



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΧΕΡΣΑΙΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ: ΔΗΜΟΣ ΤΣΟΥΓΙΑΣ (Α.Μ: 02114033)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΒΡΑΣΙΔΑΣ ΛΕΩΠΟΥΛΟΣ – ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2018-2019

ΔΗΛΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Έχω διαβάσει και κατανοήσει τους κανόνες για την λογοκλοπή και τον τρόπο σωστής αναφοράς των πηγών που περιέχονται στον Οδηγό συγγραφής Διπλωματικών εργασιών. Δηλώνω υπεύθυνα ότι, από όσα γνωρίζω, το περιεχόμενο της παρούσας Διπλωματικής εργασίας είναι προϊόν δικής μου δουλειάς και υπάρχουν αναφορές σε όλες τις πηγές που χρησιμοποίησα.

Δήμος Τσούγιας

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο πλαίσιο εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας κρίνω απαραίτητο να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Λεώπουλο Βρασίδα για την ανάθεση του θέματος αυτού, καθώς και για τις χρήσιμες κατευθυντήριες οδηγίες για την διεκπεραίωση του.

Ειδική αναφορά οφείλω και στους κ. Χατζηστελίο Γεώργιο και κ. Μπέλλο Ευάγγελο για την καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια του εξαμήνου και για τη βοήθεια και συμβολή τους στην ολοκλήρωση αυτής της μελέτης.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και όσους με στήριξαν και συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής αλλά και συνολικά κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Καθώς η ζήτηση της ενέργειας αυξάνεται, το Φυσικό Αέριο (ΦΑ) φαίνεται ότι αποκτά καθοριστικό ρόλο καλύπτοντας μεγάλο μέρος των ενεργειακών αναγκών παγκοσμίως. Το ΦΑ θεωρείται σε σχέση με τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα αρκετά φιλικό προς το περιβάλλον, καθώς περιέχει μικρές ποσότητες άνθρακα και παράγει περιορισμένες ποσότητες ρύπων. Παραδοσιακά, το ΦΑ μεταφερόταν μέσω αγωγών. Ωστόσο η μετατροπή του σε Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (ΥΦΑ), η οποία επιτυγχάνεται με την ψύξη στους -162°C (σε ατμοσφαιρική πίεση), μειώνει τον όγκο του σημαντικά και επιτρέπει την αποτελεσματικότερη μεταφορά του σε μεγάλες αποστάσεις. Η παγκόσμια αγορά του ΥΦΑ έχει αυξηθεί σημαντικά από την έναρξή της την δεκαετία του 1970 με τον αριθμό των πλοίων μεταφοράς ΥΦΑ μεγάλης κλίμακας να αυξάνονται έντονα την τελευταία δεκαετία.

Τα τελευταία χρόνια το ΥΦΑ δεν χρησιμοποιείται μόνο ως εναλλακτική παροχή στα δίκτυα φυσικού αερίου, αλλά και ως εναλλακτικό καύσιμο στον τομέα των μεταφορών καθώς αποτελεί μια καλή (περιβαλλοντικά και οικονομικά) εναλλακτική απέναντι στα συμβατικά καύσιμα. Η χρήση του αυτή έχει αναγνωριστεί και υποστηρίζεται από τις κυβερνήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) η οποία προσπαθεί να στραφεί σε νέες και καθαρότερες μορφές ενέργειας. Τα τελευταία χρόνια, η χρήση του ΥΦΑ διατηρείται υψηλά στην ατζέντα της ναυτιλιακής βιομηχανίας ιδιαίτερα μετά την εισαγωγή της ολοένα αυστηρότερης νομοθεσίας του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (ΔΝΟ) όσον αφορά στις εκπομπές καυσαερίων από τα πλοία. Αυτό έχει προκαλέσει σημαντικές εξελίξεις και, κατά κύριο λόγο, την κατασκευή νέων πλοίων τροφοδοτούμενων με ΥΦΑ τα οποία αρκετοί εμπειρογνώμονες αναμένουν να αυξηθούν περαιτέρω οδηγώντας πλέον στην καθιέρωση της ζήτησης του ΥΦΑ ως ναυτιλιακό καύσιμο.

Ωστόσο, ο ανεφοδιασμός με ΥΦΑ περιορίζεται σήμερα από την έλλειψη υποδομών λόγω της αβεβαιότητας της ζήτησης και των υψηλών κεφαλαιουχικών απαιτήσεων. Η έλλειψη αυτών των εγκαταστάσεων εμποδίζει σε σημαντικό βαθμό την υιοθέτηση της χρήσης του ΥΦΑ σε μεγάλη κλίμακα. Από την άλλη πλευρά, η περιορισμένη ζήτηση για το νέο καύσιμο δεν ενισχύει τα επιχειρηματικά κίνητρα για την επένδυση και την ανάπτυξη αυτού του νέου δικτύου υποδομών (π.χ. δεξαμενές αποθήκευσης, εγκαταστάσεις ανεφοδιασμού).

Στο παρόν έγγραφο, εστιάζουμε στην χρήση του ΥΦΑ στον θαλάσσιο τομέα και κυρίως στην ανάγκη που παρουσιάζουν τα πλοία να ανεφοδιάζονται σε λιμάνια κατά μήκος των προκαθορισμένων διαδρομών τους. Οι προμηθευτές πρέπει να αναπτύξουν υποδομές σε τοποθεσίες με στρατηγική σημασία για να εξυπηρετούν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο αριθμό πλοίων. Σε κάθε τέτοια εγκατάσταση, ο σχεδιασμός, η επιλογή της τοποθεσίας, η κατασκευή και ο τρόπος λειτουργίας αποτελούν ζητήματα ύψιστης σημασίας καθώς είναι αναγκαίο να συμμορφώνονται με τα Ευρωπαϊκά και Διεθνή Πρότυπα. Το Πρότυπο που αναλύεται στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία είναι το EN 1473 που έχει στόχο να παράσχει λειτουργικές και κατευθυντήριες γραμμές για χερσαίες εγκαταστάσεις ΥΦΑ και να συστήσει διαδικασίες που θα οδηγήσουν σε ασφαλή και περιβαλλοντικά αποδεκτό σχεδιασμό, κατασκευή και λειτουργία των εγκαταστάσεων αυτών.

ABSTRACT

As energy demand grows, Natural Gas (NG) seems to play a key role in meeting much of the world's energy needs. NG is considered, relatively to other fossil fuels, environmentally friendly as it contains small amounts of carbon and produces reduced quantities of gas emissions. Traditionally, NG was transported through pipelines, but its conversion to Liquefied Natural Gas (LNG), which occurs when it is cooled down to $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ (at atmospheric pressure), reduces its volume considerably and allows it to be transported more efficiently over long distances. The global LNG market has grown significantly since its inception in the 1970s, with the number of large-scale LNG carriers increasing strongly over the last decade.

In recent years LNG is not only used as an alternative to natural gas networks but also as an alternative fuel in the transport sector with environmental and economic benefits over conventional fuels. Its use has been recognized and supported by the governments of the European Union (EU), which is trying to turn to new and cleaner forms of energy. In recent years, the use of LNG as a marine fuel has remained high on the maritime industry agenda, particularly since the IMO's increasingly stringent legislation on exhaust emissions has been introduced. This has led to major developments and, above all, to the construction of new LNG-fueled ships, which many experts expect to increase further leading to the introduction of LNG demand as a marine fuel.

However, the supply of LNG as a fuel is currently limited by the lack of infrastructure due to the uncertainty of demand and high capital requirements. The lack of these facilities significantly impedes the adoption of LNG on a large scale. On the other hand, as long as there is little demand for the new fuel, businesses have no incentive to invest in the development of this new infrastructure network (e.g. storage tanks, refueling facilities). As a result, the LNG transition is facing the chicken or the egg problem. Since the investments needed for the development of the refueling network is very capital intensive, risks are high.

In this document, we focus on the use of LNG in the marine sector and, above all, on the need for ships to be refueled at ports along their predefined routes. Suppliers have to develop infrastructure at sites of strategic importance to serve as many ships as possible. In every plant, design, site selection, construction and operation are issues of utmost importance as they are necessary to comply with European and International Standards. The Standard analyzed in this dissertation is EN 1473 whose objective is to provide functional guidelines for on-shore LNG installations and recommend procedures that will result in safe and environmentally acceptable design, construction and operation of LNG plants.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σύντομη περίληψη	5
Abstract	6
Κατάλογος εικόνων	10
Κατάλογος πινάκων.....	11
Συνομογραφίες.....	11
1. Επιτελική σύνοψη	15
2. Χρήση Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου ως ναυτιλιακό καύσιμο.....	19
2.1 Εισαγωγικές έννοιες	19
2.1.1 Φυσικό Αέριο (ΦΑ).....	19
2.1.2 Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (ΥΦΑ).....	20
2.2 Το διεθνές ρυθμιστικό πλαίσιο.....	22
2.2.1 Γενικά στοιχεία.....	22
2.2.2 Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΔΝΟ).....	22
2.2.3 Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο.....	30
2.3 Παράγοντες που υποστηρίζουν την χρήση του ΥΦΑ ως ναυτιλιακό καύσιμο.....	31
2.3.1 Η περιβαλλοντική περίπτωση του ΥΦΑ.....	31
2.3.2 Η οικονομική περίπτωση του ΥΦΑ.....	32
2.4 Εναλλακτικές δυνατότητες συμμόρφωσης.....	35
2.5 Εμπόδια και αβεβαιότητες της χρήσης του ΥΦΑ	37
3. Χερσαίες εγκαταστάσεις για τροφοδοσία πλοίων	39
3.1 Εισαγωγικά στοιχεία.....	39
3.1.1 Το διεθνές ρυθμιστικό πλαίσιο για τον ανεφοδιασμό ΥΦΑ.....	40
3.1.2 Το πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τον ανεφοδιασμό ΥΦΑ.....	41
3.1.3 Κανονισμοί γεωγραφικών περιοχών, πλοίων και πληρωμάτων	42
3.1.4 Υφιστάμενο δίκτυο ανεφοδιασμού ΥΦΑ στην Ευρώπη	43
3.2 Τερματικοί σταθμοί εισαγωγής ΥΦΑ.....	46

3.2.1 Κατηγοριοποίηση τερματικών σταθμών ΥΦΑ.....	47
3.2.2 Διαφορετικοί τρόποι ανεφοδιασμού ΥΦΑ σε τερματικούς σταθμούς.....	50
3.3 Επιλογή τοποθεσίας και σχεδιασμός λιμένων και προβλητών ΥΦΑ	54
3.3.1 Εισαγωγικά στοιχεία	54
3.3.2 Εξέλιξη των προτύπων σχετικά με το ΥΦΑ.....	55
3.3.3 Επιλογή τοποθεσίας τερματικού σταθμού ΥΦΑ	56
3.3.4 Βασικά σχεδιαστικά κριτήρια για την προβλήτα ΥΦΑ	58
3.3.5 Ειδικά σχεδιαστικά κριτήρια για το ΥΦΑ.....	58
3.3.6 Διαχείριση κινδύνων κατά την λιμενική προσέγγιση.....	62
3.3.7 Ο ανθρώπινος παράγοντας.....	65
4. Παρουσίαση του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 1473	66
4.1 Κεφάλαιο 1: Ασφάλεια και περιβάλλον.....	73
4.1.1 Γενικά	73
4.1.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	73
4.1.3 Γενική ασφάλεια	75
4.1.4 Αξιολόγηση κινδύνου	79
4.1.5 Τεχνικές ασφαλείας κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή	86
4.1.6 Ασφάλεια κατά την λειτουργία.....	91
4.2 Κεφάλαιο 2: Προβλήτες και λιμενικές εγκαταστάσεις.....	92
4.2.1 Γενικά	92
4.2.2 Χωροθέτηση.....	92
4.2.3 Τεχνικό σχέδιο.....	92
4.2.4 Ασφάλεια	93
5. Παρουσίαση σε μορφή έργου του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 1473	94
5.1 Το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1473 σε δομική ανάλυση έργου	94
5.2 Δημιουργία χρονικής αλληλουχίας και κατηγοριοποίηση των κεφαλαίων του Προτύπου	146
6. Συμπεράσματα	149

6.1 Καθιέρωση του ΥΦΑ ως ναυτιλιακό καύσιμο	149
6.2 Χρησιμότητα του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 1473	149
Κατάλογος αναφορών	151

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Σύνθεση του υγροποιημένου φυσικού αερίου	21
Εικόνα 2: Όρια της περιεκτικότητας του θείου στα καύσιμα	24
Εικόνα 3: Σχηματική απεικόνιση των ορίων του θείου στα καύσιμα	24
Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση για τα όρια εκπομπών NOx	25
Εικόνα 5: Υφιστάμενες και πιθανές μελλοντικές Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών (ECAs)	27
Εικόνα 6: Υφιστάμενες Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών Θείου (SECAs).....	28
Εικόνα 7: Συνολικές εκπομπές κύκλου καυσίμου ανά ταξίδι.....	32
Εικόνα 8: Οι τιμές των θαλάσσιων καυσίμων (ΒΔ Ευρώπη) συγκρίνονται με τις περιφερειακές τιμές του ΦΑ	34
Εικόνα 9: Οι διαφορές τιμών των θαλάσσιων καυσίμων με τις περιφερειακές τιμές του φυσικού αερίου (αρνητική τιμή σημαίνει ότι το ΦΑ είναι φθηνότερο).....	34
Εικόνα 10: Σύγκριση εναλλακτικών δυνατοτήτων συμμόρφωσης.....	37
Εικόνα 11: Υφιστάμενο και προγραμματισμένο δίκτυο ανεφοδιασμού ΥΦΑ στην Ευρώπη .	43
Εικόνα 12: Τερματικός σταθμός ανεφοδιασμού ΥΦΑ (Cologne, Germany)	46
Εικόνα 13: Πλωτός σταθμός ανεφοδιασμού ΥΦΑ.....	47
Εικόνα 14: Μικρής κλίμακας τερματικός σταθμός ΥΦΑ.....	48
Εικόνα 15: Τρόποι ανεφοδιασμού πλοίων με καύσιμο ΥΦΑ	51
Εικόνα 16: Ανεφοδιασμός από φορτηγό σε πλοίο.....	51
Εικόνα 17: Ανεφοδιασμός από πλοίο σε πλοίο.....	52
Εικόνα 18: Λιμενικός τερματικός σταθμός ανεφοδιασμού ΥΦΑ στην Βόρεια Αμερική	53
Εικόνα 19: Τερματικός σταθμός ΥΦΑ.....	54
Εικόνα 20: Προετοιμασία προβλήτας ΥΦΑ στο λιμάνι Sokhna-Egypt	57
Εικόνα 21: Δυναμικό σύστημα πρόσδεσης πλοίων.....	59
Εικόνα 22: Σύστημα Αποδέσμευσης Έκτακτης Ανάγκης (ERS).....	60
Εικόνα 23: Διάταξη προστατευτικού σκάφους.....	61
Εικόνα 24: Λειτουργία συστήματος διαχείρισης κυκλοφορίας σκαφών.....	63
Εικόνα 25: Διαδικασία ρυμούλκησης πλοίου.....	64

Εικόνα 26: Κατηγοριοποίηση και χρονική διάρθρωση των κεφαλαίων του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 1473	146
--	-----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Χημική σύσταση του Φυσικού Αερίου	19
Πίνακας 2: Όρια εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NOx)	25
Πίνακας 3: Εκπομπές από τα καύσιμα πλοίων (g/g καυσίμου).....	31
Πίνακας 4: Ενεργά και συμβουλευτικά μέλη (λιμάνια) του WPCI.....	39
Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά των τερματικών εισαγωγής ΥΦΑ στην Ευρώπη	45
Πίνακας 6: Κατηγοριοποίηση τερματικών σταθμών ΥΦΑ	47
Πίνακας 7: Σενάρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την αξιολόγηση κινδύνου σε συνάρτηση με τους τύπους δεξαμενής	82
Πίνακας 8: Παρουσίαση του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 1473 σε μορφή έργου	94

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

CNG – Compressed Natural Gas

CPTP – Clean Power for Transport Package

ECA – Emission Control Area

EEDI – Energy Efficiency Design Index

EGS – Exhaust Gas Recirculation

ERS – Emergency Release System

ESD – Emergency Shutdown System

FSRU – Floating Storage & Regasification Units

GHG – Green House Gases

GIE – Gas Infrastructure Europe

HFO – Heavy Fuel Oil

IACS – International Association of Classification Societies

IAPH – International Association of Ports and Harbors

IMO – International Maritime Organization

ISO – International Organization for Standardization

ISPS – International Ship and Port facility Security

JCC – Japan Customs-clear Crude

LNG – Liquefied Natural Gas

LSFO – Low Sulphur Fuel Oil

MARPOL – Marine Pollution

MDO – Marine Diesel Oil

MEPC – Marine Environment Protection Committee

MET – Maritime Education and Training

MGO – Marine Gas Oil

NBP – National Balancing Point

ODS – Ozone Depleting Substances

PERC – Powered Emergency Release Coupling

PM – Particulate Matter

RPT – Rapid Phase Transition

SCR – Selective Catalytic Reduction

SECA – Sulphur Emission Control Area

SEEMP – Ship Energy Efficiency Management Plan

SGMF – Society for Gas as a Marine Fuel

SIGTTO – Society of International Gas Tanker and Terminal Operators

SOLAS – Safety of Life at Sea

SSLNG – Small Scale LNG

STCW – Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers

STS – Ship To Ship

TTF – Title Transfer Facility

TTS – Truck To Ship

VTS – Vessel Traffic System

WBS – Work Breakdown System

WEC – World Energy Council

WPCI – World Ports Climate Initiative

ΑΕΥ – Ανθρώπινο στοιχείο, Εκπαίδευση και Υπευθυνότητα

ΑΚΑΑ – Ανάλυση Καταστάσεων Αστοχίας και Αποτελεσμάτων

ΑΜΦ – Απότομη Μετάβαση Φάσης

ΑΟΖ – Αποκλειστική Οικονομική Ζώνη

ΑΤΡ – Αδιάλειπτη Τροφοδοσία Ρεύματος

ΔΔ – Διακοπή Διεργασίας

ΔΕΑ – Διακοπή Έκτακτης Ανάγκης

ΔΕΣΦΑ – Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου

ΔΝΟ – Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός

ΕΔΛ – Έκτακτη Διακοπή Λειτουργίας

ΕΕ – Ευρωπαϊκή Ένωση

ΕΠΕ – Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

ΕΠΛΕ – Ειδικό Πλοίο Επαναεριοποίησης

ΗΠΑ – Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής

ΚΚΤ – Κλειστό Κύκλωμα Τηλεόρασης

ΚΟΛ – Κατάσταση Ορίου Λειτουργικότητας

ΜΔΒ – Μέθοδος Δέντρου Βλαβών

ΜΔΣ – Μέθοδος Δέντρου Συμβάντων

ΜΚΛ – Μελέτη Κίνδυνων και Λειτουργικότητας

ΠΜΑ – Πλωτή Μονάδα Αποθήκευσης

ΠΜΑΑ – Πλωτή Μονάδα Αποθήκευσης και Αεριοποίησης

ΠΥΦΑ – Πλωτή μονάδα Υγροποίησης Φυσικού Αερίου

ΣΑΑ – Στάθμη Ασφάλειας Ακεραιότητας

ΣΑΔΛ – Σεισμός Ασφαλούς Διακοπής Λειτουργίας

ΣΕΔΛ – Σύστημα Έκτακτης Διακοπής Λειτουργίας

ΣΣΛ – Σεισμός Σχεδιασμού Λειτουργίας

ΣΦΑ – Συμπιεσμένο Φυσικό Αέριο

ΤΕΑ – Τροφοδοσία Έκτακτης Ανάγκης

ΥΑ – Υπουργική Απόφαση

ΥΦΑ – Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο

ΦΑ – Φυσικό Αέριο

ΦΥΑ – Φυσικό Υγρό Αέριο

1. ΕΠΙΤΕΛΙΚΗ ΣΥΝΟΨΗ

Παρότι το διεθνές εμπόριο επεκτείνεται σε όλη την υφήλιο και ο τομέας της ναυτιλίας παραμένει ο πιο δημοφιλής και αποδοτικός τρόπος να μεταφέρονται μεγάλες ποσότητες αγαθών από την μία άκρη του κόσμου στην άλλη, η ρύπανση που οφείλεται στα παράγωγα καύσης των ναυτιλιακών καυσίμων έχει φανερές συνέπειες στο περιβάλλον. Η ατμόσφαιρα επιβαρύνεται αισθητά εγείροντας σημαντικούς κινδύνους για την δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

Ήδη από την δεκαετία του '70 έχει διαπιστωθεί το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα καυσαέρια της ναυσιπλοΐας και γίνονται προσπάθειες σε παγκόσμιο επίπεδο ώστε να περιοριστεί. Το 1997 στην προσπάθεια ελαχιστοποίησης της ρύπανσης των ωκεανών ο ΔΝΟ (Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός) θέσπισε την "Διεθνή Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από τα Πλοία" γνωστή ως MARPOL 73/78 (σύντμηση του "Marine Pollution") η οποία περιλαμβάνει κανονισμούς σχετικά με τα όρια των εκπομπών αέριων ρύπων που περιέχονται στα καυσαέρια των πλοίων, όπου για παράδειγμα το Παράρτημα VI του συνεδρίου αναφέρεται στον περιορισμό εκπομπών οξειδίων του θείου και του αζώτου.

Το Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (ΥΦΑ) είναι ένα πολλά υποσχόμενο εναλλακτικό καύσιμο με χαμηλά επίπεδα ρύπων. Τα παγκόσμια αποθέματα αερίου επαρκούν για να καλύψουν την ολοένα αυξανόμενη ζήτηση ενώ τα αποτελέσματα της καύσης του επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα σε σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα. Καίγεται με πολύ χαμηλότερα παράγωγα σε σχέση με τα υπάρχοντα καύσιμα και η τεχνολογία της χρήσης του από μεριάς ναυτιλίας έχει ήδη εφαρμοστεί σε πολλές περιπτώσεις χωρίς προβλήματα. Όμως για να εδραιωθεί στον τομέα της ναυτιλίας θα πρέπει να υπάρχει παγκοσμίως επαρκές δίκτυο ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες για τον ανεφοδιασμό των πλοίων απαιτώντας την οργάνωση ενός δικτύου υποδομών με σταθμούς ανεφοδιασμού ΥΦΑ το οποίο θα περιλαμβάνει σίγουρα πολλά έργα μικρής κλίμακας (small scale).

Το υγροποιημένο φυσικό αέριο είναι φυσικό αέριο το οποίο έχει υγροποιηθεί στους -162 °C, με αποτέλεσμα να μειωθεί ο όγκος του κατά περίπου 600 φορές και να καθίσταται έτσι εύκολη η αποθήκευσή του σε μεγάλες ποσότητες και η μεταφορά του (συνήθως θαλάσσια) σε μεγάλες αποστάσεις. Είναι κατάλληλο για βαριές μεταφορές λόγω της σημαντικά υψηλής πυκνότητας ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μείωσης του όγκου κατά τη διαδικασία υγροποίησης (Arteconi et al., 2010). Στην πραγματικότητα, το ΥΦΑ είναι η μόνη βιώσιμη και ώριμη διαθέσιμη τεχνολογία που αποτελεί εναλλακτική λύση για το ντίζελ στον τομέα των βαρέων μεταφορών και των μεγάλων αποστάσεων.

Σήμερα, ο κύριος λόγος που ευνοεί τη χρήση του ΥΦΑ είναι η αυστηρότερη νομοθεσία σε σχέση με τις εκπομπές αέριων ρύπων στην ναυτιλία. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός με το αναθεωρημένο Παράρτημα VI της MARPOL, περιορίζει το όριο του θείου στα ναυτιλιακά καύσιμα στο 0,5% παγκοσμίως, με εφαρμογή από την 1^η Ιανουαρίου 2020 (ενώ ήδη από το 2015, ισχύει το αυστηρότερο όριο 0,1% για την περιεκτικότητα σε θείο στα καύσιμα των πλοίων που εισέρχονται στις ειδικές Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών).

Το φυσικό αέριο αποτελεί, λοιπόν, μια ελκυστική και βιώσιμη λύση για τη συμμόρφωση με τις παραπάνω απαιτήσεις. Ωστόσο, πολλές τεχνολογίες εναλλακτικών καυσίμων έχουν προκύψει στο πρόσφατο παρελθόν. Επί του παρόντος, συναντώνται δύο κυρίαρχες πρακτικές: η αλλαγή της ποιότητας των καυσίμων χρησιμοποιώντας πιο ακριβό μαζούτ χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (LSFO – Low Sulphur Fuel Oil) όπως το πετρέλαιο εσωτερικής καύσης (MGO – Marine Gas Oil) αντί για το βαρύ πετρέλαιο (HFO – Heavy Fuel Oil) ή η εγκατάσταση διατάξεων καθαρισμού καυσαερίων (scrubbers).

Σύμφωνα με το Διεθνές Πρακτορείο Ενέργειας, η καύση του φυσικού αερίου (για την ίδια ποσότητα παραγόμενης ενέργειας) εκλύει περίπου 20% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) από το πετρέλαιο. Όσον αφορά στη ρύπανση της ατμόσφαιρας, η καύση του φυσικού αερίου εκλύει σχεδόν μηδενικές ποσοότητες οξειδίων του θείου (SO_x) και μικροσωματιδίων.

Η ευρεία ζήτηση του ΥΦΑ δημιουργεί την ανάγκη ενός δικτύου για ένα μεγάλο φάσμα εγκαταστάσεων με διαφορετικού μεγέθους ανάγκες τροφοδοσίας, συμπεριλαμβανομένων και των μεταφορών πολύ μικρών ποσοτήτων. Οι τελευταίες δεν μπορούν να εξυπηρετηθούν από τα μεγάλα πλοία μεταφοράς (LNG carriers) που παραδοσιακά λειτουργούν στην αγορά αυτή και τα οποία ναυλώνονται για μεταφορές του ΥΦΑ.

Με τα παραπάνω δεδομένα, δημιουργείται η ανάγκη για μια νέα, μικρής κλίμακας, θαλάσσια αγορά ΥΦΑ (SSLNG – Small Scale LNG), με έναν νέο στόλο από πλοία μεταφοράς μικρής και μεσαίας κλίμακας, τα οποία συμπληρώνουν την ευρύτερη εφοδιαστική αλυσίδα ως εξής:

- διανομή του ΥΦΑ σε μικρούς (δορυφορικούς) τερματικούς σταθμούς
- πλήρωση δεξαμενών ΥΦΑ για εφαρμογές θαλάσσιων μεταφορών π.χ. ναυτιλιακό καύσιμο

Στην Βόρεια Ευρώπη, όπως και στην Ισπανία, το δίκτυο αυτό είναι ήδη αρκετά ανεπτυγμένο και συνεχίζουν να προστίθενται σταθμοί κυρίως μεσαίας και μικρής κλίμακας. Το ΥΦΑ μεταφέρεται με διάφορους τρόπους μέσω χερσαίου είτε θαλάσσιου δικτύου.

Στην Ελλάδα ακόμα δεν υπάρχει κανένας σταθμός που να μπορεί να εφοδιάζει με ΥΦΑ πλοία ως χύδην καύσιμο. Ο ΔΕΣΦΑ είναι η μόνη επιχείρηση που διαθέτει και λειτουργεί κρουονικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης με τη λειτουργία του τερματικού σταθμού εισαγωγής στη νήσο Ρεβυθούσα, στον κόλπο των Μεγάρων.

Όσον αφορά στη ναυτιλία, αξίζει να σημειωθεί η στρατηγική σημασία που έχει η γεωγραφική θέση της Ελλάδας και κυρίως το λιμάνι του Πειραιά για τον ανεφοδιασμό των πλοίων με καύσιμο ΥΦΑ στην Ανατολική Μεσόγειο. Στο πλαίσιο αυτό, είναι σε εξέλιξη το πρόγραμμα Poseidon Med II για τη δημιουργία υποδομών με σκοπό την τροφοδοσία πλοίων με ΥΦΑ. Στο πρόγραμμα αυτό, συμμετέχουν έξι ευρωπαϊκά λιμάνια (Βενετία, Ηγουμενίτσα, Πάτρα, Πειραιάς, Ηράκλειο και Λεμεσός) και 3 χώρες (Ελλάδα, Ιταλία και Κύπρος), ενώ συγχρηματοδοτείται κατά 50% από το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα «Συνδέοντας την Ευρώπη». Η δυνατότητα που είχε μέχρι τώρα ο σταθμός της Ρεβυθούσας ήταν η υποδοχή μεγάλων πλοίων μεταφοράς ΥΦΑ, η επαναεριοποίηση και η τροφοδότηση του εθνικού δικτύου αγωγών με φυσικό αέριο.

Η επένδυση σε έργα υποδομών που θα του επιτρέψουν να ανεφοδιάζει με τη σειρά του μεγάλα και μικρά σκάφη ή βυτιοφόρα φορτηγά για μετακίνηση του ΥΦΑ μέσω χερσαίου δικτύου είναι μια προοπτική που θα δώσει το προβάδισμα σε μια αγορά που τώρα παίρνει μορφή. Τέτοιες επενδύσεις στην Ελλάδα δεν έχουν πραγματοποιηθεί ακόμα αλλά έχουν μελετηθεί και βρίσκονται σε διαδικασίες επεξεργασίας. Οι επιχειρήσεις που ενδιαφέρονται για τέτοιου είδους έργα δραστηριοποιούνται κυρίως στον τομέα των καυσίμων και της ενέργειας και η κινητοποίησή τους γύρω από το εν λόγω θέμα καταδεικνύει την ύπαρξη ρεαλιστικού επιχειρηματικού ενδιαφέροντος και ευκαριών σε αυτό το πεδίο. Ο ΔΕΣΦΑ διαθέτει ήδη μέρος των εγκαταστάσεων και με την κατάλληλη επέκταση μπορεί να διευρύνει τις υπηρεσίες που προσφέρει από απλή αποθήκευση σε εμπορία και διακίνηση, στην οποία θα πρέπει να προχωρήσει σύντομα, όσο το περιβάλλον δεν είναι ακόμα ανταγωνιστικό.

Όμως η αγορά του ΥΦΑ είναι ακόμα αβέβαιη και δεν υπάρχουν επαρκή ιστορικά στοιχεία ζήτησης και κατανάλωσης. Έτσι για να μην υπάρξει μεγάλο πλεόνασμα δυναμικότητας που θα επιβαρύνει την εξέλιξη της επένδυσης τα έργα θα πρέπει να πραγματοποιηθούν τμηματικά και σταδιακά στην πάροδο του χρόνου. Η απόφαση των έργων τα οποία θα λάβουν προτεραιότητα είναι στρατηγικής σημασίας για την εξέλιξη της επένδυσης.

Παρά τις μεγάλες δυνατότητες μείωσης των αρνητικών επιπτώσεων των μεταφορών, η πλήρης ανάπτυξη του ΥΦΑ παρεμποδίστηκε στην Κεντρική Ευρώπη για πολύ καιρό. Για πολλά χρόνια, κυριάρχησε ιδιαίτερα στις χώρες της Μεσογείου το πρόβλημα ότι δεν παρέχονταν υποδομές όπως σταθμοί ανεφοδιασμού λόγω της έλλειψης ζήτησης για ΥΦΑ, ενώ και η ζήτηση για ΥΦΑ δεν μπορούσε να σηματοδοτηθεί επειδή οι δυνητικοί πελάτες δεν είχαν την απαιτούμενη υποδομή για χρήση (Pfooser et al., 2016).

Στο μεταξύ, όμως, έχουν γίνει πολιτικές προσπάθειες για την αντιμετώπιση του προβλήματος, προβλέποντας την παροχή υποδομών ΥΦΑ. Μέσω της οδηγίας για τα εναλλακτικά καύσιμα (2014/94/ΕΕ), η Ευρωπαϊκή Ένωση καθόρισε ένα πλαίσιο πολιτικής για την προώθηση της κατασκευής υποδομών εναλλακτικών καυσίμων, προκειμένου να μειωθεί η εξάρτηση της Ευρώπης από το πετρέλαιο και τα υποπροϊόντα του.

Οι πολιτικές πρωτοβουλίες φαίνονται επιτυχείς και αυτό αντανακλάται από τις πιο πρόσφατες εξελίξεις στην Κεντρική Ευρώπη. Ο πρώτος σταθμός ανεφοδιασμού υγροποιημένου φυσικού αερίου στη Γερμανία άνοιξε τον Ιούνιο του 2016 και ο πρώτος σταθμός ανεφοδιασμού ΥΦΑ στην Αυστρία άνοιξε τον Σεπτέμβριο του 2017. Συνολικά, στην περιοχή της ΕΕ λειτουργούν σήμερα 101 σταθμοί ΥΦΑ, οι περισσότεροι από τους οποίους είναι στην Ισπανία (22 σταθμοί), την Ολλανδία (21 σταθμοί) και το Ηνωμένο Βασίλειο (18 σταθμοί) (Pfooser et al., 2018).

Όλα τα παραπάνω αναλύονται σε μεγάλο βαθμό στα επόμενα κεφάλαια της διπλωματικής εργασίας, σε αυτό το σημείο όμως γίνεται μια μικρή αναφορά στα περιεχόμενα του κάθε κεφαλαίου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται πρώτα μια σύντομη επισκόπηση των Διεθνών και Ευρωπαϊκών κανονισμών που διέπουν τις εκπομπές καυσαερίων από τα πλοία. Οι κανονισμοί αυτοί θεσπίζουν αυστηρούς ελέγχους στις εκπομπές των πλοίων και δίνουν

κίνητρο στους εφοπλιστές να αναζητούν τα καλύτερα και ενδεχομένως τα φθηνότερα μέσα, όπως το ΥΦΑ, για να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Η προσοχή επικεντρώνεται στη "Διεθνή Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από τα Πλοία" (MARPOL) και στη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ). Στην συνέχεια αναλύονται οι παράγοντες που υποστηρίζουν την χρήση του ΥΦΑ ως ναυτιλιακό καύσιμο (περιβαλλοντικοί, οικονομικοί), γίνεται αναφορά στις εναλλακτικές δυνατότητες συμμόρφωσης και τέλος παρουσιάζονται τα εμπόδια και οι αβεβαιότητες της χρήσης του.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι χερσαίες εγκαταστάσεις για τροφοδοσία πλοίων με ΥΦΑ οι οποίες θα αποτελέσουν το δίκτυο υποδομής που θα εδραιώσει την χρήση του ως ναυτιλιακό καύσιμο και θα ξεπεράσει την αβεβαιότητα που υπάρχει στην αγορά ως προς το κομμάτι της προσφοράς. Συγκεκριμένα, γίνονται αναφορές στο Διεθνές και Ευρωπαϊκό ρυθμιστικό πλαίσιο ανεφοδιασμού και περιγράφεται το υφιστάμενο δίκτυο ΥΦΑ στην Ευρώπη. Στην συνέχεια περιγράφονται οι τερματικοί σταθμοί εισαγωγής ΥΦΑ και οι διαφορετικοί τρόποι ανεφοδιασμού που εφαρμόζονται σε αυτούς. Τέλος, γίνεται μια πιο ειδική αναφορά ως προς τον τρόπο επιλογής τοποθεσίας και τον σχεδιασμό των λιμενικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με τα Πρότυπα τυποποίησης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1473, το οποίο αναφέρεται στον σχεδιασμό χερσαίων εγκαταστάσεων και εξοπλισμού για υγροποιημένο φυσικό αέριο. Αρχικά δίνονται ορισμοί των εννοιών που χρησιμοποιούνται στο πρότυπο και στην συνέχεια ακολουθεί ένα μέρος του, το οποίο έχει μεταφραστεί στα Ελληνικά. Ο στόχος αυτού του Ευρωπαϊκού Προτύπου είναι να παράσχει λειτουργικές κατευθυντήριες γραμμές, διαδικασίες και πρακτικές που θα οδηγήσουν σε ασφαλή και περιβαλλοντικά αποδεκτό σχεδιασμό, κατασκευή και λειτουργία των εγκαταστάσεων ΥΦΑ.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται με μορφή έργου ο τρόπος με τον οποίο πρέπει να εφαρμοστεί αυτό το Πρότυπο σε οποιαδήποτε χερσαία εγκατάσταση τροφοδοσίας πλοίων με ΥΦΑ. Το έργο είναι χωρισμένο σύμφωνα με τα κεφάλαια του Προτύπου και στο καθένα ξεχωριστά παρουσιάζονται όλες οι βασικές διαδικασίες και οι καλές πρακτικές που απαιτούνται προκειμένου να κατασκευαστεί μια εγκατάσταση σύμφωνη με τις Ευρωπαϊκές οδηγίες.

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας βρίσκονται τα συμπεράσματα. Αρχικά γίνεται αναφορά στα προβλήματα που επιλύει αλλά και συναντά το ΥΦΑ στην πορεία καθιέρωσης του ως ναυτιλιακό καύσιμο και στο τέλος εξετάζεται η χρησιμότητα του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 1473 για τις μελλοντικές και υφιστάμενες χερσαίες εγκαταστάσεις ΥΦΑ.

2. ΧΡΗΣΗ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΩΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΟ ΚΑΥΣΙΜΟ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

2.1.1 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ (ΦΑ)

Το φυσικό αέριο είναι μίγμα αερίων υδρογονανθράκων με κύριο συστατικό το μεθάνιο αλλά και ανώτερους υδρογονάνθρακες από 2 έως 7 άτομα άνθρακα (C₂-C₇). Μερικές φορές μπορεί να περιέχει πολύ μικρές ποσότητες από αρωματικούς υδρογονάνθρακες, όπως βενζόλιο, τολουόλιο, ξυλόλιο. Το φυσικό αέριο περιέχει, επίσης, μη-καύσιμα αέρια, όπως το άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα, ήλιο, υδρόθειο και άλλες θειούχες ενώσεις καθώς και υδρατμούς. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και το υδρόθειο (H₂S) είναι όξινα αέρια ικανά να προκαλέσουν διαβρώσεις παρουσία νερού. Η περιεκτικότητα του φυσικού αερίου στους διάφορους υδρογονάνθρακες μπορεί να διαφέρει σημαντικά ανάλογα με την τοποθεσία προέλευσης όπως φαίνεται και στον παρακάτω Πίνακας 1. Το φυσικό αέριο, που τελικά διατίθεται στη κατανάλωση, είναι σχεδόν καθαρό μεθάνιο, αφού όλα τα υπόλοιπα συστατικά κυρίως τα όξινα αέρια, έχουν απομακρυνθεί (Αχιλιάς et al., 2015).

Πίνακας 1: Χημική σύσταση του Φυσικού Αερίου

Συστατικό	Μοριακός τύπος	Αλγερία	Ρωσία	Περιεκτικότητα (%)
Μεθάνιο	CH ₄	83,0	85,0	70-95
Αιθάνιο	C ₂ H ₆	7,2	7,0	0,5-10
Προπάνιο	C ₃ H ₈	2,3	3,0	0-10
Βουτάνιο	C ₄ H ₁₀	1,0	2,0	0-10
Πεντάνιο και βαρύτερα	C ₅ H ₁₂ >	0,3	1,0	0-10
Άζωτο	N ₂	5,8	1,5	0-6
Διοξείδιο του άνθρακα	CO ₂	0,2	0,5	0-8
Ευγενή αέρια	He, Ne, Xe	0,2	-	ΐχνη
Υδρόθειο	H ₂ S	-	-	0-5

Πηγή: (Αχιλιάς et al., 2015)

Η παγκόσμια κατανάλωση φυσικού αερίου αυξάνεται σταθερά τα τελευταία χρόνια. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που συνέβαλαν από κοινού στην έντονη χρήση του σε πολλές εφαρμογές. Οι αναπτυσσόμενες χώρες ζητούν τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της καύσης ορυκτών καυσίμων κυρίως από τις μεταφορές και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

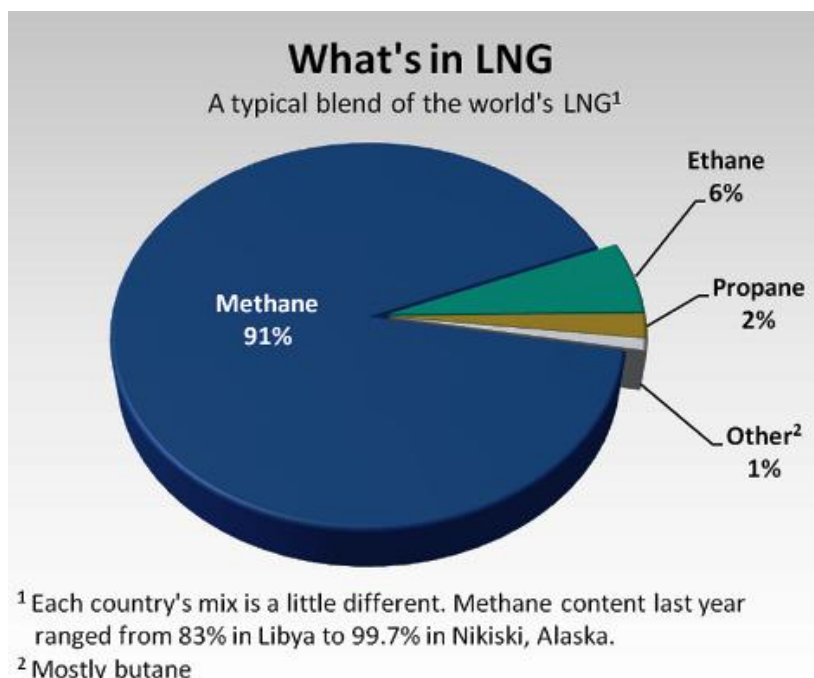
Η χρήση του φυσικού αερίου είναι επωφελής, διότι έχει τις χαμηλότερες εκπομπές ανά απελευθερωμένη ενέργεια Joule από όλα τα ορυκτά καύσιμα. Για παράδειγμα όσον αφορά τις τετράχρονες μηχανές που λειτουργούν με φυσικό αέριο, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) μειώθηκαν κατά 20% και οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO_x) κατά 80% (Satish et al., 2011). Η καύση άνθρακα και πετρελαίου εκπέμπει σημαντικά περισσότερους ρύπους, γεγονός που οδήγησε πρόσφατα σε περιορισμούς στη χρήση αυτών των καυσίμων. Το κενό στην βιομηχανία που δημιουργούν αυτοί οι περιορισμοί έχει ληφθεί από τις πηγές φυσικού αερίου και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ένας άλλος παράγοντας που συμβάλλει στη δημοτικότητα του φυσικού αερίου είναι η τιμή της παραγόμενης ενέργειας. Η τιμή δεν περιλαμβάνει μόνο το κόστος του ίδιου του αερίου, αλλά και την τιμή των τεχνολογιών που είναι απαραίτητες για τον μετασχηματισμό ενέργειας καθώς και για την επακόλουθη ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, των οικολογικών τελών και των πιστώσεων άνθρακα. Η τεράστια διαθεσιμότητα του φυσικού αερίου προωθεί περαιτέρω τη χρήση του. Οι νέες τεχνολογίες εξόρυξης και μεταφοράς φυσικού αερίου, που αναπτύχθηκαν τις τελευταίες δεκαετίες, συμβάλλουν στην αυξανόμενη παγκόσμια ζήτηση του. Τα αποθέματα του φυσικού αερίου στο φλοιό της Γης θεωρούνται αρκετά ικανοποιητικά και οι τιμές αναμένεται να είναι σταθερές για αρκετά χρόνια (Posržišila et al., 2018).

Το φυσικό αέριο, συγκεκριμένα το Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (ΥΦΑ), είναι από τα ταχύτερα αναπτυσσόμενα καύσιμα στον τομέα των μεταφορών, με προβλεπόμενο μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 11,9% από το 2011 έως το 2040 λόγω της ευκολίας μεταφοράς του, της υψηλής αποδοτικότητας καύσης και της χαμηλής συμβολής του στις εκπομπές αερίου του θερμοκηπίου. Αναμένεται να αποτελέσει βασικό καύσιμο μεταφοράς μέσα στα επόμενα χρόνια επιβραδύνοντας την αύξηση της ζήτησης πετρελαίου (Vallabhuni et al., 2018). Αποτελεί ένα καύσιμο κατάλληλο για οδικές, σιδηροδρομικές και ναυτιλιακές μεταφορές. Η κατανάλωση φυσικού αερίου στις οδικές μεταφορές αυξήθηκε χάρη στο Συμπιεσμένο Φυσικό Αέριο (ΣΦΑ), το οποίο χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στα οχήματα και στα αστικά λεωφορεία, ενώ η χρήση Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (ΥΦΑ) ως καυσίμου έχει εξαπλωθεί σταδιακά στις μεταφορές φορτίων με πλοία.

2.1.2 ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ (ΥΦΑ)

Το ΥΦΑ σχηματίζεται όταν το φυσικό αέριο ψύχεται στους -162 °C σε ατμοσφαιρική πίεση. Όπως το φυσικό αέριο έτσι και το ΥΦΑ αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (CH₄) περίπου στο 85-90% μαζί με το αιθάνιο, το προπάνιο και το βουτάνιο σε μικρότερα ποσοστά. Άλλα αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το άζωτο (N₂), το οξυγόνο (O₂), το υδρόθειο (H₂S) και το νερό (H₂O) είναι επίσης συχνά παράγοντα. Στη διαδικασία υγροποίησης όλα αυτά τα αέρια και οι βαρύτεροι υδρογονάνθρακες αφαιρούνται. Επιπλέον όπως το μεθάνιο, το ΥΦΑ είναι άοσμο, άχρωμο, μη διαβρωτικό και μη τοξικό αλλά εύφλεκτο υπό ορισμένες γνωστές συνθήκες (Herdzik, 2011).



Εικόνα 1: Σύνθεση του υγροποιημένου φυσικού αερίου

Πηγή: Group of Liquefied Natural Gas Importers

Το φυσικό αέριο μετατρέπεται σε υγρή μορφή μέσω της διαδικασίας υγροποίησης για την διευκόλυνση της μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις ιδίως όταν οι αγωγοί διανομής δεν είναι εφικτοί ή υπάρχουν άλλοι περιορισμοί. Μόλις το φυσικό αέριο υγροποιηθεί, ο όγκος του μειώνεται κατά 600 φορές επιτρέποντας την αποθήκευση και την μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων (Wang & Notteboom , 2014). Αυτές οι μεγάλες ποσότητες δημιουργούν ευκαιρίες για οικονομίες κλίμακας με την μεταφορά ΥΦΑ από πλοία. Κατά την άφιξη σε μια εγκατάσταση μπορεί να αποθηκευτεί ή να επαναεριοποιηθεί για την διανομή του πλέον ως αερίου μέσω αγωγών. Το ΥΦΑ μπορεί επίσης να μεταφερθεί με ειδικά φορτηγά σε μικρές εγκαταστάσεις όπου αποθηκεύεται και επαναεριοποιείται για την χρησιμοποίησή του σε περιόδους αιχμής της ζήτησης. Η βιωσιμότητα της μεταφοράς ΥΦΑ με πλοία σε αντίθεση με έναν αγωγό εμφανίζεται όταν η απόσταση μεταξύ πηγής και καταναλωτή είναι περίπου 2000 χιλιόμετρα δια θαλάσσης (Tianbiao et al., 2018).

Οι μέθοδοι, που χρησιμοποιούνται για την υγροποίηση, είναι η κυκλική μέθοδος διαστολής και η κυκλική μέθοδος μηχανικής ψύξης. Η διεργασία, όμως, που χρησιμοποιείται πιο συχνά για την παραγωγή ΥΦΑ είναι αυτή της μηχανικής ψύξης. Στη διεργασία αυτή χρησιμοποιούνται τρία διαφορετικά ρεύματα υγρών ψυκτικών, προπανίου, αιθανίου και μεθανίου. Η θερμότητα, που απαιτείται για την εξάτμιση αυτών των υγρών, προσδίδεται από το φυσικό αέριο, το οποίο υγροποιείται με τον τρόπο αυτό. Τα ψυκτικά, στη συνέχεια, συμπιέζονται, ψύχονται και ανακυκλώνονται σαν υγρά. Το ΥΦΑ όταν επανέλθει στην αέρια μορφή του, καίγεται μόνο σε συγκεντρώσεις 5-15% μίγματος με τον αέρα. Επιπλέον, οι ατμοί του ΥΦΑ δεν εκρήγνυνται και επομένως στην περίπτωση διαρροής μεθανίου, το φυσικό αέριο έχει μικρή πιθανότητα ανάφλεξης που θα οδηγήσει σε έκρηξη. Κατά την υγροποίηση του φυσικού αερίου απομακρύνεται το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα, το

θείο και το νερό, με αποτέλεσμα το τελικό ΥΦΑ να είναι σχεδόν καθαρό μεθάνιο (Αχιλιάς et al., 2015).

Η πυκνότητα του ΥΦΑ είναι μικρότερη από το μισό της πυκνότητας του νερού γεγονός που σημαίνει ότι επιπλέει. Όταν απελευθερώνεται λοιπόν στο νερό, το ΥΦΑ επιπλέει και εξατμίζεται. Σε περίπτωση που μεγάλες ποσότητες ΥΦΑ απελευθερωθούν στο νερό, ενδέχεται να εξατμιστούν πολύ γρήγορα προκαλώντας μια γρήγορη μετάβαση φάσης (RPT – Rapid Phase Transition). Όσον αφορά στους ατμούς από το ΥΦΑ είναι και αυτοί ελαφρότεροι από τον αέρα. Εάν το ΥΦΑ διαρρεύσει στο έδαφος και το προκύπτον εύφλεκτο μείγμα ατμού και αέρα δεν συναντήσει πηγή ανάφλεξης, θερμαίνεται, ανυψώνεται και διαχέεται στην ατμόσφαιρα. Λόγω αυτών των ιδιοτήτων, οι δυνητικοί κίνδυνοι που συνδέονται με το ΥΦΑ περιλαμβάνουν τη θερμότητα από αναφλέξιμους ατμούς ΥΦΑ και την άμεση έκθεση του δέρματος ή του εξοπλισμού σε κρυογονική ουσία (Herdzik, 2011).

2.2 ΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ναυτιλία αποτελεί τον κυριότερο τρόπο μεταφοράς που χρησιμοποιείται παγκοσμίως και έχει ουσιαστική σημασία για την παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη. Ως συνέπεια, υπάρχει παράλληλα μια αυξανόμενη περιβαλλοντική ανησυχία σχετικά με την αλλαγή του κλίματος και την ατμοσφαιρική ρύπανση που οφείλεται στις εκπομπές των πλοίων. Επιπλέον, θεωρείται ότι θα αυξηθεί στο άμεσο μέλλον το παγκόσμιο ναυτιλιακό εμπόριο λαμβάνοντας υπόψη τον αυξανόμενο πληθυσμό στον κόσμο, γεγονός που επιδεινώνει τις προβλέψεις για τη ρύπανση της ατμόσφαιρας από τη ναυτιλία η οποία εκτιμάται ότι σήμερα ευθύνεται για το 3% περίπου των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) (Bows-Larkin et al., 2014). Δεδομένου λοιπόν ότι υπάρχει μια γενική αυξανόμενη ανησυχία για την αλλαγή του κλίματος και την ατμοσφαιρική ρύπανση, οι πιέσεις που δέχεται η διεθνής ναυτιλία για μείωση των εκπομπών καυσαερίων είναι σημαντικές.

Φυσικό επόμενο αποτελεί η υιοθέτηση διαφόρων νόμων και κανονισμών, για τη μείωση των εκπομπών καυσαερίων της ναυτιλίας. Μια από τις προσπάθειες μείωσης των εκπομπών αποτελεί η χρήση του ΥΦΑ ως καυσίμου πλοίων η οποία και διατηρείται σταθερά ψηλά στην ατζέντα της ναυτιλιακής βιομηχανίας, ιδιαίτερα μετά την ολοένα αυστηρότερη νομοθεσία για τις εκπομπές αέριων ρύπων από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO – International Maritime Organization). Η χρήση του ΥΦΑ ως καύσιμο πλοίων αποτελεί μια από τις βασικές στρατηγικές συμμόρφωσης με τις κανονιστικές απαιτήσεις (WEC - World Energy Council) καθώς και με τις περιβαλλοντικές πολιτικές κυβερνήσεων που υιοθετούνται με σκοπό την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου υποστηρίζοντας επομένως πρωτοβουλίες όπως το καύσιμο ΥΦΑ.

2.2.2 ΔΙΕΘΝΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ (ΔΝΟ)

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO - International Maritime Organization) είναι μια υπηρεσία των Ηνωμένων Εθνών που συστάθηκε με σκοπό την προώθηση της ασφάλειας στη θάλασσα, σε διεθνές συνέδριο στη Γενεύη το 1948 και άρχισε να λειτουργεί το 1958.

Είναι ο πρώτος διεθνής φορέας που απασχολείται αποκλειστικά με ναυτιλιακά θέματα αναπτύσσοντας ένα νομοθετικό πλαίσιο γύρω από την ναυτιλία (Ramirez et al., 2019).

Στην προσπάθεια ελαχιστοποίησης της ρύπανσης των ωκεανών και των θαλασσών ο ΔΝΟ δημιούργησε την "Διεθνή Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από τα Πλοία" γνωστή ως MARPOL 73/78 (σύντμηση του "Marine Pollution"). Στις 27 Σεπτεμβρίου 1977 μέσω πρωτοκόλλου που τέθηκε σε ισχύ το 2005, προστέθηκε το Παράρτημα VI με τίτλο "Κανονισμοί για την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία" το οποίο περιορίζει τους κύριους ατμοσφαιρικούς ρύπους που περιέχονται στα καυσαέρια των πλοίων, στους οποίους περιλαμβάνονται τα οξειδία του θείου (SO_x) και τα οξειδία του αζώτου (NO_x) και απαγορεύει τις ηθελημένες εκπομπές ουσιών που καταστρέφουν το όζον (ODS – Ozone Depleting Substances), όπως το CO₂ (Animah et al., 2018).

Μετά την έναρξη ισχύος του Παραρτήματος VI της Διεθνούς Σύμβασης MARPOL στις 19 Μαΐου 2005, η Επιτροπή Προστασίας του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC – Marine Environment Protection Committee), κατά την 53^η σύνοδό της (Ιούλιος 2005), συμφώνησε να αναθεωρήσει το Παράρτημα VI με στόχο τον περαιτέρω περιορισμό των ορίων εκπομπών υπό το φως των τεχνολογικών ευρημάτων.

Τέλος, ένα άλλο σημαντικό σύνολο τροπολογιών εγκρίθηκε το 2011 με το κεφάλαιο 4 με τίτλο "Κανονισμοί για την ενεργειακή επάρκεια για τα πλοία" που προστέθηκε στο Παράρτημα VI. Το νέο κεφάλαιο εισήγαγε υποχρεωτικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη διεθνή ναυτιλία και είναι το πρώτο υποχρεωτικό καθεστώς μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου που εγκρίθηκε σε σχέση με τα πλοία και εφαρμόζεται σε ολόκληρο τον διεθνή ναυτιλιακό τομέα. Οι τροποποιήσεις αποτελούν επίσης την πρώτη σοβαρή απόπειρα εντός του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού να ρυθμίζει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία, έργο που έχει ανατεθεί ειδικά στο ΔΝΟ μέσω του Πρωτοκόλλου του Κυότο (Jingjing et al., 2015).

2.2.2.1 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SO_x)

Οι έλεγχοι και τα ανώτατα επιτρεπτά όρια του θείου στα καύσιμα αναγράφονται στον κανονισμό 14 του Παραρτήματος VI της σύμβασης MARPOL 73/78. Οι τελευταίες μέχρι στιγμής τροποποιήσεις στο Παράρτημα VI έγιναν το 2008 και τέθηκαν σε ισχύ το 2012.

