

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟΥ.



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΟΥΚΙΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΔΡΕΑΣ ΒΟΥΡΟΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟΣ ΥΠΟΤΡΟΦΟΣ**

ΠΑΤΡΑ 2018

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας και αναφέρεται στην ανάλυση και μελέτη των Διαδικασιών Σχεδίασης των Συστημάτων Σωληνώσεων και Υδραυλικών Διατάξεων σε μία εταιρία διύλισης πετρελαίων. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να γίνει μελέτη και ανάλυση μιας μελέτης περίπτωσης, συγκεκριμένα για την μελέτη, σχεδίαση και παράδοση του έργου εγκατάστασης μονάδας ανάκτησης ατμών προϊόντων διύλισης (Vapor Recovery Unit - VRU – Deck Recovery Unit - DSU) και να γίνει αναλυτική περιγραφή των Διαδικασιών Piping Design κατά την πορεία του έργου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επιβλέποντα καθηγητή κύριο Ανδρέα Βούρο, του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. για την πολύτιμη βοήθεια και την καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την διάρκεια της εκπόνησης της παρούσης πτυχιακής εργασίας. Επίσης θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους φίλους και συναδέλφους μου Κουτσουκιάλη Λάζαρο, Οικονομόπουλο Παναγιώτη, Τριαντάφυλλο Δημήτρη, Εμμανουηλίδη Στράτο, Ησαΐα Κωνσταντίνο και Leonardo Constabile. Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και στους φίλους μου που στάθηκαν δίπλα μου αυτό το διάστημα και έφερα εις πέρας την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Κούκιος Χρήστος
Νοέμβριος 2018

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής
Κούκιος Χρήστος

.....
(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στην ανάλυση και μελέτη των Διαδικασιών Σχεδίασης των Συστημάτων Σωληνώσεων και Υδραυλικών Διατάξεων σε μία εταιρία διύλισης πετρελαίων. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να γίνει μελέτη και ανάλυση μιας μελέτης περίπτωσης, συγκεκριμένα για την μελέτη, σχεδίαση και παράδοση του έργου εγκατάστασης μονάδας ανάκτησης ατμών προϊόντων διύλισης (Vapor Recovery Unit - VRU – Deck Recovery Unit - DSU) και να γίνει αναλυτική περιγραφή των Διαδικασιών Piping Design κατά την πορεία του έργου.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε πέντε Κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο επεξηγούνται βασικές έννοιες που αφορούν τις εγκαταστάσεις σωληνώσεων, ως έννοια αλλά και ως απαραίτητες διατάξεις για την μεταφορά ρευστών και γίνεται εκτενής αναφορά γύρω από τους νόμους που διέπουν τα σωληνοδίκτυα. Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα δίκτυα σωλήνων υπό πίεση και ταξινομούνται αναλόγως την χρήση και το είδος για εγκατάσταση σε διυλιστήρια.

Στο δεύτερο Κεφάλαιο πραγματοποιείται αναφορά στη χρήση του Piping Design ως εργαλείο, για την μελέτη και σχεδίαση συστημάτων σωληνογραμμών μέσα σε πετρελαϊκές εγκαταστάσεις. Για αρχή θα αναφερθεί το λογισμικό το οποίο χρησιμοποιείται για την μελέτη και ανάλυση ενός τέτοιου έργου. Έπειτα θα επεξηγηθούν βασικές έννοιες που αφορούν την σχεδίαση με χρήση του λογισμικού, όπως είναι η κωδικοποίηση που χρησιμοποιείται, όπως είναι τα είδη των σχεδίων τα οποία χρειάζονται για την πορεία του έργου, και κατά πόσο αυτά βοηθούν μηχανικούς, εγκαταστάτες και σχεδιαστές στην ολοκλήρωσή του.

