτ. Το υγρό άζωτο αποθηκεύεται σε δύο δεξαμενές (δοχεία) ονομαστικής χωρητικότητας 30 m<sup>3</sup> και ατμοποιείται σε 2 ατμοσφαιρικούς ατμοποιητές δυναμικότητας 600 Nm<sup>3</sup>/h, οι οποίοι αεριοποιούν το υγρό άζωτο για να διανεμηθεί σε όλο τον τερματικό σταθμό. Με την 2η επέκταση του τερματικού σταθμού, οι νέοι καταναλωτές είναι οι παρακάτω:

Καθαρισμός των κουτιών των ηλεκτρικών επαφών για τις αντλίες ΥΦΑ χαμηλής πίεσης που βρίσκονται εντός των δεξαμενών. Η νέα συνεχή κατανάλωση του αέριου αζώτου εκτιμάται στα 37,24 Nm<sup>3</sup>/h. Το υφιστάμενο πακέτο (σύστημα) παραγωγής αζώτου έχει την δυνατότητα να καλύψει τις νέες απαιτήσεις λόγω της επέκτασης, χωρίς μετατροπή. Ωστόσο θα πρέπει να αυξηθεί η συχνότητα των δρομολογίων των φορτηγών που προμηθεύουν το υγρό άζωτο.

Το αέριο άζωτο διανέμεται στους καταναλωτές του τερματικού σταθμού μέσω κεντρικού αγωγού σε πίεση 8 με 8,5 barg και θερμοκρασία 5 με 40°C (η θερμοκρασία εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος).

Το άζωτο επίσης τροφοδοτείται σε υγρή μορφή για φόρτωση (ανεφοδιασμό) στα πλοία μεταφοράς ΥΦΑ, όπως απαιτείται. Η τροφοδοσία του LN<sub>2</sub> γίνεται ξανά από

βυτιοφόρα που οδηγούνται στην περιοχή της αποβάθρας. Η μεταφορά πάνω στα πλοία γίνεται από τις εγκαταστάσεις αζώτου του νησιού μέσω της γραμμής 2<sup>η</sup> μεταφοράς της προβλήτας και μέσω του βραχίονα φόρτωσης 2<sup>η</sup> Z-3103, που μεταφέρεται πάνω στο βραχίονα επιστροφής ατμού στο πλοίο, Z-3102. Πρόβλεψη επίσης γίνεται για τα βυτιοφόρα LN<sub>2</sub> να πηγαίνουν στο head της προβλήτας για τροφοδοσία υγρού αζώτου κατευθείαν στα πλοία ΥΦΑ. Η ζήτηση LN<sub>2</sub> για το πλοίο θα αυξηθεί αν μεγαλύτερα πλοία τροφοδοτούν τον τερματικό Σταθμό μετά την επέκταση, είναι όμως παρόμοιου σχεδιασμού με το υπάρχον πλοίο. Ωστόσο, πολλά σύγχρονα πλοία μεταφοράς ΥΦΑ έχουν γεννήτριες αδρανούς αερίου και επομένως η απαίτηση σε LN<sub>2</sub> μπορεί στην πραγματικότητα να μειωθεί. Επομένως η πραγματική απαίτηση του τερματικού Σταθμού σε LN<sub>2</sub> μετά την επέκταση σε αυτό το σημείο είναι ακαθόριστη αυτή τη στιγμή και έτσι δεν προτείνονται αλλαγές.



Οι δύο δεξαμενές με υγρό άζωτο χωρητικότητας 30 m<sup>3</sup>

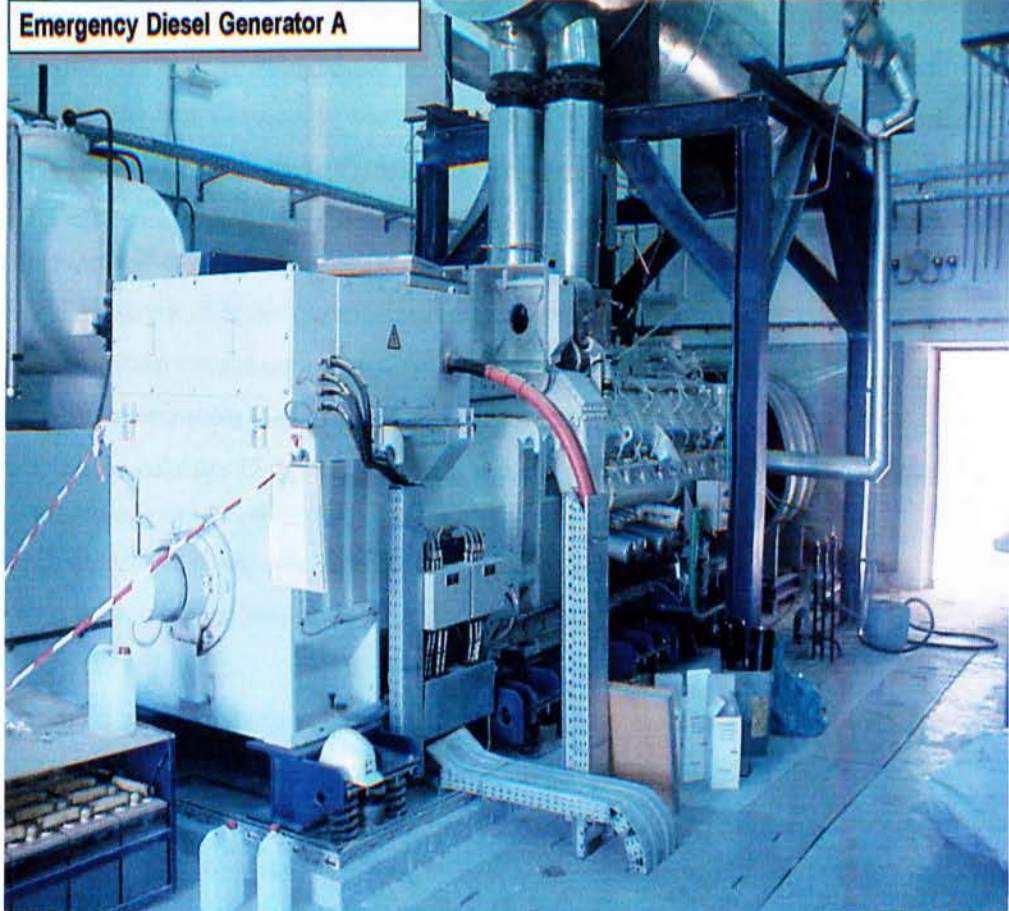
### 2.7.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ DIESEL (M-4700)

Το Diesel χρησιμοποιείται ως καύσιμο τροφοδοσίας για τους κινητήρες έκτακτης ανάγκης στον Τερματικό Σταθμό, που είναι:

- α. Οι δύο από τις τρεις αντλίες νερού πυρόσβεσης, J-4202 B/S
- β. Οι γεννήτριες ρεύματος εκτάκτου ανάγκης, R-3603 A&B

Και στις δύο περιπτώσεις οι συσκευές εφοδιάζονται με Diesel από τοπικές δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης, οι οποίες τροφοδοτούν το καύσιμο Diesel με βαρύτητα όπου αυτό χρειάζεται. Η δεξαμενή O-4202B τροφοδοτεί με Diesel την μηχανοκίνητη αντλία J-4202B και η δεξαμενή O-4202S τροφοδοτεί την αντλία J-4202S. Και οι δύο δεξαμενές είναι μονωμένες και εξοπλισμένες με ηλεκτρικούς θερμαντήρες, H-4202

### Emergency Diesel Generator A



A&B για προστασία το χειμώνα. Η δεξαμενή O-4702A τροφοδοτεί με Diesel την μηχανοκίνητη γεννήτρια R-3603A και η δεξαμενή O-4702B τροφοδοτεί την γεννήτρια R-3603B. Και οι δύο δεξαμενές βρίσκονται μέσα στο κτίριο της γεννήτριας έκτακτης ανάγκης για προστασία το χειμώνα.

Το καύσιμο Diesel μεταφέρεται στο νησί με βυτιοφόρο που έρχονται από την απέναντι ακτή με ferry-boat. Τα βυτιοφόρα ξεφορτώνουν στη δεξαμενή αποθήκευσης Diesel P-4701 μέσω εύκαμπτου σωλήνα εκφόρτωσης και χρησιμοποιώντας τις αντλίες του βυτιοφόρου. Η δεξαμενή είναι εξοπλισμένη με ηλεκτρικό θερμαντήρα HT-4701 για προστασία το χειμώνα. Το Diesel μετά αντλείται στις δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης, που αναφέρθηκαν παραπάνω, χρησιμοποιώντας τις αντλίες

μεταφοράς καυσίμου Diesel J-4701 & J-4701S. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα τα βυτιοφόρα να ξεφορτώνουν κατευθείαν στις δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης των αντλιών νερού πυρόσβεσης εάν επιθυμείται ή εάν η κύρια δεξαμενή αποθήκευσης Diesel δεν είναι διαθέσιμη. Το Diesel μπορεί επίσης να εισαχθεί σε βαρέλια των 200 λίτρων και να φορτωθεί στο σύστημα μέσω της χειραντλίας J-4703.

Ο εξοπλισμός έκτακτης ανάγκης δεν είναι κανονικά σε χρήση, εκτός από τους ελέγχους ρουτίνας σε εβδομαδιαία βάση. Επομένως η κατανάλωση Diesel κανονικά θα είναι ελάχιστη. Ωστόσο, το σύστημα καυσίμου Diesel είναι σχεδιασμένο ως εξής:

- (α) Η κατανάλωση καυσίμου σχεδιασμού για τις αντλίες νερού πυρόσβεσης J-4202B και J-4202S είναι 451 l/h για κάθε μία (και οι δύο μπορούν να λειτουργούν),
- (β) Η κατανάλωση καυσίμου σχεδιασμού για τις γεννήτριες R-3603A & R-3603B είναι 500 l/h για κάθε μία (μόνο μία λειτουργεί κάθε φορά),
- (γ) Η συνολική κατανάλωση καυσίμου σχεδιασμού είναι 1402 l/h (1.402 m<sup>3</sup>/h),
- (δ) Η κύρια δεξαμενή αποθήκευσης, P-4701 έχει χωρητικότητα 140 m<sup>3</sup>, η οποία είναι επαρκής να καλύψει 72 ώρες της ζήτησης σχεδιασμού, πλέον ένα φορτίο βυτιοφόρου 20 m<sup>3</sup> και ένα περιθώριο 20 m<sup>3</sup>,
- (ε) Οι δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης του νερού πυρόσβεσης είναι μεγέθους 10m<sup>3</sup> η κάθε μία βασιζόμενες σε 8 ώρες τροφοδοσία καυσίμου, πλέον ένα περιθώριο 10%,
- (στ) Οι δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης της νηξελογεννήτριας είναι μεγέθους 2,5 m<sup>3</sup> η κάθε μία βασιζόμενες σε 8 ώρες τροφοδοσία καυσίμου, πλέον ένα περιθώριο 10% και

(ζ) Η ικανότητα των αντλιών μεταφοράς καυσίμου Diesel είναι 11 m<sup>3</sup>/h για να επαναπληρώσουν τις δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης σε περίπου 1 ώρα.

Η προσθήκη της τρίτης δεξαμενής δεν αυξάνει τις απαιτήσεις σε καύσιμο νηξελ.

### **2.7.8 ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.**

Δύο γεννήτριες με μηχανές εσωτερικής καύσης φυσικού αερίου είναι συνδεδεμένες στον τερματικό σταθμό ΥΦΑ. Ο τερματικός σταθμός στην παρούσα φάση τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα από το κεντρικό δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος της πρωτεύουσας μέσω δύο 100% 7.7MW υποθαλάσσιων καλωδίων ρεύματος, αλλά με μέγιστη δυνατότητα τα 7.7MW. Κάθε μία από τις μηχανές εσωτερικής καύσης ΦΑ, όταν συνδυάζεται με την αντίστοιχη γεννήτρια, έχει την δυνατότητα να παράγει



ρεύμα ισχύος 7.63 MW (στους 45°C θερμοκρασία περιβάλλοντος και σχετική υγρασία 25-99%). Στο βασικό τους φορτίο, κάθε μηχανή παράγει 7.65 MW ισχύος βασιζόμενη στα δικά της βοηθήματα/υποσυστήματα συν την ισχύ στα κοινά βοηθήματα/ υποσυστήματα των δύο μηχανών (αν υπάρχουν). Δεδομένου ότι ο υποσταθμός είναι δυναμικότητας 9 MVA καμία από τις δύο μηχανές δεν θα παράγει πάνω από 7.65 MW σε συνήθεις συνθήκες (αυτή είναι η μέγιστη τιμή λαμβάνοντας συντελεστή ισχύος ίσο με 0.85). Η μονάδα περιλαμβάνει τα εξής:

- μία μηχανή καύσης η οποία περιέχει και το σύστημα φιλτραρίσματος του αέρα
- μία γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος που είναι συνδεδεμένη με την μηχανή εσωτερικής καύσης φυσικού αερίου. Το υφιστάμενο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας καλύπτει τις απαιτήσεις των νέων καταναλωτών.