Το αναθεωρημένο παράρτημα μειώνει το παγκόσμιο ανώτατο όριο θείου σε 3,50%, με ενδεχόμενη περαιτέρω μείωση στο 0,50% τον Ιανουάριο του 2020, υπό την προϋπόθεση ότι θα ολοκληρωθεί η αναθεώρηση σκοπιμότητας όχι αργότερα από το 2018.

Όσον αφορά στις περιοχές ελέγχου εκπομπών οξειδίων του θείου (SECA), εισήχθησαν αυστηρότερα όρια και συγκεκριμένα αυτό του 0,10% από την 1^η Ιανουαρίου 2015. Η κατάσταση όσον αφορά στους ελέγχους για το θείο σύμφωνα με τον κανονισμό 14 του Παραρτήματος VI παρατίθεται στην παρακάτω Εικόνα 2 (Jingjing et al., 2015) και στην συνέχεια σχηματικά για ευκολότερη κατανόηση στην Εικόνα 3.

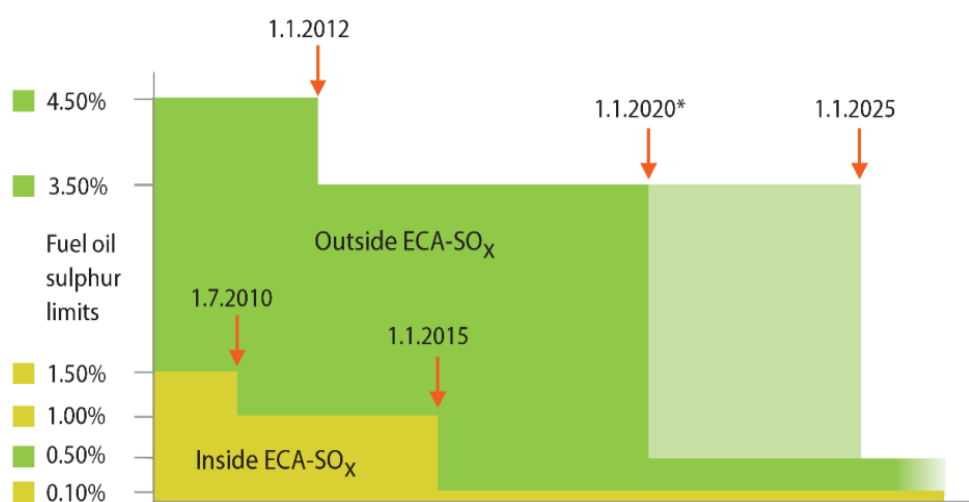
Table 1
Summary of sulfur content in Regulation 14 to Annex VI

Maximum permissible amount of sulfur content of fuel oil used on board ships in areas outside Emission Control Areas	4.50% m/m prior to 1 January 2012	3.50% m/m on and after 1 January 2012	0.50% m/m on and after 1 January 2020*
Maximum permissible amount of sulfur content of fuel oil used on board ships within Emission Control Areas	1.50% m/m prior to 1 July 2010	1.00% m/m on and after 1 July 2010	0.10% m/m on and after 1 January 2015

*This reduction is subject to a feasibility review that is to be completed no later than 2018. Depending on fuel supply, the limit of 0.50% may be introduced by the year 2025 at the latest.

Εικόνα 2: Όρια της περιεκτικότητας του θείου στα καύσιμα

Πηγή: MARPOL, Παράρτημα VI, όρια θείου στα καύσιμα (Jingjing et al., 2015)



*Depending on the outcome of a review of fuel oil availability, to be completed 2018, the 2020 date could be deferred to 2025

Εικόνα 3: Σχηματική απεικόνιση των ορίων του θείου στα καύσιμα

Πηγή: Lloyd's Register, 2012, LNG-fuelled deep sea shipping – the outlook for LNG bunker and LNG-fuelled newbuild demand up to 2025

2.2.2.2 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NO_x)

Οι έλεγχοι και τα ανώτατα επιτρεπτά όρια εκπομπών οξειδίων του αζώτου αναγράφονται στον κανονισμό 13 του Παραρτήματος VI της σύμβασης MARPOL 73/78, τα οποία ορίζονται βάσει του έτους κατασκευής και των μέγιστων στροφών του κινητήρα σύμφωνα με μια κατηγοριοποίηση που έχει γίνει σε τρία επίπεδα (Herdzik, 2013).

Τα όρια εκπομπών ισχύουν για κάθε πετρελαιοκίνητο κινητήρα με ισχύ άνω των 130 kW που εγκαθίσταται σε πλοίο. Υπάρχουν δύο εξαιρέσεις: κινητήρες που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και κινητήρες σε πλοία που λειτουργούν αποκλειστικά στα ύδατα του κράτους στο οποίο σημαίνονται. Η δεύτερη εξαίρεση ισχύει μόνο εάν οι κινητήρες αυτοί υπόκεινται σε εναλλακτικό μέτρο ελέγχου των εκπομπών NO_x.

Οι βαθμίδες είναι οι εξής:

- **Tier I:** Κινητήρες πλοίων που κατασκευάστηκαν από την 1^η Ιανουαρίου 2000 έως την 31^η Δεκεμβρίου 2010 με ισχύ άνω των 5 MW και εκτόπισμα ανά κύλινδρο άνω των 90 dm³ για τα πλοία που κατασκευάστηκαν από την 1η Ιανουαρίου 1990 αλλά πριν από την 1η Ιανουαρίου 2000.
- **Tier II (επίπεδο περίπου 20% κάτω από τη Βαθμίδα 1):** Κινητήρες πλοίων κατασκευασμένοι από την 1^η Ιανουαρίου 2011.
- **Tier III (επίπεδο 80% κάτω από τη Βαθμίδα 1):** Κινητήρες πλοίων κατασκευασμένοι από την 1^η Ιανουαρίου 2016, εάν η συνδυασμένη πρόωση είναι άνω των 750 kW.

Τα όρια των κατηγοριών Tier I και Tier II είναι παγκόσμια, ενώ τα όρια του Tier III ισχύουν μόνο για τις περιοχές ελέγχου εκπομπών NOx (ECA's) (Herdzik, 2011).

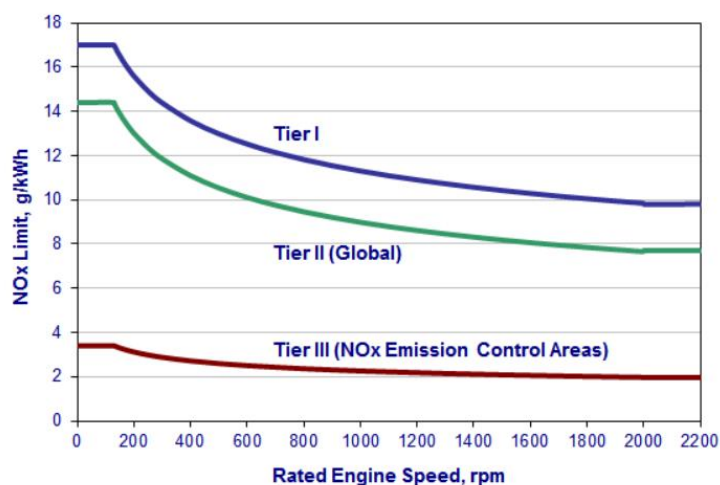
Πίνακας 2: Όρια εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NOx)

Tier (Βαθμίδα)	Έτος εφαρμογής	Περιορισμοί NO _x σε g/kWh		
		n<130	130≤n<2000	n≥2000
Tier I	2000	17,0	$45 \cdot n^{-0,2}$	9,8
Tier II	2011	14,4	$44 \cdot n^{-0,23}$	7,7
Tier III	2016*	3,4	$9 \cdot n^{-0,2}$	1,96

*στις Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών NO_x (η βαθμίδα II εφαρμόζεται εκτός των ECAs)

Πηγή: MARPOL, Παράρτημα VI, όρια εκπομπών NOx (Herdzik, 2013)

Για ευκολότερη κατανόηση, τα παραπάνω δεδομένα από το Παράρτημα VI της MARPOL σχετικά με τα όρια εκπομπών οξειδίων του αζώτου ανά βαθμίδα παρουσιάζονται παρακάτω σχηματικά σε διάγραμμα (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση για τα όρια εκπομπών NOx

Πηγή: DieselNet

2.2.2.3 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΗΣ ΥΛΗΣ (PM - PARTICULATE MATTER)

Εκτός από τους περιορισμούς για τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου και του θείου, το Παράρτημα VI της MARPOL περιέχει περιορισμούς για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG – Green House Gases) και για την απελευθέρωση σωματιδιακής ύλης (PM).

Βέβαια δεδομένου ότι οι διατάξεις του Παραρτήματος VI για τους περιορισμούς οξειδίων του θείου (SO_x) μειώνουν έμμεσα τις εκπομπές σωματιδίων (PM) δεν έχουν τεθεί ακόμα ειδικά όρια για τα σωματίδια αλλά είναι κάτι που αναμένεται να συμβεί στο μέλλον.

2.2.2.4 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΚΠΟΜΠΩΝ (EMISSION CONTROL AREAS – ECAs)

Είναι οι θαλάσσιες περιοχές στις οποίες επιβάλλονται αυστηρότεροι έλεγχοι και περιορισμοί για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία. Οι περιορισμοί αφορούν τις εκπομπές των οξειδίων του θείου και του αζώτου και τα γεωγραφικά τους όρια καθορίζονται στο Παράρτημα VI της MARPOL (Lu et al., 2018).

Αρχικά καθορίστηκαν δύο περιοχές ελέγχου εκπομπών (ECAs):

- η **Βαλτική Θάλασσα** (για SO_x υιοθετήθηκε το 1997 και τέθηκε σε ισχύ το 2005, για NO_x υιοθετήθηκε το 2016 και θα ισχύσει από το 2021)
- η **Βόρεια Θάλασσα** (για SO_x υιοθετήθηκε το 2005 και τέθηκε σε ισχύ το 2006, για NO_x υιοθετήθηκε το 2016 και θα ισχύσει από το 2021)

όπου θεσπίστηκαν αυστηρότερα ανώτατα όρια για την περιεκτικότητα σε θείο του καυσίμου. Αυτά τα ανώτατα όρια μειώθηκαν σε 1,00% με ισχύ από 1^η Μαρτίου 2010 και στη συνέχεια σε 0,10% με ισχύ από την 1^η Ιανουαρίου 2015.

Εκτός από αυτά τα νέα παγκόσμια ανώτατα όρια και ανώτατα όρια των περιοχών ελέγχου εκπομπών (ECAs), η νέα έκδοση του Παραρτήματος VI ενισχύει την ευρωπαϊκή οδηγία για τα θαλάσσια καύσιμα καθορίζοντας ένα ανώτατο όριο θείου 0,10% σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Καθορίστηκε επίσης η μελλοντική δημιουργία δύο νέων περιοχών ελέγχου εκπομπών (ECAs):

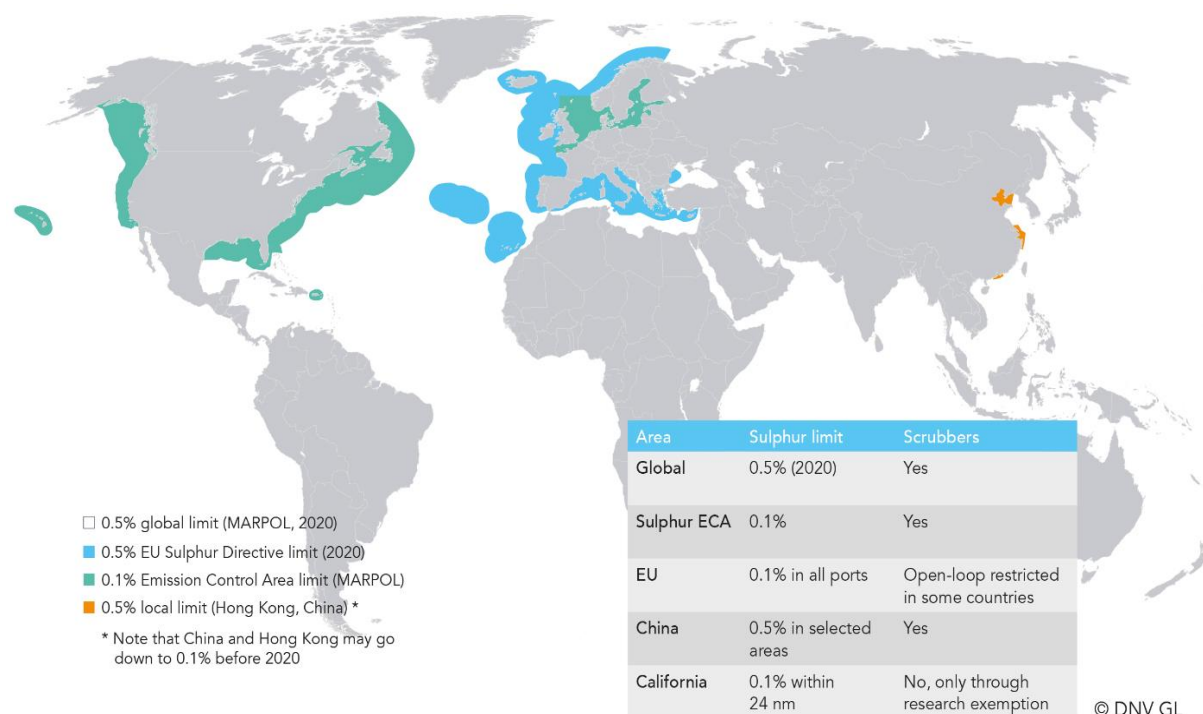
- η **Βόρεια Αμερική** (για SO_x, NO_x και PM υιοθετήθηκε το 2010 και τέθηκε σε ισχύ το 2012)
- η **Καραϊβική** (για SO_x, NO_x και PM υιοθετήθηκε το 2011 και τέθηκε σε ισχύ το 2014)

Προς το τέλος του 2012 με αρχές του 2013 και ανταποκρινόμενη στην αναθεώρηση του Παραρτήματος VI της σύμβασης MARPOL το 2008 από τον ΔΝΟ, η Ευρωπαϊκή Ένωση επικύρωσε τις τροποποιήσεις της οδηγίας 1999/32/ΕΕ της 26^{ης} Απριλίου 1999 σχετικά με τη μείωση της περιεκτικότητας σε θείο των καυσίμων πλοίων.

Με τις τροπολογίες αυτές η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης περιλαμβάνει τώρα τόσο τους παγκόσμιους κανονισμούς για τα οξείδια του θείου (SO_x) του ΔΝΟ όσο και τα όρια των περιοχών ελέγχου εκπομπών (ECAs). Τέλος ανεξάρτητα από τις προτεινόμενες

επανεξετάσεις του ΔΝΟ, η Ευρωπαϊκή Ένωση θα εφαρμόσει μονομερώς την μείωση του ορίου περιεκτικότητας σε θείο στα καύσιμα στο 0,5% την 1^η Ιανουαρίου 2020 ενώ ταυτόχρονα όλα τα επιβατηγά πλοία στα ύδατα της αλλά σε περιοχές εκτός ECAs θα έχουν όριο περιεκτικότητας σε θείο 1,5% (Cullinane & Bergqvist, 2014).

Στο μέλλον αναμένεται η δημιουργία νέων ECAs, ενώ θα περιλαμβάνονται περισσότερες περιοχές με αυστηρότερα όρια και στα οξειδία του αζώτου όπως φαίνεται και στην παρακάτω Εικόνα 5.



Εικόνα 5: Υφιστάμενες και πιθανές μελλοντικές Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών (ECAs)

Πηγή: DNV - Greener Shipping in North America

2.2.2.5 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΘΕΙΟΥ (SULPHUR EMISSION CONTROL AREAS - SECAs)

Στη βόρεια Ευρώπη ορίστηκαν μετά το 2015 από κοινού ως περιοχές ελέγχου για τη μείωση των εκπομπών του θείου (SO_x), δηλαδή SECAs (Sulphur Emission Control Areas) οι παρακάτω περιοχές:

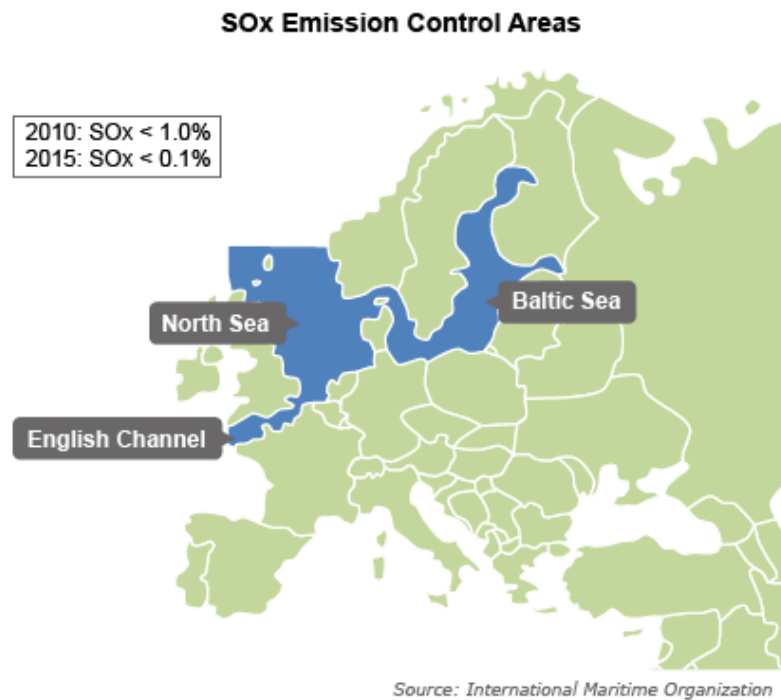
- η Βαλτική Θάλασσα (Baltic Sea)
- η Βόρεια Θάλασσα (North Sea)
- η Μάγχη (English Channel)

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως στους περιορισμούς των οξειδίων του θείου, οι περιορισμοί για τις SECAs σύμφωνα με τον ΔΝΟ και την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι οι εξής:

- 1,0% η μέγιστη επιτρεπτή περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων πλοίων, από την 1^η Ιουλίου 2010

- 0,1% η μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων πλοίων, από την 1^η Ιανουαρίου 2015

Στην παρακάτω Εικόνα 6 με το μπλέ χρώμα είναι εμφανείς οι περιοχές ελέγχου εκπομπών θείου που ισχύουν μέχρι και σήμερα.



Εικόνα 6: Υφιστάμενες Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών Θείου (SECAs)

Πηγή: IMO – International Maritime Organization

2.2.2.6 ΜΕΤΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Μια σημαντική δέσμη τροπολογιών εγκρίθηκε το 2011 με το κεφάλαιο 4 με τίτλο "Κανονισμοί για την ενεργειακή επάρκεια για τα πλοία" που προστέθηκε στο Παράρτημα VI της σύμβασης MARPOL.

Το νέο κεφάλαιο εισήγαγε υποχρεωτικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη διεθνή ναυτιλία και είναι το πρώτο υποχρεωτικό καθεστώς μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου που εγκρίθηκε σε σχέση με τα πλοία και εφαρμόζεται σε ολόκληρο τον διεθνή ναυτιλιακό τομέα. Μέσα στο κεφάλαιο παρουσιάζονται δύο σημαντικοί μηχανισμοί:

- ο δείκτης σχεδιασμού ενεργειακής απόδοσης (EEDI – Energy Efficiency Design Index)
- το σχέδιο διαχείρισης ενεργειακής απόδοσης πλοίων (SEEMP – Ship Energy Efficiency Management Plan).

Ο δείκτης σχεδιασμού ενεργειακής απόδοσης (EEDI) ισχύει για όλα τα πλοία 400 τόνων και άνω (αν και μπορεί να χορηγηθεί απαλλαγή) και απαιτεί τα νέα πλοία να σχεδιάζονται με

πιο ενεργειακά αποδοτικό τρόπο ώστε να εκπέμπουν λιγότερα αέρια θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα, εκφράζει την ποσότητα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ανά μονάδα μεταφορικής ικανότητας και ταχύτητας του πλοίου (π.χ. τόνος/μίλι), για διαφορετικούς τύπους και μεγέθη πλοίων (Jingjing et al., 2015).

Η τιμή αυτή υπολογίζεται σε σχέση με τη χωρητικότητα του σκάφους στη φάση σχεδιασμού του. Αυτό ισχύει για διάφορους τύπους πλοίων και εφαρμόζεται σε νέα πλοία μετά τον Ιανουάριο του 2013 ή σε αυτά που παραδόθηκαν μετά τον Ιούλιο του 2015 και στα υπάρχοντα πλοία που έχουν υποστεί σημαντικές μετατροπές. Η έρευνα και η πιστοποίηση του EEDI συνίσταται σε δύο βήματα. Το ένα είναι ο προκαταρκτικός έλεγχος στο στάδιο του σχεδιασμού και η τελική επαλήθευση προέρχεται από δοκιμές στη θάλασσα. Αυτά τα βήματα είναι πριν τη διεξαγωγή της φάσης παράδοσης σκαφών. Ως εκ τούτου, ο υποχρεωτικός κανονισμός EEDI μπορεί να αναδιαμορφώσει το σχεδιασμό του πλοίου και την κατασκευαστική βιομηχανία, όπου εισάγονται τα αρχικά μέτρα ελέγχου των εκπομπών CO₂ (Ekanem Attah & Bucknall, 2015).

Υπάρχουν αρκετές τεχνικές μέθοδοι για τους εφοπλιστές που επιδιώκουν την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων τους. Δεδομένου ότι το ΥΦΑ μπορεί να ταξινομηθεί ως καύσιμο χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα που έχει τη δυνατότητα να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά περίπου 20%, η χρησιμοποίηση του ως καυσίμου πλοίων αποτελεί μια από τις επιλογές με τις οποίες μπορεί να επιτευχθεί η συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του EEDI.

Το σχέδιο διαχείρισης ενεργειακής απόδοσης πλοίων (SEEMP) αποτελείται από ένα μηχανισμό βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του πλοίου, παρακολουθώντας τις επιδόσεις του κατά τη διάρκεια ορισμένης περιόδου. Αυτός ο υποχρεωτικός μηχανισμός επιβάλλει τη βελτίωση των συνθηκών λειτουργίας των πλοίων και την εφαρμογή πιο ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών για τη ναυτιλιακή βιομηχανία. Συγκεκριμένα ο κανονισμός 22 του Κεφαλαίου 4 υποδεικνύει ότι κάθε πλοίο πρέπει να φέρει επί του σκάφους SEEMP ώστε να βελτιώνει την ενεργειακή αποδοτικότητα του μέσω των παρακάτω σταδίων (Jingjing et al., 2015):

- Ο σχεδιασμός περιγράφεται ως το πιο κρίσιμο στάδιο και αποσκοπεί, αφενός, στην εξακρίβωση της κατάστασης της χρήσης της ναυτιλιακής ενέργειας και, αφετέρου, στην εξακρίβωση της αναμενόμενης βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων.
- Όσον αφορά στην εφαρμογή, το SEEMP αναμένεται να καθορίσει τον τρόπο με τον οποίο κάθε προτεινόμενο μέτρο πρέπει να εφαρμοστεί και να ανατεθούν αρμοδιότητες σε συγκεκριμένα πρόσωπα.
- Η παρακολούθηση συνίσταται στην ανάπτυξη ενός μηχανισμού παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο με διάφορους αισθητήρες και συστήματα επί του πλοίου. Αυτά τα ενσωματωμένα συστήματα συλλέγουν παραμέτρους πλοήγησης και απόδοσης προκειμένου να αναλυθούν για την αξιολόγηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των πλοίων.
- Το τελευταίο βήμα είναι η αυτοαξιολόγηση, διεξάγοντας μια διαδικασία υποβολής εκθέσεων και επανεξέτασης. Επιπλέον, αυτή η φάση απεικονίζει τα διδάγματα και

τις μελλοντικές βελτιώσεις, όπου μπορούν να γίνουν στο πλαίσιο του SEEMP στον επόμενο κύκλο βελτίωσης (Pereira & Mo, 2016).

2.2.3 ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δείξει τη διάθεσή της να ευθυγραμμίσει τις πολιτικές της με τις πολιτικές που υιοθέτησε ο ΔΝΟ, όχι μόνο για τον έλεγχο των εκπομπών των πλοίων εν γένει, αλλά και για τη χρήση του ΥΦΑ ως καυσίμου πλοίων ειδικότερα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η ΕΕ έχει εγκρίνει μέτρα που ξεπερνούν τα όρια του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (ΔΝΟ), αφήνοντας ανοιχτή την πόρτα για την ενσωμάτωση αυτών των μέτρων στις μελλοντικές πρωτοβουλίες του (Pfooser et al., 2018).

Το πιο σχετικό μέτρο της ΕΕ είναι η οδηγία 1999/32/ΕΕ, η οποία ρυθμίζει την περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων πλοίων. Η οδηγία έχει τροποποιηθεί επανειλημμένα και η πλέον πρόσφατη είναι η 2012/33/ΕΕ η οποία έχει διπλό στόχο: να συμμορφωθούν με το διεθνές δίκαιο οι κανόνες της ΕΕ για την περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων πλοίων και να διασφαλιστεί ότι τα νέα παγκόσμια πρότυπα για το θείο μπορεί να εφαρμοστούν σε ολόκληρη την ΕΕ. Τα όρια για την περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων πλοίων που προβλέπονται στο τροποποιημένο Άρθρο 4(α) της οδηγίας είναι τα εξής:

- Τα κράτη μέλη πρέπει να εξασφαλίζουν ότι δεν θα χρησιμοποιούνται καύσιμα πλοίων στις εδαφικές θάλασσες τους, στις Αποκλειστικές Οικονομικές Ζώνες (ΑΟΖ) και στις ζώνες ελέγχου της ρύπανσης που εμπίπτουν στις περιοχές ελέγχου εκπομπών SO_x (SECAs) εάν η περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων αυτών υπερβαίνει το 0,10% από την 1^η Ιανουαρίου 2015.
- Τα κράτη μέλη πρέπει να εξασφαλίσουν ότι δεν θα χρησιμοποιούνται καύσιμα πλοίων στις εδαφικές θάλασσες, στις Αποκλειστικές Οικονομικές Ζώνες (ΑΟΖ) και στις ζώνες ελέγχου της ρύπανσης, εάν η περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων αυτών υπερβαίνει το 0,50% από την 1^η Ιανουαρίου 2020.
- Τα κράτη μέλη πρέπει να εξασφαλίσουν ότι δεν θα χρησιμοποιούνται καύσιμα πλοίων στις εδαφικές θάλασσες, στις ΑΟΖ και στις ζώνες ελέγχου της ρύπανσης που δεν ανήκουν όμως στις περιοχές ελέγχου εκπομπών SO_x (SECAs) από επιβατηγά πλοία που εκτελούν τακτικά δρομολόγια προς ή από οποιοδήποτε λιμάνι της ΕΕ εάν η περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων αυτών υπερβαίνει το 1,50% έως την 1^η Ιανουαρίου 2020.

Ενώ τα πρώτα δύο σημεία επαναλαμβάνουν τα όρια του Παραρτήματος VI της MARPOL, η διάταξη σχετικά με τα επιβατηγά πλοία είναι μοναδική και υπάρχει αυστηρότερο όριο δεδομένου ότι τα επιβατηγά πλοία τείνουν να λειτουργούν σε λιμένες και κοντά σε παράκτιες περιοχές, με τις επιπτώσεις τους στην υγεία του ανθρώπου και στο περιβάλλον να είναι πιο σημαντικές (Jingjing et al., 2015).

Είναι προφανές από διάφορα έγγραφα της ΕΕ ότι η υποστήριξη της χρήσης του ΥΦΑ ως καυσίμου πλοίων είναι υψηλά στην ατζέντα της Ένωσης. Η ΕΕ έχει θεσπίσει το ΥΦΑ ως το πλέον ελπιδοφόρο εναλλακτικό καύσιμο για τα πλοία.

Τέλος, σε εθνικό επίπεδο, η εναρμόνιση της Ελληνικής νομοθεσίας με την πρόσφατη οδηγία της ΕΕ έγινε με την ΥΑ 96/2014 (ΦΕΚ Β'/2136/05.08.2014): Εναρμόνιση της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την Οδηγία 2012/33/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21^{ης} Νοεμβρίου 2012 «για την τροποποίηση της οδηγίας 1999/32/ΕΕ του Συμβουλίου σχετικά με την περιεκτικότητα των καυσίμων πλοίων σε θείο».

2.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΟΥΝ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΥΦΑ ΩΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΟ ΚΑΥΣΙΜΟ

2.3.1 Η ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΥΦΑ

Το φυσικό αέριο έχει μερικά σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα έναντι των παραδοσιακών προϊόντων πετρελαίου. Αυτά τα πλεονεκτήματα γίνονται πιο εμφανή με τη χρήση του ΥΦΑ ως καυσίμου πλοίων σε σύγκριση με το βαρύ μαζούτ (HFO) ή το diesel πλοίων (MDO). Το ΥΦΑ παράγει κατά κανόνα χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) κατά 20% περίπου, στα οξείδια του αζώτου (NO_x) 85-90% ενώ τα σωματίδια (PM) και τα οξείδια του θείου (SO_x) τα μειώνει σχεδόν εξ' ολοκλήρου. (Herdzik, 2011). Η σύγκριση των εκπομπών για τα καύσιμα πλοίων παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακας 3.

Πίνακας 3: Εκπομπές από τα καύσιμα πλοίων (g/g καυσίμου)

Εκπομπές/Καύσιμα	HFO (Heavy Fuel Oil)	MDO (Marine Diesel Oil)	LNG (Liquefied NG)
SO _x *	0,049	0,003	Ίχνη
CO ₂	3,114	3,206	2,750
CH ₄	Ίχνη	Ίχνη	0,051
NO _x	0,093	0,087	0,008
PM	0,007	0,001	Ίχνη

*βασισμένο στη μέση περιεκτικότητα σε θείο του μαζούτ (HFO) στο 2,51%

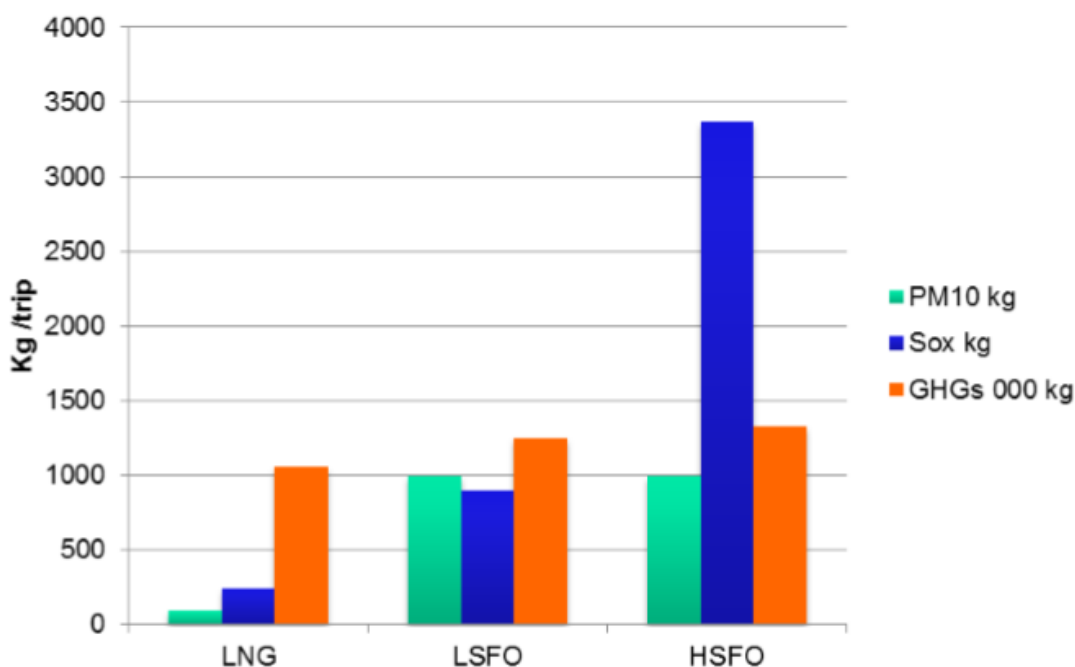
Πηγή: IMO (International Maritime Organization) (Le Fevre, 2018)

Οι τιμές του παραπάνω πίνακα είναι ιδιαίτερα σημαντικές ειδικά όσον αφορά στα οξείδια του θείου (SO_x) και στην σύγκρισή τους με τις οδηγίες του ΔΝΟ. Αυτή τη στιγμή ισχύει το ανώτατο όριο του 0,10% της περιεκτικότητας σε θείο σε καύσιμα πλοίων στις περιοχές ελέγχου εκπομπών (ECAs) στην Βόρεια Αμερική, την Βαλτική και την Βόρεια Θάλασσα στην Ευρώπη ενώ το αντίστοιχο ποσοστό παγκοσμίως θα βρίσκεται στο 0,50% από το 2020. Στοιχεία από τον ΔΝΟ έδειξαν το 2016 ότι η ετήσια περιεκτικότητα σε θείο των υπολειμματικών πετρελαίων που ελέγχθηκαν το 2016 ήταν 2,58% κάτι το οποίο αποδεικνύει ότι μόλις τεθεί σε ισχύ ο νέος περιορισμός θα υπάρξουν σημαντικές διαταραχές στις παραδοσιακές αλυσίδες εφοδιασμού καυσίμων πλοίων, επηρεάζοντας τους προμηθευτές καυσίμων, τους εμπόρους, τους χονδρεμπόρους και τους χρήστες (Le Fevre, 2018).

Τα πλεονεκτήματα του ΥΦΑ όσον αφορά στις μειωμένες εκπομπές SO_x και NO_x είναι προφανείς όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 3. Όμως όσον αφορά στα αέρια του θερμοκηπίου, το CO₂ και το μεθάνιο (CH₄), είναι λιγότερο εμφανή, ιδίως όταν συμπεριλαμβάνονται οι εκπομπές πλήρους κύκλου και οι επιπτώσεις της ατελούς καύσης του φυσικού αερίου. Το μεθάνιο είναι ισχυρότερο αέριο το θερμοκηπίου (GHG – Green House Gas) από το διοξείδιο του άνθρακα.

Οι επιπτώσεις του πλήρους κύκλου αφορούν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που προκύπτουν από τη μετακίνηση του αερίου από την πηγή του, στο πλοίο και στη συνέχεια από την καύση του. Αυτή η προσέγγιση καταγράφει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής, μεταφοράς και υγροποίησης του φυσικού αερίου, συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεων των εκπομπών μεθανίου.

Οι (Thomson et al., 2015) ανέλυσαν τις εκπομπές κύκλου ζωής του φυσικού αερίου σε σύγκριση με τα παραδοσιακά καύσιμα με βάση το πετρέλαιο στον θαλάσσιο τομέα και τα αποτελέσματα μιας από τις προσομοιώσεις τους (ένα πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που κινείται μεταξύ Λος Άντζελες και Χονολουλού) παρουσιάζονται στην Εικόνα 7. Από αυτά τα στοιχεία είναι σαφές ότι τα πλεονεκτήματα του ΥΦΑ όσον αφορά στην ατμοσφαιρική ρύπανση (SO_x και PM) δεν είναι τόσο εμφανή σε σύγκριση με άλλα καύσιμα όταν λαμβάνονται υπόψη οι συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.



Εικόνα 7: Συνολικές εκπομπές κύκλου καυσίμου ανά ταξίδι

Πηγή: (Thomson et al., 2015)

2.3.2 Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΥΦΑ

Το κόστος των καυσίμων αποτελεί ένα από τα βασικότερα στοιχεία για τους πλοιοκτήτες καθώς αντιπροσωπεύει το 60-80% του συνολικού κόστους λειτουργίας ενός πλοίου,

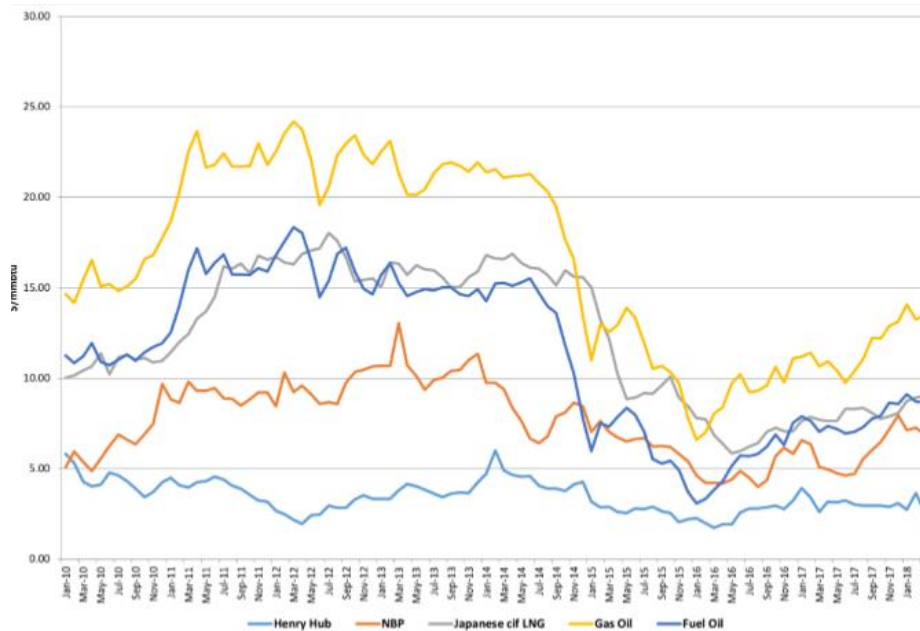
ιδιαίτερα σήμερα με τις αυξανόμενες τιμές του πετρελαίου, καθιστώντας το κόστος των καυσίμων ακόμη μεγαλύτερη ανησυχία. Τα θαλάσσια καύσιμα πωλούνται γενικά χωρίς φόρο, επομένως οι συγκρίσεις των τιμών είναι σχετικά απλές, αν και για το ΥΦΑ πρέπει να χρησιμοποιούνται εκτιμήσεις δεδομένου ότι δεν υπάρχουν δημοσιευμένες τιμές (Keller, 2019).

Η πιο κατάλληλη εκτίμηση για τη χρήση του ΥΦΑ ως καυσίμου πλοίων σε μια συγκεκριμένη αγορά αποτελούν οι κόμβοι διαπραγμάτευσης που υπάρχουν σε διάφορες περιοχές παγκοσμίως των οποίων οι τιμές είναι συνδεδεμένες με αυτή του ΦΑ αρχικά και κατά συνέπεια και με του ΥΦΑ.

- Στις ΗΠΑ, η τιμή καθορίζεται με βάση την τιμή κόμβου Henry Hub.
- Στην Ιαπωνία, την Κορέα και την Ταϊβάν, η τιμή καθορίζεται από τον δείκτη JCC (Japan Customs-clear Crude).
- Στη Νοτιοανατολική Ασία, η τιμή του ΦΑ είναι ευθέως συνδεδεμένη με την τιμή του αργού πετρελαίου Brent.
- Στη Βόρεια Ευρώπη, η αγορά ρυθμίζεται είτε μέσω της «αγοράς μεταφοράς τίτλων» TTF (Title Transfer Facility) στην Ολλανδία είτε μέσω του «Εθνικού Σημείου Εξισορρόπησης» NBP (National Balancing Point) στη Βρετανία.
- Στην Κεντρική Ευρώπη, η τιμή καθορίζεται με τη «Μέση Τιμή Εισαγωγής της Γερμανίας» (Average German Import Price).

Για εμάς μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι αγορές των ΗΠΑ και της Ευρώπης οι οποίες είναι και αρκετά διαφορετικές. Στις ΗΠΑ, η τιμή του ΥΦΑ θα πρέπει να είναι υπερτιμημένη για τον Henry Hub, καθώς θα περιλαμβάνει το κόστος της υγροποίησης και, σε περιπτώσεις όπου η παγκόσμια αγορά ΥΦΑ σφίγγει, θα περιλαμβάνει ένα πρόσθετο ασφάλιστρο που θα αντικατοπτρίζει αυτόν τον περιορισμό.

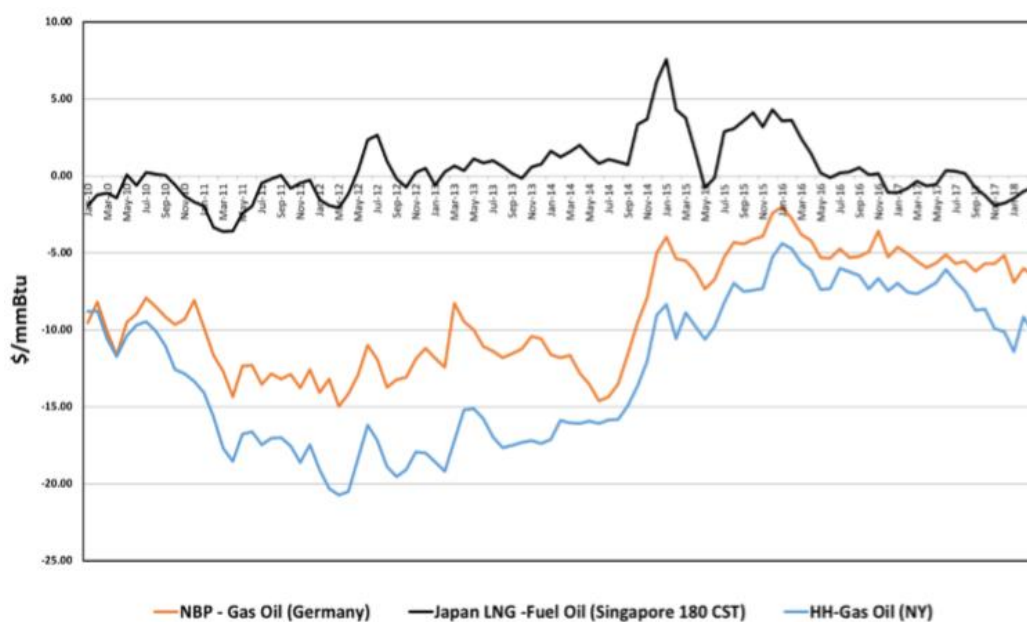
Οι τιμές του ΥΦΑ στην Ευρώπη, από την άλλη πλευρά, θα πρέπει, με άλλα λόγια, να είναι μειωμένες καθώς αποκλείουν το κόστος επαναεριοποίησης και εισόδου στο δίκτυο. Αυτές οι επιπλοκές ενδέχεται να μην είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τους αγοραστές καθώς η τάση φαίνεται να είναι για τους πωλητές να προσφέρουν ΥΦΑ με σταθερή έκπτωση στις δημοσιευμένες τιμές των προϊόντων πετρελαίου. Ωστόσο, η ύπαρξη διαφορών θα εξακολουθήσει να είναι σημαντική, καθώς αποδεικνύει ότι υπάρχει περιθώριο εκμετάλλευσης από τη μετάβαση στο ΥΦΑ.



Εικόνα 8: Οι τιμές των θαλάσσιων καυσίμων (ΒΔ Ευρώπη) συγκρίνονται με τις περιφερειακές τιμές του ΦΑ

Πηγή: Argus (Le Fevre, 2018)

Η Εικόνα 8 δείχνει την εξέλιξη των βασικών τιμών σε \$/mmBtu από τον Ιανουάριο του 2010 μέχρι και τον Μάρτιο του 2018. Η τιμή του φυσικού αερίου σε βασικά προϊόντα είναι γενικά φθηνότερη από ό,τι το πετρέλαιο κίνησης (gasoil) στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ, ενώ η διαφορά μεταξύ ΥΦΑ και καυσίμου πετρελαίου στην Ιαπωνία είναι γενικά μικρότερη, πράγμα που αναμένεται, δεδομένου ότι η τιμή του ΥΦΑ στην Ιαπωνία εξακολουθεί να συνδέεται με τις τιμές του αργού πετρελαίου.



Εικόνα 9: Οι διαφορές τιμών των θαλάσσιων καυσίμων με τις περιφερειακές τιμές του φυσικού αερίου (αρνητική τιμή σημαίνει ότι το ΦΑ είναι φθηνότερο)

Πηγή: Argus (Le Fevre, 2018)

Η Εικόνα 9 δείχνει τη διαφορά με το πετρέλαιο κίνησης (gasoil) στις περιοχές ελέγχου εκπομπών (ECAs) της Βόρειας Αμερικής και της Ευρώπης και με το καύσιμο πετρελαίου (fuel oil) στις ασιατικές αγορές. Οι διαφορές είχαν την τάση να μειώνονται μεταξύ 2015 και 2017 λόγω της πτώσης των τιμών του πετρελαίου. Ωστόσο, η μειωμένη τιμή του ΥΦΑ σε σχέση με το πετρέλαιο κίνησης (gasoil) παραμένει τουλάχιστον στα 5 \$/mmBtu και ενδέχεται να μεγαλώσει μόλις οι περιορισμοί του ΔΝΟ τεθούν σε ισχύ παγκοσμίως το 2020.

Υπάρχουν επίσης πλεονεκτήματα στα λειτουργικά κόστη από την χρήση του ΥΦΑ σε σχέση με το πετρέλαιο, καθώς το καθαρότερο καύσιμο σημαίνει ότι οι κινητήρες και ο συναφής εξοπλισμός θα χρειαστούν λιγότερη συντήρηση και θα έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, αν και το κόστος μετατροπής για την προσαρμογή των υφιστάμενων πλοίων σε πλοία που χρησιμοποιούν ΥΦΑ ως καύσιμο, υπολογίζεται σε περίπου 6 εκατομμύρια δολάρια (Le Fevre, 2018).

Φυσικά, δεν υπάρχει εγγύηση ότι θα διατηρηθούν οι υφιστάμενες διαφορές μετά την εισαγωγή των περιορισμών του ΔΝΟ. Η ξαφνική περίσσεια βαρύ μαζούτ που απαιτεί ακριβή επεξεργασία μείωσης του θείου σε συνδυασμό με την έλλειψη του ντίζελ, θα μπορούσε να οδηγήσει σε μεγάλες και απρόβλεπτες μεταβολές στις σχετικές διαφορές μεταξύ τους.

2.4 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ

Ενώ το ΥΦΑ έχει κάποια σαφή πλεονεκτήματα έναντι άλλων καυσίμων, δεν είναι η μόνη λύση. Οι πλοιοκτήτες αναζητούν εναλλακτικές λύσεις στο πετρέλαιο προκειμένου να διασφαλίσουν την συμμόρφωση των καυσίμων που χρησιμοποιούν με τις νέες απαιτήσεις του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού που θα τεθούν σε ισχύ το 2020 και ιδιαίτερα την μείωση των εκπομπών του θείου σε 0,50% παγκοσμίως στα ναυτιλιακά καύσιμα. Οι κύριες επιλογές μαζί με την χρήση του υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι:

- η χρήση πετρελαίου κίνησης (MGO - Marine Gas Oil) χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο
- η χρήση μαζούτ (HFO – Heavy Fuel Oil) με την παράλληλη λειτουργία διατάξεων καθαρισμού καυσαερίων (scrubbers)
- η χρήση υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG – Liquefied Natural Gas)

Σύμφωνα με το Lloyd's Register, και οι τρεις επιλογές θεωρούνται εφικτές και η επιλογή της στρατηγικής συμμόρφωσης εξαρτάται από τον τύπο του πλοίου και τα εμπορικά πρότυπα. Βέβαια η κυρίαρχη επιλογή θα εξαρτηθεί από οικονομικούς (επενδυτικές δαπάνες) και λειτουργικούς παράγοντες και κυρίως από τις μελλοντικές τιμές των καυσίμων.

Η χρήση καυσίμων χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο είναι η πλέον άμεση λύση, λόγω των μικρών τροποποιήσεων που απαιτούνται στα πλοία, το περιορισμένο αρχικό κόστος και τις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις ανεφοδιασμού παγκοσμίως. Ωστόσο, η αυξανόμενη ζήτηση για απόσταγμα πετρελαίου θα προκαλέσει την αύξηση της τιμής των καυσίμων και αυτό το αυξημένο λειτουργικό κόστος στους εφοπλιστές είναι πιθανότερο να μετακυλιστεί με τη μορφή αυξημένων ναύλων. Θεωρείται ότι οι αυξημένοι αυτοί συντελεστές θα οδηγήσουν σε μια εναλλαγή τρόπων μεταφοράς από τις θαλάσσιες μεταφορές μικρών

αποστάσεων στις οδικές μεταφορές, οι οποίες συνεπώς θα εξασθενήσουν την ανταγωνιστικότητα της ναυτιλίας και θα αυξήσουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση στους δρόμους και τα τοπικά περιβαλλοντικά προβλήματα (Wang & Notteboom, 2014). Ως εκ τούτου, η επιλογή αυτή δεν θεωρείται επιθυμητή στρατηγική για μια βιώσιμη μακροπρόθεσμη ανάπτυξη της ναυτιλίας. Τέλος καύσιμα όπως το MGO ενώ συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις των περιοχών ελέγχου εκπομπών θείου (SECAs), καθώς έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο, η συμμόρφωση τους σχετικά με τα όρια των εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NO_x) και τα αέρια του θερμοκηπίου (GHG) απαιτούν την εφαρμογή καταλυτικού μετατροπέα (SCR - Selective Catalytic Reduction) ή της τεχνικής ανακυκλοφορίας των καυσαερίων (EGS – Exhaust Gas Recirculation) για την κάλυψη του επιπέδου Tier III.

Η χρήση μαζούτ (HFO) που αποτελεί επί του παρόντος τον κυρίαρχο τύπο καυσίμου διαθέτει υπάρχουσα υποδομή για ανεφοδιασμό καυσίμων και δεν απαιτεί από τους πλοιοκτήτες να αναβαθμίσουν ή να αντικαταστήσουν τους κινητήρες τους. Προκειμένου όμως να συμμορφωθεί με τις νέες απαιτήσεις του ΔNO που θα τεθούν σε ισχύ το 2020, θα απαιτηθεί η εφαρμογή συστημάτων καθαρισμού καυσαερίων (scrubbers) για την απομάκρυνση εκπομπών οξειδίων του θείου (SO_x) και σωματιδιακής ύλης (PM). Ωστόσο, επί του παρόντος, οι πλοιοκτήτες δεν φαίνεται να εμπιστεύονται αυτά τα συστήματα σε μεγάλο βαθμό λόγω της υψηλής αβεβαιότητας όσον αφορά στις αποδόσεις τους όπως την αξιοπιστία του συστήματος και τον κίνδυνο μη συμμόρφωσης. Από την άλλη, προκειμένου να αρθούν τα όρια εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NO_x) του επιπέδου Tier III, το σύστημα καθαρισμού καυσαερίων (scrubber) πρέπει να λειτουργεί σε συνδυασμό με τον καταλυτικό μετατροπέα (SCR), αλλά ο συνδυασμός αυτών των δύο τεχνολογιών παραμένει προβληματικός προς το παρόν (Herdzik, 2011). Οι απορροφητήρες βέβαια δημιουργούν απόβλητα και προς το παρόν δεν υπάρχει υποδομή για διάθεση στους λιμένες. Επομένως, η ενδεχόμενη διάθεση αυτών των αποβλήτων θα έχει επιπτώσεις στο κόστος. Ως εκ τούτου, τα scrubbers θεωρούνται ανώριμη τεχνολογία, αλλά είναι σαφές ότι συνεχίζουν να αναπτύσσονται και παραμένουν μια πιθανή μεσοπρόθεσμη λύση για τους πλοιοκτήτες ώστε να πληρούν τα απαιτούμενα επίπεδα εκπομπών. Τέλος, παρόλο που το κόστος εγκατάστασης τους στο πλοίο είναι μικρότερο από το κόστος ενός συστήματος ΥΦΑ, το υψηλότερο κόστος συντήρησης και η μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμων μακροπρόθεσμα καθιστούν αυτή την επιλογή αβέβαιη και από λόγους οικονομικής σκοπιμότητας.

Η χρήση του υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι γνωστή και έχει αποδείξει τις δυνατότητές της. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα για το ΥΦΑ είναι ότι οι κινητήρες απαιτούν λιγότερη συντήρηση, καθώς η καύση αερίου είναι σημαντικά καθαρότερη από τα υπόλοιπα καύσιμα όπως το βαρύ μαζούτ (HFO) ή το ντίζελ (MDO – Marine Diesel Oil). Ως καθαρό καύσιμο, αποτελεί μια καλή εναλλακτική λύση η οποία μπορεί και συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του Παραρτήματος VI της MARPOL σχετικά με τις εκπομπών SO_x, NO_x, PM και CO₂. Ωστόσο, υπάρχουν επίσης ορισμένα μειονεκτήματα καθώς ο χώρος που καταλαμβάνουν οι δεξαμενές υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι μεγάλος και μπορεί να μειώσει τη χωρητικότητα φορτίου για τους περισσότερους τύπους πλοίων. Το κύριο μειονέκτημα που εντοπίστηκε ευρέως είναι η διαθεσιμότητα του ΥΦΑ ως καυσίμου πλοίων που περιορίζεται από την αλυσίδα εφοδιασμού. Αυτό καθιστά το ΥΦΑ ακατάλληλο για πλοία που απαιτούν ευελιξία στις διαδρομές τους. Τέλος, η ανακατασκευή του

απαιτούμενου εξοπλισμού ΥΦΑ είναι δαπανηρή και οι αυξημένες απαιτήσεις ασφαλείας οδηγούν στην κατασκευή πρόσθετων χαρακτηριστικών που συμβάλλουν στην αύξηση του κόστους (Chengpeng et al., 2018).

Η παρακάτω Εικόνα 10 παρέχει μια σύνοψη πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων για τις διαφορετικές δυνατότητες συμμόρφωσης που αναλύσαμε.

Alternative	Environmental features compared to the traditional HFO alternative				Factors influencing viability compared to the traditional HFO alternative		
	SO _x	NO _x	PM	CO ₂	Cargo capacity	Capital Investments	Operating costs
LNG	++	++	++	+	Restricted	Very high	Low
MGO	+	-	-	-	Not restricted	Low	Very high
HFO/Scrubber	+	-	+	-	Slightly restricted	High	Medium ^{a)}

++ very good, + good, - bad, -- very bad

a) Fuel costs remain basically unchanged, a small increase (1 – 2%) can be expected. Cost for scrubber maintenance and waste handling are yet unknown but may add to the total operating costs.

Εικόνα 10: Σύγκριση εναλλακτικών δυνατοτήτων συμμόρφωσης

Πηγή: SSP

2.5 ΕΜΠΟΔΙΑ ΚΑΙ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΥΦΑ

Η ανάπτυξη υποδομών ανεφοδιασμού αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους φραγμούς στην ανάπτυξη της αγοράς του υγροποιημένου φυσικού αερίου ως καυσίμου πλοίων. Οι κεφαλαιουχικές απαιτήσεις για την δυνατότητα ανεφοδιασμού εκτιμώνται από την rwc σε 30-60 εκατομμύρια ευρώ (€) για λιμενική εγκατάσταση 6.000-15.000 κυβικών μέτρων (m³) (Le Fevre, 2018). Αυτό μπορεί να περιορίσει τα μικρότερα λιμάνια από την κατασκευή υποδομών θαλάσσιου ανεφοδιασμού σε αντίθεση με τον ανεφοδιασμό μέσω οδικού δικτύου που παραμένει μια οικονομική επιλογή. Τα στοιχεία από την Ευρώπη δείχνουν πως εάν υπάρξει επαρκές δυναμικό αγοράς, η κατασκευή υποδομών θα είναι σχετικά ταχεία και σίγουρα θα υπερβεί την συσσώρευση της ζήτησης.

Επομένως, οι ιδιοκτήτες των νέων πλοίων με καύσιμο το ΥΦΑ είναι πολύ δύσκολο να δεσμευτούν χωρίς να έχουν συνάψει μακροπρόθεσμα συμβόλαια προμήθειας τα οποία θα καλύπτουν την τιμολόγηση και την φυσική παράδοση ώστε οι προμηθευτές να εξασφαλίσουν την δυνατότητα παράδοσης στα συμφωνημένα σημεία ανεφοδιασμού. Οι μεγαλύτεροι λοιπόν προμηθευτές ΥΦΑ αναμένεται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο βοηθώντας τους πλοιοκτήτες να ξεπεράσουν την αβεβαιότητα σχετικά με τις διαφορές των τιμών των καυσίμων, προσφέροντας μακροχρόνιες συμβάσεις.