Στο τρίτο Κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στα είδη των σωληνώσεων με εμβάθυνση στα Pipe Ways και Pipe Racks όπου και αφορούν το μεγαλύτερο μέρος ενός διυλιστηρίου. Γίνεται ανάλυση σημαντικών διατάξεων που υπάρχουν σε τέτοιου είδους σωληνοδίκτυα όπως παράδειγμα οι αντλίες, οι εναλλάκτες θερμότητας, οι ατμοπαγίδες, οι βάνες κ.α. Το κεφάλαιο αυτό επίσης αναλύει τα είδη των μονώσεων που χρησιμοποιούνται αλλά και τον τρόπο θέρμανσης των προϊόντων κατά την όδευση τους στις μονάδες επεξεργασίας.

Στο τέταρτο Κεφάλαιο, γίνεται πλήρης ανάλυση των πιο σημαντικών τύπων έργων σωληνοδικτύων σε διάφορες φάσεις και βήματα σχεδιασμού, αναλύονται τα καθήκοντα των σχεδιαστών και των μηχανικών προς την παράδοση ενός έργου και οι διάφορες εργασίες που πρέπει να γίνουν κατά την διεξαγωγή του. Επίσης σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην μελέτη για αυτή την Πτυχιακή εργασία, συγκεκριμένα για την μελέτη, σχεδίαση και παράδοση του έργου εγκατάστασης μονάδας ανάκτησης ατμών προϊόντων διύλισης (Vapor Recovery Unit - VRU – Deck Recovery Unit - DSU).

Στο πέμπτο Κεφάλαιο κατατίθενται τα συμπεράσματα από την παρούσα μελέτη και ανάλυση και αναφέρονται σημαντικά προβλήματα που προέκυψαν σε

πραγματικές συνθήκες κατά την διάρκεια του έργου. Επίσης αναφέρεται για παράδειγμα το πόσο ο καλός συντονισμός των μελών που συμμετείχαν στο έργο έπαιξε ρόλο. Είναι επίσης σημαντικό το ότι χωρίς την βοήθεια εξειδικευμένου λογισμικού θα ήταν αδύνατο να συμβούν πολλές εργασίες. Αυτά είναι ένα μικρό δείγμα από τα συμπεράσματα που αναφέρονται στο τελευταίο κεφάλαιο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ III

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α V

ΕΙΣΑΓΩΓΗ VIII

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ 1

1.1. ΓΕΝΙΚΑ 1

1.2. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ 1

1.2.1. Ορισμός 1

1.2.2. Ροή Σε Κλειστούς Υπό Πίεση Αγωγούς 2

1.2.3. Χαρακτηρισμός Της Ροής 2

1.3. ΣΩΛΗΝΕΣ 2

1.3.1. Βασικά Χαρακτηριστικά 2

1.3.2. Pipe Sizes (Μεγέθη Σωληνώσεων) 4

1.3.3. Pipe Ends (Φινιρίσματα Σωλήνων) 5

1.4. ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΝ 7

1.4.1. But weld end fittings (ηλεκτροσυγκολλήσεις προσώπου) 7

1.4.2. Φλαντζωτές (flanged) 7

1.5. ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΩΛΗΝΩΝ 8

1.5.1. Γωνίες (Elbows) 8

1.5.2. Ταφ (Tees) 9

1.5.3. Σταυροί (Crosses) 10

1.5.4. Συστολές (Reducers) 10

1.5.5. Καπάκια (Cups) 11

1.5.6. Συστολικοί Μαστοί (Swendge Nipples) 11

1.5.7. Ενώσεις Ή Ρακόρ (Unions) 11

1.5.8. Ενισχύσεις (Reinforcements) 12

1.5.9. Φλάντζες (Flanges) 12

2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΩΛΗΝΩΓΡΑΜΜΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΠΑΚΕΤΩΝ 13

2.1. ΣΧΕΔΙΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ 13

2.2. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ CAD ΓΙΑ PIPING DESIGN 13