## 2.7.9 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Το δίκτυο αερίου καυσίμου υψηλής πίεσης τροφοδοτείται αποκλειστικά από το σύστημα τροφοδοσίας αερίου (sendout gas system). Η πίεση του αερίου καυσίμου μειώνεται και μετά το αέριο καύσιμο επαναθερμαίνεται από τον ένα από τους δύο, με εφεδρεία 100%, θερμαντήρες αέρος, M-3110 A/B. Ένα Knock out Drum (O-3110) προβλέπεται για το εξερχόμενο από τον θερμαντήρα αέρος ρεύμα καυσίμου Φ.Α. για να αποτρέψει την ύπαρξη υγρού, που μπορεί να βρίσκεται στο αέριο καύσιμο μετά την πτώση της πίεσης του και την επαναθέρμανσή του, στην παροχή των αεριοστροβίλων.

Ο Τερματικός Σταθμός έχει σχεδιαστεί να είναι αυτοδύναμος για τις απαιτήσεις του σε αέριο καύσιμο χαμηλής πίεσης και η παροχή σχεδιασμού της τροφοδοσίας Φ.Α. στο δίκτυο μεταφοράς Φ.Α. εξαιρείται από την ιδιοκατανάλωση. Το σύστημα αερίου καυσίμου χαμηλής πίεσης θα λειτουργεί σε ονομαστική πίεση 3,0 με 3,5 barg και θα παρέχει καύσιμο στους αεριοποιητές με καύση αερίου καυσίμου και άλλους χρήστες αερίου καυσίμου, όπως στον relief header και στους pilots του πυρσού.

Το αέριο καύσιμο χαμηλής πίεσης λαμβάνεται κατά προτίμηση από τους BOG συμπιεστές και συμπληρώνεται εάν/και όπως απαιτείται από το σύστημα τροφοδοσίας αερίου (sendout gas system). Θα μειώνεται η πίεση του αερίου καυσίμου και μετά το αέριο καύσιμο θα επαναθερμαίνεται από τον ένα από τους δύο, με εφεδρεία 100%, θερμαντήρες αέρος, M-3104 A/B σε τουλάχιστον 0°C. Ένα Knock out Drum (O-3104) προβλέπεται για το εξερχόμενο από τον θερμαντήρα αέρος ρεύμα καυσίμου Φ.Α. για να αποτρέψει την ύπαρξη υγρού, που μπορεί να βρίσκεται

στο αέριο καύσιμο μετά την πτώση της πίεσης του και την επαναθέρμανσή του, στην παροχή των χρηστών αερίου καυσίμου χαμηλής πίεσης, που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ένας ηλεκτρικός θερμαντήρας αερίου καυσίμου, M-3103 επίσης παρέχεται για χρήση σε περιόδους ακραίων χαμηλών θερμοκρασιών περιβάλλοντος ή αν υγρό αέριο από τον αγωγό μεταφοράς Φ.Α. επιστρέφει πίσω στον Τερματικό.

## 2.7.10 ΠΥΡΣΟΣ

Η κατασκευή πυρσού ασφαλείας είναι απαραίτητη για την ασφαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων. Στον πυρσό θα οδηγούνται τα απαέρια από τις δεξαμενές αποθήκευσης ΥΦΑ και τις βαλβίδες ανακούφισης. Εν τούτοις, προκειμένου να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες ΦΑ στον πυρσό, το σύστημα του πυρσού είναι συνδεδεμένο με την ρυθμιστική βάνα πίεσης των δεξαμενών αποθήκευσης. Υπό κανονικές συνθήκες, όταν δηλαδή η πίεση των δεξαμενών δεν ξεπερνά κάποιο όριο, τα απαέρια θα ανακυκλώνονται. Όταν η πίεση στις δεξαμενές υπερβεί το όριο τότε θα ανοίγει η ρυθμιστική βάνα πίεσης και ένα μέρος των απαερίων θα οδηγούνται στον πυρσό. Σε περίπτωση που η ρυθμιστική βάνα πίεσης δεν ανοίξει, τότε ανοίγουν οι βαλβίδες ανακούφισης της δεξαμενής που αποτελούν και το σύστημα προστασίας του εξοπλισμού από υπερπίεση. Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας δεν παράγεται περίσσεια ατμών. Υπό τις συνθήκες αυτές οδηγείται στον πυρσό μόνο το ρεύμα Φ.Α. που κυκλοφορεί στον σταθμό για να αποτρέπει την είσοδο αέρα στον εξοπλισμό. Σε περίπτωση διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος, η λειτουργία του σταθμού διακόπτεται και το boil-off των δεξαμενών οδηγείται στον πυρσό. Το σύστημα του πυρσού μπορεί να καλύπτει το σύνολο των απαερίων των δεξαμενών, που παράγονται σε μη κανονικές συνθήκες και σε συνθήκες έκτακτης ανάγκης και θα μπορεί να καλύπτει τους ατμούς που εκλύονται από τις βαλβίδες ανακούφισης σε έκτακτες τυχαίες περιστάσεις. Το υφιστάμενο σύστημα του πυρσού έχει σχεδιαστεί για να καλύψει την προσθήκη της τρίτης δεξαμενής.

Το σύστημα πυρσού περιλαμβάνει:

- α. Τα συστήματα ρύθμισης πίεσης
- β. Το Knock-out Drum του πυρσού (O-3105)
- γ. Το σύστημα έναυσης/ανίχνευσης φλόγας (L-3101A)
- δ. Τον πυρσό (L-3101)

Στον πυρσό οδηγούνται απαέρια από τις παρακάτω μονάδες:

- α. Τις δεξαμενές ΥΦΑ (P-3201 A/B/C) και τη γραμμή ισορροπίας

β. Το δίκτυο του πυρσού (ασφαλιστικές βαλβίδες)

γ. Το Knock-out Drum του συστήματος αερίου (O-3104)



Ο πυρσός του σταθμού. Λειτουργεί σε περίπτωση απαερίων στις δεξαμενές.

### 2.7.11 ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗ

Ο Τερματικός Σταθμός Υ.Φ.Α. Ρεβυθούσας λειτουργεί ως αυτοπαραγωγός της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει, χρησιμοποιώντας δύο μηχανές εσωτερικής καύσης Φ.Α., ισχύος 7.7 MW η καθεμία, που καλύπτουν πλήρως της ανάγκες της εγκατάστασης. Επίσης, σε περιπτώσεις ανάγκης υπάρχει η δυνατότητα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας στην εγκατάσταση από την Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) μέσω δύο 100% 7.7 MW υποθαλάσσιων ηλεκτρικών καλωδίων, με μέγιστη δυνατότητα παροχής 7.7 MW. Το υφιστάμενο σύστημα ηλεκτρισμού θεωρείται ικανό να καλύψει τις απαιτήσεις των νέων καταναλώσεων (ή καταναλωτών).

#### Συστήματα ηλεκτροδότησης εκτάκτου ανάγκης

Επιπλέον προβλέπονται δύο ανεξάρτητα συστήματα ηλεκτροδότησης για την κάλυψη εκτάκτων αναγκών σε περίπτωση απώλειας ισχύος.

Τα συστήματα αυτά είναι:

- α. Γεννήτριες ηλεκτρικού ρεύματος εκτάκτου ανάγκης (μία κύρια και μία εφεδρική)
- β. Ανεξάρτητο σύστημα μπαταριών επαναφορτιζομένων

Οι γεννήτριες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι νηξελοκίνητες.

Οι γεννήτριες αυτές μπαίνουν σε λειτουργία αυτόματα σε περίπτωση απώλειας ισχύος και τροφοδοτούν τα παρακάτω κρίσιμα μηχανήματα:

α. Το σύστημα θέρμανσης του πυθμένα των δεξαμενών αποθήκευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου.

β. Μία εμβαπτιζόμενη αντλία χαμηλής πίεσης ΥΦΑ.

γ. Τους φυσητήρες παροχής αέρα στα φρεάτια των δεξαμενών ΥΦΑ.

δ. Τις αντλίες απομάκρυνσης νερού από τον πυθμένα των φρεατίων των δεξαμενών ΥΦΑ.

ε. Το σύστημα θέρμανσης του δοχείου απομάκρυνσης υγρού ΥΦΑ του πυρσού (O-3105).

στ. Τον πυρσό.

ζ. Το σύστημα παραγωγής αφρού υψηλής εκτόνωσης.

η. Μία αντλία jockey πυρασφάλειας.

θ. Τους σταθερούς εκτοξευτήρες νερού πυρόσβεσης (fire water monitors).

ι. Την αντλία του νερού ψύξης μηχανημάτων.

ια. Την αντλία προσθήκης θειώδους νατρίου.

ιβ. Ενα συμπιεστή πεπιεσμένου αέρα για τα όργανα.

ιγ. Τον ξηραντήρα αέρα οργάνων.

ιδ. Εναν αεριοποιητή αζώτου.

ιε. Την αντλία τροφοδοσίας καυσίμου ντήζελ.

ιστ. Τον ηλεκτρικό θερμαντήρα της δεξαμενής καυσίμου ντήζελ.

ιζ. Τον εξωτερικό φωτισμό ασφαλείας των εγκαταστάσεων.

ιη. Το σύστημα αδιάλειπτης παροχής ηλεκτρική ενέργειας για τα όργανα, τα συστήματα αυτοματισμού και τα συστήματα ασφαλείας.

Το σύστημα επαναφορτιζομένων μπαταριών τίθεται σε λειτουργία αυτόματα σε περίπτωση απώλειας ισχύος και τροφοδοτεί με ισχύ τα όργανα του θαλάμου ελέγχου και τα συστήματα αυτοματισμού και ασφαλείας.

Το σύστημα αυτό είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να καλύπτει τις ανάγκες ισχύος των παραπάνω συστημάτων για ορισμένες ώρες.

Μετά την επάνοδο της ισχύος το σύστημα των μπαταριών τίθεται εκτός λειτουργίας και επαναφορτίζεται αυτόματα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

Η έκθεση της μελέτης σκοπιμότητας καταγράφει τα αποτελέσματα των ερευνών σχετικά με την τεχνική σκοπιμότητας που συνδέονται με την προσθήκη της 3<sup>ης</sup> δεξαμενής αποθήκευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου ως τμήμα της 2<sup>ης</sup> φάσης επέκτασης του θερματικού σταθμού ΥΦΑ στη Ρεβυθούσα.

#### 3.1 Μεθοδολογία, Μελέτη Σκοπιμότητας

Η μελέτη σκοπιμότητας που περιελάμβανε μια πολιτική διαδικασίας σχεδιασμού με βάση την απαίτηση για τη μέγιστη χωρητικότητα αποθήκευσης που θα μπορούσε να προστεθεί στην εγκατάσταση, αλλά και η οπτική επίδραση του προφίλ της δεξαμενής στη περίπτωση της ελαχιστοποίησης του λόγω ότι υπάρχουν περιορισμένες θέσεις τοποθέτησης της δεξαμενής στο νησί. Ο συνδυασμός της θέσης, του μεγέθους και της αισθητικής είναι ένα 3 δρόμων πρόβλημα που έχει κάποιες επιλογές.

#### 3.2 Προσέγγιση , σχεδιασμός δεξαμενής.

Η μελέτη ξεκίνησε με αναλογίες διαστάσεων (διαμέτρου ως προς το ύψος) που θα ήταν κατάλληλη για την σεισμικότητα. Η προσέγγιση ήταν να καθορίσει την κορυφή με εκείνη των υφιστάμενων δεξαμενών και την εργασία προς τα κάτω με την κατάλληλη διάμετρο να φτάσει στη βάση της δεξαμενής και να διαπιστωθεί αν η ανασκαφή είναι εφικτή λόγω γεωτεχνικών δυσκολιών. Το συμπέρασμα ήταν ότι η εσωτερική διάμετρος της δεξαμενής θα πρέπει να είναι 78m .