Επιπλέον, η προθυμία των μεγαλύτερων εταιρειών φυσικού αερίου να συμμετάσχουν ενεργά στο μάρκετινγκ για το ΥΦΑ αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την υπέρβαση ορισμένων αβεβαιοτήτων. Μέχρι τώρα φαίνεται ότι υιοθετείται μια σειρά στρατηγικών και η αρχή έχει γίνει με την Shell και την Total που παρουσίασαν ορισμένες δεσμεύσεις. Η Shell

αγόρασε το 100% του Νορβηγικού πωλητή ΥΦΑ GasNor το 2012 και η Total ανακοίνωσε σχέδια για εξαγορά της Clean Energy, ενός προμηθευτή ΥΦΑ με έδρα την Καλιφόρνια.

Ένα άλλο εμπόδιο είναι η ασυνέπεια μεταξύ των χωρών όσον αφορά στην αδειοδότηση και στον έλεγχο του ανεφοδιασμού του ΥΦΑ. Η εναρμόνιση των Προτύπων και των λειτουργιών σε όλες τις μελλοντικές αγορές σημειώνει πρόοδο. Οργανισμοί όπως η Εταιρεία για το Αέριο ως Ναυτιλιακό Καύσιμο (SGMF – Society for Gas as a Marine Fuel) και η SEALNG συνέβαλαν σημαντικά στην ανάπτυξη τυποποιημένων προσεγγίσεων για τον ασφαλή χειρισμό, τη μεταφορά και την αξιολόγηση σχετικά με το ΥΦΑ.

Παρόλα αυτά, το ΥΦΑ εξακολουθεί να αποτελεί νέο καύσιμο για πολλές λιμενικές αρχές και η έλλειψη κατανόησης των βασικών διαφορών με τα προϊόντα πετρελαίου είναι σημαντική. Όσον αφορά στους όγκους, οι δεξαμενές υγροποιημένου φυσικού αερίου πρέπει να είναι κατά 80% μεγαλύτερες από τις δεξαμενές καυσίμου υψηλής περιεκτικότητας σε θείο (Herdzik, 2011). Επιπλέον, ως υπερψυχθέν καύσιμο, το αποθηκευμένο ΥΦΑ θα συνεχίσει να εξατμίζεται μέχρι να χρησιμοποιηθεί. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να αποθηκευτεί για παρατεταμένες περιόδους χωρίς προληπτική διαχείριση.

Ένα τελικό εμπόδιο για το αέριο είναι ότι δεν είναι διάλυμα μηδενικού άνθρακα εκτός εάν το βιοαέριο είναι η πηγή. Αυτό βέβαια είναι απίθανο να ισχύει για το ΥΦΑ, αν και υπάρχουν παραδείγματα βιοαερίου στην αλυσίδα εφοδιασμού μεταφορών για αυτοκίνητα και φορτηγά που τροφοδοτούνται με ΣΦΑ (Συμπιεσμένο Φυσικό Αέριο). Επομένως, δημιουργούνται προβλήματα όσον αφορά τα όρια που ισχύουν σχετικά με τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) όπως είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και το μεθάνιο (CH₄).

Παρά τις αβεβαιότητες αυτές, υπάρχει ένα σαφές επίπεδο ενδιαφέροντος από έναν αριθμό μεγάλων πλοιοκτητών για τη μετάβαση στο ΥΦΑ και ταυτόχρονα με τις πιέσεις που δέχονται από τα κανονιστικά πλαίσια όπως τα όρια στις εκπομπές των ναυτιλιακών καυσίμων που θα μειωθούν ακόμα περισσότερο το 2020 από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό, το υγροποιημένο φυσικό αέριο αρχίζει να αναδεικνύεται ως μια από τις καλύτερες μακροπρόθεσμες λύσεις.

3. ΧΕΡΣΑΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΠΛΟΙΩΝ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Πρόσφατη μελέτη της Δανέζικης Ναυτιλιακής Αρχής (Danish Maritime Authority) εκτιμά ότι το 2020 θα αυξηθεί κατά σχεδόν 140% η χρήση ΥΦΑ στις περιοχές ελέγχου εκπομπών θείου (SECAs). Παρόμοια, οι Adamchak F. & Adede A. (2013) προβλέπουν μέγιστη ζήτηση 33 εκατομμυρίων τόνων σε παγκόσμιο επίπεδο έως το 2020 και 65 εκατομμυρίων τόνων μέχρι το 2030 (Marlene et al., 2016).

Φυσικά, το διεθνές ρυθμιστικό πλαίσιο του ΔΝΟ με τους περιορισμούς που θα τεθούν σε ισχύ το 2020 αποτελεί τον κύριο μοχλό για αυτές τις εξελίξεις, αλλά και η εναρμόνιση των λιμένων με την χρήση του ΥΦΑ και η δημιουργία τερματικών σταθμών συμβάλλουν σημαντικά στην καθιέρωση του ως ναυτιλιακό καύσιμο. Βέβαια, εάν δεν εφαρμοστεί προσεκτικά ένας αποτελεσματικός προγραμματισμός υποδομών, ενδέχεται να προκύψουν προβλήματα, όπως το να ενταθεί η συμφόρηση στα λιμάνια, κυρίως στην Ευρώπη, όχι μόνο εξαιτίας του χειρισμού φορτίων (εμπορευματοκιβωτίων) αλλά και λόγω των αναγκών ανεφοδιασμού των πλοίων με καύσιμο το ΥΦΑ.

Μια έρευνα που διεξήχθη από το Lloyd's Register το 2014, μεταξύ 22 λιμένων, έδειξε ότι οι λιμένες αναλαμβάνουν την πρωτοβουλία και έχουν υιοθετήσει τοπικές απαιτήσεις που σε πολλές περιπτώσεις υπερβαίνουν τους διεθνείς κανονισμούς (LR, 2014). Πράγματι, παρατηρείται μεγάλη διαφορά μεταξύ των στοιχείων των ερευνών για το 2011 και το 2014. Το 2011, μόνο το 7% των ερωτηθέντων δήλωσε ότι άρχισε να εργάζεται σύμφωνα με τις διεθνείς απαιτήσεις σχετικά με το ΥΦΑ, ενώ ο αριθμός αυτός αυξήθηκε δραματικά το 2014, όταν περισσότεροι από τους μισούς ερωτηθέντες δήλωσαν ότι συμμετέχουν ενεργά σε έργα όπως η Παγκόσμια Πρωτοβουλία για τα Κλιματικά Λιμάνια (WPCI – World Ports Climate Initiative) η οποία λειτουργεί υπό την αιγίδα της Διεθνούς Ένωσης Λιμένων (IAPH – International Association of Ports and Harbors). Η ειδική ομάδα εργασίας του WPCI αποτελείται σήμερα από 14 ενεργά και 11 συμβουλευτικά μέλη όπως φαίνεται και στον παρακάτω Πίνακα 4.

Πίνακας 4: Ενεργά και συμβουλευτικά μέλη (λιμάνια) του WPCI

Ενεργά μέλη του WPCI	Συμβουλευτικά μέλη του WPCI
Βέλγιο: Antwerpen, Zeebrugge	Αυστραλία: Broome, Flindersports
Γαλλία: Le Havre	Εσθονία: Tallinn
Γερμανία: Bremen, Brunsbüttel, Hamburg, Wilhelmshaven	Ιταλία: La Spezia
Ισπανία: Gijón	Νέα Ζηλανδία: Taranaki
Σουηδία: Gothenburg, Stockholm	Σιγκαπούρη

Ενεργά μέλη του WPCI	Συμβουλευτικά μέλη του WPCI
Ολλανδία: Amsterdam, Rotterdam	Ισπανία: Bilbao, Valencia
Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα: Fujairah	ΗΠΑ: Long Beach, New York, New Jersey
ΗΠΑ: Los Angeles	

Πηγή: WPCI - World Ports Climate Initiative (Marlene et al., 2016)

Άλλες πρόσφατες εξελίξεις στην παραγωγή υδροποιημένου φυσικού αερίου σε χώρες όπως οι ΗΠΑ και η Αυστραλία προκάλεσαν επίσης πολυάριθμες επιχειρήσεις για την κατασκευή εγκαταστάσεων ανεφοδιασμού ΥΦΑ στα λιμάνια. Οι ΗΠΑ και η Αυστραλία είναι τώρα χώρες εξαγωγής αερίου, ενώ παλαιότερα ήταν εισαγωγείς. Πλέον, με τις νέες μεθόδους εξερεύνησης και παραγωγής φυσικού αερίου, η διαθεσιμότητα των πόρων όλο και αυξάνεται ενώ ταυτόχρονα οι χώρες προέλευσης πληθαίνουν. Τέτοιες περιπτώσεις αποτελεί η Μοζαμβίκη, η Αλγερία, η Ανγκόλα και η Νιγηρία οι οποίες μπορούν να γίνουν σημαντικοί προμηθευτές της ζήτησης στην Ασία (IEA, 2014). Τέλος, οι πολιτικές ασφάλειας που αποσκοπούν στη μείωση της εξάρτησης από τη Ρωσία αποτελούν σημαντική κινητήρια δύναμη για την αύξηση του αριθμού των τερματικών σταθμών εισαγωγής ΥΦΑ στην Ευρώπη, ιδιαίτερα για την Πολωνία και άλλες χώρες της Βαλτικής (Marlene et al., 2016).

3.1.1 ΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟ ΥΦΑ

Υπάρχουν επί του παρόντος διάφορα πρότυπα και καθοδηγήσεις σχετικά με τον ανεφοδιασμό ΥΦΑ, που είτε έχουν αναπτυχθεί είτε βρίσκονται υπό ανάπτυξη. Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO – International Organization for Standardization) εξέδωσε στις αρχές του 2015 τις κατευθυντήριες γραμμές για τα συστήματα και τις εγκαταστάσεις προμήθειας ΥΦΑ ως καυσίμου πλοίων (ISO/TS 18683:2015) (ISO, 2015) και το 2017 οριστικοποίησε την προδιαγραφή (ISO/DIS 20519:2017) για τον ανεφοδιασμό πλοίων με ΥΦΑ (ISO, 2017). Το τελευταίο έγγραφο έφερε ένα σημαντικό σύνολο λειτουργικών απαιτήσεων για τον εξοπλισμό και τις λειτουργίες γύρω από τον ανεφοδιασμό με ΥΦΑ.

Το SGMF (Society of Gas as a Marine Fuel), επίσης στις αρχές του 2015, εξέδωσε κατευθυντήριες γραμμές με στόχο να παράσχει τις βέλτιστες πρακτικές στη βιομηχανία ανεφοδιασμού ΥΦΑ προκειμένου να διασφαλιστεί ότι τα πλοία που τροφοδοτούνται με ΥΦΑ, θα τροφοδοτούνται σε υψηλά επίπεδα ασφάλειας, ακεραιότητας και αξιοπιστίας (SGMF, 2015). Οι οδηγίες περιλαμβάνουν κεφάλαια σχετικά με τους κινδύνους του ΥΦΑ (διαρροές, κρουγονικές θερμοκρασίες, πυρκαγιές ΥΦΑ και εκρήξεις), τα συστήματα ασφαλείας (ρόλοι, υπεύθυνοι, συστήματα επικοινωνιών και έκτακτης ανάγκης), τις διαδικασίες τροφοδοσίας καυσίμων και την ειδική καθοδήγηση ασφαλείας για τους διαφορετικούς τρόπους ανεφοδιασμού υδροποιημένου φυσικού αερίου, οι οποίοι θα αναλυθούν στην συνέχεια.

Η Διεθνής Ένωση Νηογνωμόνων (IACS – International Association of Classification Societies), δημοσίευσε τον Ιούνιο του 2016 τη σύσταση για τον ανεφοδιασμό με υδροποιημένο φυσικό αέριο (IACS, 2016), ένα έγγραφο το οποίο αργότερα θα οδηγούσε σε

επικαιροποίηση των κατευθυντήριων γραμμών για την ασφάλεια του καυσίμου ΥΦΑ του SGMF τον Μάιο του 2017, έγγραφο που ενσωματώνει τόσο το προηγούμενο έργο του SGMF όσο και την ολοκληρωμένη αναπαραγωγή του.

Τέλος, η Διεθνής Ένωση Λιμένων (IAPH – International Association of Ports and Harbors) έχει αναπτύξει συγκεκριμένους καταλόγους (IAPH LNG Bunker Check-Lists) για γνωστά σενάρια ανεφοδιασμού υγροποιημένου φυσικού αερίου (ship to ship, shore to ship και truck to ship). Αυτοί οι κατάλογοι ελέγχου περιλαμβάνουν συγκεκριμένες απαιτήσεις σχετικές με όλα τα μέρη που εμπλέκονται στις επιχειρήσεις ανεφοδιασμού με ΥΦΑ και έχουν ήδη τεθεί σε εφαρμογή σε ορισμένους λιμένες.

Τα παραπάνω πρότυπα και οι κατευθυντήριες γραμμές αντιπροσωπεύουν σήμερα το σημαντικότερο σύνολο αναφορών για τις επιχειρήσεις ανεφοδιασμού ΥΦΑ. Μαζί με τις διαφορετικές εθνικές απαιτήσεις και τους τοπικούς/λιμενικούς κανονισμούς, αποτελούν τα μέσα για την ασφαλή διεξαγωγή εργασιών ανεφοδιασμού με ΥΦΑ.

3.1.2 ΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟ ΥΦΑ

Η οδηγία 2014/94/ΕΕ, μέρος της δέσμης της ΕΕ για την καθαρή ενέργεια για τις μεταφορές, καθιερώνει ένα ολοκληρωμένο σύνολο απαιτήσεων για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων (ΥΥΚΜ, 2014). Σύμφωνα με την οδηγία αυτή, η διαθεσιμότητα ΥΦΑ στους βασικούς λιμένες της ΕΕ προγραμματίζεται για τις 31 Δεκεμβρίου 2025 για τους ναυτικούς λιμένες και 31 Δεκεμβρίου 2030 για τους λιμένες εσωτερικής ναυσιπλοΐας με το ίδιο έγγραφο να υποχρεώνει τα κράτη μέλη της ΕΕ να αναπτύσσουν κατάλληλα πρότυπα που περιέχουν λεπτομερείς τεχνικές προδιαγραφές για τα σημεία ανεφοδιασμού ΥΦΑ.

Στο πλαίσιο της οδηγίας αυτής, τα κράτη μέλη της ΕΕ ανέπτυξαν τα εθνικά πλαίσια πολιτικής τους τα οποία κοινοποιήθηκαν στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Νοέμβριο του 2016. Μετά την κοινοποίησή τους είναι σημαντικό να υποστηριχθεί η εναρμόνιση σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, όχι μόνο με αναφορά σε διεθνή έγγραφα, πρότυπα ή κατευθυντήριες γραμμές υψηλότερου επιπέδου, αλλά και μέσω καθοδήγησης προς τον ορισμό απαιτήσεων χαμηλότερου επιπέδου, όπως οι τοπικές και οι λιμενικές αρχές.

Η προμήθεια υγροποιημένου φυσικού αερίου έχει ήδη προχωρήσει αρκετά και πραγματοποιείται σε διάφορους λιμένες της Βόρειας Ευρώπης, με πρωτοβουλίες και πιλοτικά έργα. Τα προγράμματα συγχρηματοδότησης προωθούν και διευκολύνουν αυτή την ανάπτυξη και είναι πλέον σημαντικό να εξαχθούν τα βασικά διδάγματα βάση των μέχρι τώρα εμπειριών και να αντιμετωπιστούν οι σημαντικότερες προκλήσεις, όπως οι διαδικασίες αδειοδότησης και οι απαιτήσεις κατάρτισης/προσόντων για όλους όσους εμπλέκονται σε λειτουργίες και επιχειρήσεις σχετικές με το ΥΦΑ (EMSA, 2018).

Οι λύσεις της μηχανικής έχουν ήδη εφαρμοστεί και αυτό αποδεικνύεται όχι μόνο με την εφαρμογή διαφορετικών πρωτοβουλιών ανεφοδιασμού ΥΦΑ αλλά και με διάφορες μελέτες σκοπιμότητας για μελλοντικά έργα. Όχι μόνο είναι δυνατό να καθιερωθεί το ΥΦΑ ως καύσιμο σε πολλούς διαφορετικούς τύπους πλοίων, αλλά είναι επίσης δυνατό να γίνει με ασφάλεια ακολουθώντας μια ποικιλία διαφορετικών τρόπων μεταφοράς καυσίμων. Ως εκ τούτου, αναμένεται ότι οι υποδομές θα αναπτυχθούν, υπογραμμίζοντας περαιτέρω την

ανάγκη ύπαρξης ενός σταθερού ελάχιστου συνόλου παραπομπών καλής πρακτικής οι οποίες, σε συνδυασμό με τα υφιστάμενα πρότυπα και τις κατευθυντήριες γραμμές του κλάδου, μπορούν να βοηθήσουν τις αρχές στους διάφορους τομείς του ανεφοδιασμού υγροποιημένου φυσικού αερίου.

3.1.3 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ, ΠΛΟΙΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΡΩΜΑΤΩΝ

Σε διεθνές επίπεδο, οι περιοχές ελέγχου εκπομπών (ECAs) βρίσκονται στις Ευρωπαϊκές, Αμερικανικές και Καναδικές ακτές. Στην Ασία, το Χονγκ Κονγκ εφάρμοσε πρόσφατα μια ζώνη ECA, αν και οι κανονισμοί είναι λίγο διαφορετικοί σε σύγκριση με εκείνους των Ευρωπαϊκών και Αμερικανικών ζωνών. Το όριο για το θείο στο Χονγκ Κονγκ είναι τόσο χαμηλό, που οι διαχειριστές των πλοίων υποχρεώνονται είτε να εφαρμόσουν τεχνικές λύσεις για να φιλτράρουν τα καυσαέρια ή να στραφούν σε εναλλακτικά καύσιμα χαμηλότερης περιεκτικότητας σε θείο. Σε τοπικό επίπεδο, η Ευρωπαϊκή Ένωση ενέκρινε οδηγία για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων, στο πλαίσιο της δέσμης για την καθαρή ενέργεια για τις μεταφορές (CPTP – Clean Power for Transport Package), η οποία απαιτούσε από τα κράτη μέλη να υποβάλλουν στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή έως το 2016 τα εθνικά ρυθμιστικά πλαίσια της πολιτικής τους. Επιπλέον, τα κράτη μέλη πρέπει να υποστηρίζουν την αγορά του ΥΦΑ τόσο οδικώς όσο και θαλάσσια. Αυτό σημαίνει ότι ένας ελάχιστος αριθμός σταθμών ανεφοδιασμού με ΥΦΑ θα πρέπει να αναπτυχθεί κατά μήκος του οδικού δικτύου και των θαλάσσιων λιμένων στο TEN-T έως το 2025, καθώς και στους λιμένες εσωτερικής ναυσιπλοΐας έως το 2030 (Marlene et al., 2016).

Εκτός αυτού, ο ΔΝΟ (Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός) ενέκρινε τον Ιούνιο του 2015 τον Διεθνή Κώδικα Ασφαλείας για τα πλοία που χρησιμοποιούν αέρια και άλλα καύσιμα χαμηλού σημείου ανάφλεξης (κώδικας IGF). Ο Κώδικας αυτός είναι υποχρεωτικό να ακολουθείται σύμφωνα με τη διεθνή σύμβαση για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα (SOLAS – Safety of Life at Sea), έχει τεθεί σε ισχύ από το 2017 και εφαρμόζεται στα νέα και τα μετασκευαζόμενα πλοία (IMO, 2015).

Τροποποιήσεις έγιναν επίσης στο κεφάλαιο V της Διεθνούς Σύμβασης για τα πρότυπα εκπαίδευσης, έκδοσης πιστοποιητικών και τήρησης φυλακών των ναυτικών (STCW – Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers). Συγκεκριμένα καθίστανται υποχρεωτικές ορισμένες απαιτήσεις για την εκπαίδευση και τα προσόντα πλοιάρχων, αξιωματικών και λοιπού προσωπικού στα πλοία σύμφωνα με τον κώδικα IGF. Οι απαιτήσεις θα ισχύουν για τους πλοιάρχους, τους αξιωματικούς καθώς και για όλους τους άλλους που εμπλέκονται στη λειτουργία του πλοίου. Οι απαιτήσεις εκπαίδευσης και κατάρτισης συνίστανται σε βασικό και προηγμένο επίπεδο και δόθηκε έμφαση στα ειδικά χαρακτηριστικά ασφάλειας και λειτουργίας των πλοίων ΥΦΑ. Η υποεπιτροπή ΑΕΥ (Ανθρώπινο στοιχείο, Εκπαίδευση και Υπευθυνότητα) του ΔΝΟ ενέκρινε ενδιαμέση καθοδήγηση για την παροχή πλαισίου κατάρτισης μέχρι την έναρξη ισχύος των τροπολογιών.

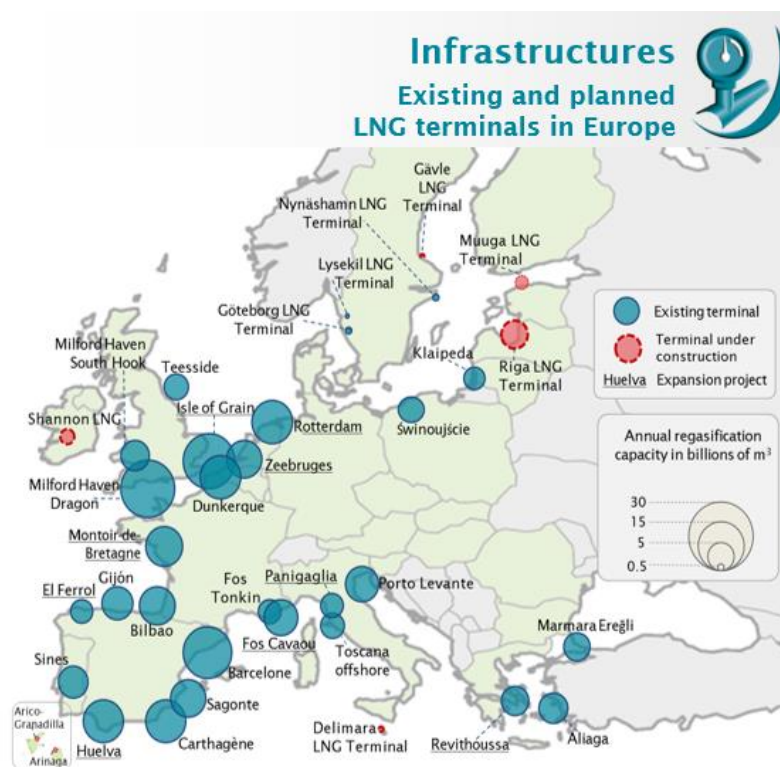
Μετά τις τροποποιήσεις του STCW (Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers), το ερώτημα που παραμένει είναι εάν τα σημερινά ναυτικά κέντρα εκπαίδευσης και κατάρτισης έχουν τους πόρους που απαιτούνται για την προετοιμασία του

προσωπικού σχετικά με τις πτυχές ασφαλείας του ΥΦΑ ως καυσίμου καθώς και της χρήσης του ως μέσο πρόωσης.

Πριν από την έναρξη ισχύος των τροπολογιών, μέσω της προσωρινής καθοδήγησης, οι πλοιοκτήτες ζητούν την συμβολή από τα ιδρύματα ναυτικής εκπαίδευσης και κατάρτισης (MET – Maritime Education and Training), ενδεχομένως σε συνεργασία με τους κατασκευαστές, προκειμένου να συμπεριλάβουν πιο ειδική κατάρτιση, τόσο όσον αφορά στον ανεφοδιασμό με υγροποιημένο φυσικό αέριο όσο και στη χρησιμοποίησή του ως μέσου πρόωσης (ITF, 2017). Όταν οι τροποποιήσεις τεθούν σε ισχύ, τότε θα είναι ευθύνη των διαφόρων ναυτικών αρχών να αναγνωρίζουν την εκπαίδευση αυτή και να εκδίδουν πιστοποιητικά επάρκειας στους ναυτικούς.

3.1.4 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΔΙΚΤΥΟ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΥΦΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Οι εισαγωγές ΥΦΑ στην Ευρώπη ήταν μειωμένες τα τελευταία χρόνια και ο κύριος λόγος για αυτό ήταν η αυξημένη ζήτηση ΥΦΑ στην Ασία. Οι κύριοι εισαγωγείς είναι η Ιαπωνία, η Κίνα και η Ινδία. Τα στοιχεία για το 2016 έδειξαν ότι οι μεγαλύτεροι εισαγωγείς σε όγκο στην Ευρώπη ήταν η Ισπανία (27%), το Ηνωμένο Βασίλειο (20%), η Γαλλία (18%), η Ιταλία (12%), η Πορτογαλία με το Βέλγιο (4% η κάθε μια) και η Ολλανδία με την Ελλάδα (1% η κάθε μια), στοιχεία που μέχρι σήμερα δεν έχουν αλλάξει σημαντικά. Σύμφωνα με την υποδομή αερίου της Ευρώπης (GIE – Gas Infrastructure Europe), υπήρχαν τότε 29 βασικοί τερματικοί σταθμοί σε λειτουργία και 7 υπό κατασκευή όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 11 (Marlene et al., 2016).



Εικόνα 11: Υφιστάμενο και προγραμματισμένο δίκτυο ανεφοδιασμού ΥΦΑ στην Ευρώπη

Πηγή: Gas in Focus

Από τον χάρτη φαίνεται ότι η Ελλάδα είναι μία χώρα με μέτρια προσβασιμότητα σε ΥΦΑ και συνορεύει κυρίως με χώρες που δεν έχουν την ίδια ευχέρεια στον ανεφοδιασμό του. Αυτό είναι ένα πλεονέκτημα που μπορεί να εκμεταλλευτεί ο ΔΕΣΦΑ τώρα στην αναδυόμενη αγορά του ΥΦΑ ως καυσίμου ναυτιλίας.

Από πίνακες που δημοσιοποίησε τον Μάιο του 2016 η υποδομή αερίου της Ευρώπης (GIE – Gas Infrastructure Europe) σχετικά με το υφιστάμενο δίκτυο στην Ευρώπη παρατηρείται πολύ έντονη δραστηριότητα στον τομέα της διαχείρισης ΥΦΑ στην Ισπανία, την Νορβηγία, το Ηνωμένο Βασίλειο, την Ολλανδία και την Γερμανία (Dorigoni & Portatadino, 2017). Οι τερματικοί σταθμοί είναι πολύ περισσότεροι από τα εργοστάσια υγροποίησης φυσικού αερίου προφανώς λόγω του ύψους του κόστους επένδυσης σε ένα τέτοιο εργοστάσιο. Οι υπηρεσίες που παρέχονται σε κάθε τερματικό διαφέρουν από σταθμό σε σταθμό αν και η πιο συνηθισμένη υπηρεσία παρατηρούμε πως είναι ο απ' ευθείας ανεφοδιασμός από τον τερματικό και η μεταφορά μέσω βυτιοφόρων φορτηγών.

Πλοία ανεφοδιασμού δεν κυκλοφορούν πολλά ακόμα λόγω του κόστους επένδυσης και του αβέβαιου μέλλοντος της αγοράς ΥΦΑ. Τα περισσότερα βρίσκονται στην Νορβηγία, μιας και γεωγραφικά είναι εντός των περιοχών που έχουν χαρακτηριστεί από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό ως περιοχές ελέγχου εκπομπών θείου (Sulphur Emission Control Areas – SECAs). Επίσης, η Νορβηγία διαθέτει τον μοναδικό μεγάλο τερματικό εξαγωγής ΥΦΑ στην Ευρώπη (DMA, 2017). Διαδρομές με διαθέσιμους σταθμούς ανεφοδιασμού ΥΦΑ διαθέτουν η Ισπανία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ολλανδία, η Σουηδία, η Πορτογαλία, η Νορβηγία και η Σλοβενία.

Τέλος, δορυφορικούς σταθμούς αποθήκευσης ΥΦΑ μικρότερης χωρητικότητας φαίνεται να έχει σε αφθονία η Ισπανία, η Νορβηγία και λίγους έχει το Ηνωμένο Βασίλειο. Αυτό εξηγείται καθώς η Ισπανία έχει πολύ ανεπτυγμένο δίκτυο μεταφορών με βυτιοφόρα φορτηγά οπότε οι δορυφορικοί σταθμοί είναι απαραίτητο κομμάτι ενός τέτοιου οργανωμένου δικτύου, αφενός για τον ανεφοδιασμό αλλά και για την χρήση τους ως ενδιάμεσους αποθηκευτικούς χώρους.

Γίνεται φανερό λοιπόν ότι ο μεγαλύτερος αριθμός σταθμών ανεφοδιασμού ΥΦΑ εξυπηρετεί φορτηγά που μεταφέρουν μέσω οδικού δικτύου το υγροποιημένο φυσικό αέριο σε καταναλωτές που προς το παρόν δεν συνδέονται με το τοπικό δίκτυο φυσικού αερίου ή με μικρότερους περιφερειακούς δορυφορικούς σταθμούς ανεφοδιασμού. Τα μεγαλύτερα δίκτυα ανεφοδιασμού φορτηγών βρίσκονται σε Φιλανδία, Γαλλία, Ισπανία και Σουηδία. Στην Ελλάδα την κατασκευή ενός τέτοιου έργου έχει αναλάβει ο ΔΕΣΦΑ, το οποίο βρίσκεται στη Ρεβυθούσα.

Ενδεικτικά, με βάση τα στοιχεία που παρείχαν οι Clarksons και η GIE, το προφίλ των τερματικών σταθμών υγροποιημένου φυσικού αερίου στην Ευρώπη το 2016 παρουσιάζεται στον Πίνακα 5. Όπως φαίνεται, οι περισσότερες χώρες διενεργούν βραχυπρόθεσμη επέκταση. Η Ισπανία και η Ιταλία, για παράδειγμα, θα αυξήσουν τις δυνατότητες διακίνησης και αποθήκευσης ΥΦΑ το 2023 και το 2022 αντίστοιχα. Αυτό είναι αναμφισβήτητο αποτέλεσμα του προγράμματος TEN-T της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Marlene et al., 2016).

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά των τερματικών εισαγωγής ΥΦΑ στην Ευρώπη

Country Port	Company	Start up	Capacity (m ³ /h)	Storage Capacity 1000 (m ³)	No. storage tanks	No. berths	Max. ship size 1000 (m ³)
Belgium Zeebrugge	Fluxys LNG	1987/ 2008	1700 2150	380 560	4 5	1 -	217 -
France Fos Tonkin	Elengy	1972	710	150	3	1	75
France Montoir-de-Bretagne	Elengy	1980	1600	360	3	2	217
France Fos Cavaou	FosMax LNG	2009	1160	330	3	1	217
France Dunkirk	Dunkerke LNG	2015	1900	570	3	1	267
Italy Panigaglia	GNL Italia	1971 2022	427 915	100 240	2 2	1 -	70 140
Italy Porto Levante	Adriatic LNG	2009	1100	250	4	1	152
Italy FSRU	OLT Toscana	2013	592	135	4	1	155
UK Isle of Grain	Grain LNG	2005 2018	2650 n/a	1000 1200	8 9	1 -	265 -
UK Isle of Grain	Excelerate Energy	2007	670	138	1	1	150
UK Milford Haven	Dragon LNG	2009	1140	320	2	1	217
UK Milford Haven	South Hook LNG	2009	2440	775	5	1	265
Lithuania FSRU	FSRU	2014	46	170	4	-	160
Netherlands GATE LNG	GATE LNG	2001	1650	540	3	2	267
Portugal Sines	REN Atlantico	2003	1350	390	3	1	165
Spain Barcelona	ENAGAS	1968	1950	760	6	2	266
Spain Huelva	ENAGAS	1988	1350	619	5	1	173
Spain Cartagene	ENAGAS	1989	1350	587	5	2	266
Spain Bilbao	BBG	2003	1000	450	3	1	270

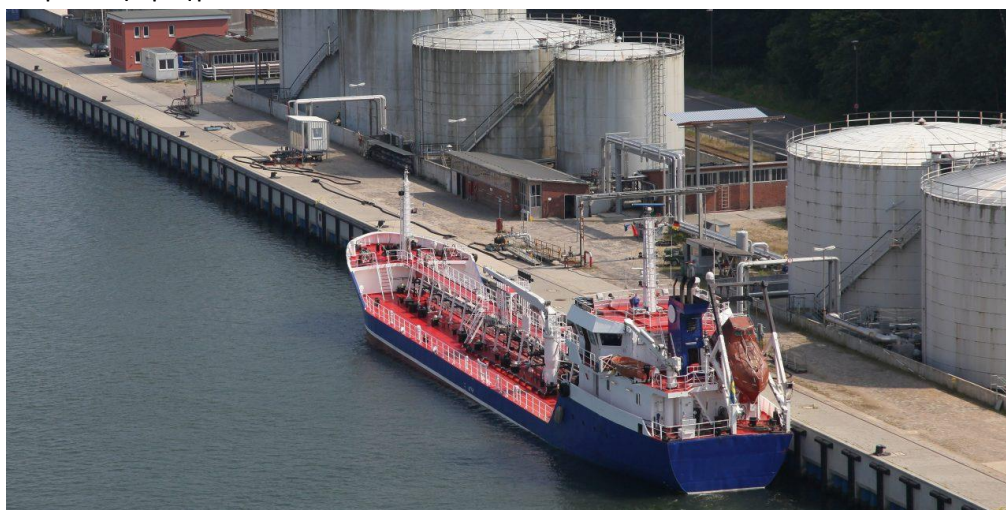
Country Port	Company	Start up	Capacity (m ³ /h)	Storage Capacity 1000 (m ³)	No. storage tanks	No. berths	Max. ship size 1000 (m ³)
Spain Sagunto	SAGGAS	2006	1000	600	4	1	265
Spain Mugardos	REGANOSA	2008 2023	412 825	300 500	2 3	- 1	266
Greece Revithousa	DEPA	2000 2016	570 985	130 225	2 3	1 -	135 260

Πηγή: GIE and Clarksons LNG Trade and Transport (Marlene et al., 2016)

3.2 ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΥΦΑ

Οι βασικές λειτουργίες ενός τερματικού σταθμού εισαγωγής είναι η αποθήκευση και η επαναεριοποίηση του ΥΦΑ. Διακρίνουμε δύο βασικές κατηγορίες τερματικών σταθμών:

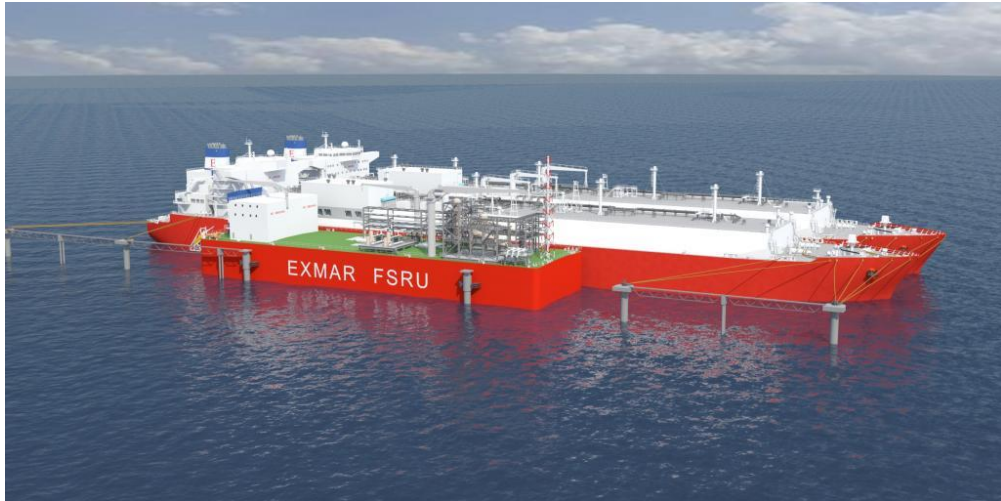
- **Οι παράκτιοι ή χερσαίοι σταθμοί (on-shore)**, οι οποίοι κατασκευάζονται κατά μήκος της ακτογραμμής και διαθέτουν εγκαταστάσεις ελλιμενισμού των πλοίων μεταφοράς ΥΦΑ (προβλήτες) καθώς και αγωγούς μεταφοράς του φυσικού αερίου στους τελικούς χρήστες. Μπορεί να διαθέτουν και εγκαταστάσεις για φόρτωση επίγειων φορτηγών ΥΦΑ.



Εικόνα 12: Τερματικός σταθμός ανεφοδιασμού ΥΦΑ (Cologne, Germany)

Πηγή: SAFETY4SEA

- **Οι πλωτοί ή υπεράκτιοι σταθμοί (FSRU – Floating Storage & Regasification Units)**, οι οποίοι στην ουσία είναι πλοία μεταφοράς ΥΦΑ που έχουν υποστεί μετατροπές, ώστε, εκτός από την αποθήκευση του ΥΦΑ, να υποστηρίζουν και τη λειτουργία της επαναεριοποίησης. Διαθέτουν βραχίονες για τη φόρτωση/εκφόρτωση του ΥΦΑ και αγωγό διάθεσης του φυσικού αερίου στην ξηρά.



Εικόνα 13: Πλωτός σταθμός ανεφοδιασμού ΥΦΑ

Πηγή: LNG world shipping

3.2.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΕΡΜΑΤΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΥΦΑ

Πίνακας 6: Κατηγοριοποίηση τερματικών σταθμών ΥΦΑ

Δραστηριότητα	Μεγάλη Κλίμακα	Μεσαία Κλίμακα	Μικρή Κλίμακα
Χωρητικότητα αποθήκευσης ΥΦΑ στην ξηρά	Τερματικός σταθμός εισαγωγής $\geq 100.000 \text{ m}^3$	Ενδιάμεσος τερματικός σταθμός $10.000-100.000 \text{ m}^3$	Ενδιάμεσος τερματικός σταθμός $< 10.000 \text{ m}^3$
Μέγεθος πλοίου σε χωρητικότητα ΥΦΑ	Βυτιοφόρα ΥΦΑ $100.000-270.000 \text{ m}^3$	Πλοία τροφοδοσίας ΥΦΑ $10.000-100.000 \text{ m}^3$	Πλοία ανεφοδιασμού ΥΦΑ $1.000-10.000 \text{ m}^3$ Φορτηγίδες ανεφοδιασμού ΥΦΑ $200-1.000 \text{ m}^3$
Φορτηγά			$40-80 \text{ m}^3$

Πηγή: Danish Maritime Authority

Πίνακας 6 θέτει τα όρια της μεγάλης, μεσαίας και μικρής κλίμακας στις υποδομές αποθήκευσης και διακίνησης ΥΦΑ. Στην συνέχεια ακολουθεί μια πιο λεπτομερή περιγραφή (Wärtsilä, 2018).

Μεγάλη Κλίμακα: Οι μεγάλες εγκαταστάσεις υγροποίησης βρίσκονται πάντα σε παράκτιες περιοχές, δεδομένου ότι η μόνη πρακτική μέθοδος μεταφοράς μεγάλης κλίμακας χρησιμοποιεί τους μεταφορείς ΥΦΑ (LNG carriers), με χωρητικότητες που κυμαίνονται από περίπου 100.000 m^3 για παλαιότερα σκάφη μέχρι και 270.000 m^3 για τα μεγαλύτερα σκάφη Q-max. Οι συμβατικοί ακροδέκτες λήψης στην αλυσίδα ΥΦΑ μεγάλης κλίμακας βρίσκονται επίσης στην ακτή έτσι ώστε οι μεταφορείς ΥΦΑ να μπορούν να φτάσουν και να εκφορτώσουν το φορτίο. Οι κυριότεροι κόμβοι περιλαμβάνουν εγκαταστάσεις

αποθήκευσης ΥΦΑ, που συνήθως κυμαίνονται από 120.000 m³ ή μεγαλύτερες και είναι σχεδιασμένες να λαμβάνουν τουλάχιστον την πλήρη χωρητικότητα του φορέα εκμετάλλευσης του ΥΦΑ. Το ΥΦΑ επανασυγκροτείται στο κέντρο και ο κύριος δίαυλος διανομής για τους καταναλωτές είναι συνήθως ένας εθνικός αγωγός φυσικού αερίου υψηλής πίεσης.

Μεσαία Κλίμακα: Μια μεσαία αλυσίδα εφοδιασμού ΥΦΑ περιλαμβάνει τερματικά μεγέθους έως 100.000 m³, τα οποία παρέχονται από μικρούς μεταφορείς ΥΦΑ, ξεκινώντας από μέγεθος 1000 m³ έως περίπου 40.000 m³. Και εδώ, το μέγεθος του πλοίου και η συχνότητα φόρτωσης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της χωρητικότητας αποθήκευσης. Η μεσοπρόθεσμη κλιμάκωση δεν είναι τόσο συνηθισμένη σήμερα, λόγω της πρόκλησης με υψηλό, ειδικό κόστος παραγωγής.

Μικρή Κλίμακα: Στα έργα μικρής κλίμακας, οι ενδιάμεσες δεξαμενές ΥΦΑ μπορεί να διαφέρουν σημαντικά σε μέγεθος. Τα πλοία ανεφοδιασμού ΥΦΑ ενδέχεται να έχουν χωρητικότητες από 1.000 έως 10.000 m³, ανάλογα με τη θέση που γίνεται ο ανεφοδιασμός των πλοίων, τον τύπο των πελατών που εξυπηρετούν και τον συνολικό όγκο του καυσίμου που διακινείται. Οι ενδιάμεσοι τερματικοί σταθμοί μπορεί να τροφοδοτούνται είτε από την πλευρά της θάλασσας, μέσω φορτηγών πλοίων που μεταφέρουν το ΥΦΑ από τους τερματικούς σταθμούς εισαγωγής, ή από την πλευρά της ξηράς μέσω των αγωγών φυσικού αερίου.

Οι μικρής κλίμακας μονάδες υγροποίησης έχουν μερικές φορές πλεονέκτημα, επειδή οι επενδύσεις κεφαλαίου που απαιτούνται για τη διατήρησή τους είναι εύλογες. Επιπλέον, τα συμπαγή μεγέθη των εγκαταστάσεων υγροποίησης επιτρέπουν την παραγωγή ΥΦΑ κοντά στις τοποθεσίες όπου θα χρησιμοποιηθεί. Τέλος, οι εγκαταστάσεις υγροποίησης δίνουν τη δυνατότητα στους πελάτες που δεν έχουν πρόσβαση σε αγωγούς φυσικού αερίου να τροφοδοτούνται με φυσικό αέριο. Το ΥΦΑ μεταφέρεται στους πελάτες αυτούς (εργοστάσια, βιομηχανίες και άλλους πελάτες) με φορτηγά ή πλοία.

3.2.1.1 ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΥΦΑ



Εικόνα 14: Μικρής κλίμακας τερματικός σταθμός ΥΦΑ

Πηγή: Linde Engineering

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί η τάση για απ' ευθείας παράδοση υγροποιημένου φυσικού αερίου στον τελικό καταναλωτή. Αυτή η εξέλιξη συναντάται τόσο στις χερσαίες

μεταφορές (τραίνα και φορτηγά), για χρήση του ΥΦΑ για παραγωγή ενέργειας βιομηχανικών εγκαταστάσεων όσο και στις θαλάσσιες, όπου χρησιμοποιείται ως καύσιμο ναυτιλίας. Αναμένεται να υπάρξει ενίσχυση αυτής της τάσης με την επιβολή αυστηρότερων περιβαλλοντικών περιορισμών και φορολογίας στην παραγωγή αέριων ρύπων. Έχει γίνει προφανές ότι η μετάβαση στην κατανάλωση αερίου ως κύρια πηγή ενέργειας είναι ένα σημαντικό βήμα προς ένα φιλικότερο περιβάλλον και προς μια οικονομία που θα βασίζεται στην χαμηλή εκπομπή άνθρακα. Όντας υπεύθυνος για το ένα τέταρτο του συνόλου των εκπομπών σε αέρια του θερμοκηπίου, ο τομέας των μεταφορών είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος παραγωγός ρύπων μετά τον τομέα της ενέργειας. Στην ναυτιλία αποδίδεται το 3% αυτών των εκπομπών και αναμένεται να αυξηθεί με μεγάλο ρυθμό αν δεν επέλθει κάποια ριζική αλλαγή (Jingjing et al., 2015).

Οι επιχειρήσεις εμπορίας και διακίνησης ΥΦΑ περιλαμβάνουν από τον χειρισμό μαζικών ποσοτήτων μεταφοράς ΥΦΑ πλοίων χωρητικότητας 150.000 m³ και επαναεριοποίησής του για μεταφορά μέσω συστήματος αγωγών μέχρι και τον ανεφοδιασμό βυτιοφόρων φορτηγών χωρητικότητας 50m³ για την μεταφορά και την τροφοδοσία μικρών τερματικών σταθμών ΥΦΑ που συνδέονται στο σύστημα διανομής.

Υπάρχει η τάση όλο και περισσότεροι τερματικοί σταθμοί ΥΦΑ στην Ευρώπη να αναβαθμίζονται ώστε να παρέχουν υπηρεσίες ΥΦΑ μικρής κλίμακας, όπως ο ανεφοδιασμός πλοίων, φορτηγών, λεωφορείων και τρένων με τέτοια γεωγραφική διασπορά ώστε να παρέχουν ασφάλεια και επάρκεια ανεφοδιασμού. Κάποιες χώρες έχουν ξεκινήσει να παρέχουν αυτές τις υπηρεσίες εδώ και μια 15ετία. Παρ' όλα αυτά, από μια γενική σκοπιά, δεν υπάρχει αρκετή ευελιξία για ανεφοδιασμό ΥΦΑ σε μικρή κλίμακα ώστε να καταμεριστούν τα φορτία του σε μικρότερες ποσότητες και να υπάρχει μια επαρκής υποδομή ώστε να υποστηρίξει την μαζική χρήση ΥΦΑ σαν καύσιμο για μετακινήσεις (Bittante et al., 2018). Το μικρής κλίμακας ΥΦΑ (small scale LNG) αναφέρεται σε δύο τομείς δραστηριοτήτων:

1. Καταμερισμός χύδην φορτίου σε τοπικούς τερματικούς

Αφορά στην μεταφορά ΥΦΑ από τους μεγάλους τερματικούς σταθμούς εισαγωγής προς μικρότερους τοπικούς σταθμούς επαναεριοποίησης ανά την Ευρώπη. Δηλαδή η διάσπαση μεγάλων φορτίων ΥΦΑ και η διανομή τους σε μικρότερες αγορές είναι ένα βασικό αντικείμενο του small scale LNG. Η διαδικασία περιλαμβάνει φόρτωση από τον μεγάλο τερματικό σταθμό, πλοίων μεταφοράς χωρητικότητας 5.000 έως 30.000 m³, βυτιοφόρων χωρητικότητας γύρω στα 50 m³, τρένων χωρητικότητας 500 έως 1.500 m³ και αποστολή του φορτίου σε μικρότερους τερματικούς.

Η ανάπτυξη δικτύου μεταφοράς και διάσπασης φορτίου ΥΦΑ σε μικρότερους τοπικούς τερματικούς σταθμούς είναι δυνατόν να εξασφαλίσει μεγαλύτερη ασφάλεια αποθέματος και πιο εύρυθμη λειτουργία της αγοράς αερίου στην Ευρώπη. Επίσης θα επιτρέψει σε περιοχές με δύσκολη πρόσβαση στο δίκτυο αγωγών φυσικού αερίου να επωφεληθούν από την χρήση του.

2. Χρήση του ΥΦΑ ως καύσιμο για βαριές μεταφορές

Η δεύτερη σημαντική δυνατότητα χρήσης του υγροποιημένου φυσικού αερίου προέρχεται από τον χώρο των βαρέων μεταφορών. Αυτός ο τομέας περιλαμβάνει φορτηγά, σιδηροδρόμους, πλοία και λεωφορεία.

Εξαιτίας της αναμενόμενης επιβολής πολύ αυστηρών ρυθμίσεων όσον αφορά στις εκπομπές αέριων ρύπων (SO_x, NO_x, CO₂) η χρήση του ΥΦΑ ως καύσιμο μεταφορών αποτελεί προτεραιότητα στην ατζέντα τόσο των νομοθετών όσο και των επιχειρηματιών. Η χρήση των μικρής κλίμακας τερματικών σταθμών ΥΦΑ μπορεί να οδηγήσει σε έναν περιβαλλοντικά φιλικότερο τομέα μεταφορών, με ποικίλα οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Το ΥΦΑ δύναται να αντικαταστήσει τα παράγωγα του πετρελαίου που θεωρούνται ρυπογόνα και δύσκολα στην αντικατάσταση στις βαριές μεταφορές.

Η χρήση του ΥΦΑ ως καυσίμου θα έχει οφέλη σε όλους τους κλάδους των μεταφορών και ειδικά στις θαλάσσιες. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός, μέσω του συνεδρίου MARPOL έχει εκδόσει κάποια όρια όσον αφορά στις εκπομπές αέριων ρύπων που παράγονται από την ναυτιλία. Αυτά τα όρια διαφέρουν για τις περιοχές εντός SECA και εκτός SECA (Sulphur Emission Control Area) ενώ σταδιακά με την πάροδο των ετών γίνονται αυστηρότερα. Η χρήση του ΥΦΑ ως καυσίμου ναυτιλίας είναι μια ελκυστική λύση για τους πλοιοκτήτες, μιας και χωρίς τη χρήση καταλυτών τα καυσαέρια που παράγει είναι πολύ καθαρότερα από αυτά των συμβατικών καυσίμων και είναι εντός ορίων εκπεμπόμενων ρύπων όπως αυτά ορίζονται από τον ΔΝΟ. Εάν η τιμή του αερίου συνεχίσει να είναι ανταγωνιστική έναντι του πετρελαίου και αναπτυχθεί υποδομή ικανή για να στηρίξει την μαζική κατανάλωση, τότε η χρήση του ΥΦΑ στις ναυτιλιακές μεταφορές είναι μια σίγουρη μελλοντική λύση.

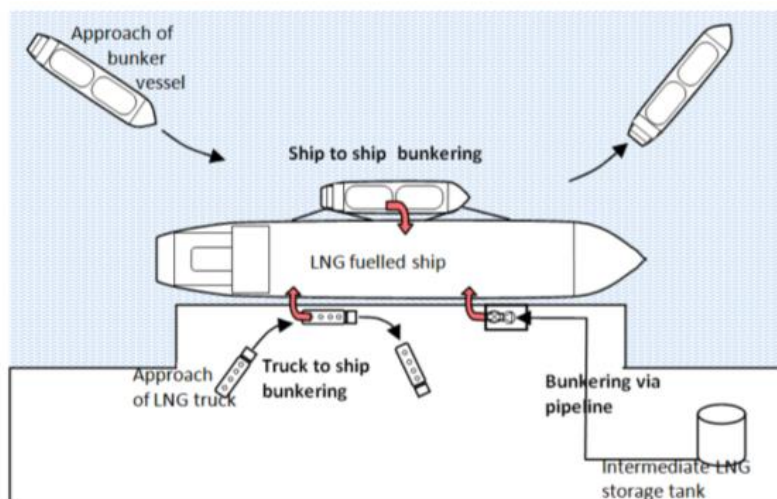
3.2.2 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΥΦΑ ΣΕ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ

Αρχίζοντας να εξετάζουμε το Ευρωπαϊκό τοπίο ανεφοδιασμού ΥΦΑ, είναι εντυπωσιακό το γεγονός ότι όλες οι δυνατότητες μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου βρίσκονται στη Βόρεια Ευρώπη και πολύ λίγες βρίσκονται στη Μεσόγειο. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό για τους εφοπλιστές να είναι διαθέσιμες οι εγκαταστάσεις ανεφοδιασμού ΥΦΑ σε διάφορους λιμένες. Η μικρότερη εξάρτηση από τις μεθόδους των αγωγών έχει επίσης ενισχύσει την ανάπτυξη τερματικών σταθμών λήψης ΥΦΑ οι οποίοι είναι λιγότερο δαπανηροί από αυτούς. Επί του παρόντος, υπάρχουν τρεις βασικές επιλογές για τον ανεφοδιασμό ΥΦΑ σε πλοία (IAPH, 2017):

1. Φορτηγό σε πλοίο (TTS – Truck To Ship)
2. Πλοίο σε πλοίο (STS – Ship To Ship)
3. Τερματικός σταθμός σε πλοίο (Shore To Ship)

Η μεταφορά φορτηγού σε πλοίο είναι σήμερα η συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος, αλλά σε αρκετά λιμάνια βρίσκονται σε εξέλιξη διαμορφώσεις για την δεύτερη και την τρίτη

μέθοδο. Στην παρακάτω Εικόνα 15 παρουσιάζονται οι τρεις διαφορετικοί τρόποι ανεφοδιασμού πλοίων με καύσιμο ΥΦΑ.



Εικόνα 15: Τρόποι ανεφοδιασμού πλοίων με καύσιμο ΥΦΑ

Πηγή: Danish Maritime Authority

1. Φορτηγό σε πλοίο (TTS – Truck To Ship)



Εικόνα 16: Ανεφοδιασμός από φορτηγό σε πλοίο

Πηγή: Port of Rotterdam

Μεταξύ των διαφόρων μεθόδων για την τροφοδοσία των πλοίων με ΥΦΑ, η μεταφορά φορτηγών προς πλοίο (TTS) χρησιμοποιείται σήμερα συχνότερα. Με το TTS, το φορτηγό ΥΦΑ συνδέεται με το πλοίο στην αποβάθρα, χρησιμοποιώντας έναν εύκαμπτο σωλήνα. Αυτή είναι σήμερα η πλέον διαδεδομένη μέθοδος ανεφοδιασμού, λόγω της περιορισμένης ζήτησης σε συνδυασμό με την έλλειψη υποδομής και το σχετικά χαμηλό επενδυτικό κόστος.

Για τους λόγους αυτούς, ο ανεφοδιασμός από φορτηγό σε πλοίο είναι μια καλή προσωρινή λύση.

- **Πλεονεκτήματα:** Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα του ανεφοδιασμού καυσίμων από φορτηγό σε πλοίο είναι το περιορισμένο επενδυτικό κόστος. Τα φορτηγά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη διανομή ΥΦΑ για άλλους σκοπούς.
- **Μειονεκτήματα:** Το κύριο μειονέκτημα του ανεφοδιασμού υγροποιημένου φυσικού αερίου μέσω TTS για μεγάλους καταναλωτές είναι η περιορισμένη χωρητικότητα των φορτηγών: περίπου 40-80 m³. Αυτή η μέθοδος ανεφοδιασμού είναι κατάλληλη μόνο για ποσότητες ανεφοδιασμού μέχρι 50 τόνους και, κατά συνέπεια, είναι κατάλληλη μόνο για πλοία με μικρό μέγεθος. Λόγω του περιορισμένου ρυθμού ροής, ο ανεφοδιασμός απαιτεί αρκετή ώρα (1000 l/min). Τέλος, απαιτείται οδική σύνδεση με την θέση ανεφοδιασμού και πρέπει να πληρούνται οι τοπικές απαιτήσεις ασφαλείας.
- **Καταλληλότητα:** Για λόγους χωρητικότητας, ο ανεφοδιασμός καυσίμων από φορτηγό σε πλοίο είναι ο πλέον κατάλληλος για μικρά πλοία με περιορισμένους όγκους καυσίμων, όπως τα ρυμουλκά, τα πλοία εσωτερικής ναυσιπλοΐας, ακτοφυλακής και τα μικρότερα επιβατηγά.