2.3. ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ 14

2.3.1. Κωδικοποίηση Σχεδίων 14

2.3.2. Κωδικοποίηση Γραμμών 15

2.4. ΕΙΔΗ ΣΧΕΔΙΩΝ 16

2.4.1. Key Plan 16

2.4.2. Διαγράμματα Ροής (P&IDS & EFDS) 17

2.4.3. Σχέδια Χωροθέτησης Μηχανημάτων (Plot Plan) 21

2.4.4. Κατόψεις Σωληνώσεων (Piping Arrangement & Piping Lay Out) 22

2.4.5. Ισομετρικά 25

2.5. ΣΧΕΤΙΚΑ ΕΓΓΡΑΦΑ ΣΧΕΔΙΩΝ (DOCUMENTATION) 28

2.5.1. Line List 28

2.5.2. Piping Materials Specification (Piping Classes) 28

2.5.3. Branch Connections 29

2.5.4. Typical Details 29

3.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΟΔΙΚΤΥΩΝ – ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΔΙΥΛΗΣΤΗΡΙΟΥ.....	30
3.1.	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ – ΣΩΛΗΝΟΔΙΑΔΡΟΜΟΙ (PIPE WAYS).....	30
3.2.	ΤΥΠΟΙ ΤΩΝ PIPE WAYS	31
3.2.1.	<i>Pipe Racks</i>	31
3.2.2.	<i>Pipe Sleepers or Tracks</i>	36
3.2.3.	<i>Trenched Piping</i>	37
3.2.4.	<i>Υπόγεια Όδευση Σωληνογραμμών (Underground Piping)</i>	38
3.2.5.	<i>Συστήματα Πυρσού (Flare Systems)</i>	38
3.3.	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΙ – ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ.....	40
3.3.1.	<i>Σταθμοί Ελεγχου Ροής (Control Stations)</i>	40
3.3.2.	<i>Ατμοπαγίδες (Steam Traps)</i>	40
3.3.3.	<i>Βανες</i>	41
3.3.4.	<i>Όργανα Μέτρησης (Instrumentation)</i>	46
3.3.5.	<i>Αυτόματες Βάνες Ελέγχου (Control Valves)</i>	50
3.3.6.	<i>Εξαεριστικά-Αποστραγγιστικά (Vent, Drain)</i>	50
3.3.7.	<i>Βοηθητικές Παροχές (Utility Stations)</i>	51
3.4.	ΑΝΤΛΙΕΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ (PUMPS)	52
3.4.1.	<i>Γενικά</i>	52
3.4.2.	<i>Οριζόντιες Φυγοκεντρικές Αντλίες</i>	53
3.5.	ΜΟΝΩΣΗ (INSULATION).....	56
3.5.1.	<i>Γενικά</i>	56
3.5.2.	<i>Υλικά Μονώσεων</i>	56
3.5.3.	<i>Είδη μονώσεων</i>	57
3.6.	ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (HEAT EXCHANGERS)	62
3.6.1.	<i>Εναλλάκτες Στις Σωληνογραμμές</i>	62
3.6.2.	<i>Διάταξη Εναλλακτών-Σωληνώσεων</i>	62
3.6.3.	<i>Υπολογισμός Του Ύψους Τοποθέτησης</i>	66
3.6.4.	<i>Σωληνώσεις Εναλλακτών</i>	67
4.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΡΓΑ ΣΩΛΗΝΟΔΙΚΤΥΩΝ ΜΕ PIPING DESIGN	70
4.1.	ΓΕΝΙΚΑ.....	70
4.2.	ΤΥΠΟΙ ΕΡΓΩΝ	70
4.3.	ΦΑΣΕΙΣ ΕΡΓΟΥ	71
4.3.1.	<i>Feasibility Phase</i>	72
4.3.2.	<i>Conception Phase</i>	72
4.3.3.	<i>Front-End Engineering Development Phase (FEED)</i>	72
4.3.4.	<i>Detailed Engineering Phase</i>	73
4.3.5.	<i>Construction Phase</i>	76
4.3.6.	<i>Φάση προετοιμασίας και έναρξης λειτουργίας</i>	77
4.3.7.	<i>Έναρξη και παράδοση στον πελάτη (διυλιστήριο)</i>	78
4.4.	ΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΟΙ ΥΠΕΥΘΥΝΟΤΗΤΕΣ	78
4.4.1.	<i>Γενικά</i>	78
4.4.2.	<i>The Lead Piping Designer Engineer</i>	79
4.4.3.	<i>Οι αρμοδιότητες του lead piping engineer :</i>	79
4.4.4.	<i>Ομάδα Μηχανικών των Υλικών Σωληνώσεων (Piping Materials Engineering Group)</i> 80	
4.4.5.	<i>Ομάδα μηχανικών μελετών σωληνώσεων (Piping design group)</i>	82
4.4.6.	<i>Project Piping CAD Coordinator</i>	83
4.4.7.	<i>Project Piping Designers-Checkers</i>	83
4.4.8.	<i>Ομάδα Ελέγχου Υλικών Σωληνών</i>	84
4.4.9.	<i>Έλεγχος υλικών σωληνώσεων έργου (project piping materials controller)</i>	84
4.4.10.	<i>Piping Stress Engineering Group</i>	84
4.4.11.	<i>Μηχανικός ανάλυσης τάσεων (project piping stress engineer)</i>	85
4.5.	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΣΥΓΚΑΤΑΛΕΓΟΝΤΑΙ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ. 87	
4.5.1.	<i>Μηχανολογικό Τμήμα (Mechanical Engineering group)</i>	88
4.5.2.	<i>Τμήμα Οργάνων (Instrument Engineering)</i>	88