#### 3.3 Χωρητικότητα δεξαμενής

Η σημερινή γενιά των δεξαμενών ΥΦΑ σε σταθμούς εισαγωγής σε όλο τον κόσμο είναι περίπου 160.000 m<sup>3</sup> χωρητικότητας με εσωτερική διάμετρο δεξαμενής περίπου 80m. Για να διαπιστωθεί η ευαισθησία του σχεδιασμού, προτάθηκαν τρία μεγέθη δεξαμενής σε 90.000 , 95.000 και 100.000 m<sup>3</sup> διατηρώντας τις αναλογίες διαστάσεων της δεξαμενής σταθερές.

	90.000m <sup>3</sup>	95.000m <sup>3</sup>	100.000m <sup>3</sup>
Ύψος δεξαμενής(m)	38.529	39.060	39.664
Εξωτερική διάμετρος(m)	80,3	81,5	82,5

### 3.4 Σχεδιασμός δεξαμενής. (Θέση και ανύψωση)

Δεδομένου ότι η δεξαμενή θα πρέπει να στηρίζεται σε αντισεισμικά στηρίγματα όπως τα προυπάρχοντα των δύο δεξαμενών, ο περιορισμός για  $H/D$  λόγος (ύψους προς διάμετρο) δεν είναι σοβαρός. Οι περιορισμοί στις διαστάσεις δεξαμενής είναι οι εξής:

- Η μέγιστη εξωτερική διάμετρος της εξωτερικής δεξαμενής είναι 81,5 εκ.
- Επίπεδο κορυφής της στέγης: 39.342m.
- Το αεριζόμενο κενό κάτω από τη δεξαμενή πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,80m.



Οι δύο ήδη υπάρχουσες δεξαμενές.



Εικόνα προσομοίωσης από το Google Earth για τη προτεινόμενη θέση της 3<sup>ης</sup> δεξαμενής

JULY  
1995

ΙΟΥΛΙΟΣ  
1995



### Θεμελίωση δεξαμενής :

- 1) μια πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος στο έδαφος (πλάκα θεμελίου)
  - 2) πασσάλους/κολώνες στην κορυφή των οποίων υπάρχουν ολισθαίνοντα στηρίγματα
  - 3) μια πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος πάνω στους πασσάλους
- Τα ολισθαίνοντα στηρίγματα είναι διατάξεις απαραίτητες για την περίπτωση σεισμού, καθώς μειώνουν την σεισμική επιτάχυνση που δέχεται η δεξαμενή / κολώνες.



**Καδρονιάρισμα,καλούπωμα σε όλη τη βάση της δεξαμενής μέχρι το ύψος των βάσεων των εδράνων.**

### **3.5 Γεωτεχνικά Θέματα**

Η νήσος Ρεβυθούσα βρίσκεται στο βόρειο τμήμα του Σαρωνικού. Το νησί έχει μήκος περίπου 750m και 250m πλάτος και το μεγαλύτερο υψόμετρο του νησιού είναι περίπου 42mΑΟΔ.Γεωλογικά η περιοχή του τόπου καλύπτεται από τριαδικό ασβεστόλιθο και δολομίτες (250 200Μγα),με διαφορετικό βαθμό θραύσης (εντονότερο προς την ακτή) και τις καιρικές συνθήκες. Ο ασβεστόλιθος είναι 450m περίπου παχύς και κρύβεται κάτω από φυλλίτες, χαλαζίτες,σερικίτες, σχιστόλιθους και ψαμμίτες.Η νότια, η δυτική και η βόρεια πλευρά του νησιού καλύπτεται από μια παραλία με ρηχή θάλασσα, άμμο και νερό μέχρι 25 μέτρα βάθος.

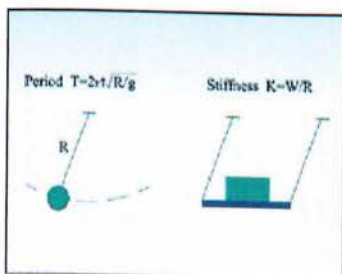
Τα ακόλουθα είδη σεισμικής απομόνωσης εξετάστηκαν στο πλαίσιο της μελέτης σκοπιμότητας για να εξετάσει ενδεχόμενη χρήση τέτοιων μονάδων για την τρίτη δεξαμενή:

- 1• Ρουλεμάν Εκκρεμές,(Pendulum Bearings)
- 2• Ελαστομερή εφέδρανα, (Elastomeric Bearings)
- 3• Έδρανα ολίσθησης με "Teflon",(Sliding Bearing "Teflon")
- 4• Στατική μελέτη για την ευελιξία και την ολκιμότητα ,( Structural design for flexibility and ductility).



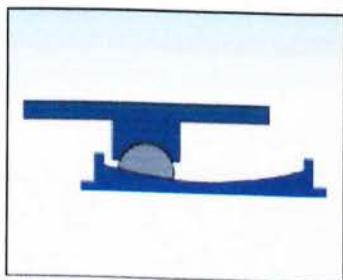
## 1. Ρουλεμάν Εκκρεμές.

Το δομικό βάρος υποστηρίζεται από κίνηση εκκρεμούς το οποίο μειώνει την οριζόντια ακαμψία όσον αφορά τα οριζόντια σεισμικά φορτία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της περιόδου δόνησης της δομής πάνω στα στηρίγματα της η οποία μειώνει την φασματική επιτάχυνση. Το σύστημα πρέπει να σχεδιαστεί για να ανταποκριθεί με επαρκή οριζόντια κίνηση χωρίς αποτυχία. Η περίοδος του εδράνου εκκρεμούς επιλέγεται με την επιλογή της ακτίνας καμπυλότητας του.



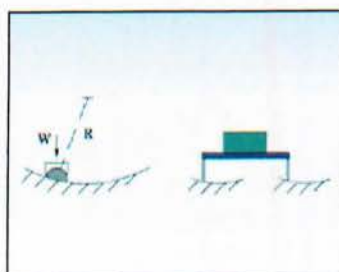
**Pendulum Motion**

Κίνηση εκκρεμούς



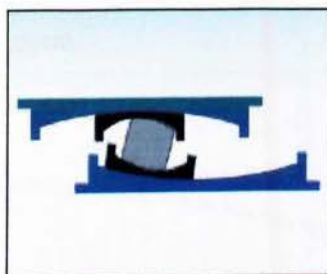
**Single Pendulum Operation**

Λειτουργία απλού εκκρεμούς



**Sliding Pendulum Motion**

Συρόμενη κίνηση εκκρεμούς

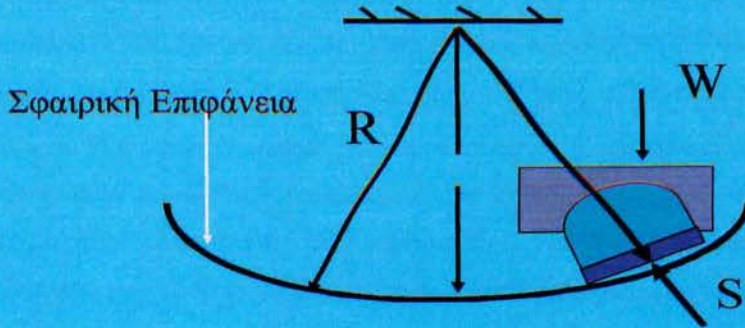


**Triple Pendulum Operation**

Λειτουργία τριπλού εκκρεμούς

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται στις υφιστάμενες δεξαμενές στη Ρεβουθούσα.

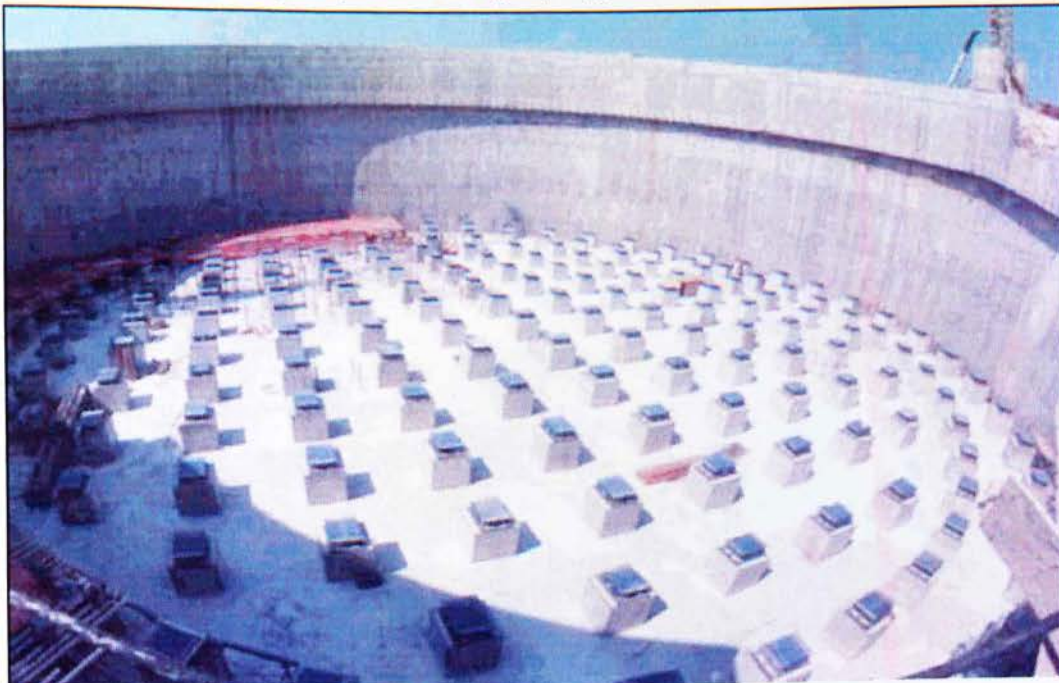
Η κίνηση μια κατασκευής η οποία υποστηρίζεται από αυτό το σύστημα μοιάζει με την κίνηση ενός εκκρεμούς με το πλεονέκτημα της επίδρασης της τριβής στις ολισθαίνουσες επιφάνειες



## 2. Ελαστομερή εφέδρανα.

Ελαστομερή έδρανα λειτουργούν ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως το σύστημα εκκρεμούς, μειώνοντας την συχνότητα της δομής.

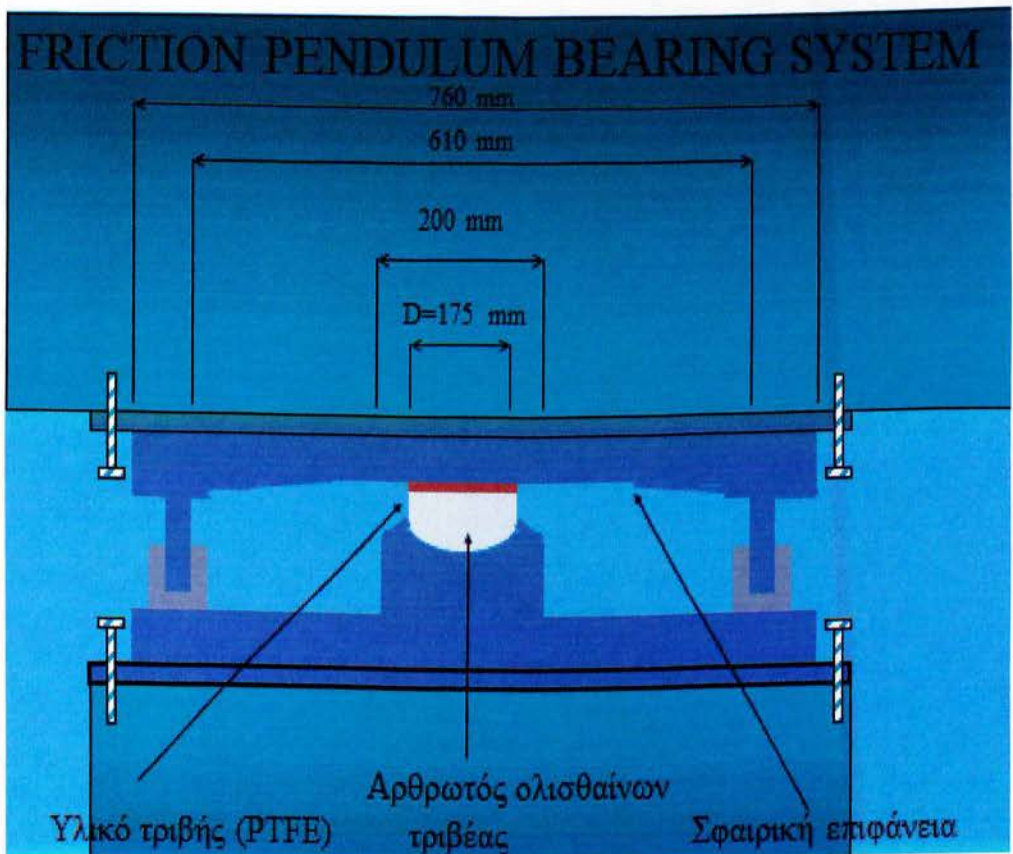
Η διαφορά με το εκκρεμές είναι ότι μετατρέπουν την κινητική ενέργεια της δομής σε ελαστική εργασία του στελέχους προς στο υλικό. Στο εκκρεμές, η κινητική ενέργεια της δομής έχει μετατραπεί σε δυναμική ενέργεια.