2. Πλοίο σε πλοίο (STS – Ship To Ship)



Εικόνα 17: Ανεφοδιασμός από πλοίο σε πλοίο

Πηγή: MannTek LNG Solutions

Ο ανεφοδιασμός από πλοίο σε πλοίο μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διαφορετικές τοποθεσίες: κατά μήκος της προβλήτας, σε αγκυροβόλιο ή στη θάλασσα. Πρόκειται για τη συνηθέστερη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τον ανεφοδιασμό ναυτικών πλοίων με HFO και MGO (WPCI, 2017). Η χωρητικότητα των δεξαμενόπλοιων κυμαίνεται από 1.000 έως 10.000 m³. Λόγω περιορισμών μεγέθους σε ορισμένα λιμάνια, μόνο μικρά πλοία ανεφοδιασμού θα μπορούν να λειτουργούν στην περιοχή του λιμένα.

- **Πλεονεκτήματα:** Σε σύγκριση με άλλες μεθόδους ανεφοδιασμού, η ευελιξία του ανεφοδιασμού πλοίων προς πλοίο είναι υψηλή σε σχέση με τη χωρητικότητα και τη θέση ανεφοδιασμού. Επειδή τα πλοία ανεφοδιασμού καυσίμων είναι αγκυροβολημένα μαζί με τα πλοία που τροφοδοτούνται με ΥΦΑ, αυτή η μέθοδος ανεφοδιασμού θα μπορούσε να επιτρέψει την ταυτόχρονη διακίνηση φορτίου παράλληλα με τον ανεφοδιασμό, εφόσον υπάρξει έγκριση από τις αρμόδιες λιμενικές αρχές.
- **Μειονεκτήματα:** Το κύριο εμπόδιο θεωρείται το υψηλό επενδυτικό κόστος για τα πλοία ανεφοδιασμού καυσίμων. Η βιομηχανία διστάζει να επενδύσει σε τέτοια πλοία κυρίως επειδή έχουν περιορισμένες εναλλακτικές λειτουργίες σε μια περίοδο που η ζήτηση του ΥΦΑ είναι αβέβαιη. Τέλος, επειδή τα πλοία ανεφοδιασμού υγροποιημένου φυσικού αερίου θεωρούνται πλοία που μεταφέρουν επικίνδυνα φορτία, πρέπει να τους δίνεται έγκριση προτού εισέλθουν σε συγκεκριμένα λιμάνια.
- **Κατάλληλότητα:** Δεδομένης της μεγάλης ευελιξίας των πλοίων ανεφοδιασμού καυσίμων, ο ανεφοδιασμός πλοίων προς πλοία είναι κατάλληλος για όλους τους τύπους σκαφών και αναμένεται να αποτελέσει τη βασική μέθοδο ανεφοδιασμού για μεγάλα πλοία όπως τα RoPax/RoRo, τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου και τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.

3. Τερματικός σταθμός σε πλοίο (Shore To Ship)



Εικόνα 18: Λιμενικός τερματικός σταθμός ανεφοδιασμού ΥΦΑ στην Βόρεια Αμερική

Πηγή: Maritime Executive

Μια άλλη μέθοδος ανεφοδιασμού είναι η shore to ship, όπου το ΥΦΑ είτε ανεφοδιάζεται απευθείας από μια (ενδιάμεση) δεξαμενή ή από ένα μικρό σταθμό ή από ένα τερματικό εισαγωγής/εξαγωγής όπως φαίνεται και στην παραπάνω Εικόνα 18. Οι αγωγοί από τον τερματικό προς την αποβάθρα απαιτούνται εάν ο τερματικός σταθμός υγροποιημένου φυσικού αερίου δεν βρίσκεται απευθείας στη θέση αγκυροβολίας.

- **Πλεονεκτήματα:** Αποτελεί κατά κανόνα μια καλή επιλογή για τους λιμένες με σταθερή και μακροπρόθεσμη ζήτηση, ιδιαίτερα στην περίπτωση της ταυτόχρονης χρήσης ΥΦΑ από άλλους καταναλωτές. Επειδή ο αγωγός και η διάταξη του βραχίονα φόρτωσης είναι σταθεροί, μπορεί να αυξηθεί ο ρυθμός ανεφοδιασμού (μέχρι 3.000 l/min), οδηγώντας σε σημαντικά μικρότερους χρόνους.
- **Μειονεκτήματα:** Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα αυτού του τύπου ανεφοδιασμού είναι η προσπάθεια που χρειάζεται ένα πλοίο για να φτάσει στη θέση του τερματικού σταθμού (ή του αγωγού). Επιπλέον, η περιορισμένη πρόσβαση σε θέσεις αγκυροβολίας για μεγαλύτερα σκάφη που τροφοδοτούνται με ΥΦΑ μπορεί επίσης να αποτελέσει εμπόδιο για τον ανεφοδιασμό των πλοίων από την ξηρά. Δεδομένης της κλίμακας των τερματικών εισαγωγής, καθώς και για λόγους απόδοσης, οι περισσότεροι λιμένες δεν θα είναι εξοπλισμένοι με τερματικό εισαγωγής ΥΦΑ. Ωστόσο, οι λιμένες που δεν διαθέτουν τέτοιο τερματικό μπορούν να εγκαταστήσουν σταθερούς τερματικούς σταθμούς αποθήκευσης ή να χρησιμοποιήσουν πλοία μεταφοράς καυσίμων για προμήθεια ΥΦΑ.
- **Κατάλληλότητα:** Ο ανεφοδιασμός shore to ship είναι ιδιαίτερα κατάλληλος για υψηλή συχνότητα και περιορισμένη ζήτηση. Παραδείγματα αποτελούν τα πλοία μεταφοράς, τα ρυμουλκά και τα αλιευτικά σκάφη. Επίσης μπορεί να αποτελέσει μια καλή επιλογή για τους λιμένες εσωτερικής ναυσιπλοΐας.

3.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΤΩΝ ΥΦΑ

3.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



Εικόνα 19: Τερματικός σταθμός ΥΦΑ

Πηγή: ECO Magazine (Environment Coastal & Offshore)

Κατά τη διάρκεια της επιλογής της τοποθεσίας της χερσαίας εγκατάστασης, το επίπεδο του κινδύνου καθορίζεται από τη θέση που έχει επιλεγεί για τον τερματικό σταθμό και αυτό

ισχύει ιδιαίτερα για τους τερματικούς σταθμούς που χειρίζονται επικίνδυνα φορτία όπως το ΥΦΑ. Μόλις τεθεί σε λειτουργία ο λιμένας, οι κίνδυνοι που εντοπίζονται κατά τον προγραμματισμό πρέπει να ελέγχονται με κατάλληλο εξοπλισμό και καθορισμένες διαδικασίες. Αυτό πρέπει να περιλαμβάνει την αναγκαιότητα να παραμένει η εγκατάσταση διαρκώς μακριά από άλλες βιομηχανικές ή πληθυσμιακές περιοχές.

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει επίσης η αναγνώριση της διακινδύνευσης. Η διακινδύνευση συνίσταται από τον συνδυασμό της συχνότητας και της συνέπειας κάθε συμβάντος. Έτσι, οι σχεδιαστές των εγκαταστάσεων έρχονται αντιμέτωποι με πολλές δυνατές επιλογές για την τοποθεσία. Όπως περιγράφεται στη θεωρία αξιολόγησης κινδύνων, οι λειτουργικές λύσεις καθίστανται αποδεκτές ή μη και κατηγοριοποιούνται.

Στην ουσία, το θέμα που εξετάζεται είναι ο καλύτερος τρόπος για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων στους λιμένες μέσα από τον κατάλληλο σχεδιασμό κατά την έναρξη του έργου. Υπάρχουν τρεις συνιστώσες στην εξίσωση αυτή. Αρχικά θα πρέπει να καλυφθούν οι ερωτήσεις σχετικά με την ικανοποιητική θέση και τον σχεδιασμό της προβλήτας. Στη συνέχεια εξετάζονται οι επιχειρησιακές διαδικασίες και τέλος έχοντας αμφισβητήσει την ευρωστία αυτών των διαδικασιών σε σχέση με τα ανθρώπινα δεδομένα, μελετώνται οι συνέπειες των ατυχημάτων που ενδέχεται να συμβούν και εξετάζονται μέθοδοι περιορισμού της επίδρασης τους.

Οι προφυλάξεις δεν προσφέρουν ένα ενιαίο πακέτο που μειώνει τον λειτουργικό κίνδυνο σε κάποιο ποσοτικοποιημένο και αποδεκτό επίπεδο. Πράγματι, υπάρχει υποψία ότι το πρότυπο του λειτουργικού κινδύνου είναι υπερβολικά περίπλοκο για να αντιμετωπιστεί εύκολα με αυτόν τον τρόπο. Ωστόσο, ο στόχος της βιομηχανίας είναι η περαιτέρω μείωση του κινδύνου όποτε είναι δυνατόν. Φυσικά, η ασφάλεια της ζωής είναι ζωτικής σημασίας όπως και η εμπιστοσύνη των ανθρώπων απέναντι στο συγκεκριμένο εμπόριο. Ωστόσο, πρέπει να διασφαλιστούν και οι τεράστιες χρηματοοικονομικές εκθέσεις των έργων ΥΦΑ. Σε ορισμένες περιπτώσεις διαπιστώνεται ότι η προστασία που παρέχεται για τη διάσωση της ζωής προστατεύει επίσης την εμπορική έκθεση. Σε άλλες περιπτώσεις, μπορεί να διασφαλιστεί η προσωπική ασφάλεια, ενώ παραμένουν μη αποδεκτοί επιχειρηματικοί κίνδυνοι.

3.3.2 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΥΦΑ

Η ιστορία της εξέλιξης στη βιομηχανία ΥΦΑ χαρακτηρίστηκε από δύο ξεχωριστά αλλά συνυφασμένα σκέλη. Πρώτον, υπήρξε μια συνεχής προσπάθεια σχεδιασμού συστημάτων για τη μείωση της πιθανότητας μεγάλων διαρροών αερίου. Στη συνέχεια, τα καινούργια πρότυπα επαναπροσδιορίστηκαν υπό το πρίσμα της εμπειρίας και της τεχνολογικής βελτίωσης. Πράγματι, καθώς η βιομηχανία του υγροποιημένου φυσικού αερίου μετακινείται στον 21^ο αιώνα, εξακολουθεί να ισχύει ότι οι μελλοντικές βελτιώσεις δεν πρέπει να διαχωριστούν εντελώς από την πρόοδο στον πετρελαϊκό κόσμο και επομένως τα Πρότυπα για τους τερματικούς σταθμούς ΥΦΑ θα πρέπει να συνεχίσουν να αναπτύσσονται.

Μέχρι σήμερα, η μεγαλύτερη επένδυση για τη μείωση των κινδύνων στους λιμένες έχει γίνει στον περιορισμό της διαφυγής αερίου στη διεπαφή πλοίου/ακτής και στην προβλήτα.

Εδώ, η εφαρμογή συστάσεων της βιομηχανίας για τον σχεδιασμό της προβλήτας και των συστημάτων πρόσδεσης παρέχει μια ασφαλή βάση για την μεταφορά ΥΦΑ. Η εξέλιξη των Προτύπων ΥΦΑ ακολούθησε τα παρακάτω βήματα (SIGTTO, 2009):

- υπάρχον πλαίσιο Προτύπων για το πετρέλαιο
- προσαρμογή του πλαισίου για τα χαρακτηριστικά του ΥΦΑ
- αλλαγές στα Πρότυπα ναυτιλίας και τερματικών σταθμών
- απαντήσεις σε τεχνικές προκλήσεις για κρυογονικά συστήματα

Τα σημερινά Πρότυπα, για τον περιορισμό των προβλημάτων, είναι το αποτέλεσμα μιας λογικής εξέλιξης παρά μιας σωστά εστιασμένης δέσμης μέτρων που σχετίζονται με τον κίνδυνο. Πράγματι, η εμπειρία δείχνει ότι αποτελεί μια διαδικασία προοδευτικής βελτίωσης, καθώς το κίνητρο ήταν η επιθυμία για ασφαλέστερη λειτουργία. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της επιλογής της τοποθεσίας της εγκατάστασης, μπορούν να τεθούν τα θεμέλια της υψηλής ποιότητας διαχείρισης κινδύνου.

Αν και τα κριτήρια για την επιλογή του τόπου ενδέχεται να διαφέρουν μεταξύ των τερματικών σταθμών ΥΦΑ, η πλειοψηφία είναι κοινή σε όλους όπως για παράδειγμα η εγγύτητα της εγκατάστασης με πληθυσμιακά κέντρα. Άλλα κριτήρια συμπεριλαμβανομένων των μετακινήσεων των μεταφορέων ΥΦΑ στα λιμάνια, της πυκνότητας της θαλάσσιας κυκλοφορίας μέχρι και ο ίδιος ο τερματικός σταθμός, επηρεάζουν πολύ τον συνολικό κίνδυνο ο οποίος τελικά πρέπει να ελεγχθεί.

3.3.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΥΦΑ

Η λεπτή ρύθμιση στο πλαίσιο της διαδικασίας επιλογής τοποθεσίας επηρεάζεται από τη βελτιστοποίηση του κόστους των υποδομών, όπως τα συστήματα μεταφοράς αερίου, την πρόσβαση σε υπεραστικά δίκτυα, τις κύριες γραμμές σιδηροδρόμου και άλλα δίκτυα διανομής.

Ως εκ τούτου, η επιλογή τοποθεσίας καθοδηγείται σε μεγάλο βαθμό από παράγοντες που στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς και αποθήκευσης. Έχοντας αυτό υπόψη, μπορεί να γίνει αντιληπτό ότι τα θαλάσσια κριτήρια αποτελούν μόνο ένα μέρος της συνολικής διαδικασίας. Στο στάδιο της επιλογής του τόπου, η συμβολή των εμπειρογνομώνων στον τομέα της ναυσιπλοΐας συνίσταται κυρίως στη βελτιστοποίηση της χωρητικότητας του στόλου (αριθμός και μεγέθη πλοίων) και στον έλεγχο των έργων πολιτικού μηχανικού στη διεπαφή πλοίου/ξηράς στον τερματικό σταθμό και στην προσέγγιση τερματικού/λιμένα. Αυτή η τελευταία πτυχή επιτυγχάνεται με την επίτευξη του απαιτούμενου βάθους νερού, με την παροχή καλής πρόσβασης στη θάλασσα και την επίτευξη άμεσης γειτονίας με το τερματικό σταθμό ΥΦΑ.

Επομένως, στη διαδικασία επιλογής τοποθεσίας, η πρόκληση είναι να περιοριστούν οι θαλάσσιοι κίνδυνοι κατά την τοποθέτηση της προβλήτας σε ρεαλιστικά όρια. Ήδη υπάρχουν γενικά αποδεκτά κριτήρια και κανονιστικές απαιτήσεις για να καθοδηγήσουν τους σχεδιαστές λιμένων στην επίτευξη αυτής της σύνθεσης.

3.3.3.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΒΛΗΤΑ

Η συνιστώμενη διαδικασία επιλογής τοποθεσίας απομακρύνει όσο το δυνατόν περισσότερους κινδύνους τοποθετώντας τον τερματικό σταθμό υγροποιημένου φυσικού αερίου σε προστατευμένες τοποθεσίες μακριά από άλλους χρήστες λιμένων. Όλοι οι σχεδιαστές λιμένων κατασκευάζουν προβλήτες που χειρίζονται επικίνδυνα φορτία σε απομακρυσμένες περιοχές όπου άλλα πλοία δεν παρουσιάζουν κίνδυνο σύγκρουσης και όπου οποιαδήποτε διαφυγή αερίων δεν μπορεί να επηρεάσει τους τοπικούς πληθυσμούς.



Εικόνα 20: Προετοιμασία προβλήτας ΥΦΑ στο λιμάνι Sokhna-Egypt

Πηγή: Material Handling Consultant B.V.

Επιπλέον, η επιλογή μιας θέσης προβλήτας μέσα σε μια προστατευμένη τοποθεσία περιορίζει τις δυνάμεις που δρουν σε ένα πλοίο από τα θαλάσσια κύματα που θα μπορούσαν να σπάσουν τα σχοινιά πρόσδεσης του. Λαμβάνοντας υπόψη τον τυποποιημένο φορέα μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου χωρητικότητας περίπου 135.000 m^3 , τα κύματα που ενδέχεται να έχουν τέτοια αποτελέσματα είναι εκείνα που πλησιάζουν απευθείας από τα εμπρός ή πίσω, με σημαντικά ύψη που ξεπερνούν το 1,5 μέτρο και περιόδους μεγαλύτερες από 9 δευτερόλεπτα (SIGTTO, 2009). Συνεπώς, συνιστάται να παρέχεται προστασία στους λιμένες απέναντι σε χαμηλής συχνότητας κύματα. Εναλλακτικά, μπορεί να σχεδιαστεί ένα βελτιωμένο σύστημα πρόσδεσης, κατάλληλο για δυναμικά αποτελέσματα.

Η τοποθεσία της προβλήτας θα πρέπει επίσης να επιλεγεί έτσι ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος να περάσουν πλοία που θα επηρεάσουν το προσδεδεμένο μεταφορέα ΥΦΑ. Η αποδοχή τέτοιων θέσεων θα πρέπει να καθορίζεται μόνο μετά από λεπτομερή εξέταση των τοπικών συνθηκών. Ωστόσο, όσον αφορά στον σχεδιασμό των λιμένων, ορισμένα χαρακτηριστικά είναι σαφή.

Επιπλέον, τα μεγάλα πλοία που περνούν κοντά σε έναν προσδεμένο μεταφορέα ΥΦΑ μπορούν να προκαλέσουν κυματισμούς με επακόλουθους κινδύνους για τις αγκυροβολήσεις των μεταφορέων ΥΦΑ και αυτό το φαινόμενο θα πρέπει να εξαιρεθεί. Τέλος, οι πρόσθετοι κίνδυνοι από την αυξημένη κυκλοφορία στο εσωτερικό ενός λιμανιού, πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη.

3.3.4 ΒΑΣΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΒΛΗΤΑ ΥΦΑ

Τα υπάρχοντα Πρότυπα και καθοδηγήσεις παρέχουν τα βασικά κριτήρια για τον σχεδιασμό της προβλήτας, όσον αφορά:

- αντοχή των συστημάτων πρόσδεσης
- βάθος, πλάτος και ευθυγράμμιση των καναλιών του λιμανιού

Τέτοιες συστάσεις παρέχουν τερματικά με ένα καλό σύνολο προτύπων σχεδιασμού. Ωστόσο, δεν είναι εξαντλητικά ούτε μπορούν να εφαρμοστούν χωρίς γνώση των τοπικών συνθηκών, επομένως σπανίως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκπόνηση ενός πλήρους καταλόγου ελέγχου για το ΥΦΑ (SIGTTO, 2009).

Μπορεί λοιπόν να φανεί ότι στο πλαίσιο των βασικών κριτηρίων, δημιουργείται ένα σύστημα για την εξασφάλιση μιας ασφαλούς πρόσδεσης, αλλά αυτό είναι ένα πλαίσιο εντός του οποίου μπορεί να παραμείνει μια σημαντική, αν και απομακρυσμένη, πιθανότητα να συμβεί ένα ατύχημα. Κατά την ανάπτυξη κριτηρίων κατάλληλων για το ΥΦΑ, ο διαχωρισμός κάθε κινδύνου ως προς τη συχνότητα και τις συνέπειές του είναι καθοριστικής σημασίας. Επομένως, όταν εξετάζεται ακόμη και η πιο μακρινή πιθανότητα σοβαρών ατυχημάτων, η εφαρμογή των υφιστάμενων Προτύπων είναι ανεπαρκής για την εξασφάλιση της κατάλληλης διασφάλισης.

3.3.5 ΕΙΔΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΥΦΑ

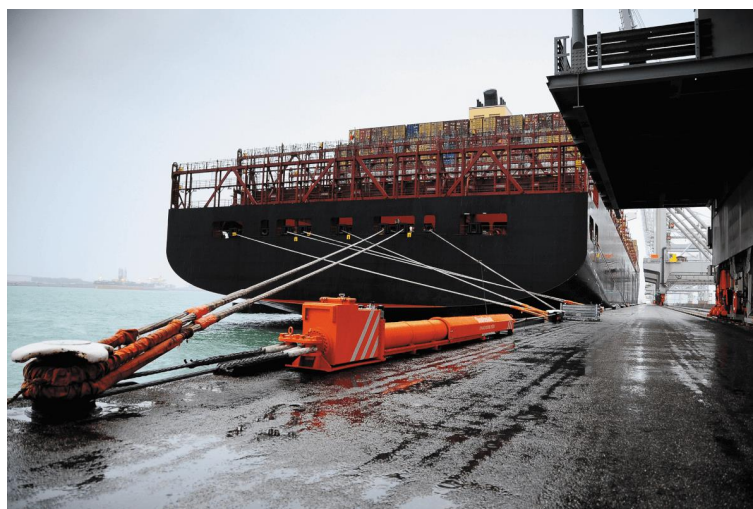
Αν και τα βασικά κριτήρια περιλαμβάνονται στον σχεδιασμό τερματικών σταθμών ΥΦΑ, οι εκτιμήσεις κινδύνου συνήθως προσδιορίζουν την ανάγκη για άλλο εξοπλισμό ή διαδικασίες, τα ειδικά κριτήρια για τον τόπο. Αυτές οι μέθοδοι είναι πιο απαιτητικές από τα βασικά κριτήρια και συχνά εφαρμόζονται στις επιχειρησιακές πρακτικές και στις γεωγραφικές περιοχές για τις οποίες η καθοδήγηση του κλάδου δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί.

Επιπρόσθετα, συγκεκριμένα κριτήρια εντοπίζονται επίσης από παράγοντες κινδύνου που βρίσκονται πέραν των κανονικών λειτουργιών στη διεπαφή πλοίου/ξηράς. Αυτές οι συνθήκες μπορεί να περιλαμβάνουν κινδύνους από εξωτερικές επιδράσεις όπως άλλες θαλάσσιες μεταφορές και κοντινές πηγές ανάφλεξης. Για παράδειγμα, μερικοί τερματικοί σταθμοί ΥΦΑ περιπολούν την περίμετρο των ζωνών ασφαλείας στην ανοικτή θάλασσα με προστατευτικά σκάφη. Ένα ακόμη παράδειγμα είναι να δηλωθεί ο εναέριος χώρος πάνω από τον τερματικό σταθμό υδροποιημένου φυσικού αερίου ως απαγορευμένης ζώνης όπου κανένα αεροσκάφος δεν επιτρέπεται να πετάξει χωρίς γραπτή άδεια.

Έτσι, τα συγκεκριμένα κριτήρια έχουν αναπτυχθεί μέσω της εμπειρίας στην ανάλυση και την διαχείριση τερματικών σταθμών. Έχουν ευρεία εφαρμογή στη μείωση των κινδύνων

στους τερματικούς σταθμούς ΥΦΑ και ως εκ τούτου περιλαμβάνονται μεταξύ των συστάσεων που πρέπει να εφαρμοστούν κατά το σχεδιασμό των τερματικών σταθμών. Στα επόμενα υποκεφάλαια αναλύονται με περισσότερη λεπτομέρεια ορισμένα ειδικά κριτήρια.

3.3.5.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΕΣΗΣ



Εικόνα 21: Δυναμικό σύστημα πρόσδεσης πλοίων

Πηγή: *ShoreTension*

Για τις συναλλαγές ΥΦΑ, η επιλογή χώρου περιλαμβάνει εκτενή συλλογή περιβαλλοντικών δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των φασμάτων κυμάτων. Με το φάσμα αυτό, υπολογίζονται οι ταλαντώσεις των προσδεδωμένων πλοίων και τα μεμονωμένα φορτία σε κάθε γραμμή πρόσδεσης εκ των προτέρων για κρίσιμες συνθήκες. Στο πλαίσιο του εμπορίου, αυτό σημαίνει ότι δεν πρέπει να ισχύουν μόνο τα πρότυπα πρόσδεσης, αλλά πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη η πρόσθετη δύναμη της δυναμικής ενέργειας των κυμάτων. Έτσι, ενώ τα βασικά κριτήρια για τα συστήματα πρόσδεσης λειτουργούν ως βάση σχεδιασμού, η συμπεριφορά του εξοπλισμού πρόσδεσης και φορτοεκφόρτωσης γίνεται ειδικά για τις συνθήκες που επικρατούν. Οι αναλύσεις αυτές καθορίζουν τις προδιαγραφές της προβλήτας για:

- ισχύ και θέση αγκυροβόλησης
- εξοπλισμό παρακολούθησης φόρτωσης
- εύκαμπτους σωλήνες και σημεία αποκοπής για την αυτόματη λειτουργία του συστήματος αποδέσμευσης έκτακτης ανάγκης (ERS – Emergency Release System)

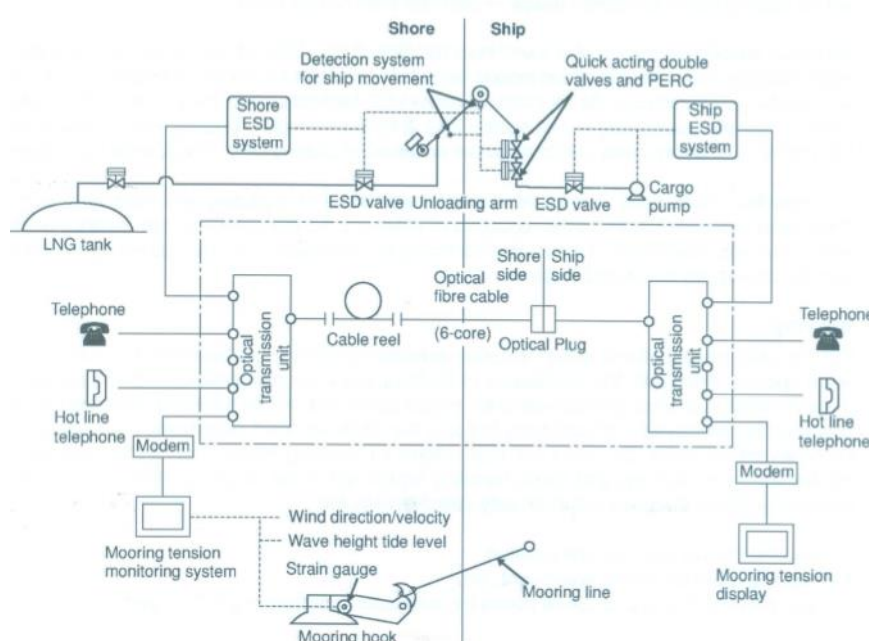
3.3.5.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ

Όλες οι εταιρείες ΥΦΑ εξασφαλίζουν ότι οι μεταφορείς λειτουργούν με ασφάλεια κατά τη μεταφορά του φορτίου. Είναι ανάγκη βέβαια να υιοθετηθούν ειδικά κριτήρια για τον επαρκή έλεγχο των κινδύνων σε όλο το φάσμα της λειτουργίας λιμένων και τερματικών σταθμών. Από την άποψη αυτή, τα συγκεκριμένα κριτήρια θα πρέπει να περιορίζουν τη

πιθανότητα ύπαρξης σημαντικών διαρροών ΥΦΑ. Συνεπώς, συνιστάται η τοποθέτηση των ακόλουθων συσκευών στις σωληνώσεις τροφοδοσίας:

- διασύνδεση συστημάτων έκτακτης διακοπής λειτουργίας (ESD – Emergency Shutdown System)
- δημιουργία κοινού προτύπου διασύνδεσης για τον έλεγχο του συστήματος έκτακτης διακοπής λειτουργίας πλοίων/ακτής
- τοποθέτηση συστήματος μηχανικής έκτακτης αποδέσμευσης (PERC – Powered Emergency-Release Coupling) και των βαλβίδων ταχείας δράσης του
- σύνδεση των συστημάτων ESD και PERC σε ένα ενιαίο σύστημα ελέγχου που ονομάζεται σύστημα αποδέσμευσης έκτακτης ανάγκης (ERS - Emergency Release System)

Το ERS λειτουργεί σε δύο ξεχωριστά βήματα. Το πρώτο βήμα είναι η διακοπή και το κλείσιμο της αντλίας φορτίου των βαλβίδων ESD που βρίσκονται σε αγωγούς, τόσο επί του πλοίου όσο και επί της ακτής. Το δεύτερο στάδιο είναι το κλείσιμο των βαλβίδων ταχείας δράσης (στο PERC). Μέσα στην ηλεκτρονική λογική του ERS εγκαθίστανται αισθητήρες για την ανίχνευση της κίνησης του πλοίου. Ορισμένες κινήσεις βρίσκονται εντός των φυσιολογικών ορίων και άλλες είναι επικίνδυνες. Οι κινήσεις των πλοίων στην εξωτερική άκρη της ασφαλούς περιοχής μπορεί να προκαλέσουν συναγερμό. Ωστόσο, οι κινήσεις στην πρώτη περιοχή ERS ενεργοποιούν το κλείσιμο της βαλβίδας και την διακοπή της αντλίας ESD (αυτή εξακολουθεί να είναι μια ενδιάμεση περιοχή στην οποία οι έλεγχοι που ξεκινούν αυτόματα θεωρούνται απαραίτητοι). Τέλος, εάν το πλοίο μετακινηθεί πέρα από αυτή την ενδιάμεση ζώνη (στην επικίνδυνη περιοχή), η αυτόματη απελευθέρωση του PERC ενεργοποιείται εντελώς ανεξάρτητα από την ανθρώπινη παρέμβαση (SIGTTO, 2009). Για την καλύτερη κατανόηση αυτής της διαδικασίας παρέχεται η παρακάτω Εικόνα 22.



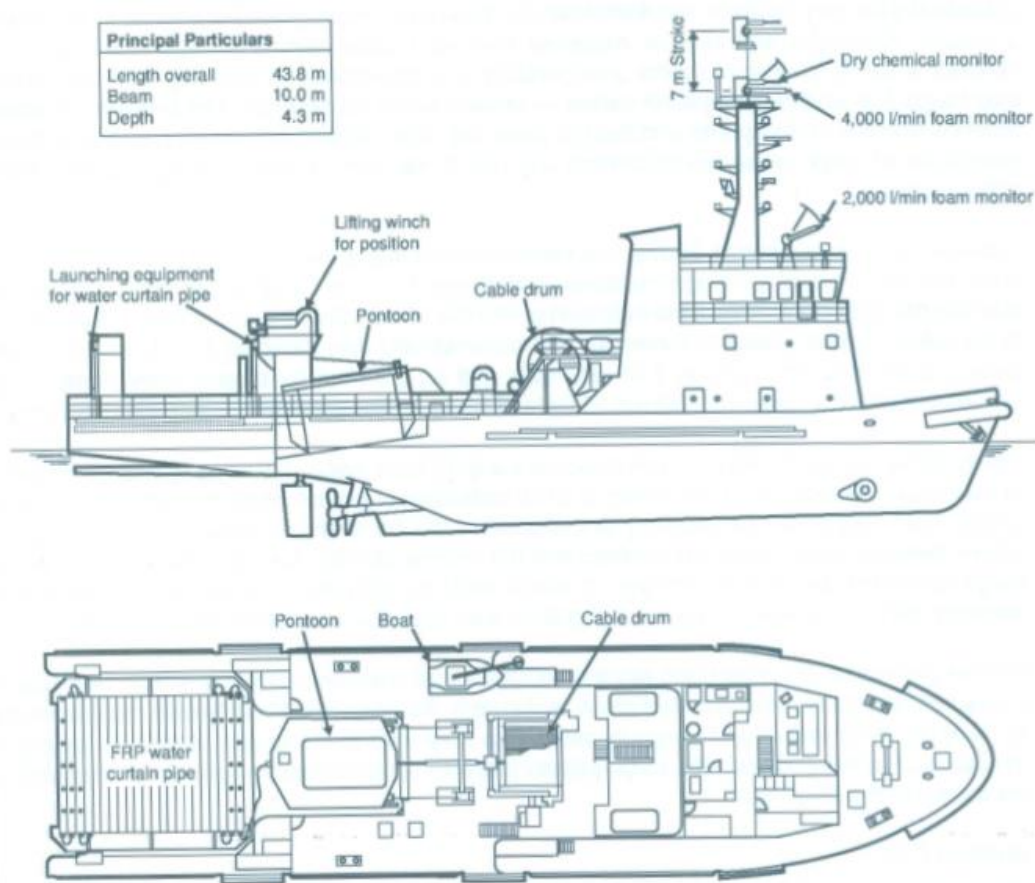
Εικόνα 22: Σύστημα Αποδέσμευσης Έκτακτης Ανάγκης (ERS)

Πηγή: Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO, 2009)

3.3.5.3 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ

Σε περίπτωση διαρροής υγροποιημένου φυσικού αερίου πρέπει να ληφθεί υπόψη η πιθανή έκταση ενός νέφους αερίου. Ο κίνδυνος ανάφλεξης από χυμένο υγροποιημένο φυσικό αέριο μπορεί να εκτείνεται σε κάποια σημαντική απόσταση και επομένως ο έλεγχος ανάφλεξης πρέπει να ξεπερνά την άμεση περιοχή διαρροής και αυτό μπορεί να είναι τόσο εντός όσο και εκτός των ορίων του τερματικού σταθμού.

Σε ορισμένα λιμάνια χρησιμοποιούνται προστατευτικά σκάφη για να περιπολούν τις ζώνες ασφαλείας στην ανοικτή θάλασσα, προκειμένου να αποκλείσουν άλλες μεταφορές. Συχνά αυτά τα σκάφη είναι εξοπλισμένα και για άλλους σκοπούς έκτακτης ανάγκης. Η παρακάτω Εικόνα 23 δείχνει τη γενική διάταξη για ένα τέτοιο σκάφος.



Εικόνα 23: Διάταξη προστατευτικού σκάφους

Πηγή: Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO, 2009)

Η περιοχή πάνω από την οποία πρέπει να εκτείνονται οι ζώνες χωρίς ανάφλεξη καθορίζεται από ανάλυση των χαρακτηριστικών σχηματισμού και διασποράς των νεφών αερίου που προκύπτουν από μια σειρά από σενάρια σε διάφορες καιρικές συνθήκες. Το αποτέλεσμα παρέχει την πιθανότητα δημιουργίας νεφών και την πιθανή έκτασή τους κοντά στην προβλήτα.

Το εύρος ενός εύφλεκτου νέφους αερίου που παράγεται από μια διαρροή εξαρτάται κυρίως από το ρυθμό και τη διάρκεια της διαρροής. Άλλοι παράγοντες όπως οι κλιματικές συνθήκες, η κατεύθυνση και η ταχύτητα του ανέμου είναι επίσης σημαντικές. Έτσι, ο προσδιορισμός της ελάχιστης περιοχής από την οποία πρέπει να αποκλεισθούν όλες οι πηγές ανάφλεξης θα ποικίλει από τερματικό σε τερματικό και αυτός ο προσδιορισμός θα πρέπει να αποτελεί μέρος των εκτιμήσεων σχεδιασμού.

3.3.6 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΛΙΜΕΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Οι εθνικές αρχές και οι εταιρείες ΥΦΑ αφιερώνουν σημαντικούς πόρους για να μειώσουν κάθε κίνδυνο που μπορεί να παρουσιάσει ένας τερματικός σταθμός στα περιχώρα του λιμένα. Αυτό είναι περισσότερο εμφανές κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού, όταν δίδεται ιδιαίτερη έμφαση στην ασφάλεια των κοντινών κέντρων πληθυσμού με την εφαρμογή Εκτιμήσεων Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ).

Λαμβανόμενη σε παγκόσμιο επίπεδο, η συχνότητα των ναυτικών ατυχημάτων σε οποιαδήποτε κατηγορία πλοίων είναι μεγαλύτερη στις προσεγγίσεις των λιμένων. Για ολόκληρη την κατηγορία των μεταφορών αερίων (ΥΦΑ και υγραέριο) από ιστορικά στοιχεία, είναι καλό να αναφέρουμε ότι σοβαρά περιστατικά αυτού του τύπου είναι εξαιρετικά σπάνια.

Αυτή η επιτυχής διαχείριση των λιμένων ΥΦΑ μπορεί να εξηγηθεί μόνο από τους ελέγχους οι οποίοι έχουν σημαντικό αποτέλεσμα μείωσης του κινδύνου. Επί του παρόντος, αυτοί οι έλεγχοι περιλαμβάνουν (SIGTTO, 2009):

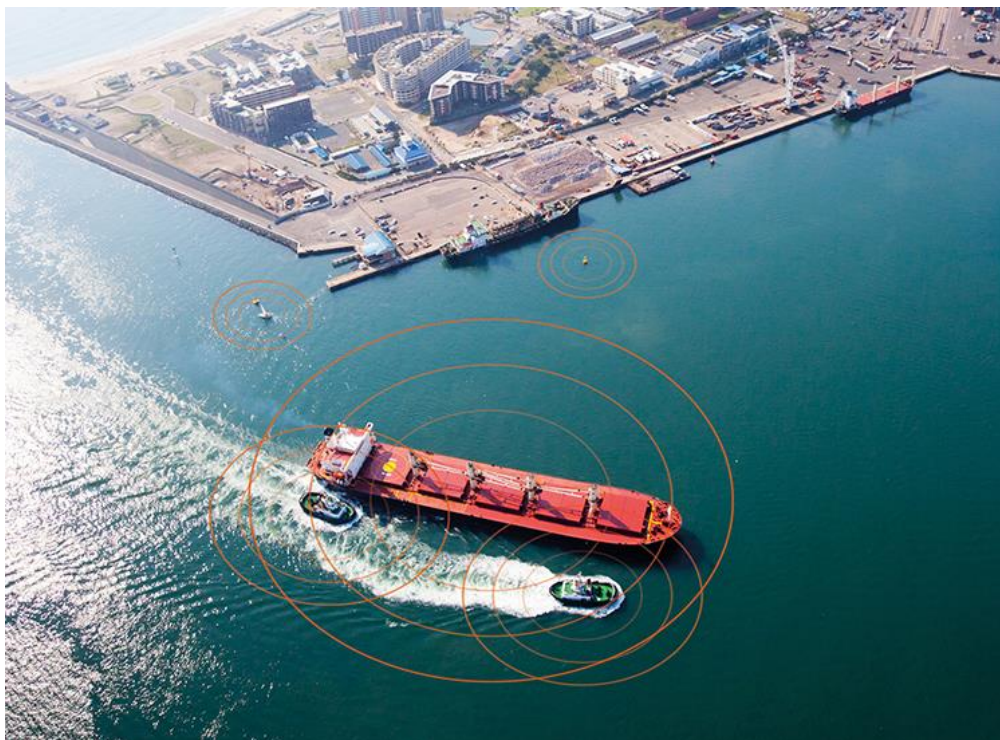
1. αποτελεσματική διαχείριση κυκλοφορίας σκαφών και χρήση σκάφους συνοδείας
2. επαρκής δύναμη ρυμούλκησης για τον έλεγχο των μεταφορέων ΥΦΑ
3. αυστηρές συνθήκες λειτουργίας

1. Σύστημα διαχείρισης κυκλοφορίας σκαφών (VTS – Vessel Traffic System)

Η καθιέρωση ασφαλών συνθηκών για τη διαμετακόμιση των μεταφορέων αερίου είναι πάντα σημαντική. Αυτό αποτελεί συνήθως άμεση ευθύνη της λιμενικής αρχής. Ωστόσο, η διαχείριση λειτουργικού κινδύνου σε καθημερινή βάση είναι μια εργασία που μοιράζεται μεταξύ της λιμενικής αρχής, του ιδιοκτήτη του τερματικού σταθμού και του χειριστή του πλοίου. Στις περισσότερες περιπτώσεις υπάρχει συμφωνία σχετικά με τις διαδικασίες που απαιτούνται για τη διασφάλιση χαμηλών επιπέδων κινδύνου, αλλά συνιστάται τουλάχιστον ένα καλό σύστημα VTS, όπως ορίζεται από τον ΔΝΟ, για τη διαχείριση της θαλάσσιας κυκλοφορίας, προκειμένου να αποφευχθούν οι στενές επαφές μεταξύ μεταφορέων ΥΦΑ και άλλων πλοίων.

Οι δευτερεύουσες προδιαγραφές σχετικά με τη διαχείριση της κυκλοφορίας, όπως οι ασφαλείς αποστάσεις από άλλα πλοία για τη διέλευση των μεταφορέων ΥΦΑ, εξαρτώνται από τους κινδύνους που εντοπίζονται σε συγκεκριμένες καταστάσεις. Για παράδειγμα, σε περιοχές με υψηλή πυκνότητα κυκλοφορίας, το VTS μπορεί να συμπληρώνεται από ένα σκάφος συνοδείας που θα παρακολουθεί τη μεταφορά του ΥΦΑ. Σε άλλες περιπτώσεις, το

VTS μπορεί να αναστείλει άλλες κινήσεις κυκλοφορίας στο λιμάνι κατά τη διάρκεια της προσέγγισης του μεταφορέα ΥΦΑ. Όποιες και αν είναι οι συγκεκριμένες ρυθμίσεις, θα πρέπει να στοχεύουν σε μεγάλο βαθμό στον περιορισμό των κινδύνων συγκρούσεων που προκαλούνται από στενές επαφές με άλλα πλοία.



Εικόνα 24: Λειτουργία συστήματος διαχείρισης κυκλοφορίας σκαφών

Πηγή: SRT Marine

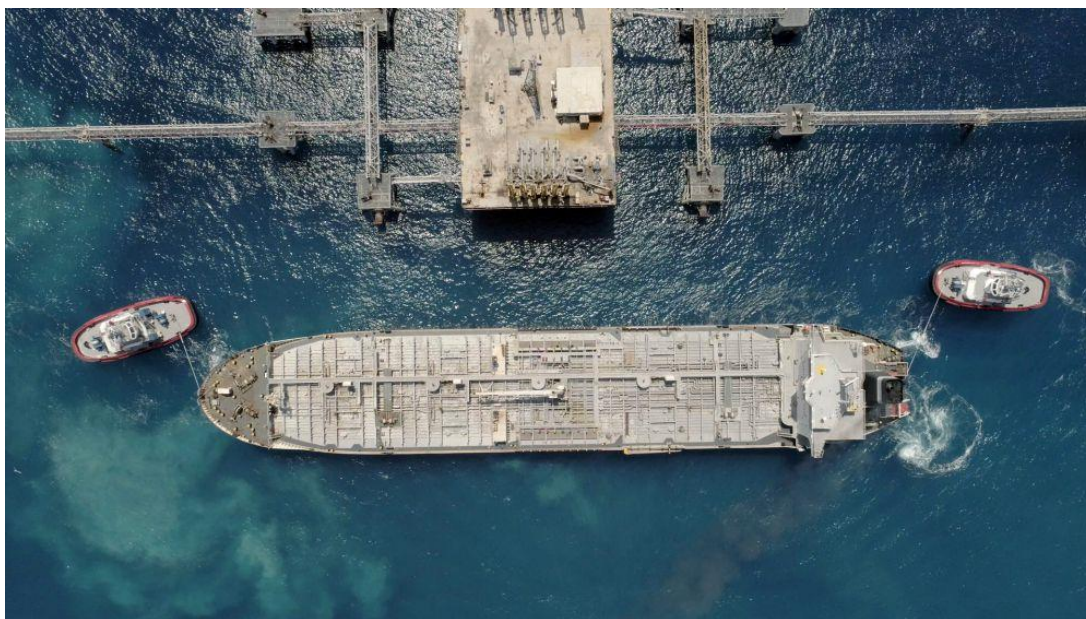
Άλλες προϋποθέσεις για την εγκατάσταση ασφαλών επιχειρήσεων στο λιμμένα είναι παρόμοιες με αυτές που απαιτούνται για τις μετακινήσεις οποιουδήποτε μεγάλου πλοίου, όπως κατάλληλα σήματα, φώτα πλοήγησης, περιορισμός των κινήσεων των πλοίων σε κακές συνθήκες ορατότητας και υψηλό επίπεδο υπηρεσιών πλοήγησης.

Η ποιότητα της υπηρεσίας πλοήγησης είναι ιδιαίτερα σημαντική όπως φαίνεται και από την Εικόνα 24. Στο πλαίσιο του σχεδιασμού των τερματικών σταθμών είναι ζωτικής σημασίας να εξασφαλίζεται συνεχής υψηλή ποιότητα στις επιχειρησιακές διαδικασίες πλοήγησης του λιμένα. Πολλές αρχές λιμένων χρησιμοποιούν προσομοιωτές πλοήγησης για την εκπαίδευση και όταν χρησιμοποιούνται με σύνεση, τα μαθήματα προσομοίωσης μπορούν να αποδώσουν πολύτιμα αποτελέσματα.

2. Ρυμουλκά

Μετά τις καιρικές συνθήκες που καθορίζουν τις παραμέτρους του σχεδιασμού των λιμένων, τα όρια λειτουργίας για τους μεταφορείς ΥΦΑ πρέπει επίσης να προσδιορίζονται από την άποψη της ταχύτητας του ανέμου και της μετατόπισης ρεύματος. Αυτές οι παράμετροι στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των μέγιστων δυνάμεων ανέμου που δρουν στον μεγαλύτερο πιθανό φορέα ΥΦΑ που θα χρησιμοποιήσει τις εγκαταστάσεις του

εκάστοτε λιμένα και από εκεί προσδιορίζεται ο αριθμός και η ισχύς των ρυμουλκών που απαιτούνται για τους χειρισμούς ελλιμενισμού (SIGTTO, 2009).



Εικόνα 25: Διαδικασία ρυμούλκησης πλοίου

Πηγή: Maritime Executive

Πρέπει πάντοτε να υπάρχει επαρκής υποβοήθηση του ρυμουλκούμενου για τον έλεγχο των μεταφορέων ΥΦΑ στις μέγιστες επιτρεπόμενες συνθήκες λειτουργίας και αυτό πρέπει να διευκρινίζεται αν υποτεθεί ότι οι κινητήρες του πλοίου δεν είναι διαθέσιμοι. Αυτή η μέθοδος δίνει διαφορετικά αποτελέσματα από τον ένα τερματικό στον άλλο.

3. Συνθήκες λειτουργίας

Κατά τον σχεδιασμό του λιμένα, ο στόχος πρέπει να είναι ο περιορισμός των κινδύνων που ενέχουν οι μεταφορείς ΥΦΑ εντός της περιοχής. Η έκταση του συστήματος που αναπτύσσεται εξαρτάται από παράγοντες όπως:

- αριθμός και τύπος πλοίων και άλλων σκαφών που χρησιμοποιούν τον λιμένα
- μητρώο ατυχημάτων
- αποστάσεις πλοήγησης και δυσκολία στην προσέγγιση του λιμένα και της προβλήτας
- μέγιστο βύθισμα πλοίων
- φύση του θαλάσσιου βυθού (βράχος, άμμος ή λάσπη)
- παλιρροιακές συνθήκες
- καιρικές συνθήκες
- εγγύτητα του τερματικού σταθμού σε κατοικημένες περιοχές και σε βιομηχανικούς χώρους

Αφού μελετηθούν οι παράγοντες αυτοί, οι σχεδιαστές των λιμένων και οι λιμενικές αρχές μπορούν να θεσπίσουν διατάξεις σχετικά με το ΥΦΑ που είναι κατάλληλες για τον κάθε τοπικό λιμένα ξεχωριστά.

Ως περίληψη, η μελέτη των προηγούμενων καταλόγων δείχνει ότι σπάνια τα κριτήρια είναι απόλυτα ή οι συνθήκες αμετάβλητες. Είναι προφανές ότι το βάθος του νερού είναι κρίσιμο, όπως και οι έντονες καιρικές συνθήκες, αλλά σε πολλές άλλες περιπτώσεις είτε οι διαδικασίες ή οι συνθήκες που τίθενται σε έλεγχο, έχουν ευέλικτες εφαρμογές.

3.3.7 Ο ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ

Οι εκθέσεις ατυχημάτων δείχνουν ότι η αποτελεσματική διαχείριση κινδύνων, είτε στο λιμάνι ή στη θάλασσα, συχνά δεν φέρει αποτελέσματα εξαιτίας της αδυναμίας να αποφευχθεί πλήρως το ανθρώπινο λάθος. Πράγματι, η μεγάλη πλειοψηφία των ναυτικών ατυχημάτων εξακολουθεί να συμβαίνει ως αποτέλεσμα του ανθρώπινου στοιχείου. Ωστόσο, η σχέση μεταξύ σφάλματος του χειριστή και εκτίμησης κινδύνου παραμένει ασαφής, διότι η διαδικασία αντίδρασης του ανθρώπου δεν είναι εύκολο να προβλεφθεί.

Για τους λόγους αυτούς, τα συστήματα διαχείρισης κινδύνου συνήθως λαμβάνουν υπόψη το ενδεχόμενο ανθρώπινου λάθους, προσπαθώντας να το ελέγξουν με άλλα μέσα. Τέτοιες μέθοδοι μπορεί να περιλαμβάνουν συναγερμούς, συστήματα ESD και PERC όπως είδαμε προηγουμένως.

Κάθε λιμένας θα πρέπει να διερευνά την πιθανή παρουσία κινδύνων που θα μπορούσαν να προκαλέσουν κρίσιμες επιπτώσεις κατά τη διάρκεια της μετακίνησης ενός μεταφορέα ΥΦΑ. Οι σχεδιαστές λιμένων πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την πιθανότητα ανθρώπινου λάθους κατά την εκτίμηση των κινδύνων. Αυτό πρέπει να γίνει για να εξασφαλιστεί ότι υπάρχει ικανοποιητικό περιθώριο ασφαλείας.

4. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΕΛΟΤ EN 1473

Εγκατάσταση και εξοπλισμός για υγροποιημένο φυσικό αέριο

Σχεδιασμός χερσαίων εγκαταστάσεων

Ο στόχος αυτού του Ευρωπαϊκού Προτύπου είναι να παράσχει λειτουργικές κατευθυντήριες γραμμές για τις χερσαίες εγκαταστάσεις υγροποιημένου φυσικού αερίου. Συνιστά διαδικασίες και πρακτικές που θα οδηγήσουν σε ασφαλή και περιβαλλοντικά αποδεκτό σχεδιασμό, κατασκευή και λειτουργία εγκαταστάσεων ΥΦΑ.

Δεν χρειάζεται να εφαρμόζεται αναδρομικά, αλλά η εφαρμογή του συνιστάται όταν εξετάζεται η πιθανότητα για σημαντικές τροποποιήσεις υφιστάμενων εγκαταστάσεων.

Το Πρότυπο αυτό συνιστάται επίσης για κατάργηση στένωσης, ανακατασκευή ή επέκταση της διάρκειας ζωής μιας εγκατάστασης στα όρια που ορίζονται από τις τοπικές αρχές. Η εφαρμογή των Ευρωπαϊκών Οδηγιών στις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις αποτελεί μέρος των ορίων που θα καθοριστούν από κοινού με τις τοπικές αρχές.

Σε περίπτωση επέκτασης της εγκατάστασης, αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο ισχύει για τις νέες μονάδες της. Η εφαρμογή αυτών των συστάσεων για τις συνδέσεις με τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις θα καθοριστεί από τις τοπικές αρχές. Τα όρια αυτής της εφαρμογής θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την πρακτικότητα της. Κατά τον ίδιο τρόπο, τα όρια της εφαρμογής των Ευρωπαϊκών Οδηγιών θα καθοριστούν με ακρίβεια στις τοπικές αρχές.

Παρακάτω δίνονται οι ορισμοί συγκεκριμένων εννοιών και όρων που χρησιμοποιούνται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1473 (προκειμένου να είναι πιο εύκολη η κατανόησή του) και στην συνέχεια παρουσιάζονται τα δύο πρώτα κεφάλαια του:

1. Ασφάλεια και περιβάλλον
2. Προβλήτες και λιμενικές εγκαταστάσεις

ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΕΝΝΟΙΩΝ

Στο πλαίσιο του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 1473, ισχύουν οι ακόλουθοι όροι και ορισμοί εννοιών.

μη κανονική λειτουργία

συνθήκες λειτουργίας όπως εκκίνηση και σταμάτημα, παραγωγή και διάθεση προϊόντων εκτός προδιαγραφών και λειτουργία με εξοπλισμό παραγωγής σε βλάβη ή σε συντήρηση, γενικώς καταστάσεις μη-κανονικής λειτουργίας εξαιρουμένων των ατυχημάτων

ατυχήματα

συμβάν που ξεκινά από μη ελεγχόμενη ή μη σχεδιασμένη κατάσταση λειτουργίας με επιπτώσεις στην ασφάλεια και/ή το περιβάλλον

όριο

περίγραμμα ιδιοκτησίας στη στεριά ή στο νερό μέσα στην οποία ο διαχειριστής/ιδιοκτήτης έχει πλήρη έλεγχο και εξουσία ή αποκλειστική χρήση

ανάχωμα ή αναχωματικός τοίχος

υπερυψωμένη αδιαπέραστη κατασκευή, ικανή να αντέχει τη στατική πίεση και τη θερμοκρασία του υγρού διαρροής, γύρω από την περίμετρο μιας περιοχής που περιορίζει τις διαρροές υδρογονανθράκων, συνήθως συναρτώμενη με περιοχές αποθήκευσης

συμπύκνωμα

υγροί υδρογονάνθρακες (σε υγρή κατάσταση υπό κανονικές συνθήκες) που παράγονται από τον αρχικό διαχωρισμό του φυσικού αερίου από μια δεξαμενή

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Τα συμπυκνώματα του φυσικού αερίου συνίστανται κυρίως σε πεντάνια και βαρύτερες ενώσεις, παρότι ποσότητες προπανίου και θουτανίου μπορεί να βρίσκονται διαλυμένες στο μίγμα.

πρωτεύων περιέκτης

περιέκτης σε άμεση διαρκή επαφή με το ΥΦΑ δηλαδή:

- ο κρυογονικός περιέκτης της μονής δεξαμενής συγκράτησης
- ο κρυογονικός περιέκτης της σφαιρικής δεξαμενής
- ο κρυογονικός περιέκτης της δεξαμενής διπλής συγκράτησης
- ο 9% κράματος νικελίου-χάλυβα αυτο-στηριζόμενος περιέκτης
- ο αυτό-στηριζόμενος περιέκτης από σκυρόδεμα
- η κρυογονική μεμβράνη των δεξαμενών μεμβράνης

δευτερεύων περιέκτης

περιέκτης σε επαφή με το ΥΦΑ μόνο στην περίπτωση αστοχίας του πρωτεύοντα περιέκτη, για παράδειγμα:

- οι αναχωματικοί τοίχοι για δεξαμενές μονής και διπλής συγκράτησης και οι σφαιρικές δεξαμενές
- ο εξωτερικός περιέκτης για δεξαμενές πλήρους συγκράτησης κράματος 9% νικελίου-χάλυβα, ή οι δεξαμενές μεμβράνης ή οι κρυογονικές δεξαμενές σκυροδέματος

συμβατικός γερασιός τερματικός σταθμός ΥΦΑ

τερματικός σταθμός για ανεφοδιασμό ή παραλαβή ΥΦΑ που είναι εγκαταστημένος στη στεριά και έχει λιμενική εγκατάσταση διακίνησης για τη φόρτωση (ανεφοδιασμό ΥΦΑ) και εκφόρτωση (παραλαβή ΥΦΑ) πλοίων μεταφοράς ΥΦΑ

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Η λιμενική εγκατάσταση διακίνησης είναι εγκατεστημένη σε λιμένα ή άλλη παράκτια τοποθεσία και αποτελείται από σταθερή κατασκευή, ή προβλήτα ικανή να υποστηρίξει τον ελλιμενισμό πλοίων μεταφοράς ΥΦΑ δεδομένων προδιαγραφών με πλήρες φορτίο και την ασφαλή τους πλευρική πρόσδεση. Η κατασκευή είναι συνδεδεμένη με την ακτή μέσω ικρίωματος, σήραγγος ή

άλλων μέσων, που επιτρέπει τη μεταφορά του ΥΦΑ και τις υποστηρικτικές υπηρεσίες και παρέχει ασφαλή πρόσβαση και απομάκρυνση του προσωπικού που εκτελεί εργασίες συντήρησης και λειτουργίας.