4.5.3.	<i>Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών (Civil Engineering)</i>	88
4.5.4.	<i>Τμήμα Μελετών Διεργασιών (Process)</i>	89
4.5.5.	<i>Τμήμα Ανάλυσης Τάσεων</i>	89
4.6.	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ (CASE STUDY)	90
4.6.1.	<i>Μελέτη Σχεδιασμού Τοποθέτησης Μονάδας VRU</i>	90
4.6.2.	<i>Μονάδα Ανάκτησης Ατμών (Vapor Recovery Unit)</i>	90
4.6.3.	<i>Μονάδα Ασφάλειας Αποβάθρας (DSU)</i>	91
4.6.4.	<i>Εφαρμογή Της Διαδικασίας Μελέτης Προς Υλοποίηση Του Έργου</i>	92
4.7.	ΕΝΑΡΞΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	92
4.7.1.	<i>Βήμα Πρώτο (Σκοπιμότητα)</i>	92
4.7.2.	<i>Βήμα Δεύτερο (Σύλληψη-Δημιουργία Διαγραμμάτων P&Id)</i>	93
4.7.3.	<i>Βήμα Τρίτο (Βασικός Σχεδιασμός)</i>	93
4.7.4.	<i>Βήμα Τεταρτο (Λεπτομερής Σχεδιασμός)</i>	97
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	104
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	105

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Οι πρώιμοι ξύλινοι σωλήνες ήταν κατασκευασμένοι από κούτσουρα που είχαν μια μεγάλη διαμπερές τρύπα κατά μήκος του άξονα τους. Οι μεταγενέστεροι ξύλινοι σωλήνες κατασκευάστηκαν με δοκούς ξύλου και στεφάνια παρόμοια με την κατασκευή των ξύλινων βαρελιών. Οι ξύλινοι σωλήνες εκείνης της εποχής είχαν το πλεονέκτημα ότι μεταφέρονταν εύκολα ως ένα συμπαγές σωρό σε ένα βαγόκι ή κάποιο είδος κάρου και στη συνέχεια συναρμολογούνταν στο χώρο εργασίας. Οι ξύλινοι σωλήνες ήταν ιδιαίτερα δημοφιλείς σε ορεινές περιοχές όπου η μεταφορά βαρέων σιδηρών ή σκυροδέματος θα ήταν δύσκολη.