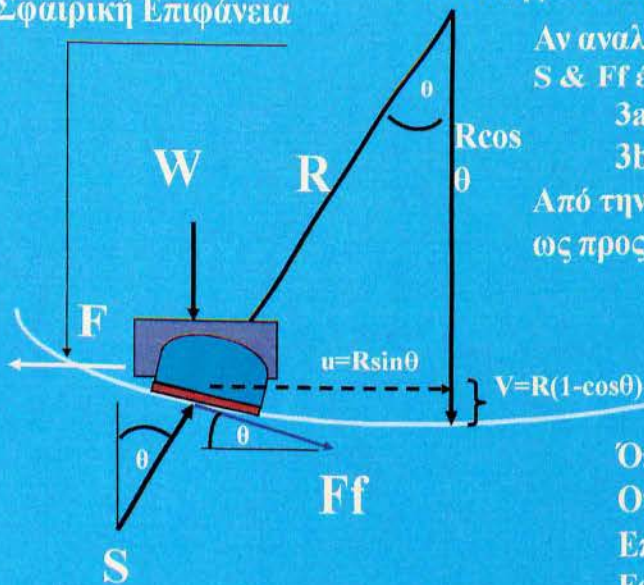
Ελαστομερή εφέδρανα.

### 3. Έδρανα ολίσθησης με "Teflon".

Η λειτουργία των έδρανων ολίσθησης είναι να μειωθεί η οριζόντια ακαμψία του συστήματος, αντικαθιστώντας την ελαστική απόκριση από ένα σταθερό οριζόντιο φορτίο, ανεξαρτήτως της μετατόπισης και ίσο με το κατακόρυφο φορτίο πολλαπλασιαζόμενο με τον συντελεστή τριβής του εδράνου. Έδρανα ολίσθησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο σε συνδυασμό με ελαστο-μερή έδρανα, δεδομένου ότι δεν παρέχουν μία ελαστική δύναμη επαναφοράς για να φέρει το σύστημα πίσω στην αρχική του θέση μετά το σεισμό. Είναι ωστόσο χρήσιμα στη μείωση της συχνότητας της δομής, στην απορρόφηση της ενέργειας (μέσω τριβής) σε χαμηλότερο κόστος από ότι τ'άλλα δύο συστήματα των στηριγμάτων. Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με το σύστημα εκκρεμούς, δεδομένου ότι θα μπορούσε να προκαλέσει απόκλιση με κατακόρυφες κινήσεις σε σχέση με αυτά που υποστηρίζει. Τα έδρανα ολίσθησης ανέρχονται σε μια ειδική περίπτωση του συστήματος εκκρεμούς, στο οποίο η ακτίνα καμπυλότητας είναι άπειρη και η δύναμη επαναφοράς είναι μηδέν.



Σφαιρική Επιφάνεια



Οριζόντια μετατόπιση 1)  $u=R\sin\theta$

Κάθετη μετατόπιση 2)  $v=R(1-\cos\theta)$

Αν αναλύσουμε τις δυνάμεις S & Ff έχουμε ότι

$$3a. W - S\cos\theta + Ff\sin\theta = 0$$

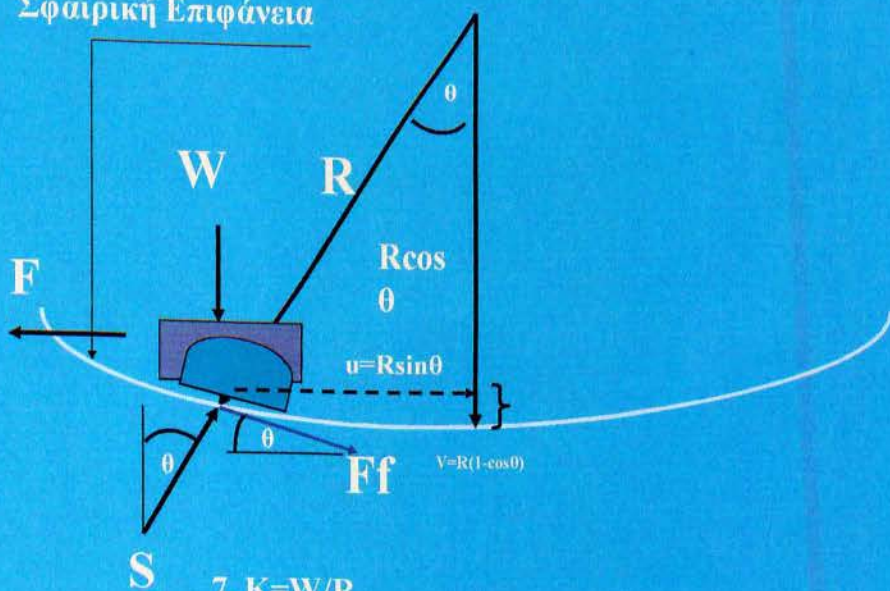
$$3b. F - S\sin\theta - Ff\cos\theta = 0$$

Από την 3a αν λύσουμε ως προς S έχουμε ότι:

$$F = W\tan\theta + Ff/\cos\theta$$

Όπου η δύναμη  $W\tan\theta$  Ονομάζεται δύναμη Επαναφοράς (restoring Force)

Σφαιρική Επιφάνεια



$$7. K = W/R$$

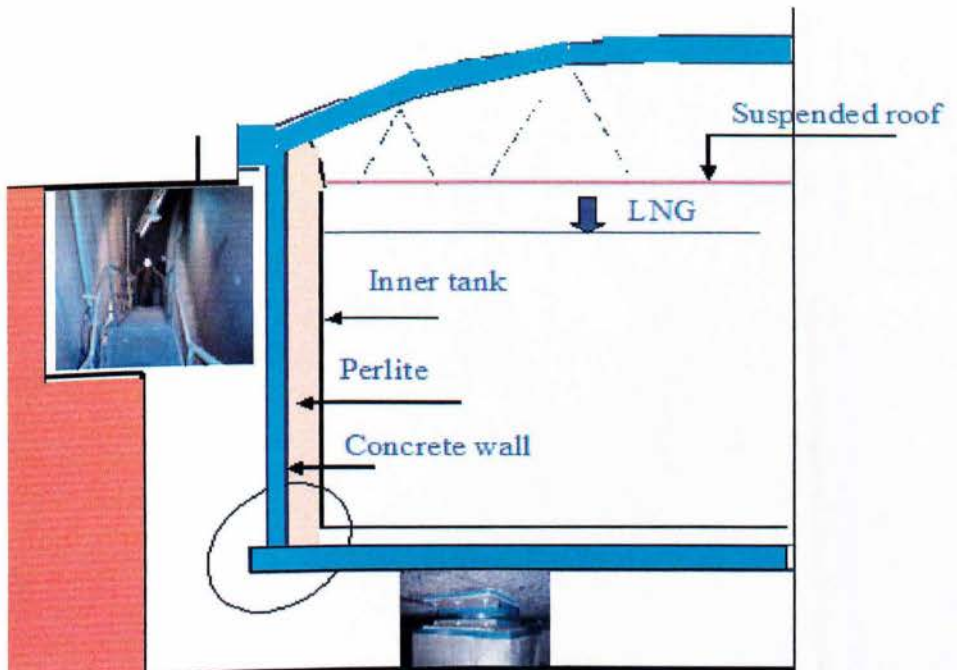
$$8. F = W/R \cdot u + \mu W \operatorname{sgn}(\dot{u})$$

$$\delta. F = W/R \cdot u + \mu W \operatorname{sgn}(\dot{u})$$

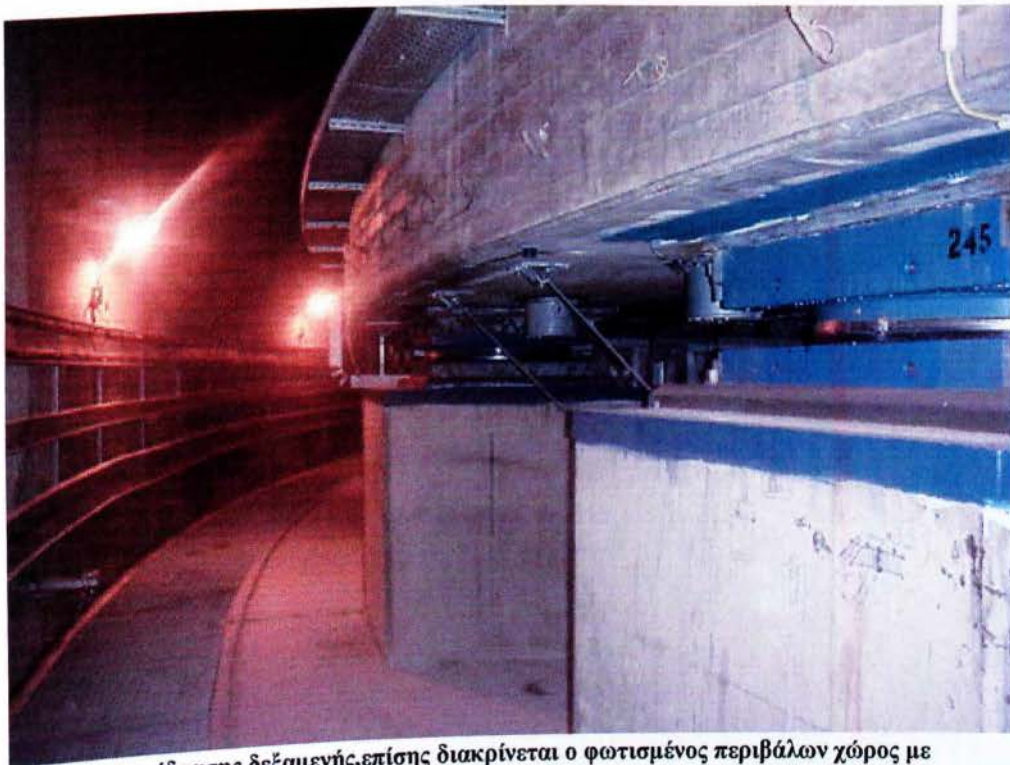
Επί πλέον η εξ. 8 αποδεικνύει ότι η πλευρική δύναμη είναι ευθέως ανάλογη με το βάρος της κατασκευής. Αποτέλεσμα αυτής της σημαντικής ιδιότητας είναι ότι, το κέντρο της πλευρικής ακαμψίας του συστήματος σεισμικής απομόνωσης συμπίπτει με το κέντρο του όλου οικοδομήματος. Αυτή η ιδιότητα κάνει το FPBS ιδιαίτερα αποτελεσματικό στο να ελαχιστοποιεί τις αντίθετες πλευρικές δυνάμεις στρέψεως στις ασύμμετρες κατασκευές



Λεπτομερής φωτογραφία εδράνου στήριξης δεξαμενής στην Ρεβουόσα.