Σεισμός Σχεδιασμού Λειτουργίας (ΣΣΛ)

μέγιστη σεισμική δόνηση από την οποία δεν προκαλούνται ζημιές και η επανεκκίνηση και η ασφαλής λειτουργία μπορούν να συνεχιστούν

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Το συμβάν μέγιστης πιθανότητας δεν πρέπει να οδηγεί την εγκατάσταση σε εμπορική ζημία και η δημόσια ασφάλεια διασφαλίζεται.

Σεισμός Ασφαλούς Διακοπής Λειτουργίας (ΣΑΔΛ)

μέγιστη σεισμική δόνηση κατά την οποία οι βασικές λειτουργίες και μηχανισμοί ασφαλούς αστοχίας είναι σχεδιασμένοι να λειτουργούν

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Μόνιμη ζημιά μπορεί να αναμένεται από αυτό το συμβάν χαμηλής πιθανότητας αλλά χωρίς απώλεια της συνολικής ακεραιότητας και συγκράτησης. Η εγκατάσταση δεν θα πρέπει να παραμείνει σε διαρκή λειτουργία χωρίς την λεπτομερή εξέταση και τη δομική αξιολόγηση στην κατάσταση του μέγιστου ορίου.

Σύστημα Έκτακτης Διακοπής Λειτουργίας (ΣΕΔΛ)

σύστημα το οποίο διακόπτει τη λειτουργία της εγκατάστασης ή μονάδων αυτής με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα, ώστε να ελαχιστοποιείται η κλιμάκωση του περιστατικού

περιοχή πυρκαγιάς

περιοχή της εγκατάστασης προσδιορισμένη από φυσικά όρια ή διαχωρισμένη από άλλες περιοχές πυρκαγιάς με όρια όπως οδεύσεις εντός της εγκατάστασης

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Συστάδες μονάδων επεξεργασίας εντός μιας μεγάλης εγκατάστασης αποτελούν η καθεμιά μια περιοχή πυρκαγιάς. Διαφορετικές μονάδες επεξεργασίας διαχωρισμένες από οδεύσεις αποτελούν χωριστές περιοχές πυρκαγιάς. Μια περιοχή πυρκαγιάς είναι συχνά προφανώς καθορισμένη καθώς μπορεί να είναι μια χωριστή μονάδα της εγκατάστασης, μια περιοχή αποθήκευσης ή βοηθητικός χώρος ή μια διαχωρισμένη περιοχή λειτουργίας όπως ένα σημείο φόρτωσης βυτιοφόρου οχήματος.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2: Η περίμετρος τυπικού πυροσβεστικού συστήματος συνήθως περιλαμβάνει κάθε περιοχή πυρκαγιάς.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 3: Οι σχάρες σωληνώσεων που διατρέχουν περιοχές της εγκατάστασης δεν θεωρείται ότι επηρεάζουν ό,τι σχετίζεται με τις περιοχές πυρκαγιάς.

ζώνη πυρκαγιάς

περιοχή της εγκατάστασης ή ένα σύστημα διεργασιών εντός μιας περιοχής πυρκαγιάς που απαιτεί απομόνωση μέσω Βαλβίδας Έκτακτης Διακοπής Λειτουργίας (ΒΕΔΛ) για τον έλεγχο και την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων μιας πυρκαγιάς ή για την ελαχιστοποίηση της

διαταραχής των διεργασιών, στην περίπτωση διαταραχής μιας διεργασίας ή δυσλειτουργίας

εύφλεκτα αέρια

αέριο ή ατμός, ο οποίος όταν αναμειχθεί με τον αέρα σε συγκεκριμένες αναλογίες μπορεί να δημιουργήσει ένα αναφλέξιμο μείγμα αερίων

ΠΥΦΑ

πλωτή μονάδα υγροποίησης που παράγει ΥΦΑ, η οποία χειρίζεται το αέριο, το επεξεργάζεται ώστε να παράγει ΥΦΑ, ως κύρια παραγωγή, το αποθηκεύει και το εκφορτώνει σε πλοίο μεταφοράς ΥΦΑ

ΠΠΑΕ

στην ορολογία του ΥΦΑ, εναλλακτικός όρος για την ΠΥΦΑ

συχνότητα

ο αριθμός των εμφανίσεων ανά μονάδα χρόνου

ΠΜΑΑ

Πλωτή Μονάδα Αποθήκευσης και Αεριοποίησης ΥΦΑ

ΠΜΑ

Πλωτή Μονάδα Αποθήκευσης ΥΦΑ

κρίσιμη συγκόλληση

συγκόλληση η οποία δεν μπορεί να ελεγχθεί υπό πίεση εξαιτίας της φύσης της ή της θέσης της και συνεπώς θα υποβληθεί σε υψηλού επιπέδου μη καταστροφικό έλεγχο για να αποδειχθεί ότι είναι ασφαλής

κίνδυνος

ιδιότητα μιας επικίνδυνης ουσίας ή φυσική κατάσταση με δυνατότητα να δημιουργήσει βλάβη στην ανθρώπινη υγεία και/ή στο περιβάλλον

Αναφορά στην Ευρωπαϊκή Οδηγία [Οδηγία του Συμβουλίου 2012/18/ΕΕ για την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζόμενων με επικίνδυνες ουσίες].

περιοχή απορροής

περιοχή στην οποία διασκορπισμένα υγρά από περιέκτες αποθήκευσης υγρών υδρογονανθράκων μπορούν να περιοριστούν ή να ελεγχθούν, κοντά στην πηγή της διαρροής

Λεκάνη απορροής

περιέκτης εντός ή συνδεδεμένος με μια περιοχή απορροής ή περιοχή συλλογής υγρών διαρροής, όπου μπορεί να συλλέγονται διασκορπισμένα υγρά υγρών υδρογονανθράκων και να περιορίζονται υπό έλεγχο, με ασφάλεια

ΚΟΛ

Κατάσταση Ορίου Λειτουργικότητας, η οποία καθορίζεται στη βάση κριτηρίων εφαρμόσιμων στη λειτουργική ικανότητα ή στις ιδιότητες διάρκειας ζωής υπό κανονικές δράσεις

ΚΑΟ

Κατάσταση Άνω (ή κάτω) Ορίου που καθορίζεται στη βάση της διακινδύνευσης αστοχίας, των μεγάλων πλαστικών παραμορφώσεων ή καταπονήσεων συγκρίσιμων με αστοχίες κάτω από εξαιρετικά δυσμενείς δράσεις

Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (ΥΦΑ)

ΥΦΑ (Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο) που ορίζεται στο πρότυπο EN ISO 16903

σταθμός τροφοδοσίας ΥΦΑ

σταθμός ΥΦΑ όπου το ΥΦΑ φτάνει οδικώς, σιδηροδρομικώς, διά θαλάσσης, με κρυογονικό αγωγό από γειτονικό τερματικό, ο οποίος ανεφοδιάζει πλοία που χρησιμοποιούν το ΥΦΑ ως ναυτιλιακό καύσιμο

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Η παράδοση του ΥΦΑ (ή ο ανεφοδιασμός με ΥΦΑ) μπορεί να γίνει οδικώς, από τη θάλασσα ή μέσω σταθερού εξοπλισμού κατά μήκος του προβλήτα.

μονάδα υγροποίησης ΥΦΑ

εγκατάσταση στην οποία φυσικό αέριο έρχεται μέσω σωληνώσεων από ένα ή περισσότερα σημεία παραγωγής φυσικού αερίου ή από άλλες πηγές, υγροποιείται και στη συνέχεια αποθηκεύεται για εν συνεχεία μεταφορά μέσω θαλάσσης σε άλλους προορισμούς

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Η μονάδα ΥΦΑ διαθέτει λιμενικές υποδομές για την διακίνηση του ΥΦΑ και μπορεί να έχει σταθμούς ανεφοδιασμού (τροφοδοσίας) για οδικούς μεταφορείς, σιδηροδρομικούς μεταφορείς, φορτηγίδες ή μικρούς μεταφορείς ΥΦΑ.

μονάδα εξισορρόπησης έκτακτης ζήτησης ΥΦΑ

εγκατάσταση ΥΦΑ συνδεδεμένη σε δίκτυο αερίου που χρησιμοποιείται για την εξισορρόπηση της υψηλής ζήτησης αερίου σε περιόδους αιχμής

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Κατά την διάρκεια του έτους στην οποία η ζήτηση αερίου είναι χαμηλή, το φυσικό αέριο υγροποιείται και αποθηκεύεται. Το ΥΦΑ μπορεί να αεριοποιηθεί για μικρές περιόδους, όταν η ζήτηση είναι υψηλή.

σταθμός παραλαβής ΥΦΑ

εγκατάσταση στην οποία μεταφορείς ΥΦΑ (πλοία) εκφορτώνονται, όπου το ΥΦΑ αποθηκεύεται σε δεξαμενές, αεριοποιείται και διανέμεται σε δίκτυα αερίου ή καταναλωτές αερίου

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Ο σταθμός παραλαβής ΥΦΑ διαθέτει λιμενικές εγκαταστάσεις για την διακίνηση του ΥΦΑ και μπορεί να έχει σταθμούς ανεφοδιασμού για οδικούς μεταφορείς, σιδηροδρομικούς μεταφορείς, φορτηγίδες ή μικρούς μεταφορείς ΥΦΑ.

δορυφορικές εγκαταστάσεις ΥΦΑ

μικρές εγκαταστάσεις ΥΦΑ που τροφοδοτούνται με βυτιοφόρα, σιδηροδρομικώς, με φορτηγίδες ή μικρούς μεταφορείς ΥΦΑ

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Το ΥΦΑ αποθηκεύεται σε μονωμένα δοχεία πίεσης, αεριοποιείται και αποστέλλεται στο δίκτυο.

Φυσικό Υγρό Αέριο (ΦΥΑ)

υγρό που συντίθεται από υδρογονάνθρακες ελαφρών κλασμάτων, (τυπικά αιθάνιο μέχρι εξάνιο και άνω) που συμπυκνώνεται από το φυσικό αέριο πριν την υγροποίησή του

κανονική λειτουργία

λειτουργία που περιλαμβάνει διαλείπουσα λειτουργία όπως φόρτωση και εκφόρτωση πλοίου, εκκίνηση, συντήρηση, προγραμματισμένη διακοπή λειτουργίας και παράδοση

διαχειριστής λειτουργίας (εγκατάστασης)

εταιρεία υπεύθυνη για τη λειτουργία της εγκατάστασης

κατασκευαστής (εγκατάστασης)

εταιρεία υπεύθυνη για τον ασφαλή σχεδιασμό και κατασκευή της εγκατάστασης

κατηγορίες ατμοσφαιρικής πίεσης κατά PASQUILL

κατηγορίες που καθορίζονται σε συνάρτηση της ταχύτητας ανέμου και της ηλιακής ακτινοβολίας

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Διακρίνονται έξι κατηγορίες:

- A: ιδιαιτέρως ασταθής
- B: ασταθής
- Γ: ελαφρώς ασταθής
- Δ: ουδέτερη
- E: ελαφρώς ευσταθής
- Στ: ευσταθής

πιθανότητα

αριθμός στην κλίμακα από 0 έως 1 που εκφράζει την πιθανοφάνεια εμφάνισης συμβάντος

σύστημα (Διακοπής Διεργασίας) ΔΔ

σύστημα το οποίο ασφαλώς και αποτελεσματικά σταματά χωριστές μονάδες εντός της εγκατάστασης για λειτουργικούς λόγους

διακινδύνευση

συνδυασμός των συνεπειών και της συχνότητας εμφάνισης ενός συγκεκριμένου κινδύνου εντός συγκεκριμένης χρονικής περιόδου κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες

Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας

διεργασία διαχείρισης που ορίζει, καθιερώνει, διαθέτει και παρακολουθεί την οργανωτική δομή, υπευθυνότητες, διαδικασίες, διεργασίες και πόρους για να καθορίζει, να εφαρμόζει και να υλοποιεί την πολιτική πρόληψης μείζονος ατυχήματος

Αναφορά στην Ευρωπαϊκή Οδηγία 2012/18/ΕΕ για την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζόμενων με επικίνδυνες ουσίες.

ΣΑΑ

Στάθμη Ασφαλείας για την Ακεραιότητα που απαιτείται από ένα σύστημα που σχετίζεται με την ασφάλεια σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου EN 61508

περιοχή συλλογής υγρών διαρροής

περιοχή της παραγωγής ή διακίνησης ΥΦΑ όπου διαρροές μπορεί να περιοριστούν ή να ελεγχθούν συχνά με τη χρήση κράσπεδων ή ελεγχόμενων περιοχών με κλίση ή επικαλυμμένων περιοχών

ΕΠΛΕ

Ειδικό Πλοίο Επαναεριοποίησης

δεξαμενή

εξοπλισμός που χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την αποθήκευση ΥΦΑ

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Οι διαφορετικοί τύποι δεξαμενών με πίεση <0,5 bar περιγράφονται στο πρότυπο EN 14620.

περιοχή διακίνησης

περιοχή που περιλαμβάνει σύστημα σωληνώσεων όπου αναφλέξιμα υγρά ή αέρια εισάγονται ή απομακρύνονται από την εγκατάσταση ή όπου ενώσεις σωληνώσεων συνδέονται ή αποσυνδέονται τακτικά

επικυρωμένο μοντέλο

μαθηματικό μοντέλο, η επιστημονική βάση του οποίου είναι αποδεκτή ως έγκυρη και είναι αποδεδειγμένο ότι παρέχει μαθηματικά αποτελέσματα σε σχετικό μαθηματικό πρόβλημα

και έχει αποδειχθεί ότι καλύπτει το πλήρες εύρος κρίσης του μοντέλου και το οποίο έχει διακριβωθεί ή ελεγχθεί με χρήση ρεαλιστικών δεδομένων δοκιμής ή αποτελεσμάτων

σύστημα εξαερισμού

ανυψωμένο σύστημα συλλογής ατμών για την απαγωγή των εκπομπών ατμών από την εγκατάσταση

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Απαιτείται ο εξαερισμός να σχεδιάζεται με την παραδοχή ότι μπορεί να συμβεί ανάφλεξη και να προκληθεί θλάβη ή τραυματισμός εξαιτίας της θερμικής ακτινοβολίας.

4.1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

4.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι φάσεις σχεδιασμού, προμήθειας, κατασκευής και λειτουργίας πρέπει να υλοποιούνται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Συστημάτων Διαχείρισης Ποιότητας, Υγείας, Ασφάλειας και Περιβάλλοντος.

Επιπλέον, κάθε φάση πρέπει να ελέγχεται από ένα αποδεκτό Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας.

Σε περίπτωση επέκτασης της εγκατάστασης ή κατάργησης στένωσης, οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην ασφάλεια πρέπει να αξιολογούνται σύμφωνα με τις ακόλουθες συστάσεις. Οι πιθανές συνέπειες θα πρέπει να αναλύονται σε συνάρτηση με τους τρέχοντες τοπικούς κανονισμούς.

Σε περίπτωση ανακατασκευής με σκοπό την επέκταση διάρκειας ζωής, οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην ασφάλεια πρέπει να αξιολογούνται σύμφωνα με τις ακόλουθες συστάσεις. Η εφαρμογή των τρεχόντων τοπικών κανονισμών και η έκταση της εφαρμογής τους πρέπει να συμφωνούνται με τις τοπικές αρχές.

Σε περίπτωση ανακατασκευής χωρίς επέκταση διάρκειας ζωής και χωρίς κατάργηση στένωσης, πρέπει να εφαρμόζεται η αρχή της μη αναδρομικότητας.

4.1.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

4.1.2.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Κατά τη διάρκεια της φάσης μελέτης σκοπιμότητας του έργου, πρέπει να εκπονείται προκαταρκτική Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ) για την προτεινόμενη τοποθεσία σύμφωνα με τους τοπικούς κανονισμούς. Πρέπει να δοθεί προσοχή στην τυπική καταγραφή των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών αναφοράς της θέσης της εγκατάστασης.

Όταν έχει επιλεγεί θέση, πρέπει να διεξαχθεί λεπτομερής ΕΠΕ.

Όλες οι εκπομπές από την εγκατάσταση, δηλαδή, στερεές, υγρές (συμπεριλαμβανομένου του νερού) και αέριες (συμπεριλαμβανομένων των επιβλαβών οσμών) πρέπει να

εντοπίζονται και να λαμβάνονται μέτρα που εξασφαλίζουν ότι δεν είναι βλαπτικές σε πρόσωπα, ιδιοκτησία, ζώα ή βλάστηση. Αυτό εφαρμόζεται όχι μόνο στις κανονικές αλλά και στις ατυχηματικές εκπομπές.

Κατά τη διάρκεια ή πριν από τη λειτουργία πρέπει να καθιερωθεί διαδικασία διαχείρισης υγρών αποβλήτων. Οι προφυλάξεις για τον χειρισμό τοξικών υλικών πρέπει να εντοπίζονται και να επικαιροποιούνται τακτικά από τον διαχειριστή λειτουργίας/εγκατεστημένο φορέα.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που οφείλονται στην κατασκευή και τη λειτουργία πρέπει να εκτιμώνται και τα ανεπιθύμητα επίπεδα δραστηριοτήτων να απαλείφονται ή να ελαχιστοποιούνται και να περιορίζονται. Η παρακάτω λίστα ελέγχου καλύπτει τα κύρια στοιχεία:

- αυξημένος πληθυσμός, μόνιμος και προσωρινός
- αυξημένη οδική, σιδηροδρομική και θαλάσσια κυκλοφορία
- αυξημένα επίπεδα θορύβου, ξαφνικός και διαλείπων θόρυβος
- αυξημένα επίπεδα κραδασμών, αιφνίδιοι και διαλείποντες
- αυξημένη νυκτερινή εργασία, επίδραση φώτων και διαλείπουσα χρήση τους
- καύση, διαλείπουσα και/ή συνεχής
- θέρμανση ή ψύξη του νερού

4.1.2.2 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού, πρέπει να αναπτύσσονται σχέδια για να εξαλείφονται, να ελαχιστοποιούνται ή να καθίστανται αβλαβείς οι εκπομπές που προκύπτουν από δοκιμές παραλαβής, λειτουργίες και δραστηριότητες συντήρησης και πρέπει να τίθενται στόχοι για τις ποσότητες και τις συγκεντρώσεις των ρύπων στις εκπομπές.

4.1.2.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ

Τα ακόλουθα πρέπει να ελέγχονται με ασφάλεια:

- προϊόντα καύσης
- κανονικός ή ατυχηματικός εξαερισμός αερίου
- κανονική ή ατυχηματική ανάφλεξη αερίου
- διάθεση διαλύτη απομάκρυνσης όξινου αερίου
- διάθεση του χρησιμοποιημένου αντιδραστηρίου απομάκρυνσης υδραργύρου (δεδομένου ότι η διαδικασία απομάκρυνσης του υδραργύρου δεν είναι αναγεννητική, είναι απαραίτητο να αποθηκεύεται και στη συνέχεια να υφίσταται επεξεργασία η χρησιμοποιημένη απορροφητική μάζα ή να απομακρύνεται από έναν εξουσιοδοτημένο εργολάβο διάθεσης απορριμμάτων)
- το μίγμα νερού και ελαίων που συμπυκνώνεται κατά τη διάρκεια αναγέννησης του ξηραντή ή από τις μηχανές
- στην περίπτωση υδροψυκτού εξοπλισμού, μόλυνση από υδρογονάνθρακες του νερού ψύξης των σωλήνων εναλλακτών που έχουν διαρροές

- διάθεση αποβλήτων (συμπεριλαμβανομένων των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων και χλωριούχων οργανικών ενώσεων)
- νερό εξατμιστή
- χημικές ουσίες όσμησης

4.1.2.4 ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΚΑΥΣΗΣ / ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ

Οι εγκαταστάσεις πρέπει να σχεδιάζονται σύμφωνα με την αρχή της μη συνεχούς καύσης ή εξαερισμού. Πρέπει να γίνονται προβλέψεις κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία, ώστε να διασφαλίζεται ότι οι πιθανές ροές αποβλήτων αερίων, όπου αυτό είναι πρακτικά δυνατό, ανακτώνται και δεν οδηγούνται σε καύση ή εξαερισμό κατά την κανονική λειτουργία της εγκατάστασης.

4.1.2.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

Ο σχεδιασμός της εγκατάστασης πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις επιπτώσεις του θορύβου στους ανθρώπους που βρίσκονται εντός της εγκατάστασης και εκτίθενται στο θόρυβο και την επίδραση του θορύβου σε όποια κοινότητα περιβάλλει την εγκατάσταση.

Συνιστάται η διαδικασία σχεδιασμού ελέγχου του θορύβου της εγκατάστασης να συμμορφώνεται με το πρότυπο ISO 15664.

4.1.2.6 ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Οι εξωτερικές διαδρομές κυκλοφορίας κοντά στην εγκατάσταση ΥΦΑ πρέπει να αποτυπώνονται στην Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, δηλώνοντας τον όγκο και τη φύση της παρούσης κυκλοφορίας καθώς και κάθε προβλεπόμενη ανάπτυξη που προκαλείται από την εγκατάσταση. Συγκεκριμένα, πρέπει να εξετάζονται τα ακόλουθα:

- χερσαίες διαδρομές (δρόμοι, σιδηρόδρομοι)
- πλωτές διαδρομές (θαλάσσιες ή ποτάμιες διαδρομές, κανάλια)
- αεροδιάδρομοι και εγγύτητα αερολιμένων και αεροδρομίων

4.1.2.7 ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΝΕΡΟΥ

Πρέπει να εκτιμάται η επίδραση των απορριπτόμενων νερών (θερμοκρασία, ρεύματα, άνεμοι κ.λπ.).

4.1.3 ΓΕΝΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

4.1.3.1 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Οι εγκαταστάσεις ΥΦΑ πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να παρέχουν γενικά αποδεκτά επίπεδα διακινδύνευσης για τη ζωή και την περιουσία εκτός και εντός των ορίων της εγκατάστασης. Προκειμένου να εξασφαλιστεί αυτό το υψηλό επίπεδο ασφάλειας στις εγκαταστάσεις ΥΦΑ και στην ευρύτερη περιοχή, η ασφάλεια πρέπει να λαμβάνεται υπόψη

σε όλες τις φάσεις ανάπτυξης του έργου: μελέτη, κατασκευή, εκκίνηση, λειτουργία και παροπλισμό. Ειδικότερα, πρέπει να διενεργούνται αξιολογήσεις κινδύνου και να εφαρμόζονται τα απαιτούμενα μέτρα ασφαλείας για την εξασφάλιση αποδεκτών επιπέδων διακινδύνευσης.

Το ISO/TS 16901 δίνει στοιχεία που πρέπει να καλύπτονται από την Ποσοτική Αξιολόγηση Διακινδύνευσης (ΠΑΔ) και μια προσέγγιση για την αναγνώριση των πιθανών σεναρίων, την πιθανότητα εμφάνισής τους και την ανάλυση των συνεπειών τους.

4.1.3.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Μια περιγραφή των λειτουργιών της εγκατάστασης πρέπει να συντάσσεται κατά περιοχή της εγκατάστασης ή/και κατά διεργασία/λειτουργία, για χρήση στην αξιολόγηση ασφαλείας.

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΣΗΣ

Η μελέτη θέσης πρέπει να περιλαμβάνει, κατά περίπτωση:

- εδαφολογική μελέτη
- εδαφολογική μελέτη της περιοχής ώστε να καταστεί δυνατή η αξιολόγηση της διασποράς των υγρών και των αερίων νεφών
- μελέτη της βλάστησης, ώστε να καταστεί δυνατή, ιδίως, η αναγνώριση της διακινδύνευσης πυρκαγιάς της βλάστησης
- μελέτη του υδροφόρου ορίζοντα
- μελέτη για την αναγνώριση διαρροών ηλεκτρικών ρευμάτων (π.χ. εκείνων που προέρχονται από γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης, σιδηροδρομικές γραμμές)
- μελέτη του θαλάσσιου υδάτινου περιβάλλοντος και της θαλάσσιας πρόσβασης
- μελέτη της ποιότητας και της θερμοκρασίας του θαλάσσιου νερού
- μελέτη παλιρροϊκών συνθηκών
- μελέτη κρουστικών κυμάτων και πλημμυρών (τσουνάμι, κατάρρευση φραγμάτων κ.λπ.)
- μελέτη υποδομών της ευρύτερης περιοχής (π.χ. βιομηχανικές εγκαταστάσεις, οικοδομημένες περιοχές, επικοινωνίες)
- περιοχές ελιγμών, αποστάσεις ασφαλείας καθώς ένας μεταφορέας ΥΦΑ μετακινείται εντός του λιμένα και του αγκυροβολίου (βλ. Πρότυπο EN ISO 28460)

Η εδαφολογική μελέτη πρέπει να περιλαμβάνει:

- τη γεωτεχνική μελέτη που θα επιτρέψει την αναγνώριση των γεωμηχανικών χαρακτηριστικών του υπεδάφους
- τη γεωλογική και τεκτονική έρευνα

Τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής θα πρέπει να διερευνηθούν με αρκετή λεπτομέρεια ώστε να παρέχουν μια σαφή κατανόηση των φυσικών διεργασιών που σχημάτισαν την περιοχή, καθώς και τη δυνατότητα μελλοντικής σεισμικής δραστηριότητας.

Πρέπει να διεξάγεται πιο συγκεκριμένη μελέτη στη θέση και στη γειτονική περιοχή, για την ανίχνευση της παρουσίας καρστικών σχηματισμών, γύψου, διογκώσιμων αργίλων, εναποθέσεων διαλυτών αλάτων, υγροποίησης του εδάφους, μαζικής μετατόπισης κλπ. και πρέπει να αξιολογείται η σχετική τους επίπτωση.

Τέτοια φαινόμενα δεν επιτρέπονται κάτω από τη δεξαμενή ή/και τα θεμέλια του εξοπλισμού, εκτός εάν μπορεί να αποδειχθεί ότι έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα για να ξεπεραστούν τα πιθανά προβλήματα.

ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Η κλιματολογική μελέτη πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα σημεία:

- ένταση και κατεύθυνση του ανέμου, συμπεριλαμβανομένης της συχνότητας και της έντασης των ισχυρών καταιγίδων
- θερμοκρασίες
- ατμοσφαιρική σταθερότητα
- εύρος και ρυθμό μεταβολής της βαρομετρικής πίεσης
- βροχόπτωση, χιόνι, πάγος
- διαβρωτικά χαρακτηριστικά του αέρα
- κινδύνους πλημμύρας
- συχνότητα χτυπημάτων κεραυνών
- σχετική υγρασία

Οι κλιματικές αλλαγές θα αναλυθούν ως μέρος άλλων ερευνών που ενδέχεται να απαιτηθούν από τις τοπικές συνθήκες.

ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ

Ένας σεισμός ορίζεται από τις οριζόντιες και κατακόρυφες επιταχύνσεις του εδάφους. Αυτές οι επιταχύνσεις περιγράφονται σύμφωνα με τα πρότυπα EN 1997 (όλα τα μέρη) και EN 1998 με:

- το φάσμα συχνοτήτων τους
- το εύρος τους

Μια σεισμική ανάλυση ειδικά για τη θέση της εγκατάστασης πρέπει να διεξάγεται. Αυτή πρέπει να περιλαμβάνει αξιολόγηση της διακινδύνευσης σεισμού, τσουνάμι, κατολίσθησης και ηφαιστειακής δραστηριότητας. Η ανάλυση αυτή πρέπει να παρουσιάζεται σε Σεισμική Έκθεση όπου γεωλογικά και σεισμικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας της εγκατάστασης και της ευρύτερης περιοχής καθώς και οι γεωτεκτονικές πληροφορίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Συμπερασματικά, αυτή η έκθεση πρέπει να καθορίζει όλες τις σεισμικές παραμέτρους που απαιτούνται για το σχεδιασμό.

Το μέγεθος της περιοχής που πρόκειται να ερευνηθεί εξαρτάται από τη φύση της περιοχής, τις γεωλογικές και τεκτονικές συνθήκες που προκύπτουν από την εδαφολογική μελέτη. Γενικά, περιορίζεται σε απόσταση μικρότερη από 320 χλμ. από τη θέση της εγκατάστασης, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να περιλαμβάνει μια ολόκληρη τεκτονική ζώνη, μεγαλύτερη από την παραπάνω. Στο πλαίσιο αυτό, η διερεύνηση πρέπει να επεκταθεί σε βάθος ίσο τουλάχιστον με το διπλάσιο της διαμέτρου της κατασκευής ή ενός συνεκτεινόμενου κυκλικού θεμελίου που θα περιβάλλει την ίδια έκταση με την κατασκευή.

Ένα δεύτερο επίπεδο ανάλυσης πρέπει να πραγματοποιείται στην περιοχή εντός των 80 χλμ. από τη θέση της εγκατάστασης (περιφερειακή σεισμο-τεκτονική έρευνα) με σκοπό την ανίχνευση της παρουσίας οποιωνδήποτε ενεργών γεωλογικών ελαττωμάτων.

Αυτές οι έρευνες περιλαμβάνουν διεξοδική έρευνα, ανασκόπηση και αξιολόγηση όλων των ιστορικά αναφερόμενων σεισμών που έχουν επηρεάσει, ή που εύλογα αναμένεται να έχουν επηρεάσει τη θέση.

Σε περίπτωση σεισμικών ρηγμάτων σε άμεση γειτονίαση με τη θέση, διεξάγονται περαιτέρω έρευνες για την εκτίμηση της πιθανής τους δραστηριότητας. Τα ρήγματα για τα οποία δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί αδράνεια, δεν επιτρέπονται εντός της θέσης ή εντός απόστασης που θα καθοριστεί από τη μορφολογία του εδάφους.

Για λεπτομέρειες σχετικά με τις σεισμικές έρευνες, τις μελέτες, την ανάλυση και τη μορφή του φάσματος απόκρισης, γίνεται αναφορά στα EN 1997 (όλα τα μέρη), EN 1998-1 και EN 1998-5.

Οι γεωλογικές, τεκτονικές και σεισμολογικές μελέτες συμβάλλουν στον καθορισμό:

- του Σεισμού Ασφαλούς Διακοπής Λειτουργίας (ΣΑΔΛ)
- του Σεισμού Σχεδιασμού Λειτουργίας (ΣΣΛ)

Αυτά πρέπει να καθορίζονται:

- πιθανοτικά, ως εκείνα που προκαλούν κινήσεις εδάφους με τη μέση επανάληψη ως ελάχιστο διάστημα 5.000 ετών για το ΣΑΔΛ και 475 έτη για το ΣΣΛ και/ή
- ντετερμινιστικά, υποθέτοντας ότι οι σεισμοί που είναι ανάλογοι με τους μέγιστους ιστορικά γνωστούς σεισμούς είναι πιθανόν να συμβούν στο μέλλον με μια θέση επίκεντρου που είναι η πιο σοβαρή σε σχέση με τις επιπτώσεις της από την άποψη της έντασης στη θέση, παραμένοντας συμβατή με γεωλογικά και σεισμικά δεδομένα

Σημείωση: Τόσο το ΣΣΛ όσο και το ΣΑΔΛ καθορίζουν συγκεκριμένα όρια απόδοσης σε σεισμικά συμβάντα αυξανόμενης σοβαρότητας για συστήματα όπως ορίζονται στο σημείο "Ειδικά για την εγκατάσταση: Αντισεισμική προστασία".

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ

Κατά τη διάρκεια της φάσης της μελέτης σκοπιμότητας του έργου, πρέπει να διεξάγονται αξιολογήσεις της θέσης ώστε να εξασφαλίζεται η καταλληλότητα των χαρακτηριστικών της

τοποθεσίας όσον αφορά στην παρακείμενη ανάπτυξη. Η αξιολόγηση πρέπει να λαμβάνει υπόψη κατ' ελάχιστον τα ακόλουθα:

- οικιστική ανάπτυξη
- ανάπτυξη λιανεμπορίου και ψυχαγωγίας
- ανάπτυξη ευαίσθητων δραστηριοτήτων (σχολεία, νοσοκομεία, οίκοι ευγηρίας, αθλητικά στάδια κ.λπ.)
- βιομηχανική ανάπτυξη
- υποδομές μεταφορών

Όταν έχει επιλεγεί η θέση, θα πρέπει να διεξαχθεί λεπτομερής αξιολόγηση της τοποθεσίας. Η μεθοδολογία και ο σκοπός αξιολόγησης της τοποθεσίας πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τον προτεινόμενο κατάλογο των επικίνδυνων υλικών που περιέχονται στην εγκατάσταση και την παρουσία και κλίμακα της παρακείμενης υφιστάμενης και αναγνωρισμένης μελλοντικής ανάπτυξης, ενώ παράλληλα να συμμορφώνονται με τις τοπικές και εθνικές κανονιστικές απαιτήσεις.

Συνιστάται:

- η αξιολόγηση να επικαιροποιείται σε τακτική βάση και όταν γίνονται σημαντικές τροποποιήσεις ή αλλαγές
- η ανάπτυξη γύρω από την εγκατάσταση να ελέγχεται για να ελαχιστοποιηθεί μεταγενέστερη ασυμβίβαστη ανάπτυξη

4.1.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

4.1.4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Αξιολόγηση κινδύνου πρέπει να πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της εγκατάστασης και συνιστάται επίσης εάν λάβει χώρα σημαντική τροποποίηση ή αλλαγή.

Η ακόλουθη μεθοδολογία και οι απαιτήσεις δεδομένου ότι υπάρχουν διαφοροποιήσεις σε εθνικά και εταιρικά κριτήρια αποδοχής, θα πρέπει να θεωρούνται ως ελάχιστες απαιτήσεις. Εάν υπάρχουν αυστηρότερες τοπικές ή εθνικές απαιτήσεις, θα πρέπει να υπερισχύουν αυτών των ελάχιστων απαιτήσεων.

4.1.4.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μεθοδολογία αξιολόγησης κινδύνου μπορεί να είναι ντετερμινιστική ή/και πιθανοτική.

Η ντετερμινιστική προσέγγιση αποτελείται από:

- κατάλογο δυνητικών κινδύνων εξωτερικής και εσωτερικής προέλευσης
- αναγνώριση εύλογων κινδύνων
- προσδιορισμό των συνεπειών

- αιτιολόγηση των αναγκαίων μέτρων βελτίωσης της ασφάλειας για τον περιορισμό των συνεπειών

Η πιθανοτική προσέγγιση αποτελείται από:

- κατάλογο δυνητικών κινδύνων εξωτερικής και εσωτερικής προέλευσης
- προσδιορισμό των συνεπειών κάθε κινδύνου και την αντιστοίχισή τους σε κλάσεις συνεπειών
- συλλογή/καταγραφή δεδομένων ρυθμού βλαβών
- προσδιορισμό της πιθανότητας ή συχνότητας κάθε κινδύνου
- άθροιση της συχνότητας όλων των κινδύνων μέσα σε μια καθορισμένη κλάση συνεπειών και ταξινόμηση του εύρους συχνοτήτων για την εν λόγω κλάση συνεπειών
- ταξινόμηση των κινδύνων σύμφωνα με τις κλάσεις συνέπειας και του εύρους συχνοτήτων, προκειμένου να προσδιοριστεί η τάξη διακινδύνευσης

Σε περίπτωση που ο προσδιορισμός της διακινδύνευσης υποδηλώνει στάθμη "Μη Αποδεκτής Διακινδύνευσης", ο σχεδιασμός της εγκατάστασης ή οι πρακτικές λειτουργίας πρέπει να τροποποιούνται και η αξιολόγηση να επαναλαμβάνεται μέχρις ότου δεν υπάρχει τέτοια στάθμη "Μη Αποδεκτής Διακινδύνευσης". Σε περίπτωση που ο προσδιορισμός κινδύνου υποδεικνύει κανονική, αποδεκτή στάθμη διακινδύνευσης, δεν κρίνεται αναγκαία καμία περαιτέρω ενέργεια. Για στάθμη διακινδύνευσης για την οποία καθορίστηκε ότι απαιτείται περαιτέρω μείωση, πρόσθετα μέτρα ασφαλείας πρέπει να εξετάζονται ώστε να περιορίζεται το επίπεδο της διακινδύνευσης σε όσο πιο χαμηλό είναι πρακτικά εφικτό.

Η αξιολόγηση του κινδύνου μπορεί να βασίζεται σε συμβατικές μεθόδους όπως:

- Μελέτη Κίνδυνων και Λειτουργικότητας (ΜΚΛ)
- Ανάλυση Καταστάσεων Αστοχίας και Αποτελεσμάτων (ΑΚΑΑ)
- Μέθοδος Δέντρου Συμβάντων (ΜΔΣ)
- Μέθοδος Δέντρου Βλαβών (ΜΔΒ)

Η διαδικασία αξιολόγησης κινδύνων πρέπει να διεξάγεται σε όλα τα στάδια της διεργασίας σχεδιασμού. Συνιστάται η εφαρμογή κατά τα αρχικά στάδια ενός έργου ή κατά την τροποποίηση του σχεδιασμού, γεγονός που επιτρέπει τη βελτίωση των μη αποδεκτών σχεδίων με τον πλέον οικονομικά αποδοτικό τρόπο.

Τα ελάχιστα κριτήρια αποδοχής της πιθανοτικής αξιολόγησης βασίζονται στη διακινδύνευση του προσωπικού εντός των ορίων της εγκατάστασης. Εναλλακτικές μέθοδοι αξιολόγησης της διακινδύνευσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση καταλληλότητας σχεδιασμού της εγκατάστασης, τυπικά αξιολογήσεις διακινδύνευσης επιχειρησιακού και επικίνδυνου κλιμακούμενου επεισοδίου. Ωστόσο, κατ' ελάχιστο ο κίνδυνος προσωπικού πρέπει να αξιολογείται και να επαληθεύεται ως αποδεκτός κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της εγκατάστασης και μετά από μείζονες τροποποιήσεις.

Η ανάλυση διακινδύνευσης και τα συμπεράσματά της δεν πρέπει να υποβαθμίζουν τις ορθές πρακτικές της μηχανικής.

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

Θα πρέπει να διεξάγονται μελέτες για την αναγνώριση των κινδύνων που προέρχονται εκτός της εγκατάστασης. Οι κίνδυνοι αυτοί μπορούν να έχουν ως αιτίες:

- μεταφορείς ΥΦΑ που πλησιάζουν την αποβάθρα με υπερβολική ταχύτητα ή γωνία
- την πιθανότητα σύγκρουσης με την προβλήτα και/ή τον μεταφορέα ΥΦΑ στο αγκυροβόλιο από πλοία μεγάλου εκτοπίσματος που διέρχονται από την προβλήτα
- την επίδραση εκτοξευόμενων αντικειμένων και τις συνέπειες σύγκρουσης (πλοίο, φορτηγό, αεροπλάνο κ.λπ.)
- φυσικά φαινόμενα (κεραυνοί, πλημμύρες, σεισμοί, παλιρροϊκά κύματα, παγόβουνα, τσουνάμι κ.λπ.)
- ανάφλεξη από ραδιοκύματα υψηλής ενέργειας
- εγγύτητα αεροδρομίων και/ή αεροδιαδρόμων
- "φαινόμενο ντόμινο" που προκύπτει από πυρκαγιές και/ή εκρήξεις σε παρακείμενους χώρους
- εύφλεκτα, τοξικά ή ασφυξιογόνα παρασυρόμενα αέρια νέφη
- μόνιμες πηγές ανάφλεξης, όπως γραμμές υψηλής ηλεκτρικής τάσης (φαινόμενο εκκένωσης κορώνας)
- εγγύτητα του χώρου με τυχόν εξωτερικές μη ελεγχόμενες πηγές ανάφλεξης

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΥΦΑ

Η απώλεια περιβλήματος του ΥΦΑ και του φυσικού αερίου πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για όλα τα είδη εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένης της φόρτωσης ή εκφόρτωσης των βυτιοφόρων ή των μεταφορέων ΥΦΑ. Για να απλουστευθεί η μελέτη, μπορούν να αναπτυχθούν σενάρια.

Τα σενάρια αυτά ορίζονται με όρους:

- πιθανότητας ή συχνότητας του κινδύνου
- θέσης της διαρροής
- φύσης του ρευστού (ΥΦΑ ή αέριο, προσδιορίζοντας τη θερμοκρασία)
- ρυθμού και διάρκειας της διαρροής
- καιρικών συνθηκών (ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου, ατμοσφαιρική σταθερότητα, θερμοκρασία περιβάλλοντος, σχετική υγρασία)
- θερμικών ιδιοτήτων και τοπογραφίας του εδάφους (συμπεριλαμβανομένης οποιασδήποτε περιοχής απορροής)
- εγγύτητας μεταλλικών κατασκευών που μπορεί να είναι ευαίσθητες σε ψαθυρή θραύση λόγω χαμηλών ή κρυογενικών θερμοκρασιών. Υπό ορισμένες συνθήκες όταν έχουν εισαχθεί ποσότητες ΥΦΑ στο νερό, είναι γνωστό ότι υπάρχει υπερπίεση χωρίς καύση. Αυτό το φαινόμενο αναφέρεται ως Απότομη Μετάβαση Φάσης (ΑΜΦ). Αναφορά γίνεται στο EN ISO 16903.

Συγκεκριμένα, τα σενάρια που πρέπει να ληφθούν υπόψη για διάφορους τύπους δεξαμενών ΥΦΑ παρατίθενται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7: Σενάρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την αξιολόγηση κινδύνου σε συνάρτηση με τους τύπους δεξαμενής

Τύπος περιβλήματος δεξαμενής ^δ	Όλα μεταλλικά ή μόνο με μεταλλική οροφή	Προεντεταμένο σκυρόδεμα (συμπεριλαμβανομένης της οροφής από σκυρόδεμα)
Μονό περίβλημα	α	
Διπλό περίβλημα	β	
Πλήρες περίβλημα	β	γ
Στο έδαφος	β	γ

Σενάρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:
^α Σε περίπτωση κατάρρευσης του κύριου περιέκτη της δεξαμενής, το μέγεθος της πυροσβεστικής δεξαμενής αντιστοιχεί στην περιοχή απορροής.
^β Σε περίπτωση κατάρρευσης της οροφής της δεξαμενής, το μέγεθος της πυροσβεστικής δεξαμενής αντιστοιχεί στο δευτερεύοντα περιέκτη.
^γ Η κατάρρευση της στέγης δεν εξετάζεται για αυτούς τους τύπους δεξαμενών εκτός εάν ορίζεται στην ανάλυση διακινδύνευσης.
^δ Για ορισμό, βλέπε "όροι και ορισμοί εννοιών" στην αρχή του κεφαλαίου

ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΟΥ ΔΕΝ ΑΦΟΡΟΥΝ ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΑ ΤΟ ΥΦΑ

Οι παρακάτω αιτίες κινδύνων που δεν αφορούν αποκλειστικά το ΥΦΑ πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- αποθήκευση υγραερίου και βαρύτερων υδρογονανθράκων
- ταυτόχρονες φορτώσεις σε προβλήτα πολλαπλών προϊόντων
- κακή επικοινωνία μεταξύ του πλοίου και της στεριάς
- κίνηση μέσα στην εγκατάσταση τόσο κατά την διάρκεια της κατασκευής όσο και κατά τη λειτουργία της
- διαρροή άλλων επικίνδυνων ουσιών, ιδίως εύφλεκτων ψυκτικών ρευστών
- εκτοξευόμενα αντικείμενα προερχόμενα από έκρηξη
- εξοπλισμός υπό πίεση και εξοπλισμός ατμοποίησης
- καυστήρες και λέβητες
- περιστρεφόμενα μηχανήματα
- βοηθητικά μέσα, καταλύτες και χημικά προϊόντα (καύσιμο πετρέλαιο, λιπαντικά έλαια, μεθανόλη κ.λπ.)
- ρύποι που βρίσκονται στο αέριο τροφοδοσίας εγκαταστάσεων υγροποίησης
- ηλεκτρικές εγκαταστάσεις
- λιμενικές εγκαταστάσεις σχετικές με την εγκατάσταση ΥΦΑ
- ζητήματα ασφάλειας (π.χ. εισβολή, δολιοφθορά)
- ατυχήματα κατά την κατασκευή και τη συντήρηση καθώς και η κλιμάκωσή τους

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ

Η εκτίμηση της πιθανότητας που συνδέεται με έναν συγκεκριμένο κίνδυνο, όπου χρησιμοποιείται, θα πρέπει να βασίζεται σε αξιόπιστες βάσεις δεδομένων διαθέσιμες σε δημόσια χρήση και οι οποίες είναι κατάλληλες για τη βιομηχανία ΥΦΑ που θα καθορίσουν το εύρος συχνοτήτων για αυτόν τον κίνδυνο. Ο ανθρώπινος παράγοντας πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ

ΓΕΝΙΚΑ

Οι συνέπειες κάθε σεναρίου όπως ορίζεται παραπάνω θα εξαρτηθούν από τα χαρακτηριστικά του ΥΦΑ και των άλλων φαινομένων που περιγράφονται στο Πρότυπο EN ISO 16903. Για τα επικίνδυνα χαρακτηριστικά των ρευστών εκτός του ΥΦΑ πρέπει να γίνεται αναφορά στα Δελτία Δεδομένων Ασφαλείας τους.

ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΥΦΑ ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΔΙΑΡΡΕΥΣΕΙ

Το φαινόμενο της στιγμιαίας εξάτμισης (με εκτόνωση, συμπεριλαμβανομένου του πιθανού σχηματισμού αερολύματος) πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.

Ο υπολογισμός της εξάτμισης που οφείλεται στη μεταφορά θερμότητας πρέπει να πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας κατάλληλα επικυρωμένα μοντέλα.

Το μοντέλο πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα:

- ρυθμός και διάρκεια ροής ΥΦΑ
- σύνθεση ΥΦΑ
- φύση του εδάφους (θερμική αγωγιμότητα, ειδική θερμότητα, πυκνότητα κ.λπ.)
- θερμοκρασία του εδάφους ή του νερού
- ατμοσφαιρικές συνθήκες (θερμοκρασία περιβάλλοντος, υγρασία, ταχύτητα ανέμου)
- ατμοσφαιρική σταθερότητα ή ρυθμός θερμοκρασιακής μεταβολής (θερμοβαθμίδα)

Το μοντέλο πρέπει να επιτρέπει τον καθορισμό των ακόλουθων:

- ταχύτητα μεγέθυνσης της λίμνης
- ταχύτητα μεγέθυνσης της διαβρεγμένης περιοχής με όρους χρόνου, και, ειδικότερα, της μέγιστης διαβρεγμένης περιοχής
- ρυθμός εξάτμισης με όρους χρόνου και, ειδικότερα, ο μέγιστος ρυθμός εξάτμισης

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΑΤΜΩΝ ΥΦΑ

Ο υπολογισμός της ατμοσφαιρικής διασποράς του νέφους που προκύπτει από την εξάτμιση του ΥΦΑ λόγω στιγμιαίας εκτόνωσης και εξάτμισης εξαιτίας επαφής με το έδαφος ή το νερό πρέπει να διεξάγεται χρησιμοποιώντας κατάλληλα επικυρωμένα μοντέλα.

Ο προσδιορισμός της διασποράς πρέπει, τουλάχιστον, να λαμβάνει υπόψη:

- τη διάμετρο της λίμνης εξάτμισης
- το ρυθμό εξάτμισης
- τις ιδιότητες του ατμού
- τη φύση του εδάφους (θερμική αγωγιμότητα, ειδική θερμότητα, πυκνότητα κ.λπ.)
- τη θερμοκρασία του εδάφους ή του νερού
- τις ατμοσφαιρικές συνθήκες (θερμοκρασία περιβάλλοντος, υγρασία, ταχύτητα ανέμου)
- την ατμοσφαιρική σταθερότητα ή θερμοβαθμίδα
- την τοπογραφία θέσης (επιφανειακή τραχύτητα κ.λπ.)

Η προσομοίωση της ατμοσφαιρικής διασποράς πρέπει να βασίζεται στον συνδυασμό της ταχύτητας του ανέμου και της ατμοσφαιρικής σταθερότητας που μπορεί να συμβεί ταυτόχρονα και να έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη δυνατή προβλέψιμη απόσταση διασκορπισμού προσήνεμα που υπερβαίνεται λιγότερο από 10% του χρόνου.

Εάν δεν υπάρχουν άλλες πληροφορίες, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες ατμοσφαιρικές συνθήκες: F (PASQUILL) ατμοσφαιρική σταθερότητα ή ισοδύναμη θερμοβαθμίδα, για άνεμο 2 m/s και σχετική υγρασία 50%.

Το μοντέλο πρέπει να επιτρέπει τον προσδιορισμό:

- περιγραμμάτων συγκέντρωσης
- απόστασης από το κατώτερο όριο ευφλεκτότητας

ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΜΕ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ Ή ΥΦΑ

Ο υπολογισμός της ατμοσφαιρικής διασποράς που προκύπτει από την απελευθέρωση με εκτόξευση πρέπει να εκτελείται χρησιμοποιώντας κατάλληλα επικυρωμένα μοντέλα για να καθοριστεί κατ' ελάχιστο το ύψος ή η απόσταση που φτάνει η εκτόξευση και η συγκέντρωση αερίου σε κάθε δεδομένο σημείο.

Οι πηγές απελευθέρωσης με εκτόξευση θα πρέπει να περιλαμβάνουν απελευθερώσεις από ατμοσφαιρικές βαλβίδες ασφαλείας, λάμψη χωρίς ανάφλεξη και αεραγωγούς. Όπου απαιτείται, πρέπει να εξετάζεται πιθανός σχηματισμός αερολύματος.

ΥΠΕΡΠΙΕΣΗ

Η ανάφλεξη φυσικού αερίου μπορεί να δημιουργήσει υπό ορισμένες συνθήκες (π.χ. περιοχές συμφόρησης) μια έκρηξη που δημιουργεί κύμα υπερπίεσης. Το εύρος αναφλεξιμότητας των μιγμάτων αερίου και αέρα δίδεται στο Πρότυπο EN ISO 16903.

Αναγνωρισμένες μέθοδοι και μοντέλα, όπως για παράδειγμα η μέθοδος πολλαπλής ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της υπερπίεσης. Αυτή η υπερπίεση θα πρέπει να προσδιορίζεται όπου είναι εφαρμοστέο για εξοπλισμό, κτίρια και δομές.

Όταν καθορίζεται υπερπίεση σε δεξαμενή, στοιχείο εξοπλισμού, κτίριο ή δομή, θα πρέπει πάντα να αφορά τα χαρακτηριστικά του κύματος εισόδου. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί

να υποτεθεί ότι μια έκρηξη κατάκαυσης κοντά στη δεξαμενή δημιουργεί μια υπερπίεση η οποία εφαρμόζεται, στη χειρότερη υπόθεση, στη μισή περίμετρο της δεξαμενής. Οι καταπονήσεις στη δεξαμενή που οφείλονται σε υπερπίεση πρέπει να καθορίζονται με δυναμικό υπολογισμό. Για τις άλλες δομές, οι τάσεις μπορούν να προσδιοριστούν με στατικό υπολογισμό.

Η επίδραση δυναμικής υπερπίεσης κάτω από τη βάση μιας ανυψωμένης δεξαμενής που οφείλεται σε ανάφλεξη ενός εύφλεκτου μείγματος κάτω από τη δεξαμενή, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.

Τα αποτελέσματα της αντανάκλασης του κύματος στα αντικείμενα πρέπει να αποτελούν ευθύνη του προμηθευτή.

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Ο υπολογισμός της ακτινοβολίας που προκαλείται από την ανάφλεξη των ατμών από μια λίμνη ή εκτόξευση ΥΦΑ ή απελευθέρωση φυσικού αερίου πρέπει να πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας κατάλληλα επικυρωμένα μοντέλα.

Το μοντέλο πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα:

- την περιοχή της λίμνης πυρκαγιάς ή τις διαστάσεις της φλόγας
- την επιφανειακή εκπομπή ισχύος της λίμνης πυρκαγιάς ή της φλόγας (βλ. EN ISO 16903)
- την θερμοκρασία περιβάλλοντος, την ταχύτητα του ανέμου και την σχετική υγρασία

Ο υπολογισμός της ακτινοβολίας πρέπει να βασίζεται στον συνδυασμό ταχύτητας ανέμου και ατμοσφαιρικών συνθηκών που μπορούν να συμβούν ταυτόχρονα και να έχει ως αποτέλεσμα την υψηλότερη προβλεπόμενη ακτινοβολία η οποία υπερβαίνεται λιγότερο από το 10% του χρόνου.

Εάν δεν υπάρχουν άλλες πληροφορίες διαθέσιμες, οι παρακάτω ατμοσφαιρικές συνθήκες πρέπει να θεωρούνται: άνεμος 10 m/s και σχετική υγρασία 50%.

Το μοντέλο επιτρέπει τον προσδιορισμό της προσπίπτουσας ακτινοβολίας σε διάφορες αποστάσεις και ανυψώσεις.

4.1.4.3 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Όταν η αξιολόγηση κινδύνου δείχνει ότι υπερβαίνονται οι τιμές κατωφλίου ή δείχνει ότι η στάθμη διακινδύνευσης απαιτεί βελτίωση, πρέπει λαμβάνονται μέτρα, όπως για παράδειγμα:

- θέσπιση συστήματος ασφαλείας που επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση διαρροής και τον περιορισμό των συνεπειών των αναφλέξεων
- αύξηση της αραίωσης του εύφλεκτου νέφους
- εξάλειψη των πιθανών πηγών ανάφλεξης μέσα σε εύφλεκτο νέφος

- μείωση των ρυθμών εξάτμισης μέσω της ελαχιστοποίησης της μεταφοράς θερμότητας
- μείωση της ακτινοβολούμενης θερμότητας με χρήση κουρτινών νερού, καταϊωνιστήρων, αφρό ή μόνωση
- μείωση της απόστασης διασποράς ατμού μέσω της θέρμανσης του νέφους με τη χρήση αφρού ή ψεκασμού
- αύξηση της απόστασης μεταξύ του εξοπλισμού
- προστασία της εγκατάστασης από εκρήξεις
- συστήματα συναγερμού όπως μονάδες σπασίματος τζαμιού, τηλέφωνα, συστήματα τηλεειδοποίησης, τηλεοράσεις κλειστού κυκλώματος και σειρήνες

4.1.5 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

4.1.5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τη διάρκεια του τεχνικού σχεδιασμού και της κατασκευής, η ασφάλεια πρέπει να ελέγχεται συνεχώς, ώστε να εξασφαλίζεται η κατάλληλη στάθμη ασφάλειας εν σχέση με την εκτίμηση κινδύνου.

Η διαχείριση της ασφάλειας κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και της κατασκευής πρέπει να περιλαμβάνει θέματα σχεδιασμού και συνεχείς αναθεωρήσεις.

4.1.5.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

ΚΟΙΝΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΧΑΜΗΛΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Οι πιέσεις σχεδιασμού και οι θερμοκρασίες των σωληνώσεων και του εξοπλισμού πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να καλύπτουν όλες τις αναμενόμενες συνθήκες λειτουργίας και διαταραχής. Κατάλληλα υλικά παρατίθενται στο Πρότυπο EN ISO 16903.

Οι καταπονήσεις στις σωληνώσεις και τον εξοπλισμό επηρεάζονται από φαινόμενα συστολής/διαστολής εξαιτίας μεταβολών της θερμοκρασίας, της πιθανότητας θερμικού σοκ και της μεθόδου μόνωσης. Φυσικά φαινόμενα όπως: υδραυλικό πλήγμα, σπηλαίωση, στιγμιαία εκτόνωση και διφασική ροή πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Συνιστάται οι κύριοι σωλήνες να διατηρούνται σε ψυχρή κατάσταση, π.χ. με την κυκλοφορία του ΥΦΑ, συναρτήσει των καιρικών συνθηκών.