Οι ξύλινοι σωλήνες ήταν ευκολότερο να διατηρηθούν σε σχέση με το μέταλλο, επειδή το ξύλο δεν αυξομειώνεται κατά μήκος σε σχέση με τις μεταβολές της θερμοκρασίας όσο το μέταλλο και συνεπώς δεν χρειάζονταν αρμοί διαστολής. Το πάχος του ξύλου παρείχε κάποιες μονωτικές ιδιότητες στους σωλήνες, γεγονός που συνέβαλε στην αποφυγή της ψύξης σε σύγκριση με τους μεταλλικούς σωλήνες. Το ξύλο που χρησιμοποιούνταν για τους σωλήνες ύδατος επίσης δεν σάπιζε πολύ εύκολα. Η ηλεκτρόλυση δεν επηρέαζε καθόλου τους σωλήνες από ξύλο, αφού το ξύλο είναι πολύ καλύτερο ηλεκτρικά μονωτικό υλικό.

Στις δυτικές Ηνωμένες Πολιτείες, όπου χρησιμοποιήθηκε το «κόκκινο ξύλο» για την κατασκευή σωλήνων, διαπιστώθηκε ότι το redwood είχε «ιδιαιτέρως ιδιότητες» που το προστάτευαν από τις καιρικές συνθήκες, τα οξέα, τα έντομα και τις μυκητιακές αυξήσεις. Οι σωλήνες Redwood παρέμεναν ομαλοί και καθαροί στο χρόνο, ενώ ο σωλήνας σιδήρου σε σύγκριση θα άρχιζε γρήγορα να κλιμακώνεται με τη διάβρωση.

Στο εσωτερικό της βιομηχανίας, οι σωληνώσεις είναι ένα σύστημα από σωλήνες που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά ρευστών (υγρών και αερίων) από τη μια θέση στην άλλη. Η τεχνική πειθαρχία του σχεδιασμού σωληνώσεων μελετά την αποτελεσματική μεταφορά των ρευστών.

Οι σωληνώσεις των βιομηχανικών διεργασιών (και τα συνοδευτικά εξαρτήματα) μπορούν να κατασκευαστούν από, γυαλί, χάλυβα, αλουμίνιο, πλαστικό, χαλκό και σκυρόδεμα. Τα ενσωματωμένα εξαρτήματα, γνωστά ως εξαρτήματα συνδεσμολογίας, βάνες και άλλες συσκευές, συνήθως ανιχνεύουν και ελέγχουν την πίεση, το ρυθμό ροής και τη θερμοκρασία του μεταφερόμενου ρευστού και συνήθως περιλαμβάνονται στον τομέα του σχεδιασμού σωληνώσεων (ή της κατασκευής σωληνώσεων). Τα συστήματα σωληνώσεων τεκμηριώνονται στα διαγράμματα σωληνώσεων και οργάνων (P & IDs).

Οι υδραυλικές εγκαταστάσεις είναι ένα σύστημα σωληνώσεων με το οποίο οι περισσότεροι άνθρωποι είναι εξοικειωμένοι, καθώς αποτελεί τη μορφή μεταφοράς ρευστών που χρησιμοποιείται για την παροχή πόσιμου νερού και καυσίμων στα σπίτια και τις επιχειρήσεις τους. Οι σωλήνες υδραυλικών εγκαταστάσεων στις κατοικίες χρησιμοποιούνται επίσης και για την απομάκρυνση των λυμάτων καθώς παράλληλα επιτρέπουν τον εξαερισμό των αερίων αποχέτευσης. Τα συστήματα καταιονιστήρων πυρόσβεσης χρησιμοποιούν επίσης σωληνώσεις και μπορούν να μεταφέρουν ακατάλληλο ή πόσιμο νερό ή άλλα υγρά καταστολής πυρκαγιάς.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΟΔΙΚΤΥΩΝ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Οι σωληνώσεις έχουν επίσης πολλές άλλες βιομηχανικές εφαρμογές, οι οποίες είναι ζωτικής σημασίας για την μετακίνηση πρωτογενών και ημιπεπεξεργασμένων υγρών για τη διύλιση σε πιο χρήσιμα προϊόντα. Μερικά από τα πιο εξωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή σωλήνων είναι το Inconel, το τιτάνιο, ο ανοξείδωτος χάλυβας και διάφορα άλλα κράματα χάλυβα.