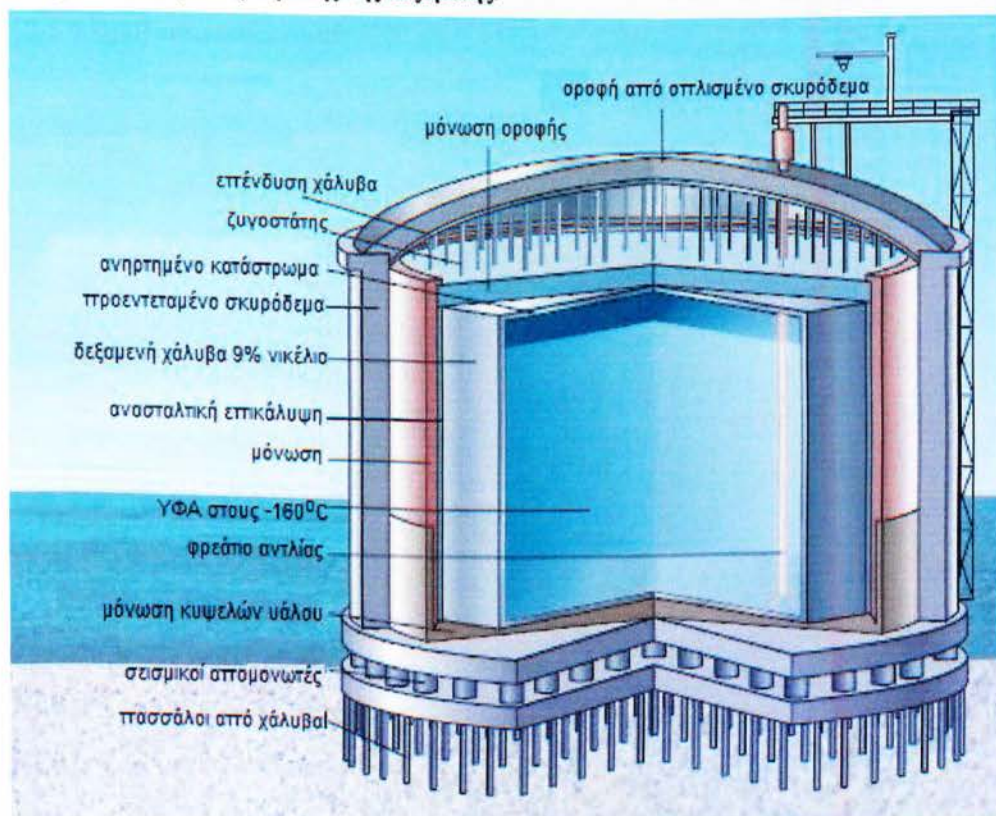
Γομή δεξαμενής με επεξηγήσεις κατασκευής και μόνωσης.



Λεπτομέρεια έδρασης δεξαμενής, επίσης διακρίνεται ο φωτισμένος περιβάλλον χώρος με την περιμετρική τάφρο σε περίπτωση διαρροής ΥΦΑ .



Διακρίνονται οι βάσεις έδρασης της δεξαμενής.



Τομή Δεξαμενής Υ.Φ.Α

#### 4. Στατική Μελέτη για την ευελιξία και Πλαστιμότητα.

Το σύστημα αυτό βασίζεται στις ίδιες αρχές όπως τα έδρανα εκκρεμούς και ελαστομερή, με τη συμμετοχή για μείωση στην ακαμψία, κριτήριο για την επίτευξη μιας χαμηλότερης συχνότητας και κατά συνέπεια για μια χαμηλότερη σεισμική ενίσχυση. Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει, για παράδειγμα λεπτές στήλες με όλκιμες συνδέσεις για να απορροφούν ακραία σεισμικά φορτία και για να αποφευχθεί ψαθυρή αστοχία υπό διάτμηση.

### 3.6 Συμπεράσματα

Η σεισμική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των δεδομένων που φέρουν τα ελαστομερή για να επιβεβαιωθεί η εφικτότητα των.

Τα ελαστομερή που θα απαιτηθούν είναι περίπου 320, τα οποία λειτουργούν σε μία απόσταση περίπου 4,5 m σε ένα τριγωνικό πλέγμα. Για τη συμμόρφωση με το έργο, αυτά τα στηρίγματα πρέπει να είναι σχεδιασμένα για οριζόντια μετατόπιση έως 110 mm. Για τη συμμόρφωση με EN 1998-1, η τιμή αυξάνεται σε 400 mm .

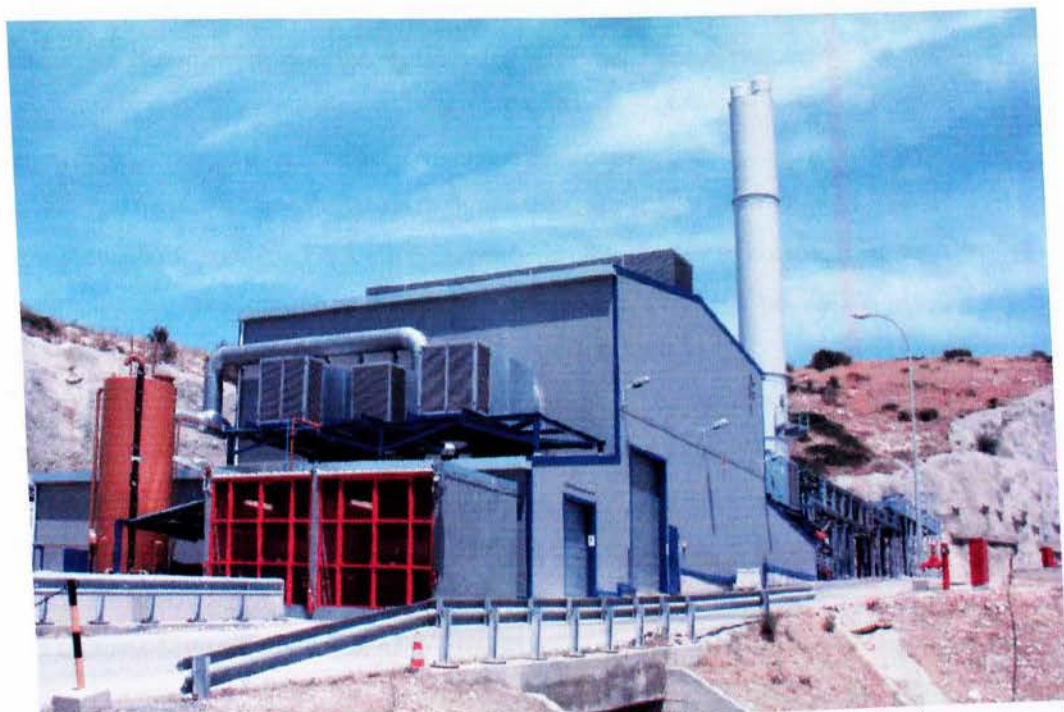
Η ονομαστική κατακόρυφος χωρητικότητα φορτίου που απαιτείται για κάθε στηρίγμα (ULS φορτίο) είναι τουλάχιστον 5200 kN.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

Δυνατότητα αναβάθμισης του σταθμού.

Σταθμός Συμπαράγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης . (ΣΗΘΥΑ)



Τον Απρίλιο του 2009, ο στρατηγικός ρόλος του Σταθμού ΥΦΑ ενισχύθηκε ακόμη περισσότερο με το πέρας των εργασιών εγκατάστασης και λειτουργίας της Μονάδας Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ).

Η μονάδα ΣΗΘΥΑ με καύσιμο φυσικό αέριο, εξασφαλίζει ηλεκτρική αυτονομία και επάρκεια 13MW στο Σταθμό ΥΦΑ. Επίσης, η δυνατότητα ανάκτησης θερμικής ενέργειας 14MW και η χρήση της στη διεργασία αεριοποίησης του υγροποιημένου φυσικού αερίου αυξάνει το βαθμό απόδοσης της μονάδας περίπου κατά 87%, συμβάλλοντας έτσι στην εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων και στην προστασία του περιβάλλοντος, παρέχοντας σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Ο ΔΕΣΦΑ συμμετέχει στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας και στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, με την πώληση της πλεονάζουσας ηλεκτρικής ενέργειας στο Διαχειριστή Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ), αποφέροντας στην εταιρεία επιπλέον έσοδα.

Σε ένα διεθνές περιβάλλον, όπου η ενέργεια αναδεικνύεται σε παράγοντα – κλειδί για

την ανάπτυξη και την ποιότητα ζωής, ο ΔΕΣΦΑ ενισχύει μια από τις σπουδαιότερες ενεργειακές υποδομές της Ελλάδας, ώστε να καλύψει αποτελεσματικά τις σημερινές αλλά και τις μελλοντικές ενεργειακές ανάγκες της χώρας.

Στην εγκατάσταση του LNG Terminal έχει εγκατασταθεί και λειτουργεί Power Plant 13MW ως σταθμός συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας υψηλής απόδοσης. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται από δύο (2) ηλεκτρογεννήτριες των 6.5 MW έκαστη με τάση παραγωγής 6000V οι οποίες κινούνται από δύο μηχανές εσωτερικής καύσης 16 - κύλινδρες V με καύσιμο φυσικό αέριο.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται χρησιμοποιείται για τις ανάγκες κατανάλωσης του Τερματικού σταθμού ΥΦΑ και η πλεονάζουσα διατίθεται στο δίκτυο. Η θερμική ενέργεια που ανακτάται από τα κυκλώματα ψύξης των νερών, των λαδιών και των καυσαερίων χρησιμοποιείται για την αεριοποίηση του LNG.

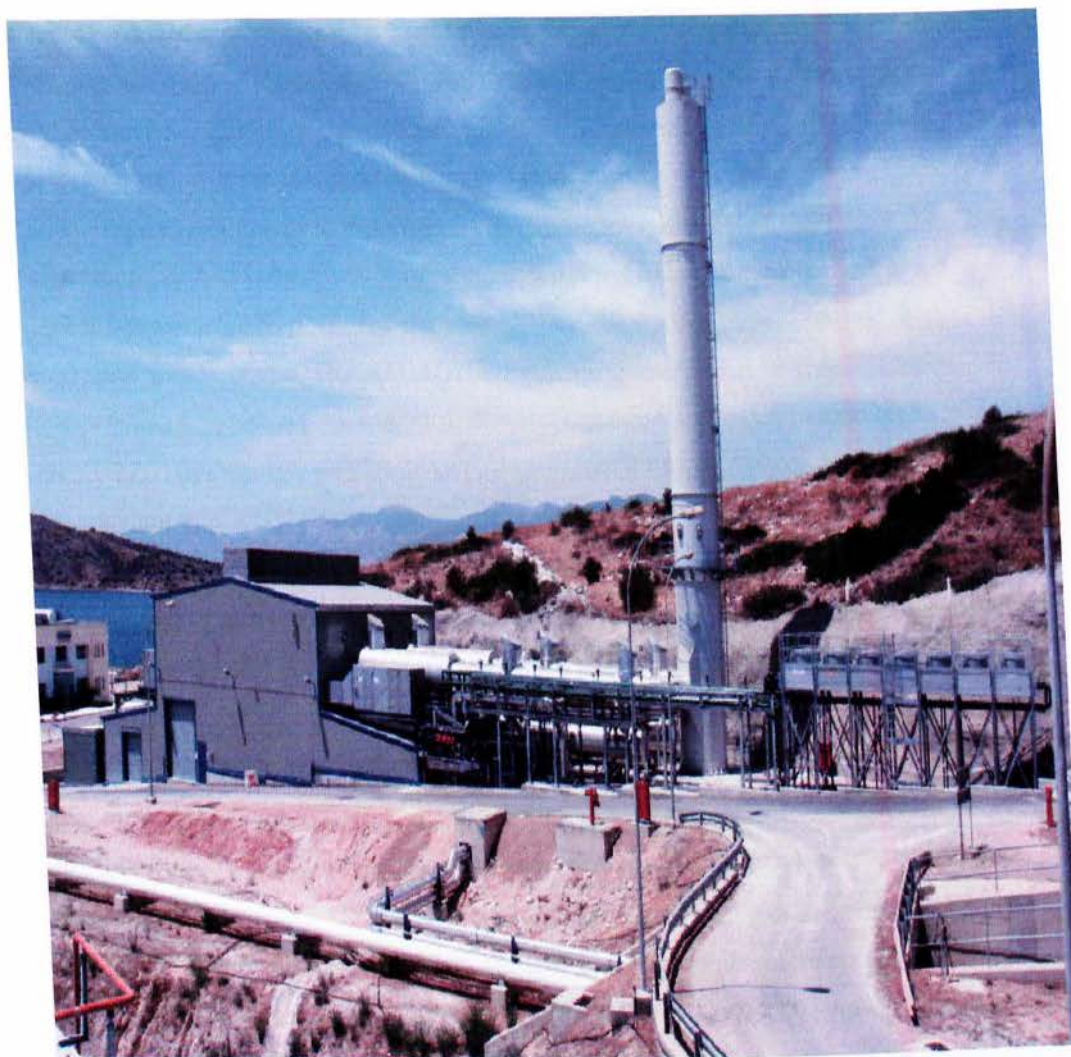
Η συνολική απόδοση του ΣΗΘΥΑ φτάνει το 87% (42% ηλεκτρική και 45% θερμική) που σημαίνει στο 100% φορτίο το Power Plant παράγει 13 MW ηλεκτρικής ενέργειας και 13.9 MW θερμικής ενέργειας που είναι ικανά να αεριοποιήσουν 170m<sup>3</sup>/h LNG. Η κατανάλωση φτάνει τα 8500 kJ/kWh ή 3000 Nm<sup>3</sup>/h.