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΙΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Όλες οι εγκαταστάσεις πρέπει να υποβάλλονται σε ανάλυση επικίνδυνων περιοχών. Οι όροι αναφοράς για μια τέτοια ανάλυση πρέπει να καθορίζονται σύμφωνα με το EN 1127-1, το EN 60079-10-1 και το EN 60079-10-2.

Η μορφή και η έκταση κάθε ζώνης ενδέχεται να διαφέρουν ελαφρώς ανάλογα με τον εθνικό ή επαγγελματικό κώδικα που χρησιμοποιείται, αλλά πρέπει να ευθυγραμμίζονται με τη μεθοδολογία που ορίζεται στα Πρότυπα EN 60079-10-1 και EN 60079-10-2. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το Πρότυπο EN ISO 28460 για την προβλήτα, ιδίως για τις επικίνδυνες ζώνες που δημιουργούνται όταν το πλοίο ΥΦΑ βρίσκεται πλευρικά.

Η επιλογή εξοπλισμού για χρήση σε συγκεκριμένες θέσεις πρέπει να προσδιορίζεται από την ταξινόμηση επικίνδυνων ζωνών αυτών των θέσεων σύμφωνα με τις σειρές Προτύπων EN 1127-1 και EN/IEC (μέρη 0 έως 25).

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΥΠΕΡΠΙΕΣΗΣ

Διατάξεις ασφαλείας πρέπει να παρέχονται ώστε να καλύπτουν όλες τις εσωτερικές διακινδυνεύσεις υπερπίεσης, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που οφείλονται σε φωτιά.

Συνιστάται οι απορρίψεις από συμβατικές διατάξεις ασφαλείας (βαλβίδες ασφαλείας, ανακουφιστικές βαλβίδες) να κατευθύνονται προς το σύστημα καύσης/εξαερισμού ή τη δεξαμενή αποθήκευσης. Η βαλβίδα ασφαλείας της δεξαμενής και του εξατμιστή, εάν δεν δρομολογείται προς τα συστήματα καύσης/εξαερισμού, θα πρέπει να δρομολογείται σε ασφαλή θέση όπως ορίζεται από την εκτίμηση κινδύνου.

Εάν οι εκλύσεις χαμηλής και υψηλής πίεσης κατευθύνονται προς το ίδιο σύστημα, η διακινδύνευση υπερβολικής αντίθλιψης θα πρέπει να αποφεύγεται. Εάν μπορεί να προκύψει υπερβολική αντίθλιψη σε σύστημα απελευθέρωσης χαμηλής πίεσης λόγω απελευθέρωσης υψηλής πίεσης, τότε μπορούν να ληφθούν υπόψη ξεχωριστά συστήματα καύσης/εξαερισμού για απελευθερώσεις υψηλής και χαμηλής πίεσης.

ΑΠΟΣΥΜΠΙΕΣΗ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ

Συνιστάται η ύπαρξη ενός συστήματος αποσυμπίεσης.

Ο σκοπός αυτού του μέτρου είναι:

- η μείωση της εσωτερικής πίεσης
- η μείωση της επίδρασης της διαρροής
- η αποφυγή της διακινδύνευσης αστοχίας ΥΦΑ, ψυκτικού μέσου υδρογονανθράκων ή δοχείων πίεσης γεμάτων με αέριο και σωληνώσεων από εξωτερική ακτινοβολία

Οι συσκευές για την αποσυμπίεση εξοπλισμού υψηλής πίεσης πρέπει να επιτρέπουν την ταχεία μείωση της πίεσης ενός ή περισσότερων τμημάτων εξοπλισμού. Αυτά τα αέρια πρέπει να αποστέλλονται στο σύστημα καύσης το οποίο πρέπει να είναι ικανό να χειρίζεται τις χαμηλές θερμοκρασίες που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της αποσυμπίεσης.

Βαλβίδες απομόνωσης, ενεργοποιούμενες από αίθουσα ελέγχου ή άλλη απομακρυσμένη θέση ή αυτόματα, πρέπει να υπάρχουν έτσι ώστε η μονάδα να μπορεί να απομονωθεί σε διάφορα υποσυστήματα και όπου απαιτείται να απομονωθεί ευαίσθητος εξοπλισμός. Αυτό θα καταστήσει δυνατή την αποσυμπίεση μόνο ενός μέρους της εγκατάστασης, περιορίζοντας ταυτόχρονα την είσοδο υδρογονανθράκων σε ζώνη που περιέχει φωτιά.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Σύστημα ελέγχου ασφαλείας πρέπει να υπάρχει για τον εντοπισμό, την ενημέρωση και την κατάλληλη αντίδραση σε επικίνδυνα συμβάντα. Το σύστημα ελέγχου ασφαλείας πρέπει να είναι ανεξάρτητο από το σύστημα ελέγχου της διεργασίας και να εντοπίζει τον κίνδυνο και, εφόσον ενδείκνυται, να φέρει αυτόματα την εγκατάσταση σε ασφαλείς συνθήκες.

ΕΓΓΕΝΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Η εγγενής προστασία της ασφάλειας πρέπει να παρέχεται ώστε:

- να συγκρατούνται διαρροές ΥΦΑ εντός της περίφραξης και να ελαχιστοποιούνται τα αξιόπιστα σενάρια όπου μπορεί να υπάρχει ο κίνδυνος τα νέφη ατμών να εξαπλωθούν πέρα από τα όρια της περίφραξης της εγκατάστασης
- να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα πυρκαγιάς από οποιαδήποτε περιοχή της εγκατάστασης να επεκταθεί σε άλλη περιοχή
- να ελαχιστοποιούνται οι ζημιές στην άμεση περιοχή της φωτιάς με χρήση αντιπυρικών ζωνών, ελαχιστοποιώντας την συγκέντρωση υδρογονανθράκων που τροφοδοτούν πιθανή πυρκαγιά (διαχωρίζοντας την εγκατάσταση σε διαφορετικές πυροσβεστικές ζώνες, με βαλβίδες απομόνωσης)

Η εγγενής ασφάλεια πρέπει να ενθαρρύνεται εν σχέσει με τη χρήση σύνθετων συστημάτων.

ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΕ ΦΩΤΙΑ ΚΑΙ ΘΡΑΥΣΗ

Η παθητική προστασία σε φωτιά και θραύση θα πρέπει να παρέχεται ώστε:

- να προστατεύει τον εξοπλισμό και τα βασικά δομικά υποστηρίγματα της δομής από το τοπικό συμβάν πυρκαγιάς ελαχιστοποιώντας την κλιμάκωση και τη διακινδύνευση του προσωπικού αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης
- να προστατεύονται τα κύρια δομικά μέρη από ψαθυρή θραύση που οφείλεται σε ψυχρό πιτσίλισμα και τη συνεπαγόμενη πλήρη κατάρρευση

ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Εξοπλισμός και/ή συστήματα θα πρέπει να παρέχονται για τον έλεγχο και την αντιμετώπιση έκτακτων καταστάσεων.

ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΦΑ

Διαρροές ΥΦΑ και υγρών υδρογονανθράκων όπως το Φυσικό Υγρό Αέριο (ΦΥΑ) και ψυκτικών παράγουν εύφλεκτα σύννεφα ατμών βαρύτερα του αέρα. Η εγκατάσταση θα πρέπει να είναι σχεδιασμένη ώστε να εξαλείφει ή να ελαχιστοποιεί την ποσότητα και την πιθανότητα ατυχηματικών και σχεδιασμένων εκπομπών αυτών των υγρών.

Αυτό θα πρέπει να επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας κατά το σχεδιασμό, την προμήθεια, την παραγωγή, την κατασκευή και την λειτουργία της

εγκατάστασης προκειμένου να διασφαλίζεται ότι εφαρμόζονται οι βέλτιστοι διαθέσιμοι κανόνες τεχνολογίας. Ιδιαίτερα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω:

- Όπου είναι δυνατόν, εγκατάσταση και εξοπλισμός που περιέχουν εύφλεκτα υγρά πρέπει να χωροθετούνται σε ανοικτό χώρο. Εντούτοις, συντήρηση και κλιματικές συνθήκες θα επηρεάσουν αυτήν την απόφαση.
- Η χωροθέτηση της εγκατάστασης πρέπει να σχεδιάζεται ώστε να ελαχιστοποιείται η συμφόρηση.
- Κατάλληλη ευελιξία των σωληνώσεων ώστε να είναι κατάλληλες για όλες τις συνθήκες λειτουργίας.
- Ο αριθμός των φλαντζών κατά μήκος των σωληνώσεων πρέπει να ελαχιστοποιείται με τη χρήση συγκολλημένων ενσωματωμένων βαλβίδων λαμβάνοντας υπόψη τη θέση σε λειτουργία, την απομόνωση και τη συντήρηση. Όπου χρησιμοποιούνται φλάντζες, τσιμούχες που ικανοποιούν τις απαιτήσεις όπως περιγράφεται στο EN 12308, κατάλληλες για την σύνδεση και εξυπηρέτηση θα πρέπει να επιλέγονται και όπου είναι δυνατόν θα πρέπει να προσανατολίζονται έτσι ώστε αν συμβεί διαρροή το εκτοξευόμενο υγρό να μην προσβάλει το γειτονικό εξοπλισμό.
- Η χωροθέτηση της ανακουφιστικής βαλβίδας του τέλους της σωλήνωσης θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος.
- Οι πιέσεις σχεδιασμού θα πρέπει να αφήνουν ένα επαρκώς ευρύ περιθώριο πάνω από τις πιέσεις λειτουργίας ώστε να ελαχιστοποιείται η συχνότητα του ανοίγματος των ανακουφιστικών βαλβίδων.
- Αντλίες με παρεμβύσματα υψηλής ακεραιότητας ή υποβρύχιες αντλίες και κινητήρες θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για το ΥΦΑ και το υγραέριο.
- Συνιστάται γαλβανισμένες επιφάνειες να χωροθετούνται έτσι ώστε να αποφεύγεται η πιθανή επιμόλυνση με πηγμένο υδράργυρο των σωληνώσεων και του εξοπλισμού από ωστενιτικό ανοξείδωτο χάλυβα στην περίπτωση πυρκαγιάς που πιθανά οδηγεί σε ψαθυρή θραύση ή γρήγορη αστοχία.
- Προσοχή πρέπει να δοθεί στην εγκατάσταση ψευδαργύρου και αλουμινίου πάνω από μη προστατευμένα χαλύβδινα και χάλκινα συστήματα. Αν το αλουμίνιο ή ο ψευδάργυρος θερμανθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα με χαλύβδινο ή χάλκινο αντικείμενο, το αντικείμενο αυτό μπορεί να αναπτύξει κοιλότητες ή οπές από κραματοποίηση κατά τη διάρκεια μελλοντικής λειτουργίας. Το φαινόμενο αυτό δεν θα είναι στιγμιαίο, αλλά ενδέχεται να επηρεάσει την ακεραιότητα της εγκατάστασης κατά τη μελλοντική λειτουργία.
- Οι βαλβίδες απομόνωσης πρέπει να τοποθετούνται όσο κοντά γίνεται στο ακροφύσιο, αλλά εκτός της περιμέτρου της εκροής των υγρών που προέρχονται από τις διεργασίες των πιεστικών δοχείων που περιέχουν εύφλεκτα υγρά. Αυτές οι βαλβίδες απομόνωσης θα πρέπει να ενεργοποιούνται με απομακρυσμένη διαχείριση με ένα πιεστικό διακόπτη σε ασφαλή τοποθεσία ή αυτόματα από το Σύστημα Έκτακτης Διακοπής Λειτουργίας (ΣΕΔΛ).

ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Η έκταση των λεκανών απορροής, των καναλιών συλλογής διαρροών ΥΦΑ και των σωληνώσεων υδρογονανθράκων και εξοπλισμού θα πρέπει να αξιολογούνται σαν μέρος της εκτίμησης κινδύνου. Γενικά, έχει βρεθεί ότι η συλλογή των διαρροών από σωληνώσεις που συνδέουν ΥΦΑ και υδρογονάνθρακες, χωρίς κλάδους, φλάντζες ή μέσα σύνδεσης, δεν δικαιολογείται από την εκτίμηση κινδύνου.

Αν απαιτείται, η έκτασή τους θα πρέπει να σχεδιάζεται ώστε να αντιμετωπίζονται δυνητικές διαρροές που μπορεί να εντοπιστούν κατά την εκτίμηση κινδύνου.

Δυνατές διαρροές ΥΦΑ και υδρογονανθράκων πρέπει να αποστραγγίζονται σε λεκάνες απορροής, με γεννήτριες αφρού ή άλλα μέσα για βελτιωμένο έλεγχο της εξάτμισης.

ΕΙΔΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ: ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Η εγκατάσταση πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να επιτρέπει την εύκολη συνέχιση της λειτουργίας μετά από ένα σεισμό επιπέδου ΣΣΛ.

Τα παρακάτω συστήματα πρέπει να αντέχουν σε ενέργειες που προκύπτουν από ισχυρότερους σεισμούς (από επίπεδα ΣΣΛ έως επίπεδα ΣΑΔΛ):

- συστήματα των οποίων η διακοπή μπορεί να δημιουργήσει κίνδυνο για την εγκατάσταση
- συστήματα προστασίας των οποίων η λειτουργία απαιτείται για να εξασφαλίζεται ένα ελάχιστο επίπεδο ασφάλειας

Για το σκοπό αυτό, τα συστήματα της εγκατάστασης και οι συνιστώσες τους πρέπει να διαβαθμιστούν στη βάση της σημαντικότητάς τους. Μια τέτοια διαβάθμιση πρέπει να αναλύεται κατά τη διάρκεια της εκτίμησης κινδύνου:

- **Κλάση Α:** Συστήματα τα οποία είναι ζωτικά για την ασφάλεια της εγκατάστασης ή συστήματα προστασίας των οποίων η λειτουργία απαιτείται για να διατηρείται ένα ελάχιστο επίπεδο ασφαλείας. Πρέπει να παραμένουν λειτουργικά και για το ΣΣΛ και για το ΣΑΔΛ. Το σύστημα ΣΕΔΛ και ο δευτερεύων περιέκτης του ΥΦΑ πρέπει να διαβαθμίζεται στην Κλάση Α.
- **Κλάση Β:** Συστήματα που εκτελούν ζωτικές λειτουργίες για την λειτουργία της εγκατάστασης ή συστήματα των οποίων η διακοπή μπορεί να δημιουργήσει κίνδυνο για την εγκατάσταση των οποίων η κατάρρευση μπορεί να δημιουργήσει σημαντικές συνέπειες για το περιβάλλον ή μπορεί να οδηγήσει σε συμπληρωματικό κίνδυνο. Τα συστήματα αυτά πρέπει να παραμένουν λειτουργικά με το ΣΣΛ και να διατηρούν την ακεραιότητά τους σε περίπτωση ΣΑΔΛ. Ο κύριος περιέκτης όλων των δεξαμενών ΥΦΑ πρέπει να διαβαθμίζεται στην Κλάση Β.
- **Κλάση Γ:** Άλλα συστήματα. Τα συστήματα αυτά πρέπει να παραμένουν λειτουργικά μετά το ΣΣΛ και δεν πρέπει να πέφτουν επάνω ή να επιδρούν σε συστήματα άλλης κλάσης και συνιστώσες μετά το ΣΑΔΛ.

Τα συστήματα περιλαμβάνουν τον σχετικό εξοπλισμό, σωληνώσεις, βαλβίδες, όργανα, παροχή ενέργειας και τα υποστηρικτικά τους. Οι δομές πρέπει να σχεδιάζονται σύμφωνα με την κλάση της πιο αυστηρής συνιστώσας του συστήματος που υποστηρίζουν.

Τα κτίρια που έχουν λειτουργία ασφάλειας, ή στα οποία κανονικά υπάρχουν άνθρωποι, πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να διατηρούν την ακεραιότητά τους σε περίπτωση ΣΑΔΛ. Θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να πληρούν τα κριτήρια των διαβαθμισμένων συστημάτων τα οποία βρίσκονται μέσα στα κτίρια.

4.1.5.3 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΕΙΣ

Οι ανασκοπήσεις πρέπει να οργανώνονται σύμφωνα με αυστηρή εφαρμογή ενός πλήρους συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας.

Οι ανασκοπήσεις αυτές πρέπει να περιλαμβάνουν κατ' ελάχιστον:

- προκαταρκτική ανάλυση κινδύνου
- ανασκόπηση χωροθέτησης
- Μελέτη Κίνδυνων και Λειτουργικότητας (ΜΚΛ)
- ανασκόπηση συντήρησης και προσβασιμότητας
- ανασκόπηση Στάθμης Ακεραιότητας Ασφάλειας (ΣΑΑ)
- ανασκόπηση πριν την εκκίνηση

4.1.6 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

4.1.6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι τοπικοί κανονισμοί υπερτερούν αλλά η εφαρμογή τους πρέπει να εξασφαλίζει ότι τα σημεία που παρουσιάζονται στα Κεφάλαια 4.1.6.2. και 4.1.6.3 καλύπτονται.

4.1.6.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η προετοιμασία για την λειτουργία της εγκατάστασης πρέπει να περιλαμβάνει:

- εκπαίδευση προσωπικού
- ανάπτυξη διαδικασιών για τη λειτουργία της εγκατάστασης, τη συντήρηση και την επιθεώρηση
- ανάπτυξη διαδικασιών ασφάλειας και προστασίας, που ενσωματώνονται στις υπόλοιπες διαδικασίες έκτακτης ανάγκης του λιμανιού και του Διεθνούς Κώδικα για την Ασφάλεια των Πλοίων και των Λιμενικών Εγκαταστάσεων (ISPS), όπου είναι εφαρμόσιμο

4.1.6.3 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η ασφάλεια κατά τη φάση λειτουργίας πρέπει να επιτυγχάνεται με τα παρακάτω χαρακτηριστικά και μέτρα:

- συστήματα λειτουργικού ελέγχου, παρακολούθησης και διαφύλαξης που περιλαμβάνουν άδειες εργασιών
- μείωση των μη ελεγχόμενων πηγών ανάφλεξης
- τοπικό και απομακρυσμένο έλεγχο των συστημάτων πυρόσβεσης

4.2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΡΟΒΛΗΤΕΣ ΚΑΙ ΛΙΜΕΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

4.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Αυτό το κεφάλαιο αφορά την χωροθέτηση, τον μηχανικό σχεδιασμό, την εκπαίδευση πριν την λειτουργία και τις απαιτήσεις ασφάλειας της προβλήτας και των λιμενικών εγκαταστάσεων.

4.2.2 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ

Η τοποθέτηση μιας προβλήτας σε ένα τερματικό σταθμό ΥΦΑ σε λιμένα είναι ένας κύριος παράγοντας για τον προσδιορισμό της συνολικής διακινδύνευσης της λειτουργίας μεταφοράς μεταξύ πλοίου και ακτής και επομένως μια λεπτομερής μελέτη για τον προσδιορισμό της πλέον αποδεκτής θέσης πρέπει να υλοποιείται κατά το στάδιο σύλληψης του έργου. Προσδιορισμός του τι είναι αποδεκτό σε συγκεκριμένες περιστάσεις πρέπει να προκύπτει από μία εκτίμηση των πραγματικών διακινδυνεύσεων που δημιουργούνται από τη λειτουργία παρακείμενων εγκαταστάσεων και την κίνηση στο λιμάνι.

Διατάξεις που περιγράφονται στο Πρότυπο EN ISO 28460 θα πρέπει να ενσωματώνονται στο σχεδιασμό της προβλήτας και της διεπαφής πλοίου/ακτής.

4.2.3 ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Αυτό θα πρέπει να περιλαμβάνει τις συνθήκες εδάφους και επιπρόσθετα τα φορτία που επιβάλλονται σε μια τερματική προβλήτα ΥΦΑ εξαιτίας φυσικών φαινομένων όπως άνεμοι, παλίρροιες, ρεύματα κυμάτων, θερμοκρασιακές μεταβολές, πάγος, σεισμοί και εκείνες που επιβάλλονται από επιχειρησιακές δραστηριότητες όπως ο ελλιμενισμός και η πρόσδεση, ο χειρισμός φορτίου και οχημάτων που χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση.

Μια μελέτη συμβατότητας θα πρέπει να διεξάγεται για να εξασφαλίζεται ότι το εύρος των σκαφών που αναμένεται να ελλιμενιστούν στον τερματικό σταθμό μπορούν να το κάνουν με ασφάλεια (βλέπε Πρότυπο EN ISO 28460).

Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν κατά το σχεδιασμό η πιθανότητα διαρροής ΥΦΑ, ιδιαίτερα στην περιοχή πέριξ των βραχιόνων μεταφοράς. Αυτό μπορεί να γίνει με προβλέψεις συγκράτησης διαρροών ΥΦΑ και προστασίας έναντι θραύσης των δομικών μερών από ανθρακούχο χάλυβα ή με άλλα κατάλληλα μέτρα.

Μια αίθουσα διαχείρισης της προβλήτας θα πρέπει να παρέχεται η οποία θα επικοινωνεί με τις αίθουσες ελέγχου του πλοίου και του τερματικού σταθμού. Θα πρέπει να

περιλαμβάνει διατάξεις για έκτακτη διακοπή λειτουργίας, εξοπλισμό απελευθέρωσης για το σύστημα μεταφοράς του ΥΦΑ και τηλεχειριζόμενο από την προβλήτα εξοπλισμό πυρόσβεσης και ελέγχου ατμού. Εξοπλισμός θα πρέπει επίσης να παρέχεται για την παρακολούθηση των θαλάσσιων καιρικών συνθηκών, της θέσης του πλοίου και τις τάσεις στα σχοινιά πρόσδεσης.

Ένα σύστημα ανίχνευσης πρέπει να παρέχεται για την προειδοποίηση σχετικά με οποιαδήποτε διαρροή ΥΦΑ ή φυσικού αερίου καθώς και για την προειδοποίηση σε περίπτωση πυρκαγιάς. Η ενεργοποίηση αυτού του συστήματος πρέπει να ενεργοποιεί αυτόματα ένα σύστημα διακοπής λειτουργίας του συστήματος μεταφοράς από το πλοίο στην ακτή και να σημαίνει συναγερμό στην αίθουσα διαχείρισης της προβλήτας, στην αίθουσα ελέγχου του τερματικού σταθμού και επίσης να διαβιβάζεται στο πλοίο με τα μέσα που συνιστώνται από το Πρότυπο EN ISO 28460. Λιμενικοί βραχίονες μεταφοράς πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ΥΦΑ μεταξύ πλοίου και ακτής. Αυτοί θα πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με μηχανική έκτακτη αποδέσμευση σύμφωνα με το Πρότυπο EN 1474 (όλα τα μέρη).

Άγκιστρα πρόσδεσης ταχείας απελευθέρωσης πρέπει να παρέχονται και ο σχεδιασμός του συστήματος απελευθέρωσης πρέπει να είναι τέτοιος ώστε η ενεργοποίηση ενός διακόπτη ή η αστοχία μιας μόνο συνιστώσας να μην απελευθερώνει όλες τις προσδέσεις ταυτόχρονα.

4.2.4 ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Πρέπει να προβλεφθεί ταχεία πρόσβαση και αποχώρηση από τη θέση πρόσδεσης οχημάτων έκτακτης ανάγκης ή σκαφών που εμπλέκονται στην πυρόσβεση, εκκένωση για ιατρικούς λόγους ή στον έλεγχο της ρύπανσης.

Σε προβλήτες που η πρόσβαση γίνεται με οχήματα μπορεί να χρειαστεί να δημιουργηθούν οδοί διέλευσης.

Πρέπει επίσης να προβλεφθούν οδεύσεις έκτακτης διαφυγής από φωτιά ή διαρροή υγρών. Από οποιοδήποτε σημείο της θέσης πρόσδεσης θα πρέπει να είναι δυνατή η διαφυγή σε ένα μέρος ασφαλείας. Αυτό επιτυγχάνεται ευκολότερα με την παροχή δύο ανεξάρτητων οδεύσεων ασφαλείας από τη θέση πρόσδεσης. Αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν:

- πρόσθετες διαβάσεις
- παροχή επανδρωμένης βάρκα (-ων) ετοιμότητας

Η όδευση διαφυγής πρέπει να προστατεύεται με ψεκασμό νερού, εάν κριθεί απαραίτητο από την εκτίμηση κινδύνου.

Η πρόσβαση στο πλοίο από την προβλήτα πρέπει να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του Προτύπου EN ISO 28460.

Δεν θα πρέπει να είναι δυνατή η πρόσβαση σε μη εξουσιοδοτημένα πρόσωπα στην περιοχή της προβλήτας, χωρίς αναγνωριστικό έλεγχο, ανά πάσα στιγμή. Όπου χρησιμοποιούνται φράκτες ασφαλείας για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει να δίνεται προσοχή στις γενικές προφυλάξεις κατά της πυρκαγιάς και στα μέσα έκτακτης αποχώρησης.

5. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΕ ΜΟΡΦΗ ΕΡΓΟΥ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΕΛΟΤ EN 1473

5.1 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ EN 1473 ΣΕ ΔΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΓΟΥ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1473 σε μορφή δομικής ανάλυσης έργου (WBS – Work Breakdown Structure) με την βοήθεια του MS Project. Αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο παρέχει κατευθυντήριες γραμμές για το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία των χερσαίων εγκαταστάσεων υδροποιημένου φυσικού αερίου όσον αφορά στην υδροποίηση, αποθήκευση, αεριοποίηση, μεταφορά και διακίνηση του ΥΦΑ.

Η δομική ανάλυση έργου ή Work Breakdown Structure (WBS) περιέχει όλα όσα χρειάζονται για να ολοκληρωθεί το έργο. Σε αυτό εμφανίζεται η δομή του έργου και η κατάτμηση των επιμέρους διεργασιών. Η ρύθμιση των επιμέρους στόχων και υποχρεώσεων καθορίζονται στο WBS σύμφωνα με τις απαιτήσεις του έργου. Στην συνέχεια, για την υλοποίηση του θα χρησιμοποιηθούν οι διεργασίες όπως περιγράφονται στο WBS, αλλά η σειρά υλοποίησης τους μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την φύση του έργου.

Στο συγκεκριμένο Πρότυπο που αναλύουμε, εκτός από τις διαδικασίες που συνίσταται να ακολουθηθούν, παρουσιάζονται και ορισμένες καλές πρακτικές που θα οδηγήσουν σε ασφαλή και περιβαλλοντικά αποδεκτή κατασκευή και λειτουργία των χερσαίων εγκαταστάσεων ΥΦΑ. Οι διαδικασίες αυτές και οι πρακτικές αναλύονται ανά κεφάλαιο του Προτύπου στο παρακάτω Πίνακας 8 με αρκετή λεπτομέρεια.

Πίνακας 8: Παρουσίαση του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 1473 σε μορφή έργου

WBS	Task Name
1	Ασφάλεια και περιβάλλον
1.1	Γενικά
1.2	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις
1.2.1	Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων
1.2.1.1	Διεξαγωγή λεπτομερούς ΕΠΕ για την τοποθεσία της εγκατάστασης.
1.2.1.2	Εντοπισμός όλων των εκπομπών από την εγκατάσταση.
1.2.1.3	Λήψη μέτρων που εξασφαλίζουν ότι οι εκπομπές δεν είναι βλαπτικές σε πρόσωπα, ιδιοκτησία, ζώα ή βλάστηση.

1.2.1.4	Καθιέρωση διαδικασίας διαχείρισης υγρών αποβλήτων.
1.2.1.5	Εντοπισμός και ύπαρξη προφυλάξεων για τον χειρισμό τοξικών υλικών σε συνδυασμό με τακτικές επικαιροποιήσεις.
1.2.2	Εκπομπές της εγκατάστασης
1.2.2.1	Ανάπτυξη σχεδίων για την ελαχιστοποίηση ή εξάλειψη βλαβερών εκπομπών που προκύπτουν από δοκιμές παραλαβής, λειτουργίες και δραστηριότητες συντήρησης.
1.2.2.2	Καθορισμός στόχων για τις αποδεκτές ποσότητες και συγκεντρώσεις των ρύπων στις εκπομπές.
1.2.3	Έλεγχος εκπομπών
1.2.4	Φιλοσοφία καύσης/εξαερισμού
1.2.4.1	Προβλέψεις κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία, ώστε να διασφαλίζεται ότι οι πιθανές ροές αποβλήτων αερίων να ανακτώνται και να μην οδηγούνται σε καύση ή εξαερισμό κατά την κανονική λειτουργία της εγκατάστασης.
1.2.5	Έλεγχος θορύβου
1.2.5.1	Εξέταση επιπτώσεων/επιδράσεων θορύβου μέσα και έξω από την εγκατάσταση.
1.2.6	Εξωτερικές διαδρομές κυκλοφορίας
1.2.6.1	Αποτύπωση των εξωτερικών διαδρομών κυκλοφορίας που βρίσκονται κοντά στην εγκατάσταση στην ΕΠΕ.
1.2.6.2	Εξέταση χερσαίων διαδρομών, πλωτών οδών και εγγύτητα αεροδρομίων.
1.2.7	Απόρριψη νερού
1.2.7.1	Πρέπει να εκτιμάται η επίδραση των απορριπτόμενων νερών.

1.3	Γενική ασφάλεια
1.3.1	Προσέγγιση της φιλοσοφίας ασφάλειας
1.3.1.1	Σχεδιασμός της εγκατάστασης σε αποδεκτά επίπεδα διακινδύνευσης για την ζωή και την περιουσία εντός και εκτός των ορίων της εγκατάστασης.
1.3.2	Εγκατάσταση και ευρύτερη περιοχή
1.3.2.1	Περιγραφή της εγκατάστασης
1.3.2.1.1	Μια περιγραφή των λειτουργιών της εγκατάστασης πρέπει να συντάσσεται κατά περιοχή της εγκατάστασης και κατά διεργασία, για χρήση στην αξιολόγηση ασφαλείας.
1.3.2.2	Μελέτη θέσης
1.3.2.2.1	Μελέτη εδαφολογική, γεωλογική, τεκτονική, γεωτεχνική.
1.3.2.2.2	Μελέτη της βλάστησης, του υδροφόρου ορίζοντα και των υπόγειων υδάτων.
1.3.2.2.3	Μελέτη για αναγνώριση διαρροών ηλεκτρικών ρευμάτων.
1.3.2.2.4	Μελέτη του θαλάσσιου υδάτινου περιβάλλοντος, της θαλάσσιας πρόσβασης, της ποιότητας και της θερμοκρασίας του θαλάσσιου νερού, των παλιρροϊκών συνθηκών και των κρουστικών κυμάτων.
1.3.2.2.5	Μελέτη για περιοχές ελιγμών και αποστάσεις ασφαλείας.
1.3.2.2.6	Μελέτη υποδομών της ευρύτερης περιοχής της εγκατάστασης.
1.3.2.3	Κλιματολογία
1.3.2.3.1	Μελέτη ανέμων, θερμοκρασιών, βαρομετρικής πίεσης, ατμοσφαιρικής σταθερότητας, σχετικής υγρασίας, διαβρωτικών χαρακτηριστικών του αέρα.

1.3.2.4	Σεισμολογία
1.3.2.4.1	Εκτιμήσεις κινδύνων σεισμών, τσουνάμι, κατολισθήσεων και ηφαιστειακών δραστηριοτήτων σε εύρος 320 χλμ. από την εγκατάσταση.
1.3.2.4.2	Δεύτερο επίπεδο ανάλυσης σε εύρος 80 χλμ. από την εγκατάσταση με σκοπό την ανίχνευση της παρουσίας οποιωνδήποτε ενεργών γεωλογικών ελαττωμάτων.
1.3.2.4.3	Καθορισμός ΣΑΔΛ (Σεισμού Ασφαλούς Διακοπής Λειτουργίας) και ΣΣΛ (Σεισμού Σχεδιασμού Λειτουργίας) σύμφωνα με τις γεωλογικές, τεκτονικές και σεισμολογικές μελέτες.
1.3.2.5	Τοποθεσία
1.3.2.5.1	Αξιολόγηση της τοποθεσίας της εγκατάστασης σύμφωνα με τον προτεινόμενο κατάλογο των επικίνδυνων υλικών και την παρουσία της παρακείμενης υφιστάμενης και αναγνωρισμένης μελλοντικής ανάπτυξης, ενώ παράλληλα συμμόρφωση με τις τοπικές και εθνικές κανονιστικές απαιτήσεις.
1.4	Αξιολόγηση κινδύνου
1.4.1	Γενικά
1.4.1.1	Πραγματοποίηση αξιολόγησης κινδύνου κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της εγκατάστασης, η οποία συνιστάται επίσης εφόσον πραγματοποιηθεί κάποια σημαντική τροποποίηση ή αλλαγή.
1.4.2	Αξιολόγηση
1.4.2.1	Μεθοδολογία
1.4.2.1.1	Ντετερμινιστική
1.4.2.1.1.1	Δημιουργία καταλόγων με δυνητικούς κινδύνους εσωτερικής και εξωτερικής προέλευσης.
1.4.2.1.1.2	Αναγνώριση εύλογων κινδύνων και προσδιορισμός των συνεπειών τους.

1.4.2.1.1.3	Αιτιολόγηση των αναγκαίων μέτρων βελτίωσης της ασφάλειας για τον περιορισμό των συνεπειών.
1.4.2.1.2	Πιθανοτική
1.4.2.1.2.1	Δημιουργία καταλόγων με δυνητικούς κινδύνους εσωτερικής και εξωτερικής προέλευσης.
1.4.2.1.2.2	Προσδιορισμός των συνεπειών κάθε κινδύνου και αντιστοίχισή τους σε κλάσεις συνεπειών.
1.4.2.1.2.3	Συλλογή/καταγραφή δεδομένων ρυθμού βλαβών και προσδιορισμός της πιθανότητας κάθε κινδύνου.
1.4.2.1.2.4	Ταξινόμηση των κινδύνων σύμφωνα με τις κλάσεις συνέπειας και του εύρους συχνοτήτων προκειμένου να προσδιοριστεί η τάξη της διακινδύνευσης.
1.4.2.2	Αναγνώριση των κινδύνων εξωτερικής προέλευσης
1.4.2.2.1	Διεξαγωγή μελετών για την αναγνώριση των κινδύνων που προέρχονται εκτός της εγκατάστασης.
1.4.2.3	Αναγνώριση των κινδύνων εσωτερικής προέλευσης
1.4.2.3.1	Διεξαγωγή μελετών για την αναγνώριση των κινδύνων που προκύπτουν εντός της εγκατάστασης και σχετίζονται ή όχι με την χρήση του ΥΦΑ.
1.4.2.4	Εκτίμηση των πιθανοτήτων
1.4.2.4.1	Εκτίμηση της πιθανότητας που συνδέεται με έναν συγκεκριμένο κίνδυνο βασισμένη σε αξιόπιστες βάσεις δεδομένων διαθέσιμες σε δημόσια χρήση και οι οποίες είναι κατάλληλες για τη βιομηχανία ΥΦΑ ή σε αναγνωρισμένες μεθόδους που θα καθορίσουν το εύρος συχνοτήτων για αυτόν τον κίνδυνο.
1.4.2.5	Εκτίμηση των συνεπειών
1.4.2.5.1	Εκτίμηση των συνεπειών από κάθε πιθανό κίνδυνο.

1.4.2.5.2	Για τα επικίνδυνα χαρακτηριστικά των ρευστών εκτός του ΥΦΑ πρέπει να γίνεται αναφορά στα Δελτία Δεδομένων Ασφαλείας τους.
1.4.3	Βελτίωση της ασφάλειας
1.4.3.1	Όταν η αξιολόγηση κινδύνου δείχνει ότι υπερβαίνονται οι τιμές κατωφλίου ή δείχνει ότι η στάθμη διακινδύνευσης απαιτεί βελτίωση, πρέπει λαμβάνονται μέτρα.
1.5	Τεχνικές ασφαλείας κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή
1.5.1	Εισαγωγή
1.5.1.1	Κατά τη διάρκεια του τεχνικού σχεδιασμού και της κατασκευής, η ασφάλεια πρέπει να ελέγχεται συνεχώς, ώστε να εξασφαλίζεται η κατάλληλη στάθμη ασφαλείας εν σχέση με την εκτίμηση κινδύνου.
1.5.2	Σχεδιασμός
1.5.2.1	Κοινά χαρακτηριστικά σχεδίασης ασφαλείας
1.5.2.1.1	Υποβολή όλης της εγκατάστασης σε ανάλυση επικίνδυνων περιοχών.
1.5.2.1.2	Πρόβλεψη διατάξεων ασφαλείας που καλύπτουν όλους τους κινδύνους.
1.5.2.1.3	Παροχή συστήματος ελέγχου ασφαλείας για τον εντοπισμό, την ενημέρωση και την κατάλληλη αντίδραση σε επικίνδυνα συμβάντα.
1.5.2.2	Ειδικά για την εγκατάσταση: Αντισεισμική προστασία
1.5.2.2.1	Η εγκατάσταση πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να επιτρέπει την εύκολη συνέχιση της λειτουργίας μετά από ένα σεισμό επιπέδου ΣΣΛ (Σεισμού Σχεδιασμού Λειτουργίας).
1.5.2.2.2	Σχεδιασμός των συστημάτων προστασίας, για τα οποία απαιτείται λειτουργία για τη διατήρηση ενός ελάχιστου επιπέδου ασφαλείας, με τέτοιο τρόπο ώστε να αντέχουν σε δράσεις που οφείλονται σε σεισμό επιπέδου ΣΣΛ μέχρι ΣΑΔΛ.

1.5.2.2.3	Ταξινόμηση των συστημάτων της εγκατάστασης και των συνιστωσών τους, διαβαθμίζοντάς τα με βάση την σημαντικότητά τους σύμφωνα με την εκτίμηση επικινδυνότητας.
1.5.3	Ανασκοπήσεις
1.5.3.1	Οργάνωση ανασκοπήσεων (Προκαταρτική Ανάλυση Κινδύνου, ανασκόπηση χωροθέτησης, Μελέτη Κινδύνων και Λειτουργικότητας, ανασκόπηση συντήρησης και προσβασιμότητας, ανασκόπηση Στάθμης Ακεραιότητας Ασφάλειας, ανασκόπηση πριν την εκκίνηση).
1.6	Ασφάλεια κατά την λειτουργία
1.6.1	Γενικά
1.6.2	Προετοιμασία για την λειτουργία της εγκατάστασης
1.6.2.1	Εκπαίδευση προσωπικού.
1.6.2.2	Ανάπτυξη διαδικασιών για τη λειτουργία της εγκατάστασης, τη συντήρηση και την επιθεώρηση.
1.6.2.3	Ανάπτυξη διαδικασιών ασφάλειας και προστασίας, που ενσωματώνονται στις υπόλοιπες διαδικασίες έκτακτης ανάγκης του λιμανιού και του Διεθνούς Κώδικα για την Ασφάλεια των Πλοίων και των Λιμενικών Εγκαταστάσεων (ISPS), όπου είναι εφαρμόσιμο.
1.6.3	Ασφάλεια κατά την λειτουργία της εγκατάστασης
1.6.3.1	Δημιουργία συστημάτων λειτουργικού ελέγχου, παρακολούθησης και διαφύλαξης που περιλαμβάνουν άδειες εργασιών.
1.6.3.2	Μείωση των μη ελεγχόμενων πηγών ανάφλεξης.
1.6.3.3	Τοπικό και απομακρυσμένο έλεγχο των συστημάτων πυρόσβεσης.
2	Προβλήτες και λιμενικές εγκαταστάσεις

2.1	Γενικά
2.1.1	Αυτό το κεφάλαιο αφορά την χωροθέτηση, τον μηχανικό σχεδιασμό, την εκπαίδευση πριν την λειτουργία και τις απαιτήσεις ασφάλειας της προβλήτας και των λιμενικών εγκαταστάσεων.
2.2	Χωροθέτηση
2.2.1	Προσδιορισμός της συνολικής διακινδύνευσης της λειτουργίας μεταφοράς μεταξύ πλοίου και ακτής, μελέτη για τον προσδιορισμό της πλέον αποδεκτής θέσης και εκτίμηση των πραγματικών διακινδυνεύσεων που δημιουργούνται από την λειτουργία παρακείμενων εγκαταστάσεων και την κίνηση στο λιμάνι.
2.3	Τεχνικό σχέδιο
2.3.1	Προσδιορισμός της επιλογής των σχετικών παραμέτρων σχεδιασμού και των μεθόδων υπολογισμού για να προκύψουν οι τάσεις στη δομή της προβλήτας.
2.3.2	Μια μελέτη συμβατότητας θα πρέπει να διεξάγεται για να εξασφαλίζεται ότι το εύρος των σκαφών που αναμένεται να ελλιμενιστούν στον τερματικό σταθμό μπορούν να το κάνουν με ασφάλεια.
2.3.3	Μια αίθουσα διαχείρισης της προβλήτας θα πρέπει να παρέχεται η οποία θα επικοινωνεί με τις αίθουσες ελέγχου του πλοίου και του τερματικού σταθμού, θα περιλαμβάνει διατάξεις για έκτακτη διακοπή λειτουργίας, εξοπλισμό απελευθέρωσης για το σύστημα μεταφοράς του ΥΦΑ και τηλεχειριζόμενο από την προβλήτα εξοπλισμό πυρόσβεσης και ελέγχου ατμού.
2.3.4	Εξοπλισμός θα πρέπει επίσης να παρέχεται για την παρακολούθηση των θαλάσσιων καιρικών συνθηκών, της θέσης του πλοίου και τις τάσεις στα σχοινιά πρόσδεσης.
2.3.5	Ένα σύστημα ανίχνευσης πρέπει να παρέχεται για την προειδοποίηση σχετικά με οποιαδήποτε διαρροή ΥΦΑ ή φυσικού αερίου καθώς και για την προειδοποίηση σε περίπτωση πυρκαγιάς.
2.3.6	Λιμενικοί βραχίονες μεταφοράς πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ΥΦΑ μεταξύ πλοίου και ακτής οι οποίοι θα είναι εφοδιασμένοι με μηχανική έκτακτη αποδέσμευση.

2.4	Ασφάλεια
2.4.1	Πρέπει να προβλεφθεί ταχεία πρόσβαση και αποχώρηση από τη θέση πρόσδεσης οχημάτων έκτακτης ανάγκης ή σκαφών που εμπλέκονται στην πυρόσβεση, εκκένωση για ιατρικούς λόγους ή στον έλεγχο της ρύπανσης.
2.4.2	Σε προβλήτες που η πρόσβαση γίνεται με οχήματα μπορεί να χρειαστεί να δημιουργηθούν οδοί διέλευσης.
2.4.3	Η όδευση διαφυγής πρέπει να προστατεύεται με ψεκασμό νερού, εάν κριθεί απαραίτητο από την εκτίμηση κινδύνου.
2.4.4	Δεν θα πρέπει να είναι δυνατή η πρόσβαση σε μη εξουσιοδοτημένα πρόσωπα στην περιοχή της προβλήτας, χωρίς αναγνωριστικό έλεγχο.
2.4.5	Όπου χρησιμοποιούνται φράκτες ασφαλείας, θα πρέπει να δίνεται προσοχή στις γενικές προφυλάξεις κατά της πυρκαγιάς και στα μέσα έκτακτης αποχώρησης.
3	Συστήματα αποθήκευσης και συγκράτησης
3.1	Γενικά
3.1.1	Ο σχεδιασμός και η κατασκευή κάθετων, κυλινδρικών και επίπεδης βάσης δεξαμενών ΥΦΑ καλύπτονται από το Πρότυπο EN 14620.
3.2	Τύποι δεξαμενής
3.3	Τύποι προστατευτικού περιβλήματος
3.4	Σχεδιαστικές αρχές
3.4.1	Γενικές απαιτήσεις
3.4.1.1	Δεξαμενές υψηλότερης πίεσης πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις των εφαρμοστέων προτύπων ή κωδίκων που χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό σχετικού τύπου δοχείων πίεσης.

3.4.2	Στεγανότητα ρευστού
3.4.2.1	Η δεξαμενή πρέπει να είναι στεγανή ως προς τα αέρια και τα υγρά κατά την κανονική λειτουργία. Ο βαθμός αντοχής στη διαρροή που απαιτείται σε περίπτωση εξωτερικής υπερφόρτωσης, όπως ζημιές από κρούση, θερμική ακτινοβολία και εκρήξεις, ορίζεται στην αξιολόγηση επικινδυνότητας.
3.4.3	Συνδέσεις δεξαμενών
3.4.3.1	Οι σωλήνες μεταφοράς υγρών και αερίων που διεισδύουν στο δοχείο πρέπει να μην προκαλούν υπερβολική εισροή θερμότητας.
3.4.3.2	Για τις διεισδύσεις που μπορούν να υποστούν γρήγορη θερμική συστολή και επέκταση, εάν είναι απαραίτητο, οι εσωτερικές συνδέσεις πρέπει να ενισχυθούν και οι εξωτερικές συνδέσεις να σχεδιάζονται έτσι ώστε να μεταδίδουν εξωτερικά φορτία σωληνώσεων σε σύστημα αντιστάθμισης θερμικής διαστολής.
3.4.3.3	Πρέπει να προβλεφθούν εάν χρειάζεται, συνδέσεις για το άζωτο μέσα στον δακτυλιοειδή χώρο μεταξύ της εσωτερικής δεξαμενής και του εξωτερικού περιβλήματος ώστε να αφαιρεθεί ο αέρας πριν από την έναρξη λειτουργίας και το ΥΦΑ να απομακρυνθεί μετά το άδειασμα για συντήρηση.
3.4.3.4	Πρέπει να προβλέπεται μια πλατφόρμα και κατάλληλος εξοπλισμός ανύψωσης, ώστε οι αντλίες να αφαιρούνται για συντήρηση.
3.4.4	Θερμική μόνωση
3.4.4.1	Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη θερμομόνωση πρέπει να επιλέγονται από αυτά που ορίζονται στο EN ISO 16903.
3.4.4.2	Τα εγκατεστημένα συστήματα μόνωσης πρέπει να είναι απαλλαγμένα από ρύπους που μπορούν να διαβρώσουν ή να βλάψουν με άλλο τρόπο τα εξαρτήματα που περιέχουν την πίεση με τα οποία έρχονται σε επαφή.
3.4.4.3	Η βασική μόνωση είναι τοποθετημένη κάτω από την κύρια βάση του δοχείου για να μειωθεί η μεταφορά θερμότητας από τα θεμέλια.
3.4.4.4	Η βασική μόνωση πρέπει να σχεδιάζεται και να προδιαγράφεται ώστε να

	μπορεί να αντέχει σε κάθε είδους συνδυασμούς δράσης όπως ορίζεται στο Πρότυπο EN 14620.
3.4.4.5	Η εξωτερική μόνωση πρέπει να προστατεύεται από την υγρασία με την επένδυση και την εγκατάσταση φράγματος ατμών.
3.4.5	Λειτουργικές ενέργειες
3.4.5.1	Οι δεξαμενές υγροποιημένου φυσικού αερίου πρέπει να είναι σε θέση να αντέχουν τους συνδυασμούς ενεργειών όπως ορίζονται στο EN 14620 και αυτούς που προκύπτουν από μεταβολές της θερμοκρασίας και της πίεσης.
3.4.5.2	Για τις αυτοδύναμες δεξαμενές χάλυβα, το κύριο δοχείο πρέπει να είναι σχεδιασμένο ώστε να αντέχει στη μέγιστη διαφορική πίεση που μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκεια όλων των φάσεων λειτουργίας.
3.5	Γενικοί κανόνες σχεδιασμού
3.5.1	Οι δομές της δεξαμενής πρέπει να είναι σχεδιασμένες να αντέχουν τον συνδυασμό των ενεργειών που ορίζονται στο Πρότυπο EN 14620.
3.5.2	Ο σχεδιασμός πρέπει να ελαχιστοποιεί τυχόν υποβάθμιση του σπλισμού ή του σκυροδέματος ώστε να αποφευχθεί η μείωση της δομικής ακεραιότητας της δεξαμενής κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της.
3.6	Θεμελιώσεις
3.6.1	Σχεδιασμός θεμελίων ώστε να αποτρέπεται η καθίζηση μεγαλύτερη από το επιτρεπτό όριο.
3.6.2	Σχεδιασμός της βάσης ώστε να αποφεύγεται η ανύψωση παγετού είτε από τη θέση της πλάκας βάσης είτε από τα συστήματα θέρμανσης.
3.6.3	Σχεδιασμός κριτηρίων για την θεμελίωση σύμφωνα με την σεισμολογική και γεωτεχνική ανάλυση.
3.7	Λειτουργικά όργανα
3.7.1	Γενικά

3.7.1.1	Υπαρξη επαρκών οργάνων για την θέση σε λειτουργία και τον παροπλισμό της δεξαμενής με ασφαλή τρόπο με δείκτες στάθμης υγρών, πίεσης, θερμοκρασίας και πυκνότητας.
3.7.1.2	Τα όργανα πρέπει να είναι σε θέση να διατηρούνται κατά την κανονική λειτουργία της δεξαμενής. Τα όργανα που σχετίζονται με την ασφάλεια και τη λειτουργία, των οποίων η συντήρηση απαιτεί την αποσυναρμολόγηση, πρέπει να έχουν επαρκή απόλυση.
3.7.1.3	Οι μετρήσεις και οι συναγερμοί πρέπει να μεταδίδονται στην κατάλληλη αίθουσα ελέγχου.
3.7.2	Επίπεδο υγρού
3.7.2.1	Εφοδιασμός δεξαμενής με όργανα που επιτρέπουν τον έλεγχο του επιπέδου ΥΦΑ και την ανάληψη δράσης σε περιπτώσεις υπερχείλισης.
3.7.2.2	Συνεχή μέτρηση της στάθμης του υγρού από τουλάχιστον δύο χωριστά συστήματα κατάλληλης αξιοπιστίας. Κάθε σύστημα περιλαμβάνει συναγερμούς υψηλού επιπέδου.
3.7.2.3	Ανίχνευση υψηλού επιπέδου με όργανα κατάλληλης αξιοπιστίας που είναι ανεξάρτητη από τις προαναφερόμενες συνεχείς μετρήσεις στάθμης.
3.7.3	Πίεση
3.7.3.1	Η δεξαμενή πρέπει να είναι εξοπλισμένη με όργανα, μόνιμα εγκατεστημένα και κατάλληλα τοποθετημένα, τα οποία επιτρέπουν την παρακολούθηση της πίεσης με συνεχείς μετρήσεις.
3.7.3.2	Εάν ο μονωμένος χώρος δεν είναι σε επικοινωνία με τον εσωτερικό περιέκτη, πρέπει να εγκατασταθούν αισθητήρες διαφορικής πίεσης μεταξύ του χώρου μόνωσης και του εσωτερικού δοχείου ή ξεχωριστοί αισθητήρες πίεσης στον χώρο μόνωσης.
3.7.4	Θερμοκρασία
3.7.4.1	Μόνιμη και σωστή τοποθέτηση στην δεξαμενή, οργάνων για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας (υγρού σε διάφορα βάθη, αέριας φάσης,

	τοίχωμα και θερμοκρασία πυθμένα κύριου περιέκτη, τοίχωμα και θερμοκρασία στο κάτω μέρος του δευτερεύοντος δοχείου).
3.7.5	Πυκνότητα
3.7.5.1	Παρακολούθηση της πυκνότητας του ΥΦΑ σε όλο το βάθος του υγρού.
3.8	Προστασία υπό πίεση και υπό κενό
3.8.1	Γενικά
3.8.1.1	Ύπαρξη επαρκούς περιθωρίου μεταξύ της πίεσης λειτουργίας και της σχεδιαστικής πίεσης της δεξαμενής ώστε να αποφεύγεται ο περιττός εξαερισμός.
3.8.2	Προέλευση των απωλειών εξάτμισης στο χώρο των ατμών της δεξαμενής
3.8.2.1	Ο χώρος ατμού της δεξαμενής πρέπει να συνδέεται με ένα σύστημα καύσης/εξαερισμού, μια βαλβίδα ασφαλείας ή ενδεχομένως ένα δίσκο θραύσης.
3.8.3	Βαλβίδες εκτόνωσης πίεσης
3.8.3.1	Η δεξαμενή πρέπει να είναι εφοδιασμένη με βαλβίδες υπερπίεσης συν μια εγκατεστημένη εφεδρική η οποία ανακουφίζει άμεσα την ατμόσφαιρα.
3.8.3.2	Σε περίπτωση που η εκπομπή ατμών οδηγεί σε ανεπιθύμητη κατάσταση τότε οι βαλβίδες πρέπει να συνδέονται με το δίκτυο εκκένωσης ή το σύστημα εξαερισμού.
3.8.4	Δίσκος θραύσης
3.8.4.1	Εάν οι βαλβίδες υπερπίεσης δεν λαμβάνουν υπόψη την ανατροπή (roll-over) πρέπει να εγκατασταθεί ένας δίσκος θραύσης για την προστασία της δεξαμενής από την υπερπίεση.
3.8.4.2	Σχεδιάζεται με τρόπο ώστε να μπορεί να αντικατασταθεί μετά από αστοχία χωρίς τα θραύσματα να πέφτουν στην δεξαμενή.

3.8.5	Κενό
3.8.5.1	Γενικά
3.8.5.1.1	Η δεξαμενή πρέπει να εμποδίζεται να εισέρχεται σε αρνητική πίεση πέρα από το επιτρεπόμενο όριο, με έγκαιρη αυτόματη απενεργοποίηση αντλιών και συμπιεστών, έγχυση αερίου ή αζώτου και με βαλβίδες διακοπής κενού αέρα.
3.8.5.2	Σύστημα έγχυσης αερίου
3.8.5.2.1	Το αέριο μπορεί να εγχυθεί με αυτόματο έλεγχο για να ελαχιστοποιηθεί η χαμηλή πίεση στην δεξαμενή.
3.8.5.3	Βαλβίδες εκτόνωσης κενού
3.8.5.3.1	Η δεξαμενή πρέπει να είναι εφοδιασμένη με βαλβίδες εκτόνωσης κενού συν μια εγκαταστημένη εφεδρική.
3.9	Αναχωματικός τοίχος και περιοχή απορροής για μονή και διπλή συγκράτηση
3.9.1	Γενικά
3.9.2	Περιοχή απορροής για μονή συγκράτηση
3.9.2.1	Για κυλινδρικό μονό περίβλημα και για τις σφαιρικές δεξαμενές απαιτείται χώρος κατακράτησης για την συλλογή των διασκορπισμένων υγρών διαρροής ΥΦΑ.
3.9.2.2	Αν οι δεξαμενές εγκατασταθούν σε εκσκαφή, το έδαφος μπορεί να λειτουργήσει ως περιοχή κατακράτησης εφόσον οι ιδιότητές του είναι κατάλληλες.
3.9.2.3	Οι περιοχές κατακράτησης δύο δεξαμενών μπορούν να συνδυαστούν. Ο σχεδιασμός του συστήματος κατακράτησης πρέπει να εξασφαλίζει ότι το ατυχηματικό συμβάν δεν θα προκαλέσει βλάβη στη γειτονική δεξαμενή.
3.9.3	Περιοχή απορροής για διπλή συγκράτηση

3.9.3.1	Τοποθέτηση των αναχωματικών τοίχων σε απόσταση 6 μέτρων από το εξωτερικό περίβλημα του κύριου δοχείου.
3.9.4	Υλικά
3.9.4.1	Τα υλικά του συστήματος συγκράτησης πρέπει να είναι αδιαπέραστα από το ΥΦΑ. Ο πυθμένας της περιοχής συγκράτησης πρέπει να διατηρείται χωρίς βλάστηση για να μην δημιουργηθεί κίνδυνος πυρκαγιάς.
3.9.4.2	Η επίστρωση μόνωσης αυτών των συστημάτων πρέπει να σχεδιάζεται σύμφωνα με τα Πρότυπα EN ISO 16903 και EN 12066.
3.9.5	Ανάκτηση νερού
3.9.5.1	Οι περιοχές απορροής για ΥΦΑ στους οποίους μπορεί να συλλεγεί βροχή ή νερό πυρόσβεσης πρέπει να περιλαμβάνουν ένα μέσο για την απομάκρυνσή τους ώστε να εξασφαλίζεται ότι διατηρείται ο απαιτούμενος όγκος και να αποφευχθεί η υπερχείλιση.
3.9.5.2	Το νερό πρέπει να στραγγίσει σε μια λεκάνη απορροής εντός της περιοχής απορροής και να αφαιρεθεί με άντληση.
3.9.6	Δυνατότητα συγκράτησης
3.9.6.1	Η περιοχή απορροής εντός των αναχωματικών τοίχων της δεξαμενής πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη για να περιέχει τουλάχιστον το 110% της συνολικής χωρητικότητας υγρού της μεγαλύτερης δεξαμενής.
3.9.6.2	Η λεκάνη απορροής πρέπει να είναι ικανή να συλλέγει διαρροές από τις σωληνώσεις ΥΦΑ συμπεριλαμβανομένου και του σωλήνα υπερχείλισης εντός της περιοχής απορροής.
3.9.6.3	Η χωρητικότητα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα του υγρού που θα χυθεί από την θραύση του σωλήνα με το υψηλότερο ρυθμό διαρροής για το χρόνο που απαιτείται για την ανίχνευση και τη διακοπή της ροής.
3.9.6.4	Η λεκάνη απορροής πρέπει να είναι ανοικτή στην ατμόσφαιρα.