Το υλικό με το οποίο κατασκευάζεται ένας σωλήνας συχνά αποτελεί τη βάση για την επιλογή οποιουδήποτε σωλήνα. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σωλήνων περιλαμβάνουν:

- Carbon steel
- ASTM A252
- Χάλυβας άνθρακα χαμηλής πίεσης
- Ανοξείδωτο ασάλι
- Μη σιδηρούχα μέταλλα π.χ. χαλκός-νικέλιο, επίστρωση τανταλίου
- Μη μεταλλικά π.χ. σκληρυμένο γυαλί, επένδυση από τεφλόν ,PVC

Υπάρχουν ορισμένοι τύποι και κωδικοί που πρέπει να τηρούνται κατά το σχεδιασμό ή την κατασκευή οποιουδήποτε συστήματος σωληνώσεων. Οι οργανισμοί που εκδίδουν πρότυπα σωληνώσεων περιλαμβάνουν:

- ASME - Αμερικανική Εταιρεία Μηχανολόγων Μηχανικών - Σειρά B31
- ASME B31.1 Ισχύς σωληνώσεων (σωληνώσεις ατμού κ.λπ.)
- ASME B31.3 Διεργασίες σωληνώσεων (Process piping)
- ASME B31.4 Συστήματα αγωγών μεταφοράς υδρογονανθράκων.
- ASME B31.5 Εξαρτήματα σωληνώσεων ψύξης και μεταφοράς θερμότητας
- ASME B31.8 Συστήματα σωληνώσεων μεταφοράς και διανομής αερίου
- ASME B31.9 Σωληνώσεις κτιριακών εγκαταστάσεων
- ASME B31.12 Σωληνώσεις υδρογόνου
- ASTM - Αμερικανική Εταιρεία Δοκιμών Και Υλικών
- ASTM A252 Πρότυπη προδιαγραφή για σωληνώσεις που σχηματίζονται από συγκολλημένα μέρη και χωρίς
- API – Αμερικανικό Ινστιτούτο Πετρελαιοειδών
- API 5L Βιομηχανίες πετρελαίου και φυσικού αερίου-Σωλήνας χάλυβα για συστήματα μεταφοράς αγωγών,
- EN 13480 - Ευρωπαϊκός Κώδικας Μεταλλικών Βιομηχανικών Σωληνώσεων
- EN 13480-1 Μεταλλικές βιομηχανικές σωληνώσεις - Μέρος 1: Γενικά
- EN 13480-2 Μεταλλικές βιομηχανικές σωληνώσεις - Μέρος 2: Υλικά