#### 4.1. ΓΕΝΙΚΑ

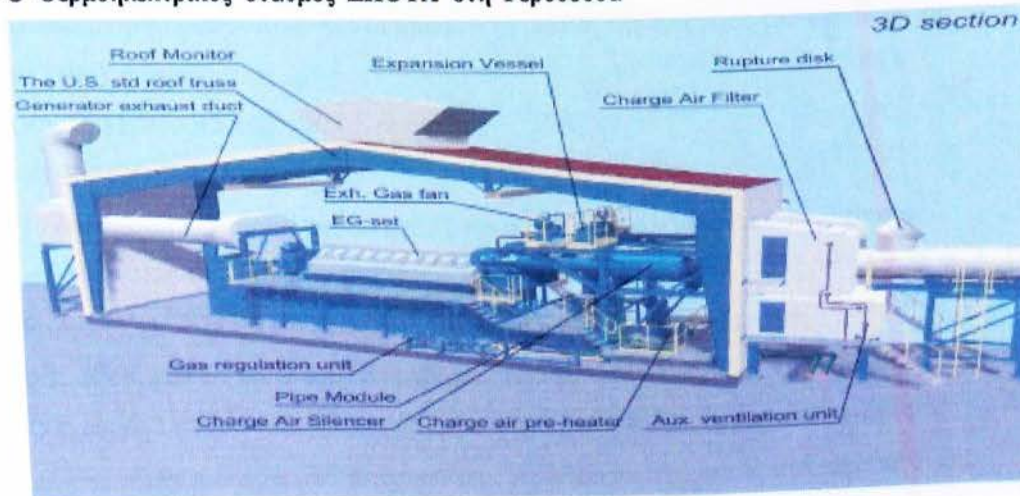
Ο Σταθμός ΣΗΘΥΑ βρίσκεται μέσα στην Εγκατάσταση Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου στην νήσο Ρεβυθούσα. Αποτελείται από δυο (2) πανομοιότυπες παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης με καύσιμο φυσικό αέριο ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 6,5 MWel η καθεμία δηλαδή η συνολική ονομαστική ηλεκτρική ισχύς του ΣΗΘΥΑ ανέρχεται στα 13 MWel και η ονομαστική θερμική ισχύς στα 12,27 MWth.

Τα κυριότερα κυκλώματα εκτός από το σετ γεννήτριας – μηχανής είναι

- Το κύκλωμα τροφοδοσίας με φυσικό αέριο καύσης των μηχανών
- Το κύκλωμα του αέρα εισαγωγής
- Το κύκλωμα των καυσαερίων
- Το κύκλωμα των λαδιών της μηχανής
- Τα κυκλώματα των νερών ψύξης της μηχανής (HT & LT)
- Το κύκλωμα των νερών των αεριοποιητών (SCV)
- Τα κυκλώματα του αέρα των οργάνων και του αέρα εκκίνησης
- Τα κυκλώματα πυρανίχνευσης, διαρροής φυσικού αερίου και πυρασφάλειας
- Και τέλος τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά κυκλώματα.



Ο Θερμοηλεκτρικός σταθμός ΣΗΘΥΑ στη Ρεθυθούσα



## 4.2. ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Στον μετρητικό – ρυθμιστικό σταθμό (MR) του φυσικού αερίου που βρίσκεται έξω από το κτίριο του ΣΗΘΥΑ γίνεται ο υποβιβασμός της πίεσης του αερίου του δικτύου και η μέτρηση του καταναλισκόμενου αερίου στις μηχανές.

Πιο συγκεκριμένα από την κεντρική γραμμή τροφοδοσίας στα 26-64 bar γίνεται διαχωρισμός σε δυο γραμμές 100% εφεδρικές η μια της άλλης. Στην κάθε γραμμή περιλαμβάνεται μονάδα ρύθμισης της πίεσης στα 8 bar και σύστημα μέτρησης ροής (τουρμπινόμετρο) αερίου (G0EКУ11GH001 για την γραμμή 1 και G0EКУ12GH001 για την γραμμή 2) με θερμομέτρο (G0EКУ11CT002 για την γραμμή 1 και G0EКУ12CT002 για την γραμμή 2) και μανόμετρο (G0EКУ11CP001 για την γραμμή 1 και G0EКУ12CP001 για την γραμμή 2). Η ανάλυση του αερίου προκύπτει από on line χρωματογράφο G0EКУ12CP001 που βρίσκεται στην κοινή γραμμή που καταλήγουν οι μετρητικές γραμμές. Στην συνέχεια η γραμμή αυτή καταλήγει στην γραμμή τροφοδοσίας των μηχανών εσωτερικής καύσης του ΣΗΘΥΑ.

Ο κάθε μετρητής αερίου (G0EКУ11GH001 και G0EКУ12GH001) έχει ενσωματωμένο υπολογιστή για την μετατροπή της μέτρησης σε nm<sup>3</sup> και ο οποίος είναι συνδεδεμένος on line με τον gas flow OPC server. Ομοίως ο χρωματογράφος G0EКУ12CP001 είναι συνδεδεμένος on line με τον gas flow OPC server.

Λαμβάνοντας ο gas flow OPC server την κατώτερα θερμογόνο από το χρωματογράφο και έχοντας και τους μετρητές σε nm<sup>3</sup> υπολογίζει την καταναλισκόμενη ενέργεια του φυσικού αερίου της κάθε γραμμής με κωδικό G0EКУ11GH001XT02 για την γραμμή 1 & G0EКУ12GH001XT02 για την γραμμή 2.

Οι δυο μετρητές αποτελούν και τα πρωτογενή μεγέθη της ενέργειας του καυσίμου για το ΣΗΘΥΑ όπου:

$$G0EКУ11GH001XT02 = F1$$

$$G0EКУ12GH001XT02 = F2$$

Το δευτερογενές μέγεθος της ενέργειας του καυσίμου προκύπτει από το άθροισμα των ενεργειών των δυο μετρητών :

$$F_c = (F1 (T) - F1 (T-1)) + (F2 (T) - F2 (T-1)) \text{ Όπου } T \text{ η ώρα μέτρησης.}$$

## 4.3. ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ – ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ο Σταθμός ΣΗΘΥΑ είναι Πλήρους Συμπαραγωγής. Στον σταθμό γίνεται ανάκτηση μέρους της θερμότητας από τα καυσαέρια, τον αέρα καύσης και τα κυκλώματα ψύξης (λαδιών και νερών) των μηχανών και η ανακτώμενη θερμότητα με θερμομεταφορικό

μέσο το νερό χρησιμοποιείται για την αεριοποίηση του υγροποιημένου φυσικού αερίου (από -160 οC στους 5 οC). Κλειστό κύκλωμα νερού με εναλλάκτες και δίκτυο σωληνώσεων απάγει θερμότητα από τον σταθμό και την μεταφέρει στο λουτρό των αεριοποιητών(SCVs).Ο σταθμός εξυπηρετεί θερμικά τους αεριοποιητές όλο το χρόνο. Σε κάθε μηχανή υπάρχουν δυο κλειστά κυκλώματα νερού: ένα υψηλής θερμοκρασίας νερού (HT) και ένα χαμηλής θερμοκρασίας νερού (LT).

Το κύκλωμα νερών υψηλής θερμοκρασίας νερού της κάθε μηχανής είναι το κύκλωμα ψύξης του κορμού της μηχανής ενώ ανακτά θερμοκρασία και από τον αέρα καύσης. Η ανακτώμενη θερμότητα από την μηχανή και τον αέρα καύσης αποδίδεται μέσω του εναλλάκτη HT στα νερά του SCV. Το κύκλωμα HT έχει πίεση περίπου 3.5 bar και παροχή περίπου 90 m<sup>3</sup>/h. Η θερμοκρασία εισόδου του αέρα καύσης στον εναλλάκτη είναι 150-170 οC και η θερμοκρασία εξόδου από τον εναλλάκτη 100-120 οC. Η θερμοκρασία εισόδου των νερών του HT στον εναλλάκτη του αέρα καύσης είναι 60-65 οC και η θερμοκρασία εξόδου από τον εναλλάκτη στους 85 οC. Στην φάση αυτή έχουμε ανάκτηση περίπου 1100 KW θερμότητας από τον αέρα καύσης.

Η θερμοκρασία εισόδου των νερών του HT στον κορμό της μηχανής είναι 85 οC και η θερμοκρασία εξόδου από τον κορμό της μηχανής στους 87-92 οC. Στην φάση αυτή έχουμε ανάκτηση περίπου 950 KW θερμότητας από τον κορμό της μηχανής. Στην συνέχεια τα νερά του κυκλώματος HT εισέρχονται στον εναλλάκτη HT των νερών του SCV με θερμοκρασία εισόδου 87-92 οC και θερμοκρασία εξόδου από τον εναλλάκτη 60-65 οC.

Το κύκλωμα νερών χαμηλής θερμοκρασίας (LT) της κάθε μηχανής είναι το κύκλωμα που ανακτά θερμότητα μέσω εναλλακτών από τα καυσαέρια της μηχανής, από τον αέρα καύσης της μηχανής και από την ψύξη των λαδιών της μηχανής. Η ανακτώμενη θερμότητα αποδίδεται μέσω του εναλλάκτη LT στα νερά του SCV. Το κύκλωμα LT έχει πίεση περίπου 2.0 bar και παροχή περίπου 70 m<sup>3</sup>/h. Η θερμοκρασία εισόδου του αέρα καύσης στον εναλλάκτη είναι 100-120 οC και η θερμοκρασία εξόδου από τον εναλλάκτη 40-50 οC. Η θερμοκρασία εισόδου των νερών του LT στον εναλλάκτη του αέρα καύσης είναι 28-32 οC και η θερμοκρασία εξόδου από τον εναλλάκτη στους 38-42 οC. Στην φάση αυτή έχουμε ανάκτηση περίπου 600 KW θερμότητας από τον αέρα καύσης. Η θερμοκρασία εισόδου των λαδιών στον εναλλάκτη είναι 78-80 οC και εξόδου από τον εναλλάκτη 60-65 οC. Η θερμοκρασία εισόδου των νερών του LT στον εναλλάκτη των λαδιών είναι 38-42 οC και η θερμοκρασία εξόδου από τον

εναλλάκτη στους 46-50 οC. Στην φάση αυτή έχουμε ανάκτηση περίπου 850 KW θερμότητας από την ψύξη των λαδιών της μηχανής. Η θερμοκρασία εισόδου των καυσαερίων στον εναλλάκτη των καυσαερίων είναι 360 -380 οC και εξόδου από τον εναλλάκτη 84-88 οC. Η θερμοκρασία εισόδου των νερών του LT στον εναλλάκτη των καυσαερίων είναι 46-50 οC και η θερμοκρασία εξόδου από τον εναλλάκτη στους 75-80 οC. Στην φάση αυτή έχουμε ανάκτηση περίπου 3600 KW θερμότητας από την ψύξη των καυσαερίων. Στην συνέχεια τα νερά του κυκλώματος LT εισέρχονται στον εναλλάκτη LT των νερών του SCV με θερμοκρασία εισόδου 75-80 οC και θερμοκρασία εξόδου από τον εναλλάκτη 28-32 οC.

Τα δυο κυκλώματα νερών (υψηλής και χαμηλής θερμοκρασίας) της κάθε μηχανής μέσω των δυο εναλλακτών (HT &LT) αποδίδουν την θερμότητα στο κλειστό κύκλωμα νερού των αεριοποιητών (SCVs). Η θερμοκρασία εισόδου των νερών του SCV στον εναλλάκτη LT είναι 8-14 οC και η θερμοκρασία εξόδου από τον εναλλάκτη 32-36 οC και παροχή περίπου 230 m<sup>3</sup>/h. Επομένως αποδίδεται στο κύκλωμα των νερών του SCV θερμότητα περίπου 4950 KW. Η θερμοκρασία εισόδου των νερών του SCV στον εναλλάκτη HT είναι 32-36 οC και η θερμοκρασία εξόδου από τον εναλλάκτη 39-42 οC και παροχή περίπου 230 m<sup>3</sup>/h. Επομένως αποδίδεται στο κύκλωμα των νερών του SCV θερμότητα περίπου 2050 KW.