3.10	Εξοπλισμός ασφαλείας
3.10.1	Συσκευές προστασίας από ανατροπή (roll-over)
3.10.1.1	Λήψη μέτρων για την αποφυγή της ανατροπής (συστήματα πλήρωσης, ανακύκλωσης, παρακολούθησης ρυθμού παραγωγής των απωλειών εξάτμισης).
3.10.1.2	Ο σχεδιασμός της δεξαμενής μπορεί να βασίζεται σε επικυρωμένο λογισμικό προσομοίωσης συμπεριφοράς δεξαμενής ΥΦΑ που ενσωματώνει τις φάσεις γεμίσματος και εκκένωσης.
3.10.2	Προστασία από πτώσεις κεραυνών
3.10.2.1	Προστασία της δεξαμενής από κεραυνούς.
3.10.3	Αξιοπιστία και παρακολούθηση της δομής
3.10.3.1	Αξιοπιστία
3.10.3.1.1	Οι δεξαμενές υγροποιημένου φυσικού αερίου απαιτούν σχεδιασμό που εξασφαλίζει ότι η αλλαγή στη δομική κατάσταση της δεξαμενής είναι βραδεία/περιορισμένη και επιτρέπει την παρακολούθηση αντιπροσωπευτικών παραμέτρων της κατάστασης της.
3.10.3.2	Παρακολούθηση της δομής
3.10.3.2.1	Οι διατάξεις για την παρακολούθηση της γενικής κατάστασης της δομής, συμπεριλαμβανομένης της θεμελίωσης, πρέπει να σχεδιάζονται κατά τρόπο ώστε να αφήνουν επαρκή χρόνο για δράση αν ανιχνευθούν ανωμαλίες.
3.10.3.3	Αισθητήρες θερμοκρασίας
3.10.3.3.1	Απαιτούνται τρεις σειρές αισθητήρων θερμοκρασίας (εξωτερικό περίβλημα του τοιχώματος και του πυθμένα του κύριου δοχείου, θερμή πλευρά μόνωσης, εξωτερική επιφάνεια σκυροδέματος).
3.10.3.4	Έλεγχος συστήματος θέρμανσης

3.10.3.4.1	Στην περίπτωση δεξαμενών που διαθέτουν σύστημα θέρμανσης, καταγράφεται συνεχώς η θερμοκρασία και η κατανάλωση ισχύος από το σύστημα.
3.10.3.5	Διευθέτηση της παρακολούθησης
3.10.3.5.1	Η παρακολούθηση της καθίζησης θεμελίων πρέπει να πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της υδροηλεκτρικής δοκιμής και συνιστάται κατά τη λειτουργία.
3.10.3.6	Ανίχνευση διαρροών πρωτεύοντος δοχείου
3.10.3.6.1	Για όλες τις δεξαμενές όπου ο χώρος μόνωσης δεν είναι σε επικοινωνία με τον κύριο περιέκτη, πρέπει να προβλέπεται σύστημα κυκλοφορίας αζώτου εντός του χώρου της μόνωσης.
3.10.3.6.2	Παρακολούθηση της στεγανότητας του πρωτεύοντος δοχείου με την ανίχνευση υδρογονανθράκων στην απομάκρυνση του αζώτου.
3.10.3.7	Εξωτερική διαρροή δεξαμενής και ανίχνευση πυρκαγιάς
3.10.3.7.1	Το είδος των ανιχνευτών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν και η θέση τους ορίζεται στο κεφάλαιο 10.
3.11	Δεξαμενή σωληνώσεων
3.11.1	Σωληνώσεις ψύξης
3.11.1.1	Πρέπει να προβλέπεται ένα σύστημα ψύξης για να αποφεύγεται η πτώση ψυχρού υγρού στον πυθμένα μιας θερμής δεξαμενής.
3.11.2	Πλήρωση σωληνώσεων
3.11.2.1	Πρέπει να παρέχονται συνδέσεις πλήρωσης άνω και κάτω. Η κάτω σύνδεση πλήρωσεως πρέπει να είναι εφοδιασμένη με διάταξη που να επιτρέπει την ανάμειξη των περιεχόμενων της δεξαμενής.
3.12	Απόσταση μεταξύ δεξαμενών

3.12.1	Η απόσταση μεταξύ των δεξαμενών καθορίζεται σύμφωνα με την εκτίμηση επικινδυνότητας.
3.13	Θέση σε λειτουργία και παροπλισμός
3.13.1	Τα κυκλώματα αποστράγγισης θα πρέπει να σχεδιάζονται κατά τρόπο ώστε να επιτρέπουν την αδρανοποίηση και την πλήρη ξήρανση του χώρου μόνωσης.
3.13.2	Πρέπει να προβλεφθεί η λήψη δειγμάτων για την παρακολούθηση αυτών των παραμέτρων.
3.13.3	Σε περίπτωση που η μόνωση έρχεται σε άμεση επαφή με τον όγκο αερίου της δεξαμενής, πρέπει να λαμβάνονται προλήψεις για τον καθαρισμό και την αδρανοποίηση του χώρου.
3.13.4	Ο αυτοδύναμος κύριος περιέκτης πρέπει να είναι εφοδιασμένος με επαρκή αριθμό αισθητήρων θερμοκρασίας ώστε να παρέχει ακριβή παρακολούθηση των διαβαθμίσεων στο χώρο και στο χρόνο.
3.13.5	Πρέπει να προβλέπονται διατάξεις εξισορρόπησης της πίεσης για την προστασία του κύριου δοχείου από περιπτώσεις υπερβολικής αρνητικής πίεσης.
3.14	Δοκιμές
3.14.1	Οι δοκιμές πρέπει να συμμορφώνονται με το Πρότυπο EN 14620.
4	Αντλίες ΥΦΑ
4.1	Γενικά
4.1.1	Απαιτήσεις για τον σχεδιασμό, την κατασκευή, τη δοκιμή, την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τη συντήρηση φυγοκεντρικών αντλιών που χρησιμοποιούνται για υπηρεσίες ΥΦΑ.
4.2	Υλικά
4.2.1	Τα υλικά πρέπει να επιλέγονται από τα υλικά που συνιστώνται για τη χρήση ΥΦΑ όπως ορίζεται στο EN ISO 16903.

4.2.2	Πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για τη συμβατότητα μεταξύ των κατηγοριών των υλικών.
4.2.3	Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα υλικά, εφόσον ο προμηθευτής μπορεί να αποδείξει την καταλληλότητά τους.
4.3	Ειδικές απαιτήσεις
4.3.1	Κάθε αντλία πρέπει να τοποθετηθεί ξεχωριστά για να επιτρέψει την απομόνωση, αποστράγγιση και καθαρισμό για συντήρηση.
4.3.2	Σε περίπτωση αντλιών που λειτουργούν παράλληλα, πρέπει να τοποθετηθεί βαλβίδα αντεπιστροφής.
4.3.3	Πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ώστε να εξασφαλίζεται ότι η αντλία δεν θα υποστεί βλάβη εξαιτίας της χαμηλής ροής.
4.3.4	Για τις αντλίες που είναι τοποθετημένες σε "δοχείο" ή "στήλη", πρέπει να προβλέπεται η επαρκής εξαέρωση των θυλάκων αερίων.
4.3.5	Οι αντλίες τοποθετημένες σε "δοχείο" πρέπει να έχουν διάταξη για καθαρισμό, αποστράγγιση και απομόνωση.
4.3.6	Εάν η αντλία είναι εγκατεστημένη σε λάκκο, πρέπει να εξασφαλίζεται ότι οι βαλβίδες αποστράγγισης και εξαερισμού μπορούν να λειτουργούν κατά τη διάρκεια παροπλισμού της αντλίας.
4.4	Έλεγχος και δοκιμές
4.4.1	Εφαρμόζεται ειδικό πρόγραμμα επιθεώρησης και δοκιμών για να καταδειχθεί η λειτουργικότητα της αντλίας σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας.
5	Αεριοποίηση ΥΦΑ
5.1	Γενικές προϋποθέσεις
5.1.1	Λειτουργία

5.1.1.1	Η λειτουργία της αεριοποίησης είναι να εξατμίζει και να θερμαίνει το ΥΦΑ προκειμένου να αποσταλεί το φυσικό αέριο στο δίκτυο μεταφοράς σε θερμοκρασία πάνω από 0 °C.
5.1.2	Υλικά
5.1.2.1	Υλικά μπορούν να επιλεγούν από τα υλικά ΥΦΑ που αναφέρονται στο EN ISO 16903.
5.1.2.2	Πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για τη συμβατότητα των υλικών.
5.1.3	Προστατευτική επικάλυψη
5.1.3.1	Όταν εφαρμόζεται προστατευτική επικάλυψη (βαφή, ψεκασμός μετάλλου, γαλβανισμός), η επιστρωση πρέπει να είναι σταθερή τόσο στην θερμοκρασία του ΥΦΑ όσο και στην μέγιστη θερμοκρασία του θερμαντικού υγρού.
5.1.4	Διαδρομές φυσικού αερίου
5.1.4.1	Στην έξοδο της αεριοποίησης, τα υλικά σωληνώσεων πρέπει να επιλέγονται σε σχέση με τη χαμηλότερη θερμοκρασία που μπορεί να επέλθει.
5.1.5	Σταθερότητα/δόνηση
5.1.5.1	Οι εξατμιστές πρέπει να λειτουργούν σε σταθερή κατάσταση χωρίς καμία δόνηση για συγκεκριμένο εύρος λειτουργίας.
5.1.6	Ανακουφιστικές βαλβίδες ασφαλείας
5.1.6.1	Για να αποφευχθεί η υπερπίεση, οι εξατμιστές που μπορούν να απομονωθούν πρέπει να διαθέτουν τουλάχιστον μια ανακουφιστική βαλβίδα ασφαλείας.
5.1.6.2	Οι βαλβίδες ανακούφισης ασφαλείας μπορούν να εκκενωθούν απευθείας στην ατμόσφαιρα σε ασφαλή θέση.
5.1.6.3	Η εκφόρτιση των βαλβίδων ασφαλείας πρέπει να οδηγηθεί προς το σύστημα καύσης/εξαερισμού εφόσον είναι δυνατό.

5.1.7	Δεδομένα απόδοσης
5.1.7.1	Οι ονομαστικές τιμές των δεδομένων απόδοσης των ατμοποιητών πρέπει να εξασφαλίζονται από τον κατασκευαστή.
6	Σωληνώσεις
6.1	Γενικά
6.1.1	Επισήμανση ορισμένων χαρακτηριστικών του σχεδιασμού των σωληνώσεων που σχετίζονται ιδιαίτερα με τις εγκαταστάσεις ΥΦΑ.
6.2	Συστήματα σωληνώσεων
6.2.1	Πεδίο εφαρμογής συστήματος σωληνώσεων
6.2.2	Κύρια συστήματα διεργασιών
6.2.2.1	Αυτά θα εξαρτηθούν από τον τύπο της εγκατάστασης.
6.2.3	Βοηθητικά συστήματα
6.2.3.1	Συστήματα αποστράγγισης, φυσικού αερίου για χρήση ως αέριο καύσης, ψύξης και ψυχρής συγκράτησης.
6.2.4	Συστήματα κοινής ωφέλειας
6.2.4.1	Τα κύρια συστήματα κοινής ωφέλειας αλλάζουν ανάλογα με τον τύπο της εγκατάστασης.
6.2.5	Συστήματα πυροπροστασίας
6.2.5.1	Σύστημα ψεκασμού, κουρτίνες νερού, μίγμα νερού/συμπυκνώματος για την παραγωγή αφρού, ξηρή χημική σκόνη.
6.3	Κανόνες σχεδίασης

6.3.1	Γενικές προϋποθέσεις
6.3.1.1	Τα συστήματα σωληνώσεων πρέπει να συμμορφώνονται με τον κώδικα σωληνώσεων EN 13480.
6.3.2	Χαρακτηριστικά της ροής
6.3.2.1	Οι σωληνώσεις πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ομαλή ροή, αποφεύγοντας ταυτόχρονα δυναμικές επιδράσεις.
6.3.2.2	Οι υπολογισμοί της πτώσης πίεσης πρέπει να διεξάγονται προκειμένου να ελεγχθούν οι συνθήκες πίεσης που απαιτούνται για την ορθή λειτουργία των αντλιών στα συστήματα φόρτωσης και εκφόρτωσης πλοίων, πλήρωσης δεξαμενών και αποστολής από τις δεξαμενές αυτές.
6.4	Δοκιμές πίεσης
6.4.1	Όλα τα συστήματα σωληνώσεων δοκιμάζονται σύμφωνα με τους αναγνωρισμένους κωδικούς υπολογισμού των βιομηχανικών σωληνώσεων.
6.4.2	Για τα κρυογονικά συστήματα προτιμάται η εφαρμογή πεπιεσμένου αέρα. Αυτές οι πεπιεστικές δοκιμές θα εκτελούνται μόνο μετά από έγκριση από τις τοπικές αρχές, εφόσον αποδεικνύεται ότι πληρούνται τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία του προσωπικού.
6.4.3	Οι αποστάσεις ασφαλείας μπορούν να προσδιοριστούν με ανάλυση πιθανών σεναρίων αποτυχίας που μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια μιας δοκιμής.
6.4.4	Στην περίπτωση που δεν είναι δυνατή η δοκιμή πεπιεσμένου αέρα, διεξάγεται υδροηλεκτρική δοκιμή και λεπτομερής ξήρανση μετά τη δοκιμή, συμπεριλαμβανομένης της αποσυναρμολόγησης βαλβίδων εάν είναι απαραίτητο.
6.5	Εξαρτήματα σωληνώσεων
6.5.1	Γενικά
6.5.1.1	Τα υλικά κατασκευής σωληνώσεων και εξαρτημάτων επιλέγονται σύμφωνα

	με τους όρους χρήσης.
6.5.1.2	Προκειμένου να βελτιωθεί η αντίσταση στη φωτιά, το σύστημα σωληνώσεων διεργασίας, που μπορεί να εκτεθεί σε φωτιά ή θερμότητα, δεν πρέπει να κατασκευάζεται από υλικά με σημείο τήξης χαμηλότερο από του χάλυβα.
6.5.1.3	Πρέπει να παρέχεται θετική απομόνωση όταν είναι απαραίτητο να προστατεύεται το προσωπικό που πραγματοποιεί εσωτερική επιθεώρηση ή συντήρηση του εξοπλισμού.
6.5.2	Σωλήνας
6.5.2.1	Γενικά
6.5.2.1.1	Οι σωληνώσεις πρέπει να συμμορφώνονται με αναγνωρισμένα Πρότυπα.
6.5.2.2	Σύνδεσμοι σωληνώσεων
6.5.2.2.1	Οι αρθρώσεις μεταξύ σωλήνων που κατασκευάζονται με συγκόλληση πρέπει να είναι σύμφωνοι με προδιαγραφές (μέταλλα εγκεκριμένα από τον ιδιοκτήτη, συγκόλληση σύμφωνα με το EN ISO 15614-1, πιστοποιημένοι συγκολλητές EN ISO 9606-1, επιθεώρηση συγκόλλησης EN ISO 9712).
6.5.2.2.2	Η συγκόλληση σωληνώσεων με διαφορετικά υλικά πρέπει να γίνεται με προσοχή, ιδιαίτερα όσον αφορά στις θερμικές καταπονήσεις που προκύπτουν από τη διαφορική συστολή και την ηλεκτροχημική διάβρωση.
6.5.2.2.3	Οι αρθρώσεις φλαντζών πρέπει να περιορίζονται στο ελάχιστο, ιδίως για τις εργασίες συντήρησης. Εάν χρησιμοποιούνται αυτοί οι τύποι κόμβων, πρέπει να λαμβάνονται ειδικές προφυλάξεις κατά τη σύσφιξη των βιδών.
6.5.2.3	Στηρίγματα σωληνώσεων
6.5.2.3.1	Το στήριγμα πρέπει να επιτρέπει την κίνηση του σωλήνα λόγω θερμικής συστολής ή διαστολής χωρίς να υπερβαίνει τις επιτρεπόμενες τάσεις.
6.5.2.3.2	Ο σχεδιασμός στήριξης πρέπει να ταιριάζει στη λειτουργία αυτή και να εμποδίζει οποιαδήποτε ψυχρή γέφυρα μεταξύ του σωλήνα και της δομής στην

	οποία στηρίζεται ή από την οποία κρέμεται.
6.5.2.4	Αντιστάθμιση των συστολών λόγω κρούου
6.5.2.4.1	Όλα τα συστήματα σωληνώσεων πρέπει να υπόκεινται σε ανάλυση τάσεων χρησιμοποιώντας αναγνωρισμένους κωδικούς σωληνώσεων.
6.5.2.4.2	Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ειδικά μέτρα προκειμένου να απορροφηθούν οι διακυμάνσεις των διαστάσεων των σωλήνων που σχετίζονται με τις μεταβολές των θερμοκρασιών.
6.5.3	Εύκαμπτοι σωλήνες
6.5.3.1	Οι εύκαμπτοι σωλήνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία μικρών προσωρινών συνδέσεων για τη μεταφορά υγροποιημένου φυσικού αερίου και άλλων κρυογονικών υγρών.
6.5.3.2	Η χρήση εύκαμπτων σωλήνων πρέπει να είναι σύμφωνη με την αξιολόγηση επικινδυνότητας. Οι εύκαμπτοι σωλήνες δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 15 μέτρα σε μήκος και τα 0,5 κυβικά μέτρα σε όγκο.
6.5.3.3	Οι εύκαμπτοι σωλήνες πρέπει να σχεδιάζονται σύμφωνα με τους σχετικούς κώδικες και τα Πρότυπα, όπως το EN 12434.
6.6	Βαλβίδες
6.6.1	Οι βαλβίδες πρέπει να σχεδιάζονται, να κατασκευάζονται και να ελέγχονται σύμφωνα με το Πρότυπο EN 12567.
6.6.2	Οι βαλβίδες που πρόκειται να εγκατασταθούν στην υπηρεσία κρυογονικών υδρογονανθράκων και των τοξικών συστημάτων συνιστώνται να έχουν συγκολλημένα άκρα.
6.6.3	Συνιστάται οι κρυογενικές συγκολλημένες βαλβίδες να σχεδιάζονται έτσι ώστε να επιτρέπουν τη συντήρηση των εσωτερικών εξαρτημάτων χωρίς την αφαίρεση του σώματος της βαλβίδας.
6.6.4	Οι βαλβίδες στην υπηρεσία υδρογονανθράκων πρέπει να είναι ασφαλείς κατά την πυρκαγιά σύμφωνα με το Πρότυπο EN ISO 10497.

6.6.5	Ο αριθμός των βαλβίδων πρέπει να περιορίζεται για να μειώνεται η πιθανότητα διαρροής.
6.6.6	Οι βαλβίδες Διακοπής Έκτακτης Ανάγκης (ΔΕΑ) τοποθετούνται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον εξοπλισμό για τον οποίο προορίζονται.
6.6.7	Ο χρόνος διαδρομής βαλβίδων ΔΕΑ πρέπει να είναι συμβατός με τις παραδοχές που έγιναν κατά τη διάρκεια της εκτίμησης επικινδυνότητας.
6.7	Βαλβίδες ανακούφισης
6.7.1	Οι βαλβίδες ανακούφισης θα πρέπει κανονικά να είναι μονωμένες.
6.7.2	Πρέπει να εγκαθίστανται βαλβίδες θερμικής ανακούφισης για την προστασία του εξοπλισμού, των σωληνώσεων και των εύκαμπτων σωλήνων από την υπερπίεση.
6.7.3	Όταν μπορούν να απομονωθούν οι βαλβίδες ανακούφισης από τον εξοπλισμό ή/και το σύστημα που προστατεύουν, πρέπει να εφαρμόζονται ειδικές διατάξεις ώστε να διασφαλίζεται ότι η πίεση στον εξοπλισμό και το σύστημα παρακολουθείται συνεχώς και ελέγχεται.
6.8	Θερμική μόνωση
6.8.1	Γενικά
6.8.1.1	Η ποιότητα και ο τύπος των μονωτικών υλικών πρέπει να προσδιορίζονται από απαιτήσεις (βαθμός αναφλεξιμότητας, ευαισθησία υλικών μόνωσης στην υγρασία, μεγάλες διαβαθμίσεις θερμοκρασίας, χαμηλές θερμοκρασίες).
6.8.1.2	Για την αποφυγή διάβρωσης από ανοξείδωτο χάλυβα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνωση με χαμηλή περιεκτικότητα σε χλωριούχα.
6.8.2	Μόνωση σωληνώσεων
6.8.2.1	Τα συστήματα σωληνώσεων πρέπει να είναι μονωμένα, όπου απαιτείται.
6.8.2.2	Όταν τοποθετείται η μόνωση, πρέπει να λαμβάνονται προφυλάξεις στις

	φλάντζες, τα κινούμενα μέρη και τα στηρίγματα των σωληνώσεων.
6.8.2.3	Η μόνωση σε αρθρώσεις σωλήνων (συγκολλήσεις, φλάντζες) δεν θα πρέπει να τεθεί σε εφαρμογή πριν από τη δοκιμή αντοχής των σωληνώσεων.
6.8.2.4	Θα πρέπει να εξεταστεί το ενδεχόμενο αγοράς προ-μονωμένων σωληνώσεων.
6.8.3	Συμπεριφορά στην φωτιά
6.8.3.1	Κατά τον σχεδιασμό των συστημάτων μόνωσης πολλαπλών συνιστωσών πρέπει να αποδεικνύεται και να τεκμηριώνεται η συμπεριφορά κατά της πυρκαγιάς όλων των συστατικών.
6.8.4	Απορρόφηση αερίου
6.8.4.1	Πρέπει να αποφεύγονται πορώδη θερμομονωτικά προϊόντα που ενδέχεται να απορροφήσουν αέριο μεθάνιο.
6.8.5	Αντοχή στην υγρασία
6.8.5.1	Προκειμένου να αποφευχθεί η εισροή υδρατμών, θα πρέπει να προβλέπεται ένα αποτελεσματικό φράγμα ατμού και να τοποθετείται γύρω από το μονωτικό υλικό.
6.8.6	Διαφορικές κινήσεις
6.8.6.1	Πρέπει να επιτευχθεί ένα μονωτικό σύστημα με υδρατμούς. Πρέπει να έχει σχεδιαστεί ώστε να παραμένει αεροστεγές ακόμη και μετά από τις αναμενόμενες διαφορικές κινήσεις μεταξύ του σωλήνα και των προϊόντων που συνιστούν το σύστημα μόνωσης.
6.8.6.2	Οι αρθρώσεις πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να αντιστέκονται στους διαφορικούς κύκλους κίνησης σε σχέση με τις εσωτερικές και εξωτερικές μεταβολές της θερμοκρασίας.
6.8.6.3	Το πάχος κάθε μονωτικού στρώματος πρέπει, αν είναι απαραίτητο, να περιορίζεται προκειμένου να μειωθούν οι διατμητικές τάσεις που οφείλονται στην διακύμανση της θερμοκρασίας μεταξύ της θερμής και της ψυχρής πλευράς.

6.8.7	Προσδιορισμός πάχους
6.8.7.1	Το πάχος πρέπει να υπολογίζεται σύμφωνα με το EN ISO 12241.
6.8.7.2	Προκειμένου να αποφευχθεί η συμπύκνωση της εξωτερικής επιφάνειας στο σύστημα μόνωσης, η διαφορά μεταξύ της εξωτερικής θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της θερμοκρασίας της επιφάνειας πρέπει να περιοριστεί.
6.8.8	Θερμική αγωγιμότητα
6.8.8.1	Το πάχος εξαρτάται από τη θερμική αγωγιμότητα του υλικού σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από τη θερμοκρασία του ρευστού έως το περιβάλλοντος.
6.9	Σχάρες σωληνώσεων
6.9.1	Τα κύρια και τα βοηθητικά συστήματα επεξεργασίας πρέπει να κατευθύνονται όσο το δυνατόν περισσότερο στον ανοιχτό αέρα, ώστε να αποφεύγεται ο περιορισμός εύφλεκτων αερίων.
6.9.2	Το έδαφος κάτω από τις σχάρες των σωληνώσεων πρέπει να βαθμονομείται κατάλληλα και να είναι κεκλιμένο για να αποφεύγεται η συγκέντρωση νερού βροχής και υδρογονανθράκων.
6.9.3	Πρέπει να προστατεύονται τα στηρίγματα έναντι της έκθεσης στη φωτιά και την διαρροή ΥΦΑ ή ψυχρού αερίου αν απαιτείται από την ανάλυση επικινδυνότητας.
6.10	Διάβρωση
6.10.1	Τα συστήματα σωληνώσεων πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε διαρροή λόγω διάβρωσης κατά τη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης.
6.10.2	Η επιλογή των υλικών πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις συνθήκες λειτουργίας και το περιβάλλον (παρουσία χλωριούχων ή θειούχων ή αζωτούχων ενώσεων).

6.10.3	Λήψη ειδικών μέτρων, όπως η καθοδική προστασία (αναστολέας διάβρωσης) και η εφαρμογή επικαλύψεων, ανθεκτικών στη διάβρωση, προσαρμοσμένων στον σχετικό κίνδυνο.
7	Υποδοχή/αποστολή φυσικού αερίου
7.1	Μετρήσεις
7.1.1	Ιστορικό
7.1.1.1	Η μέτρηση ροής μπορεί να απαιτηθεί για σκοπούς φορολογίας ή ισολογισμού υλικών. Η ακρίβεια των μετρητικών συστημάτων πρέπει να είναι επαρκής για το σκοπό αυτό.
7.1.2	Μέτρηση ροής
7.1.2.1	Η μέτρηση της ροής πραγματοποιείται σύμφωνα με το Πρότυπο EN 1776.
7.1.2.2	Οι μετρητές ροής του στροβίλου πρέπει να προστατεύονται από τη διάρρηξη του πρωτεύοντος φίλτρου.
7.2	Ποιότητα αερίου
7.2.1	Ιστορικό
7.2.1.1	Το φυσικό αέριο πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις για την ποιότητα του φυσικού αερίου όταν εισέρχεται στην είσοδο της μονάδας υγροποίησης.
7.2.1.2	Αυτές οι ελάχιστες απαιτήσεις πρέπει να επιτρέπουν την αντιστοίχιση της αναμενόμενης ποιότητας αερίου στην έξοδο της μονάδας υγροποίησης.
7.2.1.3	Η ποιότητα του φυσικού αερίου που αποστέλλεται σε δίκτυο από ένα τερματικό λήψης πρέπει να πληροί τις τοπικές απαιτήσεις (ιδιαίτερα την περιεκτικότητα σε υδρόθειο, τη μέση θερμογόνο δύναμη και το εύρος του δείκτη Wobbe του αερίου).
7.2.1.4	Όλα τα εγχώρια αέρια που παρέχονται μπορούν να αποστειρωθούν. Το αέριο που φθάνει σε μια μονάδα εξαγωγής ΥΦΑ μπορεί να απαιτεί την

	απομάκρυνση ορισμένων ρύπων προτού υγροποιηθεί.
7.2.2	Ρύθμιση ποιότητας αερίου
7.2.2.1	Το αέριο που εξέρχεται από τις εγκαταστάσεις ΥΦΑ πρέπει να συμμορφώνεται με τις παραμέτρους ποιότητας όπως ο δείκτης Wobbe, η θερμογόνος δύναμη και, εάν απαιτείται, η ένταση της οσμής.
7.2.2.2	Απαιτείται ακριβής ανάλυση των υφιστάμενων ροών για να διασφαλιστεί ότι πληρούνται αυτές οι παράμετροι.
7.2.2.3	Απαιτείται επιτόπια παρακολούθηση και ένα μέσο διόρθωσης των παραμέτρων ποιότητας του φυσικού αερίου, εάν αναμένεται ότι θα μπορούσε να ξεφύγει από το απαιτούμενο εύρος.
7.2.2.4	Απαίτηση για συστήματα μέτρησης, ανάλυσης και ελέγχου για να διασφαλιστεί ότι οι διορθωτικές ενέργειες μπορούν να ληφθούν γρήγορα και ομαλά.
7.3	Όσμηση
7.3.1	Όσμηση του εξοπλισμού αποθήκευσης και έγχυσης μπορεί να πραγματοποιηθεί σε εγκαταστάσεις όπου απαιτείται είτε με τοπική ρύθμιση είτε κατόπιν αιτήματος του πελάτη για είσοδο αερίου στο σύστημα τροφοδοσίας.
7.3.2	Οι προδιαγραφές για τα χαρακτηριστικά των οσμήσεων, η κατασκευή και η λειτουργία των εγκαταστάσεων όσμησης πρέπει να είναι σύμφωνες με τα σχετικά Πρότυπα.
8	Ανάκτηση των απωλειών εξάτμισης και εγκαταστάσεις επεξεργασίας
8.1	Γενικά
8.1.1	Πρέπει να εγκαθίστανται μονάδες ανάκτησης των απωλειών εξάτμισης με σκοπό τη συλλογή του ΥΦΑ σε εξάτμιση εξαιτίας της διαρροής θερμότητας και της παρουσίας της φλόγας στην τροφοδοσία κατά την πλήρωση των δεξαμενών ή κατά τη φόρτωση των μεταφορέων ΥΦΑ.
8.1.2	Οι ατμοί απορρίπτονται με ασφάλεια μέσω της επαναυγροποίησης.

8.1.3	Πρέπει να λαμβάνονται προφυλάξεις για να αποφευχθεί οποιαδήποτε διείσδυση του αέρα στα συστήματα ανάκτησης απωλειών εξάτμισης.
8.2	Σύστημα συλλογής απωλειών εξάτμισης
8.2.1	Το σύστημα αυτό πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να μην μπορεί να προκύψει άμεση εκπομπή ψυχρού αερίου στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας.
8.2.2	Τα σημεία αποστράγγισης με βαλβίδες, συνδεδεμένα με το σύστημα αποστράγγισης, πρέπει να τοποθετούνται σε χαμηλά σημεία όλων των κύριων γραμμών καύσης.
8.3	Σύστημα επιστροφής αερίου στο δεξαμενόπλοιο ή στο τερματικό εξαγωγής
8.3.1	Το σύστημα συνδέει το σύστημα συλλογής απωλειών εξάτμισης με τον βραχίονα επιστροφής ατμού της προβλήτας.
8.4	Ανάκτηση απωλειών εξάτμισης
8.4.1	Ο ανασυμπυκνωτής πρέπει να σχεδιάζεται σύμφωνα με το Πρότυπο EN 13445, να αποτελείται από υλικά με κρυογονικά χαρακτηριστικά και να είναι μονωμένος.
8.5	Συμπιεστής αερίου
8.5.1	Οι συμπιεστές πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με συστήματα περιορισμού της πίεσεως κατάντη ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος υπέρβασης της μέγιστης σχεδιαστικής πίεσης του εξοπλισμού που είναι εγκατεστημένος κατάντη.
8.5.2	Οι συμπιεστές αερίου πρέπει να είναι εξοπλισμένοι με χειροκίνητη ή αυτόματη εκκίνηση, η οποία επιτρέπει την απομόνωσή τους σε περίπτωση σοβαρής ζημιάς.
8.6	Καύση/εξαερισμός
8.6.1	Γενικά

8.6.1.1	Όλες οι εκπομπές πρέπει να παρακολουθούνται, να ελέγχονται και να καταχωρούνται.
8.6.1.2	Οι εγκαταστάσεις πρέπει να είναι εφοδιασμένες με σύστημα καύσης/εξαερισμού.
8.6.1.3	Η διάταξη του συστήματος καύσης/εξαερισμού πρέπει να σέβεται τα επίπεδα ροής ακτινοβολίας και, όπου είναι εφικτό, πρέπει να επιλέγεται σύμφωνα με τον επικρατούμενο αέρα ώστε να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος η φλόγα να πλησιάσει ένα εύφλεκτο νέφος αερίου.
8.6.2	Για τερματικό εισαγωγής
8.6.2.1	Η εγκατάσταση σχεδιάζεται γύρω από την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει συνεχής καύση ή εξαερισμός.
8.6.2.2	Η καύση και ο εξαερισμός πρέπει να έχουν μέγεθος για το μέγιστο ρυθμό ροής αερίου που μπορεί να προβλεφθεί.
8.6.3	Για τερματικό εξαγωγής
8.6.3.1	Τα συμβάντα που δημιουργούν τα τυχαία φορτία στο σύστημα καύσης/εξαερισμού πρέπει να παρουσιάζονται σε αναλυτική απεικόνιση για να διαπιστωθεί το τυχαίο φορτίο.
9	Βοηθητικά κυκλώματα και κτίρια
9.1	Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός
9.1.1	Γενικές προϋποθέσεις
9.1.1.1	Όλος ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός, ο εξοπλισμός οργάνων και οι εγκαταστάσεις που βρίσκονται σε επικίνδυνη περιοχή πρέπει να είναι σύμφωνα με τα EN 60079 και IEC 60079.
9.1.2	Κύρια παροχή ηλεκτρικού ρεύματος
9.1.2.1	Η εγκατάσταση μπορεί είτε να εισάγει ηλεκτρική ενέργεια από το τοπικό

	δίκτυο είτε να παράγει τη δική της ισχύ ή συνδυασμό των δύο περιπτώσεων.
9.1.2.2	Εάν η ισχύς εισάγεται από το τοπικό δίκτυο, προτιμάται να υπάρχουν δύο ανεξάρτητες γραμμές εισόδου για να διατηρηθεί η ακεραιότητα της τροφοδοσίας.
9.1.2.3	Όταν η εγκατάσταση παράγει τη δική της ισχύ χωρίς σύνδεση με ένα δίκτυο, η πηγή ισχύος θα πρέπει να έχει πλεονάζουσα χωρητικότητα ώστε να επιτρέπεται σε μια μονάδα παραγωγής ενέργειας να βρίσκεται εκτός λειτουργίας και να διατηρεί ακόμα την απαιτούμενη ισχύ στη εγκατάσταση.
9.1.2.4	Όταν η μονάδα παράγει τη δική της ισχύ, πρέπει να προβλέπεται η εκκίνηση της εγκατάστασης από το πλήρες κλείσιμο.
9.1.3	Τροφοδοσία Έκτακτης Ανάγκης (TEA)
9.1.3.1	Πρέπει να παρέχεται τροφοδοσία ρεύματος έκτακτης ανάγκης.
9.1.3.2	Πρέπει να σχεδιάζεται ώστε να εξασφαλίζεται, σε περίπτωση βλάβης της κύριας παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, η διατήρηση όλων των ζωτικών λειτουργιών για την ασφάλεια του προσωπικού και της εγκατάστασης.
9.1.3.3	Η χωρητικότητα της ηλεκτρικής ενέργειας έκτακτης ανάγκης πρέπει να επαρκεί για να φέρει την εγκατάσταση σε κατάσταση ελεγχόμενου τερματισμού σε περίπτωση πλήρους απώλειας τροφοδοσίας.
9.1.3.4	Η γεννήτρια έκτακτης ανάγκης πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον 24 ώρες τροφοδοσίας καυσίμου στην "δεξαμενή ημέρας" και να μπορεί να τροφοδοτείται με ανεφοδιασμό όταν λειτουργεί.
9.1.4	Αδιάλειπτη Τροφοδοσία Ρεύματος (ATP)
9.1.4.1	Πρέπει να παρέχει ισχύ σε κρίσιμα συστήματα ελέγχου και ασφάλειας, ώστε η εγκατάσταση να διατηρείται σε ασφαλή κατάσταση για τουλάχιστον 60 λεπτά.
9.1.5	Φωτισμός
9.1.5.1	Ο φωτισμός πρέπει να παρέχεται σε χώρους της εγκατάστασης όπου απαιτείται ασφαλής πρόσβαση και ασφαλείς συνθήκες εργασίας κατά τη

	διάρκεια της νύχτας.
9.1.5.2	Πρέπει να προβλέπεται σύστημα φωτισμού έκτακτης ανάγκης για την ασφαλή διαφυγή του προσωπικού από προσβάσιμες περιοχές της εγκατάστασης σε περίπτωση βλάβης της τροφοδοσίας ισχύος ή έκτακτης ανάγκης.
9.2	Κεραυνοί και γείωση
9.2.1	Αντικεραυνική προστασία
9.2.1.1	Η προστασία από τους κεραυνούς πρέπει να είναι σύμφωνη με το Πρότυπο EN 62305.
9.2.1.2	Πρέπει να προστατεύονται οι δεξαμενές και τα εξαρτήματά τους, οι λιμενικοί βραχίονες μεταφοράς, τα κτίρια και το σύστημα καύσης/εξαερισμού.
9.2.2	Κύκλωμα γείωσης
9.2.2.1	Η γείωση πρέπει να είναι σύμφωνη με τα Πρότυπα της CENELEC, ιδίως με το HD 60364-5-54.
9.2.2.2	Ο σχεδιασμός πρέπει να διασφαλίζει την προστασία του προσωπικού και να αποφεύγει τη δυνητική διαφορά μεταξύ μεταλλικών εξαρτημάτων και τη δυνατότητα δημιουργίας σπινθήρων σε επικίνδυνες περιοχές.
9.3	Καθοδική προστασία
9.3.1	Όλα τα υπόγεια/υποθαλάσσια μεταλλικά μέρη θα πρέπει να προστατεύονται, όπου είναι απαραίτητο, από τη διάβρωση με κατάλληλη επίστρωση ή/και καθοδική προστασία σύμφωνα με τους σχετικούς κώδικες ή/και τα Πρότυπα.
9.4	Προειδοποιητικά φώτα
9.4.1	Οι δεξαμενές και άλλες υπερυψωμένες κατασκευές πρέπει να είναι εφοδιασμένες με προειδοποιητικές λυχνίες για να συμμορφώνονται με τους κανονισμούς πλοήγησης.
9.4.2	Η προβλήτα πρέπει να διαθέτει φώτα ναυσιπλοΐας σύμφωνα με τους

	τοπικούς θαλάσσιους κανονισμούς.
9.5	Παροχή νερού στην θάλασσα
9.5.1	Υλικά
9.5.1.1	Τα υλικά πρέπει να επιλέγονται προσεκτικά σύμφωνα με το περιβάλλον της τοποθεσίας.
9.5.1.2	Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στη συμβατότητα των υλικών ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε γαλβανική διάβρωση.
9.5.2	Αντλίες νερού
9.5.2.1	Συνιστάται ο αριθμός και το μέγεθος των αντλιών νερού ψύξης ή των αντλιών θαλασσινού νερού να είναι τέτοιος ώστε η μη διαθεσιμότητα μιας αντλίας με την υψηλότερη ονομαστική χωρητικότητα να μην εμποδίζει την ικανοποίηση των απαιτήσεων ύδατος των εναλλακτών και των υπηρεσιών ψύξης.
9.5.2.2	Ο σχεδιασμός της πρόσληψης θαλασσινού νερού απαιτεί συχνά λεπτομερή μελέτη για να διασφαλιστεί ότι το φιλτράρισμα και οι υδραυλικές απαιτήσεις των αντλιών θαλασσινού νερού αντιμετωπίζονται σωστά.
9.5.2.3	Τα κυκλώματα νερού είναι ευαίσθητα στην εσωτερική διάβρωση ή/και τη ρύπανση από φυσικούς οργανισμούς. Θα πρέπει να προβλεφθούν μέτρα για την πρόληψη αυτού, εάν απαιτείται.
9.5.2.4	Η απόρριψη νερού που έχει υποστεί επεξεργασία με αντιδιαβρωτικά και αντιρρυπαντικά χημικά προϊόντα πρέπει να συμμορφώνεται με τις άδειες απόρριψης από την εγκατάσταση.
9.6	Εγκατάσταση αφαίρεσης μολυσματικών αερίων
9.6.1	Ορισμένες μονάδες υγροποίησης απαιτούν επεξεργασία αερίων για την απομάκρυνση των μολυσματικών αερίων όπως ο υδράργυρος, το θείο, το διοξείδιο του άνθρακα και τα αρωματικά από το εισερχόμενο αέριο.
9.6.2	Πρέπει να υπάρχουν εγκαταστάσεις και διαδικασίες για τον ασφαλή χειρισμό, την αποθήκευση και την ανακύκλωση ή τη διάθεση αυτών των υλικών

	και των μέσων απομάκρυνσής τους εφόσον απαιτείται.
9.6.3	Πρέπει να παρέχονται τα Φύλλα Δεδομένων Ασφαλείας Υλικών για τα μέσα απορρόφησης και θα πρέπει να αναφέρονται ειδικές απαιτήσεις για την ασφαλή διάθεση ή ανακύκλωση των υλικών.
9.7	Πεπιεσμένος αέρας χωρίς μολύνσεις, υγρασία και σωματίδια
9.7.1	Όταν χρησιμοποιείται, η τροφοδοσία του πρέπει να είναι αξιόπιστη. Αυτό συνήθως σημαίνει την παροχή τουλάχιστον δύο αεροσυμπιεστών, καθένας από τους οποίους μπορεί να παρέχει την συνολική απαίτηση.
9.7.2	Οι προμήθειες του συγκεκριμένου αέρα πρέπει να είναι εγγυημένες για το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την τοποθέτηση της εγκατάστασης σε ασφαλή κατάσταση σε περίπτωση αστοχίας της κύριας πηγής ισχύος. Αυτό πρέπει να είναι τουλάχιστον 3 λεπτά.
9.8	Καύσιμο (ωφέλιμο) αέριο
9.8.1	Το καύσιμο αέριο που χρησιμοποιείται στην εγκατάσταση δεν πρέπει να έχει υποστεί όσμηση.
9.8.2	Η ανίχνευση διαρροών παρέχεται από το σύστημα ανίχνευσης αερίων.
9.9	Σύστημα αζώτου
9.9.1	Οι σωληνώσεις υγροποιημένου αζώτου πρέπει να σχεδιάζονται με κρουγενικά υλικά σύμφωνα με αναγνωρισμένους τοπικούς κώδικες ή/και Πρότυπα (παραδείγματα αποδεκτών υλικών δίνονται στο EN ISO 16903).
9.9.2	Η διασύνδεση μεταξύ συστημάτων αερίων αζώτου και αέρα δεν επιτρέπεται για λόγους ασφαλείας.
9.10	Κτίρια
9.10.1	Ο σχεδιασμός και η κατασκευή κτιρίων πρέπει να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις εκτίμησης επικινδυνότητας, τα ακόλουθα Πρότυπα και με τους τοπικούς κανονισμούς, ειδικά σχετικά με τον σεισμικό σχεδιασμό: EN 1992-1-1, EN 1993-1-1, EN 1994-1-1, EN 1998-1.

9.10.2	Όταν αναγνωρίζονται στην αξιολόγηση επικινδυνότητας, τα κτίρια πρέπει να υπόκεινται σε πίεση (βλέπε κατευθυντήριες γραμμές EN 60079-13).
9.10.3	Οι εξαναγκασμένες εισοδοι αέρα εξαερισμού για τα κτίρια πρέπει να είναι εφοδιασμένες με ανιχνευτές αερίων για να κλείνουν τους ανεμιστήρες ώστε να αποφεύγεται κάθε κίνδυνος μετάδοσης αερίου στο κτίριο.
9.10.4	Το σύστημα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού σχεδιάζεται έτσι ώστε να ταιριάζει με την πιθανή ροή ακτινοβολίας.
9.10.5	Όταν τα κτίρια σχεδιάζονται για υπερβολική πίεση, ο σχεδιασμός πρέπει να λαμβάνει υπόψη τον κίνδυνο για το προσωπικό που προκαλείται από το κύμα εκρήξεων που εισέρχεται στο κτίριο μέσω εισόδων και εξόδων εξαερισμού.
10	Διαχείριση κινδύνων
10.1	Εγγενής ασφάλεια
10.1.1	Πρόβλεψη για ελάχιστο χώρο ασφαλείας
10.1.1.1	Η απόσταση ασφαλείας πρέπει να υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τα πιθανά επίπεδα ακτινοβολίας πυρκαγιάς και τις ζώνες διασποράς αερίων.
10.1.2	Διάταξη εγκατάστασης ΥΦΑ
10.1.2.1	Η εγκατάσταση ΥΦΑ πρέπει να είναι σχεδιασμένη ώστε να παρέχει ασφαλή πρόσβαση για την κατασκευή, τη λειτουργία, τη συντήρηση, την επείγουσα δράση και να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις διάταξης που προσδιορίζονται στην αξιολόγηση κινδύνων.
10.1.2.2	Η επικρατούσα κατεύθυνση του ανέμου λαμβάνεται υπόψη στη διάταξη των εγκαταστάσεων ΥΦΑ.
10.1.2.3	Όπου είναι εφικτό, τα κτίρια και οι πηγές ανάφλεξης πρέπει να βρίσκονται εκτός επικίνδυνων περιοχών.
10.1.2.4	Τα κτίρια των εγκαταστάσεων θα πρέπει να τοποθετούνται εκτός των περιοχών που επηρεάζονται από κινδύνους ή να έχουν σχεδιαστεί για να

	αντισταθούν σε αυτά τα ατυχηματικά σενάρια.
10.1.2.5	Ο κεντρικός χώρος ελέγχου πρέπει να βρίσκεται εκτός των ζωνών διεργασίας και των επικίνδυνων περιοχών.
10.1.2.6	Οι εισοδοί αέρα πρέπει να είναι εφοδιασμένες με ανιχνευτή αερίων.
10.1.2.7	Η απόσταση μεταξύ δύο γειτονικών δεξαμενών είναι αποτέλεσμα μιας λεπτομερούς εκτίμησης επικινδυνότητας. Αυτό πρέπει να είναι τουλάχιστον το ήμισυ της διαμέτρου του δευτερεύοντος δοχείου της μεγαλύτερης δεξαμενής.
10.1.3	Διαδρομές διαφυγής
10.1.3.1	Πρέπει να προβλέπονται διαδρομές διαφυγής για όλες τις περιοχές των εγκαταστάσεων όπου ενδέχεται να προκύψει κίνδυνος για το προσωπικό.
10.1.3.2	Ο σχεδιασμός πρέπει να λαμβάνει υπόψη το γεγονός ότι όταν διαρρέυσει το ΥΦΑ δημιουργείται "ομίχλη" από την συμπύκνωση της ατμοσφαιρικής υγρασίας.
10.1.4	Περιορισμός
10.1.4.1	Οι περιορισμένες ή μερικώς περιορισμένες ζώνες πρέπει να αποφεύγονται, στο μέτρο του δυνατού.
10.1.4.2	Οι σωληνώσεις αερίου και ΥΦΑ δεν πρέπει να βρίσκονται σε κλειστούς αγωγούς όταν αυτό είναι δυνατό να αποφευχθεί.
10.1.4.3	Ο χώρος που βρίσκεται κάτω από την πλάκα βάσης των ανυψωμένων δεξαμενών, εάν υπάρχουν, πρέπει να είναι επαρκώς υψηλός ώστε να επιτρέπει την κυκλοφορία του αέρα.
10.1.4.4	Όπου χρησιμοποιούνται αλυσιδωτοί αγωγοί, πρέπει να γεμίζονται με συμπιεσμένη άμμο και να καλύπτονται με επίπεδες πλάκες που διαθέτουν οπές εξαερισμού για να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα εύφλεκτων αερίων να ταξιδεύουν κατά μήκος των αγωγών.
10.1.5	Άμεση προσβασιμότητα σε βαλβίδες και εξοπλισμό

10.1.5.1	Αυτό επιτυγχάνεται με την παροχή στην εγκατάσταση όλων των απαιτούμενων ασφαλών προσβάσεων, διαδρομών, σκαλοπατιών και πλατφορμών, όπως απαιτείται από την επισκόπηση της διάταξης.
10.1.5.2	Το οδικό σύστημα θα πρέπει να αναπτυχθεί ώστε να παρέχει άμεση πρόσβαση στα οχήματα πυρόσβεσης και σε άλλα οχήματα έκτακτης ανάγκης.
10.1.6	Επιλογή κατάλληλων ηλεκτρικών εξαρτημάτων σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση των περιοχών
10.1.6.1	Ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός που πρόκειται να εγκατασταθεί σε επικίνδυνες περιοχές πρέπει να είναι σύμφωνος με τα Πρότυπα EN 60079/IEC 60079.
10.1.6.2	Η διαθεσιμότητα των απαιτούμενων πιστοποιητικών θα πρέπει να ελέγχεται προσεκτικά σε μεμονωμένη βάση.
10.1.7	Συλλογή διαρροών
10.1.7.1	Όπου οι υπολογισμοί διασποράς δείχνουν ότι μια διαρροή μπορεί να κλιμακωθεί σε ένα πιο σοβαρό περιστατικό, απαιτείται να απομονωθούν τμήματα της εγκατάστασης και ορισμένες πηγές ανάφλεξης.
10.1.7.2	Ο σχεδιασμός των λεκανών απορροής πρέπει να είναι τέτοιος ώστε τα εύφλεκτα υγρά να μην εισέρχονται στο σύστημα αποστράγγισης επιφανειακών υδάτων.
10.1.8	Συστήματα συγκράτησης σε περιοχές επεξεργασίας και μεταφοράς
10.1.8.1	Οι υγρές διαρροές εντός των περιοχών επεξεργασίας και μεταφοράς πρέπει να περιορίζονται σε μια περιοχή συλλογής διαρροών και να αποστραγγίζονται σε μια λεκάνη απορροής.
10.1.8.2	Με την επιφύλαξη των αποτελεσμάτων της ανάλυσης κινδύνου, η λεκάνη απορροής μπορεί να βρίσκεται κοντά ή μακριά από την περιοχή συλλογής διαρροών.
10.1.8.3	Για τις περιοχές διεργασιών, το σύστημα συλλογής διαρροών ή η χωρητικότητα της λεκάνης απορροής πρέπει να ανέρχεται τουλάχιστον στο 110%

	της μεγαλύτερης αναμενόμενης διαρροής σύμφωνα με την ανάλυση κινδύνου που διενεργείται.
10.2	Παθητική προστασία
10.2.1	Πυρασφάλεια
10.2.1.1	Η πυρασφάλεια χρησιμοποιείται για την προστασία του εξοπλισμού.
10.2.1.2	Ο εξοπλισμός που δέχεται θερμική ακτινοβολία, για επαρκή χρονική περίοδο ώστε να προκληθεί αστοχία, πρέπει να είναι εφοδιασμένος με προστασία από τη φωτιά.
10.2.1.3	Η πυροπροστασία παρέχει προστασία κατά τη διάρκεια του συμβάντος κινδύνου η οποία πρέπει να έχει ισχύ τουλάχιστον για 90 λεπτά.
10.2.1.4	Πρέπει να παρέχεται πυροπροστασία υπό μορφή μόνωσης για δοχεία πίεσης που μπορούν να δέχονται ροές θερμικής ακτινοβολίας, ώστε να αποφευχθεί η αστοχία και η απελευθέρωση υπερθερμασμένου υγρού, το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε έκρηξη.
10.2.1.5	Η προστασία για περιστατικά μεγάλης διάρκειας ενδέχεται να μην επιτυγχάνεται με τη μόνωση και απαιτείται σύστημα εκκένωσης νερού.
10.2.1.6	Η πυροπροστασία μπορεί να εξασφαλιστεί με ψεκασμένο σκυρόδεμα, μονωτικά υλικά κατασκευασμένα από ορυκτές ίνες, κεραμικό, πυριτικό ασβέστιο και διογκωτικές επικαλύψεις.
10.2.2	Προστασία από θραύση
10.2.2.1	Η επίδραση των διαρροών υγρών σε χαμηλές θερμοκρασίες σε παρακείμενες εγκαταστάσεις και εξοπλισμό πρέπει να αξιολογείται και να λαμβάνονται μέτρα για την πρόληψη της κλιμάκωσης.
10.2.2.2	Η προστασία αυτή πρέπει να επιτυγχάνεται με κατάλληλη επιλογή υλικών (σκυρόδεμα, ανοξείδωτο χάλυβα κ.λπ.) ή με μόνωση με υλικό το οποίο θα προστατεύει τον εξοπλισμό και τα δομικά στηρίγματα από το κρύο σοκ.
10.2.2.3	Η μόνωση σχεδιάζεται σύμφωνα με τα κατάλληλα Πρότυπα και τις διατάξεις που λαμβάνονται για την προστασία των εξωτερικών επιφανειών από

	τη φθορά.
10.2.2.4	Ο εξοπλισμός και τα δομικά στοιχεία στήριξης πρέπει να προστατεύονται κατά τρόπο ώστε η λειτουργία και η μορφή τους να μην επηρεάζονται αρνητικά κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης.
10.3	Ασφάλεια
10.3.1	Το σύστημα ελέγχου ασφαλείας θα πρέπει να συνδέεται με κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης ώστε να επιτρέπει την απομακρυσμένη παρακολούθηση.
10.3.2	Η ασφάλεια καλύπτεται από σύστημα αντι-εισβολής κατά μήκος των περιφράξεων για την παρακολούθηση της ανεπιθύμητης εισόδου στην εγκατάσταση και τον έλεγχο πρόσβασης στις διάφορες περιοχές της εγκατάστασης.
10.4	Ανίχνευση συμβάντων και σηματοδότηση
10.4.1	Πρέπει να παρέχονται συστήματα για την ανίχνευση τυχόν ατυχημάτων που θα μπορούσαν να συμβούν στην εγκατάσταση.
10.4.2	Η διάταξη των ανιχνευτών πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποτρέπει τους ψευδείς συναγερμούς.
10.4.3	Όπου είναι απαραίτητο, πρέπει να παρέχεται παρακολούθηση σεισμικής επιτάχυνσης, δίνοντας σήματα για αυτόματη εκκίνηση τερματισμού της εγκατάστασης όταν ο σεισμός φτάσει σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο.
10.4.4	Λειτουργία συστημάτων ανίχνευσης διαρροών, φλόγας, καπνών τα οποία εγκαθίστανται σε κάθε θέση που υπάρχει η πιθανότητα εμφάνισης τους.
10.4.5	Οι διαρροές υγροποιημένου φυσικού αερίου θα πρέπει να ανιχνεύονται από αισθητήρες χαμηλής θερμοκρασίας.
10.4.6	Οι ανιχνευτές εύφλεκτων αερίων μπορεί να είναι τύπου υπέρυθρης ακτινοβολίας.
10.4.7	Οι ανιχνευτές φλόγας θα πρέπει να ανιχνεύουν τον τύπο και το μέγεθος της πυρκαγιάς που ενδέχεται να συμβεί. Οι ανιχνευτές φλόγας μπορεί να είναι

	υπεριώδους/υπέρυθρου τύπου.
10.4.8	Ανιχνευτές υψηλής θερμοκρασίας θα πρέπει να παρέχονται για την προστασία των ανακουφιστικών βαλβίδων δεξαμενών για φωτιά και για την ενεργοποίηση των πακέτων κατάσβεσης της σωλήνωσης εξάτμισης.
10.4.9	Πρέπει να παρέχονται χειροκίνητα σημεία κλήσεως στις επικίνδυνες περιοχές των εγκαταστάσεων και σε πιθανές οδούς διαφυγής από αυτές τις περιοχές.
10.4.10	Οι κάμερες με τηλεχειρισμό πρέπει να εγκαθίστανται για την προβολή όλων των συμβάντων που μπορεί να προκύψουν σε επικίνδυνες και μη επανδρωμένες περιοχές.
10.4.11	Οι χειριστές των θαλάμων ελέγχου πρέπει να είναι σε θέση να επικοινωνούν με το προσωπικό μέσω των τερματικών συστημάτων επικοινωνίας.
10.5	Σύστημα Έκτακτης Διακοπής Λειτουργίας (ΣΕΔΛ)
10.5.1	Οι συναγερμοί που ενεργοποιούνται από το σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς, διαρροής και αερίου εκτελούν τις απαιτούμενες αυτόματες ενέργειες μέσω του Συστήματος Ελέγχου Ασφαλείας (ΣΕΑ).
10.5.2	Το ΣΕΑ παρέχει στον χειριστή λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τις περιοχές που εμπλέκονται στο επικίνδυνο συμβάν, τον τύπο κινδύνου, τη συγκέντρωση αερίου, την κατάσταση των αντλιών πυροσβεστικού νερού καθώς και τις συνθήκες του περιβάλλοντος την συγκεκριμένη στιγμή (θερμοκρασία, υγρασία, κατεύθυνση ανέμου).
10.6	Ενεργή προστασία
10.6.1	Ορισμός ενεργής προστασίας
10.6.1.1	Η ενεργή προστασία πρέπει να περιλαμβάνει: δίκτυο πυροσβεστικού νερού με κρουνοί και μόνιτορ, συστήματα ψεκασμού, κουρτίνες νερού, γεννήτριες αφρού, σταθερά συστήματα ξηρής χημικής σκόνης, οχήματα πυρόσβεσης και φορητούς πυροσβεστήρες.
10.6.2	Σύστημα πυρόσβεσης νερού

10.6.2.1	Σε εγκαταστάσεις ΥΦΑ, σε συνθήκες πυρκαγιάς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί νερό σε μεγάλες ποσότητες για την ψύξη των δεξαμενών αποθήκευσης, του εξοπλισμού και των δομών που υπόκεινται σε φλόγα ή ακτινοβολία θερμότητας λόγω της πυρκαγιάς.
10.6.2.2	Σε περίπτωση μόλυνσεως του πυροσβεστικού νερού που απορρίπτεται, θα πρέπει να προβλεφθεί η πρόληψη της ρύπανσης των φυσικών υδάτων. Πρέπει να τοποθετούνται τουλάχιστον δύο αντλίες πυροσβεστικού νερού.
10.6.2.3	Πρέπει να παρέχονται ανεξάρτητες πηγές ενέργειας κατά τρόπον ώστε να μπορεί να παραδοθεί πλήρης δυναμικότητα, λαμβάνοντας υπόψη την μη διαθεσιμότητα μιας αντλίας. Θα πρέπει να παρέχονται δίκτυα πυρόσβεσης γύρω από όλα τα τμήματα της εγκατάστασης.
10.6.2.4	Τα συστήματα ύδρευσης πρέπει να σχεδιάζονται σε ανεξάρτητα τμήματα έτσι ώστε σε περίπτωση συντήρησης ή βλάβης ενός τμήματος, η παροχή νερού σε άλλα τμήματα να μην διακόπτεται.
10.6.2.5	Οι εγκαταστάσεις υγροποιημένου φυσικού αερίου (ιδίως οι λεκάνες απορροής) πρέπει να είναι εφοδιασμένες με συστήματα αποστράγγισης ικανά να αποστραγγίζουν τους όγκους νερού που παράγονται.
10.6.3	Σύστημα ψεκασμού
10.6.3.1	Η σημασία της ψύξης κάθε είδους εξοπλισμού και η απαιτούμενη ποσότητα νερού εξαρτάται από την εκτίμηση επικινδυνότητας.
10.6.3.2	Πρέπει να λαμβάνονται προφυλάξεις για να εξασφαλιστεί ότι τα εύφλεκτα υλικά δεν επιστρέφονται με το ανακυκλωμένο νερό.
10.6.4	Κουρτίνες νερού
10.6.4.1	Γενικά
10.6.4.1.1	Οι κουρτίνες νερού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μετριάσουν τις εκλύσεις αερίων και να προστατεύσουν από την ακτινοβολούμενη θερμότητα.
10.6.4.1.2	Οι κουρτίνες νερού θα μπορούσαν να εγκατασταθούν σε λεκάνες απορροής για να βοηθήσουν τη διασπορά των ατμών.