Το κλειστό κύκλωμα των νερών των αεριοποιητών (SCVs) καταλήγει στο λουτρό των αεριοποιητών και από εκεί και πάλι στους εναλλάκτες των μηχανών. Το κλειστό κύκλωμα των νερών των αεριοποιητών είναι κοινό και για τις δυο μηχανές και μπορεί να καταλήξει στο μπάνιο του SCV C ή στο μπάνιο του SCV D ή και στον δυο. Πριν από την είσοδο στα μπάνια στη κοινή γραμμή υπάρχει θερμομέτρο G0NDA10CT002 και ροόμετρο G0NDA10CF002 ενώ στην έξοδο και πάλι στη κοινή γραμμή υπάρχει θερμομέτρο G0NDB21CT011 για την μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού επιστροφής. Η θερμοκρασία εισόδου στο μπάνιο κυμαίνεται από 39-42 οC και η θερμοκρασία εξόδου από 14-8 οC . Με δεδομένα την μέτρηση των θερμοκρασιών και της ροής υπολογίζεται από το scada η ωφέλιμη θερμική ενέργεια που αποδίδεται στο υγροποιημένο φυσικό αέριο για την αεριοποίησή του και αποτυπώνεται στον μετρητή G0NDA10CF002XT02. Ο μετρητής αποτελεί και το πρωτογενές μέγεθος της ωφέλιμης θερμικής ενέργειας για το ΣΗΘΥΑ όπου:

$$G0NDA10CF002XT02 = H1$$

Το δευτερογενές μέγεθος της ενέργειας του καυσίμου προκύπτει από την σχέση:

$HCHP = (H1 (T) - H1 (T-1))$  Όπου T η ώρα μέτρησης.

Όταν δεν λειτουργεί το κύκλωμα των νερών του SCV τότε η ψύξη των βοηθητικών κυκλωμάτων της μηχανής πραγματοποιείται μέσω ανεμιστήρων απαγωγής θερμότητας τα οποία συνδέονται στα κυκλώματα HT & LT. Αυτό συμβαίνει μόνο κατά την εκκίνηση των μηχανών μετά από σταμάτημα (μακροχρόνιο ή όχι) και περίπου για τα 10 πρώτα λεπτά. Σε αυτήν την περίπτωση δεν λειτουργεί ο ροομετρητής και άρα και ο μετρητής της θερμικής ενέργειας.

#### 4.4. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

Η ηλεκτροδότηση των εγκαταστάσεων στη νήσο Ρεβουθούσα γίνεται μέσω δύο γραμμών των 20 KV χωρητικότητας 9 MVA η καθεμία από τον Υ/Σ της Δ.Ε.Δ.Η.Ε. 150/20 KV των Μεγάρων, οι οποίες καταλήγουν σε δύο Α/Δ οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι σε ιδιαίτερο οίκημα στην Αγ. Τριάδα. Μετά τους Α/Δ και εντός του οικηματος είναι εγκατεστημένοι οι μετρητές τιμολόγησης της εξερχόμενης ή εισερχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην εγκατάσταση Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (ένας για κάθε γραμμή) συνδεδεμένη με τηλεφωνικό δίκτυο για την τηλεμέτρηση. Το δίκτυο των 20 KV της ΔΕΣΦΑ, αποτελείται από τον Υ/Σ 3601 ο οποίος περιέχει δύο Α/Δ εισόδου, από τη Δ.Ε.Η. , ένας για κάθε γραμμή (Q811 και Q821), δύο Α/Δ Q813 και Q823, οι οποίοι έχουν μεταξύ τους μηχανική αλληλένδεση και οι οποίοι ηλεκτροδοτούν τον Μ/Σ (TR-A) 20/0,4 KV 315 KVA για τις ανάγκες των εγκαταστάσεων της Αγ. Τριάδας. Μετά τους Α/Δ Q811 και Q821 είναι εγκατεστημένοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας για την καταγραφή της εξερχόμενης και εισερχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο ΥΦΑ (ένας για κάθε γραμμή με δυνατότητα τηλεμέτρησης).

Το υποβρύχιο δίκτυο το οποίο διασυνδέει τον Υ/Σ 3601 της Αγ. Τριάδας με τον Υ/Σ 3602 επί της νήσου Ρεβουθούσας.

Τον Υ/Σ 3602 εντός του οποίου είναι εγκατεστημένοι οι δύο Α/Δ των 20 KV Q711 και Q721 και τους δύο Μ/Σ 20/6 KV 9000KVA (MTR-1, MTR-2).

Το δίκτυο των 6 KV αποτελείται από τους Α/Δ εξόδου των Μ/Σ στην πλευρά των 6 KV, Q611 και Q621, όπως και οι δύο Α/Δ Q613, Q623 οι οποίοι έχουν μεταξύ τους μηχανική αλληλένδεση και οι οποίοι ηλεκτροδοτούν το Μ/Σ (TR-A) 6/0,4 KV 160KVA για τις ανάγκες του Υ/Σ.

Τα υπόγεια καλώδια τα οποία διασυνδέουν τον προαναφερθέντα Υ/Σ 3602 με τον κεντρικό Υ/Σ διανομής 3600.

Τον Υ/Σ 3600 εντός του οποίου είναι εγκατεστημένα τα πεδία άφιξης από τον Υ/Σ 3602 ( Α/Δ Q512, Q522 ), των δύο γεννητριών της συμπαραγωγής ισχύος 6,5 MW η κάθε μία ( Q511, Q523 ), των δύο Η/Ζ ισχύος 1,5 MW έκαστο ( Q513, Q521 ) και των πεδίων αναχώρησης προς τις διάφορες καταναλώσεις των εγκαταστάσεων (απευθείας φορτία 6000V και φορτία 400V μέσω 9 Μ/Σ 6000/400V). Η ιδιοκατανάλωση της εγκατάστασης ΥΦΑ κυμαίνεται από φορτίο 1200 KW ελάχιστο μέχρι 8000 KW μέγιστο. Η ιδιοκατανάλωση του ΣΗΘΥΑ ανέρχεται στα 130 KW στην περίπτωση λειτουργίας της μιας μηχανής που είναι και η συνήθης λειτουργία.

Η διανομή των 6 KV γίνεται από δύο τμήματα ζυγών, ένα για κάθε Μ/Σ Ισχύος 20/6KV και διασυνδέονται μεταξύ τους μέσω των Α/Δ Q534 και Q535. Όλο το δίκτυο της εγκατάστασης ΥΦΑ είναι 100% εφεδρικό που σημαίνει ότι μπορεί να λειτουργήσει είτε μερικώς είτε ολικός από την μια μόνο γραμμή τροφοδοσίας.

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια της κάθε γεννήτριας με τάση 6 KV οδηγείται από το ακροκιβώτιο με τους ακροδέκτες στο πεδίο αναχώρησης στον τοπικό υποσταθμό του ΣΗΘΥΑ όπου βρίσκονται ο Α/Δ G1BAC10GS001 (GE1) & G2BAC10GS001 (GE2). Στο δίκτυο των 6 KV του υποσταθμού συνδέονται οι Μ/Σ 6000/400V G1BFT10 & G2BFT10 μέσω των Α/Δ G1BFT10GS101 & G2BFT10GS101 όπου από αυτούς τροφοδοτούνται τα βοηθητικά της κάθε γεννήτριας αλλά και τα κοινά φορτία ιδιοκατανάλωσης ( UPS, φορτιστές 110/24 VDC, φωτισμός κ.α.) του ΣΗΘΥΑ. Από τον ζυγό των 6 KV της κάθε γεννήτριας υπόγειες γραμμές καταλήγουν στον κεντρικό υποσταθμό της εγκατάστασης ΥΦΑ στον κεντρικό ζυγό ALB A & B (A για την GE1 & B για την GE2). Η μέτρηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται μέσω Μ/Σ εντάσεως (G1MKA10ATBL1, G1MKA10ATBL2, G1MKA10ATBL3 & G2MKA10ATBL1, G2MKA10ATBL2, G2MKA10ATBL3) – τάσεως (G1BBA03GL1, G1BBA03GL2, G1BBA03GL3 & G2BBA03GL1, G2BBA03GL2, G2BBA03GL3) στους ακροδέκτες της κάθε γεννήτριας. Τα μετρούμενα μεγέθη των Μ/Σ καταλήγουν στα transducer της ενεργού ισχύος G1U1 για την γεννήτρια GE1 & G2U1 για την γεννήτρια GE2 και μέσω του PLC υπολογίζεται η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια της κάθε γεννήτριας από τους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας G1MKA10CE001XB02 & G2MKA10CE001XB02 αντίστοιχα.

Οι δυο μετρητές αποτελούν και τα πρωτογενή μεγέθη της ενέργειας του καυσίμου για το ΣΗΘΥΑ όπου:



$$G1MKA10CE001XB02 = E1$$

$$G2MKA10CE001XB02 = E2$$

Το δευτερογενές μέγεθος της ενέργειας του καυσίμου προκύπτει από το άθροισμα των ενεργειών των δυο μετρητών :

$$E_c = (E1 (T) - E1 (T-1)) + (E2 (T) - E2 (T-1)) \text{ Όπου } T \text{ η ώρα μέτρησης.}$$

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια της κάθε μηχανής, αφού πρώτα αφαιρεθεί η ιδιοκατανάλωση του ΣΗΘΥΑ οδηγείται στην κεντρική μπάρα του κεντρικού υποσταθμού του σταθμού Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου όπου βρίσκονται όλες οι καταναλώσεις του και από εκεί η περίσσια αφού ανυψωθεί στα 20 KV οδηγείται προς το δίκτυο της ΔΕΗ στην Αγία Τριάδα όπου βρίσκονται και οι μετρητές της εξερχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Δεν υπάρχει δυνατότητα μέτρησης της ιδιοκατανάλωσης των φορτίων του σταθμού ΥΦΑ μιας και τα φορτία είναι συνδεδεμένα σε πολλούς ζυγούς που όλοι τελικά συνδέονται στον κεντρικό που συνδέεται και η ηλεκτροπαραγωγή. Επομένως η ιδιοκατανάλωση του σταθμού ΥΦΑ προκύπτει από την εξαγόμενη προς το δίκτυο ηλεκτρική ενέργεια μείον την παραγόμενη από τον ΣΗΘΥΑ στους ακροδέκτες των γεννητριών.

Παραλληλισμός και απομόνωση με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.

Α. Ο παραλληλισμός επιτυγχάνεται με τους παρακάτω αναφερόμενους τρόπους :

1) Όταν οι εγκαταστάσεις ηλεκτροδοτούνται από τη Δ.Ε.Η., ο παραλληλισμός της γεννήτριας GE1 επιτυγχάνεται μέσω του Α/Δ G1BAC10GS001 από τη συσκευή παραλληλισμού η οποία ελέγχει την τιμή της Τάσης, τη συχνότητα, την αλληλουχία των φάσεων και τέλος την ολίσθηση των φάσεων.

Παρομοίως παραλληλίζεται και η γεννήτρια GE2 μέσω του Α/Δ G1BAC10GS002

2) Όταν οι εγκαταστάσεις ηλεκτροδοτούνται από τις προαναφερθείσες γεννήτριες, ο παραλληλισμός της γραμμής (Δ.Ε.Η.) Νο 1 με τη γεννήτρια GE1 επιτυγχάνεται μέσω του Α/Δ Q512 από τη συσκευή παραλληλισμού η οποία ελέγχει την τιμή της Τάσης, τη συχνότητα, την αλληλουχία των φάσεων και τέλος την ολίσθηση των φάσεων. Παρομοίως επιτυγχάνεται και παραλληλισμός της γραμμής Δ.Ε.Η. GE2 με τη γεννήτρια Νο 2 μέσω του Α/Δ Q522.

Β. Η απομόνωση του δικτύου για λόγους συντήρησης, σφαλμάτων ή μη νησιδοποίησης τμήματος του δικτύου της Δ.Ε.Η., επιτυγχάνεται αφενός μεν, με την διάταξη των αλληλενδέσεων, αφετέρου από τον ηλεκτρονόμο προστασίας (REX 521 )

της κάθε άφιξης (Q811, Q821) οι οποίοι εγκαταστάθηκαν για τον σκοπό αυτό και ελέγχουν τις παρακάτω παραμέτρους:

Υπερένταση φάσεων ( I > & I >> )

Υπερένταση γης ( I<sub>o</sub> )

Υπέρταση ( U > )

Υπόταση ( U < )

Υπερσυχνότητα ( F > )

Υποσυχνότητα ( F < )

Μηδενική ακολουθία τάσεως U<sub>o</sub>>

Διεύθυνση ρεύματος ( I >>--- > )

Αντιστροφή ρευμάτων μεταξύ των φάσεων ( 3 I < > )

Υπερένταση αρνητικής ακολουθίας ( I<sub>2</sub> )

Μεταβολή της συχνότητας στο χρόνο ( df/dt )

Οι ρυθμίσεις των υπερεντάσεων φάσεων, γης και διεύθυνσης θα ρυθμιστούν κατόπιν της μελέτης σφαλμάτων, λαμβανομένων δε υπόψη των ρυθμίσεων της

Δ.Ε.Η., οι υπόλοιπες ρυθμίσεις είναι αυτές που μας υπέδειξε η Δ.Ε.Η. Επομένως οι Αυτόματοι Διακόπτες διασύνδεσης (ΑΔΔ) ένας για κάθε γραμμή είναι Q512 και Q522 οι δε Α/Δ επί των οποίων θα επενεργούν οι προστασίες είναι Q811 και Q821.

#### **ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.**

Η εισαγωγή του Φυσικού Αερίου είναι το μεγαλύτερο ενεργειακό έργο που έχει αναλάβει η Ελλάδα τα τελευταία χρόνια.

Το φυσικό αέριο είναι η καθαρότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας, μετά τις ανανεώσιμες μορφές. Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου και συνεπώς περιορίζει την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Το φυσικό αέριο που είναι απαλλαγμένο από τους υδρογονάνθρακες πέραν του μεθανίου, δηλαδή το καθαρό μεθάνιο, συχνά αποκαλείται και ξηρό φυσικό αέριο.

Αντίστοιχα, το φυσικό αέριο που συμπεριλαμβάνει και άλλους υδρογονάνθρακες εκτός από το μεθάνιο, αποκαλείται και υγρό φυσικό αέριο.

Ο Τερματικός Σταθμός Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (ΥΦΑ) της Ρεβυθούσας αποτελεί μία από τις σημαντικότερες εθνικές υποδομές της χώρας μας.

Είναι μία από τις τρεις πηγές τροφοδοσίας του Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς

Φυσικού Αερίου και συγκαταλέγεται στους δέκα αντίστοιχους σταθμούς υγροποιημένου φυσικού αερίου, που λειτουργούν σήμερα σε όλο το χώρο της Μεσογείου και της Ευρώπης. Εκεί εκφορτώνονται και παραλαμβάνονται φορτία φυσικού αερίου, που φθάνουν στη χώρα μας με δεξαμενόπλοια σε υγρή μορφή. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο αποθηκεύεται σε δύο δεξαμενές, συνολικής χωρητικότητας 130.000 κ.μ. Στη συνέχεια, στις ειδικές εγκαταστάσεις της μονάδας, μετατρέπεται σε αέριο και τροφοδοτεί το Εθνικό Σύστημα Φυσικού Αερίου. Τον Οκτώβριο του 2007, ο ΔΕΣΦΑ ολοκλήρωσε τις εργασίες αναβάθμισης του Τερματικού Σταθμού Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (ΥΦΑ) Ρεβυθούσας, πραγματοποιώντας μια από τις σημαντικότερες επενδύσεις για την ενεργειακή υποδομή της χώρας μας. Με την αναβάθμιση, ο Σταθμός θα μπορεί πλέον να παραλαμβάνει και να επεξεργάζεται τριπλάσιες ποσότητες φυσικού αερίου και να τροφοδοτεί το Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς με 5,2-5,3 δισεκατομμύρια κ. μ. ετησίως. Συγκεκριμένα, το έργο περιελάμβανε την επέκταση των υποδομών και την ενίσχυση του εξοπλισμού, ώστε να αυξηθεί η δυναμικότητα αεριοποίησης του Σταθμού σε 1.000 κ.μ. φυσικού αερίου ανά ώρα, από 271 κ.μ. ανά ώρα. Επίσης, έχει κατασκευασθεί μονάδα ηλεκτροπαραγωγής συνολικής ισχύος 15MW, προκειμένου να καλύπτει τις ανάγκες του Σταθμού, μετά τη φάση της επέκτασης. Επίσης το 2013 θα ξεκινήσει η κατασκευή της τρίτης δεξαμενής ΥΦΑ. Με την ολοκλήρωση των έργων η Ρεβυθούσα θα μπορεί να καλύψει το σύνολο των αναγκών της αγοράς για 11,7 ημέρες (από 6,4 σήμερα) εφόσον η ζήτηση κυμαίνεται σε φυσιολογικά επίπεδα, ή για 6,9 ημέρες (από 3,8 τώρα) σε συνθήκες μέγιστης κατανάλωσης. Επίσης να υπάρξει δυνατότητα αντίστροφης ροής του ελληνοβουλγαρικού αγωγού, δηλαδή να μπορεί να γίνεται εξαγωγή αερίου προς τη Βουλγαρία και όχι μόνο εισαγωγή. Στην περίπτωση αυτή φορτία που θα καταφθάνουν στη Ρεβυθούσα θα μπορούν να εξάγονται μέσω του ελληνικού δικτύου στη Βουλγαρία. Με την αναβάθμιση του Τερματικού Σταθμού Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (ΥΦΑ) Ρεβυθούσας γίνεται πιο αποτελεσματική και αξιόπιστη η τροφοδοσία του εθνικού μας δικτύου. Αυτό σημαίνει ότι ενισχύεται σημαντικά η ενεργειακή επάρκεια και η ασφάλεια τροφοδοσίας της χώρας μας. Στόχος των επενδύσεων είναι να αυξηθεί η ασφάλεια της ελληνικής αγοράς, προκειμένου να αντιμετωπίζονται κρίσεις εφοδιασμού όπως αυτή που ξέσπασε

πρόσφατα στα Βαλκάνια με αφορμή την κακοκαιρία και την αυξημένη ζήτηση για αέριο και ρεύμα, αλλά και να διευκολυνθεί η απελευθέρωση της αγοράς και ο ανταγωνισμός. Επισημαίνεται ότι το υγροποιημένο φυσικό αέριο αντιπροσωπεύει πλέον το 25% των συνολικών εισαγωγών φυσικού αερίου και υπογραμμίζει τον καθοριστικής σημασίας ρόλο που διαδραμάτισε στην νοτιοανατολική Ευρώπη κατά τη διάρκεια της κρίσης του Ιανουαρίου του 2009, όταν και είχαμε διακοπή στις παραδόσεις Ρωσικού αερίου μέσω της Ουκρανίας. Υπενθυμίζεται ότι οι παραδόσεις LNG στην Ελλάδα, την Ιταλία και τη Γαλλία βοήθησαν να καλυφθεί μέρος της ζήτησης, αλλά και συνέβαλαν στην καλλιέργεια κλίματος ενεργειακής ασφάλειας στις γειτονικές χώρες. Για παράδειγμα, φορτία υγροποιημένου φυσικού αερίου διοχετεύτηκαν στην Ελλάδα, παρεκκλίνοντας από τη συνήθη πορεία τους, ώστε να αυξηθούν οι παραδόσεις φυσικού αερίου στη Βουλγαρία.

Σήμερα ο παγκόσμιος στόλος δεξαμενόπλοιων μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου υπερβαίνει τα 300 σκάφη, εκ των οποίων περίπου 50 πλέον υπό ευρωπαϊκή σημαία. Πάντως υπάρχει παραδοχή ότι υπό τις σημερινές συνθήκες της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης και μείωσης της ζήτησης φυσικού αερίου είναι δύσκολο να προβλεφθεί κατά πόσο θα μπορούσε να προκληθεί συμφόρηση λόγω έλλειψης ικανού αριθμού πλοίων μεταφοράς, ενώ μεγαλύτεροι κίνδυνοι ελλοχεύουν στους τομείς παραγωγής και αποθήκευσης LNG. Αυτό βέβαια είναι μία προτροπή προς τους επενδυτές να λάβουν το μήνυμα από τα νέα έργα που υλοποιούνται στον τομέα του υγροποιημένου φυσικού αερίου και να πραγματοποιήσουν επενδύσεις για την κατασκευή νέων δεξαμενοπλοίων. Κι αυτό γιατί η έλλειψη ικανού αριθμού πλοίων μεταφοράς LNG φαίνεται ότι μπορεί να αποτελέσει μια αχίλλειο πτέρνα του συστήματος ενεργειακής ασφάλειας της Ευρώπης, αφού μόνο το 15% του παγκόσμιου στόλου είναι ευρωπαϊκών συμφερόντων, τη στιγμή που οι ευρωπαϊκές ανάγκες απαιτούν το 30% του συνόλου των δρομολογίων. Είναι σαφές ότι σε μια ενδεχόμενη ενεργειακή κρίση η Ευρώπη κινδυνεύει να μείνει εκτεθειμένη, ιδιαίτερα αν λάβουμε υπόψη μας τον παγκόσμιο ανταγωνισμό για την πρόσβαση σε υγροποιημένο φυσικό αέριο. Θεωρούμε ότι ένα πλαίσιο κινήτρων για τη ναυπήγηση περισσότερων ευρωπαϊκών πλοίων μεταφοράς LNG θα εξυπηρετήσει τους στόχους ασφάλειας εφοδιασμού της Ευρώπης.

### **Πλεονεκτήματα της χρήσης Φυσικού Αερίου.**

Από την χρήση του φυσικού αερίου προκύπτουν τα εξής θετικά συμπεράσματα:

- Συμβάλλει θετικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, παράγοντας λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα και λιγότερο πετρέλαιο.
- Συμβάλλει στον περιορισμό των μεταλλικών ρύπων.
- Πρόκειται για ένα από τα καθαρότερα καύσιμα, που αφήνει ελάχιστα κατάλοιπα ρύπων, όταν καίγεται.
- Στον άνθρακα και στο πετρέλαιο υπάρχουν ίχνη υδραργύρου, μολύβδου, βαναδίου και νικελίου, τα οποία δεν περιέχονται στο φυσικό αέριο.

Το φυσικό αέριο είναι η φυσική ενεργειακή επιλογή για βιομηχανίες με άμεσες και έμμεσες θερμικές ανάγκες, βελτιώνοντας την ανταγωνιστική θέση των μονάδων. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και ως πρώτη ύλη για την παραγωγή αμμωνίας. Αν επιχειρήσουμε να δώσουμε απλοικά την εικόνα του φυσικού αερίου, θα λέγαμε ότι είναι ένα ευχρηστό, αποδοτικό, καθαρό και οικονομικό καύσιμο. Αν σε όλα αυτά προσθέσουμε και την διαθεσιμότητά του, τις εξελιγμένες τεχνολογίες και την αξιοπιστία στην παροχή του, τότε η βιομηχανία δεν χρειάζεται να σκεφθεί πολύ για να το υιοθετήσει.

### **Βασικά χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου στον βιομηχανικό τομέα:**

- Συνεχής παροχή καυσίμου που εξασφαλίζει απρόσκοπτη λειτουργία και αποδεσμεύει κεφάλαια για διατήρηση αποθεμάτων και αποθηκευτικών χώρων.
- Μειωμένες εκπομπές ρύπων, που συμβάλλουν αποφασιστικά στο καθαρότερο περιβάλλον και στην καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου.
- Μειωμένο λειτουργικό κόστος διαχείρισης καυσίμου και συντήρησης.
- Αυξημένη ενεργειακή απόδοση και οικονομία.
- Βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων.
- Ευχέρεια χειρισμού και ελέγχου.
- Αποκέντρωση θερμικών χρήσεων.

Καθιστούν το φυσικό αέριο μοναδικό καύσιμο στην ηλεκτροπαραγωγή.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.**

<http://www.desfa.gr>

Ram R. Tarakad, Ph.D.P.E. Τερματικοί Σταθμοί υποδοχής και επαναεριοποίησης

Δημήτρης Γ. Παπανίκας Τεχνολογία Φυσικού Αερίου.

[www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)

<http://kireas.org>