10.6.4.1.3	Ο σχεδιασμός στη λεκάνη απορροής θα πρέπει να ελαχιστοποιεί την δυνατότητα του νερού από τις κουρτίνες νερού να αποστραγγίζεται στην λεκάνη απορροής.
10.6.4.2	Χαρακτηριστικά και τοποθεσία
10.6.4.2.1	Συνιστάται η τοποθέτηση των κουρτινών νερού όπως απαιτείται από την αξιολόγηση επικινδυνότητας.
10.6.4.2.2	Οι κουρτίνες νερού μπορούν να τοποθετηθούν όσο το δυνατόν πλησιέστερα στην περιοχή πιθανής διαρροής και συγκέντρωσης ΥΦΑ λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις των εγκαταστάσεων.
10.6.4.2.3	Οι κουρτίνες νερού μπορούν να τοποθετηθούν γύρω από τις περιοχές απορροής. Με αυτόν τον τρόπο λειτουργούν ως φραγμός για τα κρύα σύννεφα φυσικού αερίου που προέρχονται από τις διαρροές ΥΦΑ.
10.6.4.3	Σύστημα τροφοδοσίας και όγκος της ροής
10.6.4.3.1	Η συνιστάμενη παροχή όγκου νερού είναι 70 l/min/m.
10.6.5	Παραγωγή αφρού
10.6.5.1	Οι αφροί πυρόσβεσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μειώσουν την ακτινοβολία θερμότητας από τις πυρκαγιές και να βοηθήσουν στην ασφαλέστερη διασπορά αερίων σε περίπτωση που η διαρροή δεν αναφλεγεί.
10.6.5.2	Ο σχεδιασμός του συστήματος πρέπει να εμποδίζει την είσοδο νερού σε υγρή μορφή στην περιοχή απορροής.
10.6.5.3	Ο χρησιμοποιούμενος αφρός πρέπει να είναι συμβατός με τη ξηρή σκόνη και να αποδεικνύεται ότι είναι κατάλληλος για πυρκαγιές ΥΦΑ σύμφωνα με το Πρότυπο EN 12065.
10.6.5.4	Οι δεξαμενές ή οι χώροι αποθήκευσης ΥΦΑ θα πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με σταθερές γεννήτριες αφρού που θα επιτρέπουν την ταχεία απόκριση και την απομακρυσμένη ενεργοποίηση.

10.6.5.5	Ο όγκος της ροής αφρού πρέπει να καθορίζεται σύμφωνα με το Πρότυπο EN 12065.
10.6.5.6	Μια συσκευή κατακράτησης αφρού μπορεί να τοποθετηθεί γύρω από τη λεκάνη απορροής ή την περιοχή όπου υπάρχει κίνδυνος απώλειας αφρού εξαιτίας του ανέμου.
10.6.5.7	Τα αποθέματα των αφρωδών παραγόντων τοποθετούνται σε χώρο που προστατεύεται από την ακτινοβολία θερμότητας (πυρκαγιά και ηλιακή ενέργεια).
10.6.6	Φορητός εξοπλισμός αφρού
10.6.6.1	Η απαίτηση για φορητό εξοπλισμό αφρού ορίζεται από την εκτίμηση επικινδυνότητας.
10.6.6.2	Όταν παρέχεται, ο φορητός εξοπλισμός παραγωγής αφρού που συνδέεται με την τροφοδοσία του νερού πυρόσβεσης πρέπει να είναι εφοδιασμένος με αρκετά εύκαμπτο σωλήνα για να φτάσει στον πιο μακρινό κίνδυνο που αναμένεται να προστατεύσει.
10.6.7	Εξοπλισμός πυρόσβεσης ΥΦΑ με ξηρή σκόνη
10.6.7.1	Γενικά
10.6.7.1.1	Ο εξοπλισμός για την πυρόσβεση ΥΦΑ με ξηρή σκόνη πρέπει να είναι σύμφωνος με τους σχετικούς κώδικες ή/και Πρότυπα.
10.6.7.2	Τύποι ξηρής σκόνης
10.6.7.2.1	Η ξηρή σκόνη αποδεικνύεται κατάλληλη για πυρόσβεση με αέριο. Η συμβατότητα αφρού πρέπει να είναι σύμφωνη με το Πρότυπο EN 12065.
10.6.7.2.2	Η ξηρή σκόνη μπορεί να είναι ενός από τους ακόλουθους τύπους: με βάση το όξινο ανθρακικό νάτριο, με βάση το διττανθρακικό κάλιο.
10.6.7.3	Θέση των συστημάτων ξηρής σκόνης

10.6.7.3.1	Τα συστήματα ξηρής σκόνης θα πρέπει να εγκαθίστανται κοντά σε σημεία πιθανής διαρροής ΥΦΑ και υδρογονανθράκων σε σχέση με την εκτίμηση επικινδυνότητας.
10.6.8	Φορητοί πυροσβεστήρες
10.6.8.1	Οι πυροσβεστήρες συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις των τοπικών κανονισμών.
10.6.8.2	Αυτοί οι πυροσβεστήρες εγκαθίστανται στις κρίσιμες θέσεις κατά μήκος των διαδρομών κυκλοφορίας ή/και των πλατφορμών. Η θέση τους πρέπει να βρίσκεται σε αναγνωρισμένη διαδρομή διαφυγής από τον εντοπισμένο κίνδυνο για τον οποίο έχουν εγκατασταθεί να αμβλύνουν.
10.6.9	Πυροσβεστικό όχημα
10.6.9.1	Όταν δεν υπάρχει διαθέσιμη εξωτερική βοήθεια σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, η εγκατάσταση πρέπει να είναι εφοδιασμένη με τουλάχιστον ένα όχημα πυρόσβεσης.
10.6.9.2	Πρέπει να παρέχονται προστατευτικά ρούχα για πυροσβέστες κατάλληλα για υπηρεσίες ΥΦΑ.
10.6.9.3	Το πυροσβεστικό όχημα πρέπει να είναι επαρκώς εξοπλισμένο και επανδρωμένο ώστε να παρέχει ανταπόκριση έκτακτης ανάγκης όσο περιμένει την υποστήριξη από άλλα οχήματα εκτός της εγκατάστασης.
10.7	Λοιπές απαιτήσεις
10.7.1	Διατάξεις για ελαχιστοποίηση των κινδύνων στα κτίρια
10.7.1.1	Αυτό επιτυγχάνεται με τη διατήρηση ενός συνεχούς αερισμού θετικής πίεσης των κτιρίων που βρίσκονται μέσα στις περιοχές επεξεργασίας.
10.7.2	Ερμάρια πυροπροστασίας
10.7.2.1	Πρέπει να υπάρχει προσιτή τροφοδοσία εξοπλισμού πυρόσβεσης όπου οι κρουνοί προορίζονται για χρήση είτε από το προσωπικό των εγκαταστάσεων ή

	από την τοπική πυροσβεστική.
10.7.2.2	Ο εξοπλισμός αποθηκεύεται σε ερμάρια τα οποία: είναι σαφώς προσδιορισμένα, φυσικά αεριζόμενα, εφοδιασμένα με μέσα για την ασφαλή αποθήκευση, κατάλληλα κατασκευασμένα και προστατευμένα από το τοπικό περιβάλλον των εγκαταστάσεων.
10.7.3	Συντήρηση και εκπαίδευση πυρόσβεσης σε τερματικό σταθμό
10.7.3.1	Όσον αφορά στις καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, το ενδιαφέρον του προσωπικού πρέπει να διατηρείται υψηλό με κατάλληλες ασκήσεις, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης εξοπλισμού.
10.7.3.2	Οι επιθεωρήσεις και η συντήρηση ενσωματώνονται στα προγράμματα διαχείρισης τερματικών σταθμών προκειμένου να διασφαλιστεί ότι το προσωπικό είναι εξοικειωμένο με τον εξοπλισμό πυρόσβεσης, τη θέση του και τη χρήση του υπό συνθήκες έκτακτης ανάγκης.
11	Συστήματα ελέγχου και παρακολούθησης
11.1	Γενική περιγραφή
11.1.1	Το Σύστημα Ελέγχου Ασφαλείας (ΣΕΑ) πρέπει να είναι ανεξάρτητο από τα άλλα συστήματα, να ενημερώνεται γρήγορα και με ακρίβεια για κάθε περιστατικό και να παρακολουθεί την είσοδο και έξοδο από την εγκατάσταση.
11.2	Σύστημα ελέγχου διαδικασιών
11.2.1	Αρχή
11.2.1.1	Το σύστημα ελέγχου της διαδικασίας πρέπει να παρέχει στον χειριστή πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για να επιτρέπει την ασφαλή και αποδοτική λειτουργία της εγκατάστασης.
11.2.2	Σχεδιασμός συστήματος ελέγχου διαδικασιών
11.2.2.1	Το σύστημα ελέγχου πρέπει να είναι υψηλής αξιοπιστίας και να είναι διαμορφωμένο ώστε να είναι ασφαλές σε περίπτωση βλάβης. Η αποτυχία του συνόλου ή μέρους του συστήματος ελέγχου της διαδικασίας δεν πρέπει να

	προκαλεί κατάσταση κινδύνου.
11.2.2.2	Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης ή δυσλειτουργίας, ο ελεγχόμενος από απόσταση εξοπλισμός μπορεί να σταματήσει σε τοπικό επίπεδο.
11.2.2.3	Το σύστημα ελέγχου της διαδικασίας πρέπει να αναφέρει, να αποθηκεύει και/ή να εκτυπώνει όλες τις πληροφορίες που επιστρέφονται από τις συσκευές ελέγχου της διαδικασίας που απαιτούνται για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία της εγκατάστασης.
11.2.2.4	Για να αναλυθεί ένα περιστατικό, το σύστημα χρονολογικά διακρίνει και αποθηκεύει όλες τις πληροφορίες που συνέβησαν κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου και όλες τις ενέργειες που εκτελούνται από τον χειριστή πριν και μετά το συμβάν.
11.2.2.5	Ο σχεδιασμός του συστήματος ελέγχου της διαδικασίας θα πρέπει να παρουσιάσει στον χρήστη τη βέλτιστη ποσότητα δεδομένων που απαιτείται για την ασφαλή και αποδοτική λειτουργία της εγκατάστασης.
11.3	Σύστημα Ελέγχου Ασφαλείας
11.3.1	Αρχή
11.3.1.1	Το Σύστημα Ελέγχου Ασφάλειας πρέπει να σχεδιάζεται για τον εντοπισμό καταστάσεων κινδύνου και τη μείωση των συνεπειών τους (ανίχνευση αερίων, διαρροών, φωτιάς).
11.3.1.2	Όλες οι τροποποιήσεις του Συστήματος Ελέγχου Ασφαλείας εκτελούνται σύμφωνα με το Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας.
11.3.2	Σύστημα Έκτακτης Διακοπής Λειτουργίας (ΣΕΔΛ) και μέτρα ασφαλείας
11.3.2.1	Γενικά
11.3.2.1.1	Η ενεργοποίηση του ΣΕΔΛ προκαλεί τη διακοπή του εξοπλισμού και την λειτουργία των βαλβίδων ΣΕΔΛ, προκειμένου να διατηρηθούν αποθέματα.
11.3.2.1.2	Όλες οι ενέργειες του ΣΕΔΛ ενεργοποιούνται από τον κεντρικό πίνακα του Συστήματος Ελέγχου Ασφαλείας με συμπληρωματική ενεργοποίηση από τους

	τοπικούς σταθμούς ΣΕΔΛ.
11.3.2.1.3	Όταν δεν έχει υπάρξει απόκριση από τον χειριστή σε συναγερμούς πυρκαγιάς, διαρροής και ανίχνευσης αερίων, η ενεργοποίηση του ΣΕΔΛ είναι αυτόματη από το σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς, διαρροής και αερίου μετά από λογική καθυστέρηση.
11.3.2.1.4	Ο τύπος, ο αριθμός και η θέση των ανιχνευτών ή των αισθητήρων πρέπει να μελετώνται για να εξασφαλίζεται η ταχεία και αξιόπιστη ανίχνευση μιας επικίνδυνης κατάστασης.
11.3.2.1.5	Η προδιαγραφή του συστήματος προκύπτει από τις απαιτήσεις της εκτίμησης επικινδυνότητας.
11.3.2.1.6	Η εγκατάσταση συχνά χωρίζεται σε περιοχές πυρκαγιάς και αυτές υποδιαιρούνται σε ζώνες πυρκαγιάς για να μπορούν να οριστούν οι δράσεις του ΣΕΔΛ που περιορίζουν την κλιμάκωση κάθε επικίνδυνου συμβάντος σε παρακείμενες περιοχές.
11.3.2.1.7	Το ΣΕΔΛ πρέπει να απομονώνει τη ζώνη πυρκαγιάς για να ελαχιστοποιεί την απελευθέρωση υδρογονανθράκων και τη ροή εύφλεκτων υδρογονανθράκων για να περιορίσει το συμβάν πυρκαγιάς.
11.3.2.2	ΣΕΔΛ για λιμενικές λειτουργίες μεταφορών
11.3.2.2.1	Η χρήση του ΣΕΔΛ για την προστασία των λιμενικών μεταφορών περιγράφεται με σαφήνεια στο Ref 56 SIGTTO ESD Arrangements και τα συνδεδεμένα συστήματα πλοίων/ακτών για τους μεταφορείς υγροποιημένου φυσικού αερίου προέρχονται από τους Κώδικες IGC.
11.3.3	Δυνατότητες συστήματος
11.3.3.1	Κύριες λειτουργίες
11.3.3.1.1	Το σύστημα ελέγχου ασφαλείας πρέπει να ενεργοποιεί αυτόματα τις κατάλληλες δράσεις του ΣΕΔΛ και να ενεργοποιεί αυτόματα τον απαραίτητο εξοπλισμό ασφαλείας.
11.3.3.1.2	Να ενημερώνει το σύστημα ελέγχου της διαδικασίας για την

	ενεργοποίηση του ΣΕΔΛ.
11.3.3.1.3	Να ελέγχει συσκευές οπτικής και ακουστικής επικοινωνίας έκτακτης ανάγκης που ορίζονται στα σχέδια έκτακτης ανάγκης (π.χ. σειρήνες).
11.3.3.2	Στάθμη Ασφάλειας Ακεραιότητας (ΣΑΑ)
11.3.3.2.1	Το Σύστημα Ελέγχου Ασφαλείας σχεδιάζεται και λειτουργεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EN 61508-1.
11.3.3.2.2	Οι απαιτήσεις της ΣΑΑ μελετώνται και αξιολογούνται ώστε να είναι συνεπείς με το απαιτούμενο επίπεδο ασφάλειας των εγκαταστάσεων.
11.4	Σύστημα ελέγχου πρόσβασης
11.4.1	Τα σημεία πρόσβασης για την είσοδο στο εσωτερικό της εγκατάστασης πρέπει να ελέγχονται μέσω ξεχωριστών, ειδικά προσαρμοσμένων εμποδίων για τα οχήματα και το προσωπικό.
11.4.2	Πρέπει να παρέχονται τουλάχιστον δύο προσβάσεις για τη διευκόλυνση της πρόσβασης για οχήματα πυρόσβεσης και έκτακτης ανάγκης.
11.4.3	Ο έλεγχος της πρόσβασης μπορεί να τεθεί σε εφαρμογή είτε από φύλακες ασφαλείας ή χρησιμοποιώντας μια φυσική συσκευή (κλειδαριά, μαγνητικό σήμα κ.λπ.).
11.4.4	Ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης, πρέπει να ελέγχεται η πρόσβαση στις ζώνες επεξεργασίας όπου αποθηκεύεται, διοχετεύεται ή υποβάλλεται σε επεξεργασία αέριο.
11.5	Σύστημα αντι-εισβολής
11.5.1	Οι εγκαταστάσεις ΥΦΑ πρέπει να περιβάλλονται από έναν φράκτη ο οποίος μπορεί να είναι εξοπλισμένος με ένα σύστημα ανίχνευσης της εισβολής.
11.6	Κλειστό Κύκλωμα Τηλεόρασης (ΚΚΤ)
11.6.1	Το σύστημα αυτό πρέπει να ενσωματώνει ένα σύστημα τηλεόρασης κλειστού κυκλώματος.

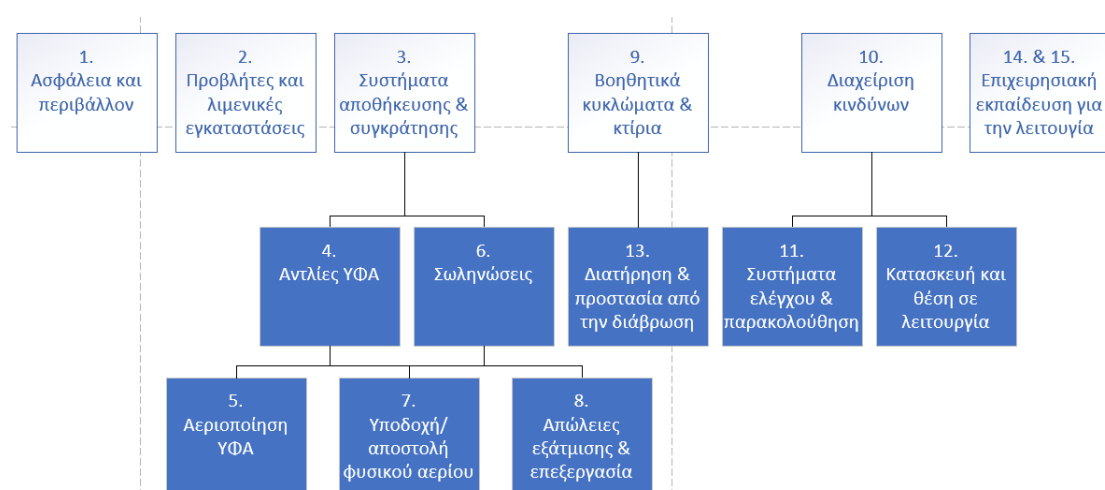
11.6.2	Πρέπει να παρακολουθεί περιοχές επεξεργασίας και προσβάσεις που παρουσιάζουν κίνδυνο.
11.7	Παρακολούθηση και έλεγχος της προβλήτας και του λιμένα
11.7.1	Πρέπει να διασυνδέονται στο σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου των εγκαταστάσεων ο ελλιμενισμός, η παρακολούθηση των καιρικών συνθηκών, η πρόσδεση, η κατάσταση των γάντζων ταχείας απελευθέρωσης και ο έλεγχος των λιμενικών βραχιόνων μεταφοράς.
11.7.2	Πρέπει να παρέχεται σύστημα απελευθέρωσης έκτακτης ανάγκης των λιμενικών βραχιόνων μεταφοράς.
11.8	Επικοινωνίες
11.8.1	Τα εσωτερικά δίκτυα μεταφοράς διαχωρίζουν τις πληροφορίες λειτουργίας (του συστήματος ελέγχου της διαδικασίας) από τις πληροφορίες ασφαλείας (του συστήματος ελέγχου ασφαλείας).
11.8.2	Τα εσωτερικά δίκτυα μεταφοράς πρέπει να είναι ασφαλή από εξωτερικά δίκτυα επικοινωνιών.
12	Κατασκευή και θέση σε λειτουργία
12.1	Διασφάλιση ποιότητας και διαδικασία ελέγχου ποιότητας
12.1.1	Εφαρμογή συστήματος διαχείρισης ποιότητας κατά τις φάσεις της οργάνωσης, σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας.
12.1.2	Πρέπει να δημιουργηθεί ειδικό πρόγραμμα ποιοτικού ελέγχου, συμπεριλαμβανομένων των επιθεωρήσεων και δοκιμών, για την παρακολούθηση της ποιότητας σε όλες τις φάσεις του σχεδιασμού και της κατασκευής.
12.1.3	Ένα ελάχιστο πιστοποιητικό ελέγχου σύμφωνα με το Πρότυπο EN 10204 πρέπει να παρέχεται για τμήματα που διατηρούν την πίεση του εξοπλισμού διεργασίας.

12.2	Δοκιμές αποδοχής
12.2.1	Ο εξοπλισμός που εγκαθίσταται στην εγκατάσταση πρέπει να δοκιμάζεται σύμφωνα με τους σχετικούς κώδικες και τα Πρότυπα.
12.3	Προετοιμασία κατά την εκκίνηση και τον τερματισμό λειτουργίας
12.3.1	Η παρουσία υδρογονανθράκων και χαμηλών θερμοκρασιών απαιτεί ειδικές διαδικασίες τερματισμού λειτουργίας όπως η αδρανοποίηση για την εξάλειψη του οξυγόνου και η ξήρανση της εγκατάστασης.
13	Διατήρηση και προστασία από την διάβρωση
13.1	Βαφή
13.1.1	Απαιτείται προστασία διάβρωσης μεταλλικών επιφανειών του εξοπλισμού, των αγωγών και των μεταλλικών κατασκευών σε εγκαταστάσεις ΥΦΑ.
13.1.2	Η προετοιμασία της επιφάνειας, τα συστήματα βαφής και η εφαρμογή επιχρισμάτων σε μεταλλικές κατασκευές πρέπει να είναι σύμφωνα με το Πρότυπο EN ISO 12944.
13.1.3	Υψηλής ποιότητας γαλβάνισμα εν θερμώ σύμφωνα με τα Πρότυπα EN ISO 1460 και EN ISO 1461 απαιτείται σε όλες τις χαλύβδινες εργασίες.
13.1.4	Για λόγους ασφαλείας, όλος ο εξοπλισμός και οι σωληνώσεις στις εγκαταστάσεις ΥΦΑ πρέπει να έχουν συγκεκριμένο χρώμα ή σήμανση για την αναγνώριση του περιεχομένου.
13.1.5	Όλες οι εργασίες βαφής, γαλβανισμού, έγχρωμης κωδικοποίησης και σήμανσης σχεδιάζονται και εκτελούνται σύμφωνα με τους τοπικούς κανόνες.
14	Εκπαίδευση για την λειτουργία
14.1	Η εγκατάσταση πρέπει να λειτουργεί με ασφαλή και αποτελεσματικό τρόπο σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία για την υγεία και την ασφάλεια.
14.2	Οι πρακτικές και οι διαδικασίες λειτουργίας συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις της πολιτικής πρόληψης σοβαρών ατυχημάτων και του συστήματος

	διαχείρισης της ασφάλειας.
14.3	Για τη μονάδα πρέπει να παρέχονται γραπτές διαδικασίες λειτουργίας και να είναι άμεσα διαθέσιμες για τους χειριστές της εγκατάστασης. Αυτές θα πρέπει να καλύπτουν όλες τις κανονικές και έκτακτες διαδικασίες λειτουργίας.
14.4	Πρέπει να παρέχεται προστατευτικός εξοπλισμός (προσωπική προστασία) όπως καθορίζεται από την ανάλυση κινδύνου.
14.5	Τα πρόσωπα που ασχολούνται με τη διαχείριση, την παραγωγή, τον χειρισμό και την αποθήκευση ΥΦΑ εκπαιδεύονται στους κινδύνους και τις ιδιότητες του ΥΦΑ με ιδιαίτερη προσοχή στις διαδικασίες αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης.
14.6	Το προσωπικό λειτουργίας και συντήρησης πρέπει να είναι άρτια καταρτισμένο σε όλες τις πτυχές της εργασίας του, ώστε να μπορεί να εργάζεται κατά τρόπο ασφαλή και ικανό υπό κανονικές και επείγουσες συνθήκες.
14.7	Η επανεκπαίδευση θα πρέπει να πραγματοποιείται σε τακτά χρονικά διαστήματα και να τηρούνται όλα τα αρχεία της εκπαίδευσης του προσωπικού.
14.8	Για τη διοίκηση και το προσωπικό, τα προγράμματα κατάρτισης θα πρέπει να είναι δομημένα σύμφωνα με τις εμπειρίες, τα καθήκοντα και τις ευθύνες του κάθε ατόμου εντός του οργανισμού.
14.9	Όλα τα άτομα που επισκέπτονται έναν χώρο της εγκατάστασης για οποιονδήποτε σκοπό πρέπει να ενημερώνονται σχετικά με τους κινδύνους και τις ιδιότητες του ΥΦΑ. Το βάθος στο οποίο πραγματοποιείται αυτή η εκπαίδευση πρέπει να είναι ανάλογο με το επίπεδο της συμμετοχής τους στις δραστηριότητες που λαμβάνουν μέρος στον συγκεκριμένο χώρο.
15	Προ-επιχειρησιακή λιμενική εκπαίδευση
15.1	Σε όλα τα έργα θα πρέπει να υπάρξει διαβούλευση μεταξύ του ιδιοκτήτη του τερματικού σταθμού, του λιμενικού χειριστή, του πλοιοκτήτη και των ρυμουλκών.
15.2	Θα πρέπει να πραγματοποιηθεί προ-επιχειρησιακή κατάρτιση και τακτικά μαθήματα επανεκπαίδευσης, χρησιμοποιώντας προσομοιωτές, με τη συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων μερών.

5.2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ

Όπως έχουμε προαναφέρει το WBS που παρουσιάζεται παραπάνω περιέχει όλες τις διαδικασίες και τις καλές πρακτικές που απαιτούνται σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1473 που θα οδηγήσουν σε ασφαλή και περιβαλλοντικά αποδεκτή κατασκευή και λειτουργία των χερσαίων εγκαταστάσεων ΥΦΑ. Βέβαια η σειρά υλοποίησής τους ενδέχεται να διαφέρει ανάλογα με την φύση του κάθε έργου. Γι' αυτό το λόγο έχουμε προσπαθήσει να κατηγοριοποιήσουμε μερικά κεφάλαια που σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό μεταξύ τους και στην συνέχεια έχουμε δημιουργήσει μια χρονική αλληλουχία που θεωρούμε πως είναι η βέλτιστη. Η αλληλουχία αυτή παρουσιάζεται στην παρακάτω Εικόνα 26 ακολουθώντας χρονική διάρθρωση από αριστερά προς τα δεξιά.



Εικόνα 26: Κατηγοριοποίηση και χρονική διάρθρωση των κεφαλαίων του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 1473

Αρχικά η πρώτη κατηγορία συνίσταται από το πρώτο κεφάλαιο, στο οποίο γίνεται μια γενική ανασκόπηση σχετικά με την ασφάλεια της εγκατάστασης και του περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα γίνεται αναφορά στην διεξαγωγή λεπτομερούς Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ) η οποία περιλαμβάνει τον εντοπισμό όλων των εκπομπών της εγκατάστασης και τον καθορισμό διαδικασιών διαχείρισής τους, την εδαφολογική μελέτη της πιθανής τοποθεσίας της εγκατάστασης καθώς και την καταγραφή των κλιματικών και σεισμολογικών συνθηκών που επικρατούν σε αυτή. Στην συνέχεια, αναλύεται ο τρόπος αναγνώρισης και αξιολόγησης των κινδύνων εσωτερικής και εξωτερικής προέλευσης καθώς και η εκτίμηση των συνεπειών και των πιθανοτήτων εμφάνισής τους. Τέλος, δίνονται μερικά στοιχεία τα οποία σχετίζονται με την κατάλληλη προετοιμασία και τα ειδικά μέτρα ασφαλείας που πρέπει να ισχύσουν για την εύρυθμη λειτουργία της εγκατάστασης.

Την δεύτερη κατηγορία περιγράφει το δεύτερο κεφάλαιο, στο οποίο γίνεται λόγος για τις προβλήτες και τις λιμενικές εγκαταστάσεις και συγκεκριμένα αφορά στην χωροθέτηση, στον μηχανικό σχεδιασμό, στην εκπαίδευση πριν την λειτουργία και στις απαιτήσεις ασφαλείας τους. Μελετάται ο προσδιορισμός της πλέον αποδεκτής θέσης της προβλήτας και η εκτίμηση των διακινδυνεύσεων που δημιουργούνται από την λειτουργία παρακείμενων εγκαταστάσεων και την κίνηση στο λιμάνι. Τέλος, αναφέρονται οι

παράμετροι σχεδιασμού της προβλήτας, οι διαδικασίες και ο απαραίτητος εξοπλισμός που θα καταστήσουν ασφαλή την όλη λειτουργία.

Η τρίτη κατηγορία αποτελείται από τα κεφάλαια 3,4,5,6,7,8 του Προτύπου. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 26, ο διαχωρισμός που έχει γίνει ακολουθεί την λογική ότι τα συστήματα αποθήκευσης και συγκράτησης απαρτίζονται από αντλίες και σωληνώσεις, οι οποίες με την σειρά τους συμμετέχουν σε διαδικασίες αεριοποίησης ΥΦΑ, υποδοχής/αποστολής φυσικού αερίου από/προς το εθνικό δίκτυο με την αναγκαιότητα όμως ύπαρξης συγκεκριμένων μονάδων για την ανάκτηση των απωλειών εξάτμισης από αυτές τις λειτουργίες και την επεξεργασία τους. Μέσα σε αυτά τα κεφάλαια γίνεται αναφορά στους τύπους δεξαμενών και συγκράτησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, δίνονται απαιτήσεις για τα υλικά, την στεγανότητα, την μόνωση, τις θεμελιώσεις, τις συνδέσεις των δεξαμενών καθώς και στην ανάγκη ύπαρξης επαρκών οργάνων με δείκτες στάθμης υγρών, πίεσης, θερμοκρασίας και πυκνότητας που ελέγχουν την κανονική λειτουργία του εξοπλισμού (αντλίες και σωληνώσεις). Όσον αφορά στις διαδικασίες υποδοχής/αποστολής φυσικού αερίου δίνονται στοιχεία για την ανάγκη μέτρησης της ροής καθώς και της ποιότητας του αερίου που είτε εισέρχεται ή εξέρχεται από την εγκατάσταση, η οποία οφείλει να πληροί ορισμένες απαιτήσεις όπως η ένταση της οσμής και η θερμογόνο δύναμη. Τέλος, δίνεται έμφαση στην αναγκαιότητα να εγκαθίστανται μονάδες ανάκτησης των απωλειών εξάτμισης με σκοπό τη συλλογή του ΥΦΑ σε εξάτμιση εξαιτίας της διαρροής θερμότητας και της παρουσίας της φλόγας στην τροφοδοσία κατά την πλήρωση των δεξαμενών ή κατά τη φόρτωση των μεταφορέων ΥΦΑ.

Η τέταρτη κατηγορία αποτελείται από τα κεφάλαια 9 και 13 τα οποία αναλύουν την χρήση των βοηθητικών κυκλωμάτων στην εγκατάσταση. Συγκεκριμένα, αναφορά γίνεται στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό, τις ανάγκες τροφοδοσίας ρεύματος, τον φωτισμό, την αντικεραυνική προστασία, τις γειώσεις και τις μονάδες αφαίρεσης μολυσματικών αερίων. Όλα αυτά είναι σημαντικό να συνδυαστούν με την απαιτούμενη προστασία διάβρωσης μεταλλικών επιφανειών του εξοπλισμού, των αγωγών και των μεταλλικών κατασκευών των κτιρίων της εγκατάστασης.

Η πέμπτη κατηγορία αποτελείται από τα κεφάλαια 10, 11 και 12 που αφορούν στους τρόπους διαχείρισης κινδύνων σχετικών με την εγκατάσταση ΥΦΑ όπως οι διαδρομές διαφυγής, η συλλογή διαρροών, τα συστήματα συγκράτησης καθώς και η πυροπροστασία (ενεργητική και παθητική). Στην συνέχεια, γίνεται λόγος για τα συστήματα ελέγχου ασφαλείας που οφείλουν να ενημερώνονται για κάθε περιστατικό και τα συστήματα ελέγχου διαδικασίας που πρέπει να παρέχουν στον διαχειριστή της εγκατάστασης πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για να επιτυγχάνεται η ασφαλής και αποδοτική λειτουργία της εγκατάστασης. Παραδείγματα αποτελούν τα συστήματα αντι-εισβολής, κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης και οι επικοινωνίες. Τέλος, συνδυάζεται με την διασφάλιση ποιότητας μέσω της εφαρμογής ενός συστήματος διαχείρισης ειδικών προγραμμάτων ποιοτικού ελέγχου, συμπεριλαμβανομένων των επιθεωρήσεων και δοκιμών για την παρακολούθηση της ποιότητας σε όλες τις φάσεις του σχεδιασμού και της κατασκευής.

Η έκτη κατηγορία, είναι και η τελευταία στην χρονική αλληλουχία. Αποτελείται από τα κεφάλαια 14 και 15 του Προτύπου που σχετίζονται με το θέμα της προ-επιχειρησιακής εκπαίδευσης του προσωπικού όσον αφορά στην λειτουργία της εγκατάστασης και των λιμενικών επιχειρήσεων. Η εγκατάσταση πρέπει να λειτουργεί με ασφαλή και αποτελεσματικό τρόπο σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία για την υγεία και την ασφάλεια. Επομένως, πρέπει να παρέχονται γραπτές διαδικασίες λειτουργίας της μονάδας οι οποίες οφείλουν να είναι άμεσα διαθέσιμες για τους χειριστές της εγκατάστασης. Αυτές θα πρέπει να καλύπτουν όλες τις κανονικές και έκτακτες διαδικασίες λειτουργίας. Το προσωπικό λειτουργίας και συντήρησης πρέπει να είναι άρτια καταρτισμένο σε όλες τις πτυχές της εργασίας του, ώστε να μπορεί να εργάζεται κατά τρόπο ασφαλή και ικανό υπό κανονικές και επείγουσες συνθήκες. Είναι αδιαμφισβήτητο λοιπόν ότι θα πρέπει να πραγματοποιηθεί προ-επιχειρησιακή κατάρτιση και τακτικά μαθήματα επανεκπαίδευσης με τη συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων μερών.

Συμπερασματικά, η αλληλουχία των έξι κατηγοριών που παρουσιάστηκε ακολουθεί την παρακάτω λογική. Ξεκινάει με το γενικό κεφάλαιο που περιλαμβάνει σε μεγάλο εύρος τα βασικά ζητήματα περιβάλλοντος και ασφάλειας που πρέπει να ελεγχθούν στην εγκατάσταση κατά τον σχεδιασμό, την κατασκευή και την λειτουργία. Στην συνέχεια, γίνεται αναφορά στο ξεχωριστό κομμάτι των λιμενικών εγκαταστάσεων και της τοποθέτησης της προβλήτας το οποίο κατέχει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην αναγνώριση της συνολική διακινδύνευσης των εγκαταστάσεων ΥΦΑ. Οι επόμενες δύο κατηγορίες περνάνε σε πιο ειδικά χαρακτηριστικά όπως τα συστήματα αποθήκευσης και συγκράτησης, τα βοηθητικά κυκλώματα και τα κτίρια τα οποία όλα συμμετέχουν με τον δικό τους ρόλο στις λειτουργίες που επιτελούνται επί της εγκατάστασης όσον αφορά στην υγροποίηση, αποθήκευση, αεριοποίηση, μεταφορά και διακίνηση του ΥΦΑ. Έτσι έχοντας καλύψει τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται και τις διαδικασίες που πραγματοποιούνται, η αλληλουχία συνεχίζεται με την διαχείριση των κινδύνων που ενδέχεται να εμφανιστούν κατά την λειτουργία της εγκατάστασης. Ταυτόχρονα, παρέχει τρόπους, προγράμματα ποιοτικού ελέγχου, επιθεωρήσεις και δοκιμές για την αναγνώριση, αντιμετώπιση των συνεπειών και την κατά το δυνατόν εξάλειψη των διακινδυνεύσεων. Τέλος, η αλληλουχία υλοποίησης του έργου ολοκληρώνεται με την προ-επιχειρησιακή εκπαίδευση όσον αφορά στην λειτουργία της εγκατάστασης και των λιμενικών επιχειρήσεων που είναι απαραίτητη προκειμένου το προσωπικό να είναι άρτια καταρτισμένο, να γνωρίζει όλους τους πιθανούς κινδύνους και να εργάζεται με τρόπο ασφαλή.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΚΑΘΙΕΡΩΣΗ ΤΟΥ ΥΦΑ ΩΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΟ ΚΑΥΣΙΜΟ

Δεν υπάρχει αμφιβολία πως το διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον που παρατηρείται για την καθιέρωση του ΥΦΑ ως ναυτιλιακό καύσιμο, είναι δικαιολογημένο. Η χρήση του είναι βέβαιο ότι θα διευρυνθεί, οδηγούμενη τόσο από τους περιβαλλοντικούς περιορισμούς που θέτει ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΔΝΟ) και οι κυβερνήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) όσο και από την οικονομική του ελκυστικότητα. Υπάρχει ωστόσο, λιγότερη βεβαιότητα ως προς τον ρυθμό και την κλίμακα της αύξησης της ζήτησης. Αυτό οφείλεται εν μέρει στη σχετικά χαμηλή ποιότητα δεδομένων για την χρήση των καυσίμων πλοίων, αλλά κυρίως στα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αγοράς, η οποία βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο διαμόρφωσης και ανάπτυξης, αλλά και στις αβεβαιότητες που υπάρχουν όσον αφορά στο ΥΦΑ συγκριτικά με τις εναλλακτικές επιλογές καυσίμων.

Λόγω του αρκετά υψηλού κόστους μεταποίησης, τα περισσότερα πλοία που θα τροφοδοτούνται με ΥΦΑ θα είναι νεοσύστατα επομένως οι πλοιοκτήτες είναι σχεδόν απίθανο να δεσμευτούν χωρίς να συνάψουν μακροπρόθεσμες συμβάσεις προμήθειας που να καλύπτουν τόσο την τιμολόγηση όσο και την φυσική παράδοση του καυσίμου. Οι προμηθευτές ΥΦΑ που είναι λοιπόν σε θέση να συνάψουν τέτοιες συμβάσεις θα αποτελέσουν σημαντικό κίνητρο για την αγορά.

Βέβαια υπάρχουν και ορισμένα εμπόδια που δυσχεραίνουν αυτή την προσπάθεια καθιέρωσης του ΥΦΑ στην ναυτιλιακή βιομηχανία όπως η αβεβαιότητα ως προς τις μελλοντικές τιμές του πετρελαίου και του φυσικού αερίου και οι προκλήσεις στον τομέα της υλικοτεχνικής υποστήριξης. Το πιο σημαντικό, ίσως, πρόβλημα είναι πως το αέριο δεν αποτελεί λύση μηδενικού άνθρακα και δεδομένης της συνεχιζόμενης πίεσης στον θαλάσσιο τομέα για την βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, οι πλοιοκτήτες ενδέχεται να περιμένουν νέες επιλογές με χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου όπως τα βιοκαύσιμα και οι μπαταρίες. Η χρήση του βιοαερίου ως πηγή για το ΥΦΑ αποτελεί μια πιθανή λύση μολονότι υπάρχουν πιο ρεαλιστικές επιλογές βιοκαυσίμων.

Συμπερασματικά λοιπόν, το ΥΦΑ δίνει απαντήσεις σε ορισμένα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο θαλάσσιος τομέας μεταφορών αλλά είναι πολύ νωρίς για να πούμε πως είναι και η μοναδική λύση. Μέχρι σήμερα, μόνο ένας μικρός αριθμός σημαντικών ναυτιλιακών εταιρειών έχει κάνει σαφή δέσμευση για την δημιουργία νέων πλοίων τροφοδοτούμενων με ΥΦΑ και μόνο στην περίπτωση που και άλλες εταιρείες ακολουθήσουν τον ίδιο δρόμο, τότε θα υπάρξουν βασικές ενδείξεις πως το ΥΦΑ θα επιτελέσει ως καύσιμο σημαντικό ρόλο στην ναυτιλία.

6.2 ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΕΛΟΤ EN 1473

Τα Πρότυπα και άλλα έγγραφα τυποποίησης είναι προαιρετικές κατευθυντήριες γραμμές που παρέχουν τεχνικές προδιαγραφές για προϊόντα, υπηρεσίες και διεργασίες. Καταρτίζονται από ιδιωτικούς οργανισμούς τυποποίησης, συνήθως με πρωτοβουλία των ενδιαφερομένων μερών που θεωρούν αναγκαία την εφαρμογή τους. Παρόλο που είναι

προαιρετικά, η χρήση τους αποδεικνύει ότι τα παρεχόμενα προϊόντα και οι υπηρεσίες χαρακτηρίζονται από ένα ορισμένο επίπεδο ποιότητας, ασφάλειας και αξιοπιστίας.

Πιο συγκεκριμένα, τα εναρμονισμένα Πρότυπα (EN) είναι μια ειδική κατηγορία Ευρωπαϊκών Προτύπων τα οποία χρησιμοποιούνται συνήθως για την απόδειξη πως ένα προϊόν ή μια υπηρεσία συμμορφώνεται με τις τεχνικές απαιτήσεις της σχετικής νομοθεσίας της ΕΕ. Οι τεχνικές απαιτήσεις που προβλέπονται στη νομοθεσία της ΕΕ είναι υποχρεωτικές, ενώ η χρήση των εναρμονισμένων Προτύπων είναι συνήθως προαιρετική.

Όσον αφορά στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1473 που παρουσιάστηκε παραπάνω (στα κεφάλαια 4 και 5 της διπλωματικής εργασίας), παρέχει κατευθυντήριες γραμμές όχι μόνο για τον σχεδιασμό ή την κατασκευή μιας εγκατάστασης ΥΦΑ αλλά και για την λειτουργία της ακόμα και για την περίπτωση επέκτασης ή ανακατασκευής της. Είναι χωρισμένο σε κεφάλαια τα οποία ξεχωριστά καλύπτουν όλο τον κύκλο διεργασιών από την αποθήκευση, αεριοποίηση, μεταφορά μέχρι και την διακίνηση του ΥΦΑ.

Δίνεται μεγάλη έμφαση σε ζητήματα που σχετίζονται με την προστασία του περιβάλλοντος και την ασφάλεια της εγκατάστασης στις φάσεις σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας. Αναλύονται σε μεγάλο βαθμό όλα τα συστήματα και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται καθώς και ο ρόλος τους στις διαδικασίες που επιτελούν. Στην συνέχεια, έχοντας αναφέρει τις διακινδυνεύσεις και τα προβλήματα που ενδέχεται να προκύψουν, προτείνει τρόπους διαχείρισης κινδύνων, συστήματα ποιοτικού ελέγχου, ανασκοπήσεις και επιθεωρήσεις για την τήρηση της εύρυθμης λειτουργίας. Τέλος, πέρα από όλα αυτά αναλύει την αναγκαιότητα προ-επιχειρησιακής εκπαίδευσης του προσωπικού και την ύπαρξη διαβούλευσης μεταξύ του ιδιοκτήτη του τερματικού σταθμού, του λιμενικού χειριστή και των πλοιοκτητών για την άρτια συνεργασία τους με στόχο την ασφαλή διαχείριση του ΥΦΑ.

Είναι ένα εξαιρετικά αναλυτικό Πρότυπο που αναφέρεται σε όλους τους σημαντικούς παράγοντες και τους πιθανούς κινδύνους που πρέπει να λάβει υπόψη κάποιος που θα κατασκευάσει ή θα διαχειριστεί μια εγκατάσταση. Βέβαια, δεδομένου ότι το συγκεκριμένο Πρότυπο προσπαθεί να συμπεριλάβει πρακτικά ολόκληρο τον σχεδιασμό, την κατασκευή και την λειτουργία των χερσαίων εγκαταστάσεων ΥΦΑ και του εξοπλισμού του, είναι λογικό πως σε μερικά ζητήματα που αφορούν τεχνικές γνώσεις και λεπτομέρειες δεν διαθέτει όλες τις πληροφορίες αλλά ορισμένα γενικά στοιχεία, παραπέμποντας όμως σε άλλα Πρότυπα που είναι πιο ειδικά και περιέχουν λεπτομερείς προδιαγραφές.

Τέλος, μια πολύ σημαντική δυνατότητα που παρέχει το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1473 είναι το ολοκληρωμένο σύνολο προτάσεων και υποδείξεων, το οποίο εφόσον ακολουθηθεί πιστά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από ενδεδειγμένους φορείς για τον έλεγχο της ασφαλούς και περιβαλλοντικά αποδεκτής κατασκευής και λειτουργίας μιας υφιστάμενης εγκατάστασης ΥΦΑ.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΝΑΦΟΡΩΝ

Animah, I., Addy-Lampsey, A., Korsah, F. & Sackey, S., 2018. Compliance with MARPOL Annex VI regulation 14 by ships in the Gulf of Guinea sub-region: Issues, challenges and opportunities. Faculty of Engineering, Regional Maritime University, Accra, Ghana.

Arteconi, A., Brandoni, C., Evangelista, D. & Polonara, F., 2010. Life-cycle greenhouse gas analysis of LNG as a heavy vehicle fuel in Europe. Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Energetica.

Bittante, A., Pettersson, F. & Saxen, H., 2018. Optimization of a small-scale LNG supply chain. Thermal and Flow Engineering Laboratory, Åbo Akademi University, Finland.

Bows-Larkin, A. et al., 2014. High Seas, High Stakes, High Seas Final Report. School of Mechanical Aerospace and Civil Engineering at the University of Manchester.

Chengpeng, W., Xinping, Y., Di, Z. & Zaili, Y., 2018. A novel policy making aid model for the development of LNG fuelled ships. School of Energy & Power Engineering, Wuhan University of Technology, China.

Cullinane, K. & Bergqvist, R., 2014. Emission control areas and their impact on maritime transport. Transport Research Institute-Edinburgh Napier University.

DMA, 2017. North European LNG Infrastructure Project-A feasibility study for an LNG filling station infrastructure and test of recommendations. Danish Maritime Authority.

Dorigoni, S. & Portatadino, S., 2017. LNG development across Europe: Infrastructural and regulatory analysis. IEFE, Università Bocconi-Milano, Italy.

Ekanem Attah, E. & Bucknall, R., 2015. An analysis of the energy efficiency of LNG ships powering options using the EEDI. Department of Mechanical Engineering, University College London.

EMSA, 2018. Guidance on LNG Bunkering to Port Authorities and Administrations. European Maritime Safety Agency.

Herdzik, J., 2011. LNG AS A MARINE FUEL – POSSIBILITIES AND PROBLEMS. Gdynia Maritime University - Marine Power Plant Department.

Herdzik, J., 2013. CONSEQUENCES OF USING LNG AS A MARINE FUEL. Gdynia Maritime University, Marine Power Plant Department.

IACS, 2016. LNG BUNKERING GUIDELINES.

IAPH, 2017. LNG bunkering. [Online] Available at: <http://www.lnqbunkering.org/lnq/ports/lnq-bunker-infrastructure>.

IEA, 2014. International Energy Agency. [Online] Available at: <http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/-1165808390>.

IMO, 2015. IMO - International Maritime Organization. [Online] Available at: <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/SafetyTopics/Pages/IGF-Code.aspx>.

IMO, 2016. International Maritime Organization. [Online] Available at: <http://www.imo.org/en/Pages/Default.aspx>.

ISO, 2015. ISO - International Organization for Standardization. [Online] Available at: <https://www.iso.org/standard/63190.html>.

ISO, 2017. ISO - International Organization for Standardization. [Online] Available at: <https://www.iso.org/standard/68227.html>.

ITF, 2017. STCW A GUIDE FOR SEAFARERS. International Transport Workers' Federation (ITF).

Jingjing, X., Testa, D. & Mukherjee, P., 2015. *The Use of LNG as a Marine Fuel: The International Regulatory Framework*. Ocean Development & International Law.

Keller, P., 2019. *2019 Will be the Year of Acceleration for LNG as Marine Fuel*. The MARITIME EXECUTIVE.

Le Fevre, C.N., 2018. *A review of demand prospects for LNG as a marine transport fuel*. The Oxdord Institute for Energy Studies, University of Oxford.

LR, 2014. *Lloyd's Register LNG Bunkering Infrastructure Survey 2014*. Lloyd's Register Marine.

Lu, Z. et al., 2018. *The effects of emission control area regulations on cruise shipping*. School of Management-Shanghai University, Aachener Verfahrenstechnik-Process Systems Engineering-RWTH Aachen University.

Marlene, , Illing, D. & Veiga, J., 2016. *Facilities for bunkering of liquefied natural gas in ports*. Solent Southampton University-United Kingdom, European Maritime Safety Agency-Portugal, IHS Maritime & Trade-Germany.

Perera, L.P. & Mo, B., 2016. *Emission control based energy efficiency measures in ship operations*. Norwegian Marine Technology Research Institute (MARINTEK), Trondheim, Norway.

Pfoser, S., Aschauer, G., Simmer, L. & Schauer, O., 2016. *Facilitating the implementation of LNG as an alternative fuel technology in landlocked Europe: A study from Austria*. LOGISTIKUM Steyr, University of Applied Sciences Upper Austria.

Pfoser, S., Schauer, O. & Costa, Y., 2018. *Acceptance of LNG as an alternative fuel: Determinants and policy implications*. University of Applied Sciences Upper Austria, Universidad de Manizales Colombia.

Pospíšila, et al., 2018. *Energy demand of liquefaction and regasification of natural gas and the potential of LNG for operative thermal energy storage*. Sustainable Process Integration Laboratory – SPIL, NETME Centre, Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology.

Ramirez, J. et al., 2019. Global impact of recent IMO regulations on marine fuel oil refining processes and ship emissions. Biofuel Engine Research Facility (BERF), International Laboratory for Air Quality and Health (ILAQH)-Queensland University of Technology.

Satish, K. et al., 2011. LNG: An eco-friendly cryogenic fuel for sustainable development. Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Yonsei University.

SGMF, 2015. World Maritime News. [Online] Available at: <https://worldmaritimenews.com/archives/152743/sqmf-issues-first-lng-bunkering-safety-guidelines/>.

SIGTTO, 2009. LNG operations in port areas. Society of International Gas Tanker and Terminal Operators.

SIGTTO, 2009. Site selection and design for LNG ports and jetties. Society of International Gas Tanker and Terminal Operators.

Thomson, H., Corbett, J.J. & Winebrake, J.J., 2015. Methane Emissions from Natural Gas Bunkering Operations in the Marine Sector: A Total Fuel Cycle Approach. University of Delaware, Rochester Institute of Technology.

Tianbiao, H. et al., 2018. LNG cold energy utilization: Prospects and challenges. Department of Gas Engineering-China University of Petroleum (East China), Department of Chemical and Biomolecular Engineering-National University of Singapore.

Vallabhuni, S. et al., 2018. Autoignition studies of Liquefied Natural Gas (LNG) in a shock tube and a rapid compression machine. Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Department of Mechanical Engineering-Indian Institute of Technology Madras.

Wang, S. & Notteboom, T., 2014. The adoption of liquefied natural gas as a ship fuel: a systematic review of perspectives and challenges. Antwerp: Institute for Transport and Maritime Management (ITMMA).

Wärtsilä, 2018. Small- and medium-scale LNG terminals.

Αχιλιάς, Δ., Ελευθεριάδης, Ι. & Νικολαΐδης, Ν., 2015. Υγροί Υδρογονάνθρακες. Εκδόσεις Κάλλιπος.

ΥΥΚΜ, 2014. ΟΔΗΓΙΑ 2014/94/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 22ας Οκτωβρίου 2014 για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.