- EN 13480-3 Μεταλλικές βιομηχανικές σωληνώσεις - Μέρος 3: Σχεδιασμός και υπολογισμός
- EN 13480-4 Μεταλλικές βιομηχανικές σωληνώσεις - Μέρος 4: Κατασκευή και εγκατάσταση
- EN 13480-5 Μεταλλικές βιομηχανικές σωληνώσεις - Μέρος 5: Επιθεώρηση και δοκιμές
- EN 13480-6 Μεταλλικές βιομηχανικές σωληνώσεις - Μέρος 6: Πρόσθετες απαιτήσεις για θαμμένες σωληνώσεις
- PD TR 13480-7 Μεταλλικές βιομηχανικές σωληνώσεις - Μέρος 7: Καθοδήγηση σχετικά με τη χρήση διαδικασιών αξιολόγησης της συμμόρφωσης
- EN 13480-8 Μεταλλικές βιομηχανικές σωληνώσεις - Μέρος 8: Πρόσθετες απαιτήσεις για σωληνώσεις από αλουμίνιο και κράμα αλουμινίου
- AWS – American Welding Society
- AWWA - American Water Works Association
- MSS – Manufacturers' Standardization Society
- ANSI - American National Standards Institute
- NFPA - National Fire Protection Association
- EJMA - Expansion Joint Manufacturers Association ¹

TO PIPING DESIGN

Το Piping Design αναφέρεται ενίοτε στην μελέτη σχεδιασμού των σωληνώσεων και στις λεπτομερείς προδιαγραφές της διάταξης των σωληνώσεων σε μια μονάδα διεργασιών που μεταφέρονται ρευστά. Στο παρελθόν η διαδικασία της μελέτης αυτής εφαρμοζόταν από την μελετητή μηχανικό Piping designer με κλιμακόμετρο πάνω σε ειδικά μορφοποιημένο χαρτί έως και την δεκαετία του 90. Σήμερα εκτελείται συνήθως από σχεδιαστές που έχουν μάθει να χρησιμοποιούν αυτοματοποιημένο λογισμικό σχεδίασης με χρήση υπολογιστή CAD.

Ο υπολογιστικός σχεδιασμός (CAD) είναι η χρήση συστημάτων πληροφορικής για να βοηθήσουν στη δημιουργία, τροποποίηση, ανάλυση ή βελτιστοποίηση ενός σχεδίου. Το λογισμικό CAD χρησιμοποιείται για να αυξήσει την παραγωγικότητα του σχεδιαστή, να βελτιώσει την ποιότητα του σχεδιασμού, να βελτιώσει τις επικοινωνίες μέσω τεκμηρίωσης και να δημιουργήσει μια βάση δεδομένων για την κατασκευή. Η παραγωγή CAD είναι συχνά με τη μορφή ηλεκτρονικών αρχείων για εκτύπωση που περιλαμβάνουν μηχανική κατεργασία ή άλλες εργασίες κατασκευής.

Η χρήση του στο σχεδιασμό ηλεκτρονικών συστημάτων είναι γνωστή ως electronic Design automation (EDA) (ηλεκτρονική αυτοματοποίηση σχεδιασμού). Στον μηχανικό σχεδιασμό είναι γνωστή ως computer-aided drafting (σχεδίαση με υπολογιστή) (CAD), η οποία περιλαμβάνει τη διαδικασία δημιουργίας τεχνικού σχεδίου με τη χρήση λογισμικού σε υπολογιστή.

Το λογισμικό CAD που εφαρμόζεται στον μηχανικό σχεδιασμό χρησιμοποιεί είτε διανυσματικά γραφικά για την απεικόνιση των αντικειμένων, είτε μπορεί επίσης να παράγει ράστερ γραφικά που δείχνουν την συνολική εμφάνιση των σχεδιαζόμενων αντικειμένων. Εντούτοις, περιλαμβάνει πολλά περισσότερα από απλά σχήματα. Όπως και στη χειροκίνητη σύνταξη τεχνικών και μηχανικών σχεδίων ,

η παραγωγή CAD πρέπει να μεταφέρει πληροφορίες, όπως υλικά , διεργασίες , διαστάσεις και ανοχές , σύμφωνα με συγκεκριμένες συμβάσεις της εφαρμογής.

Το CAD είναι ουσιαστικά μια βιομηχανική τέχνη που χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές εφαρμογές, όπως οι αυτοκινητοβιομηχανίες , η ναυπηγική βιομηχανία και οι αεροδιαστημικές βιομηχανίες, ο βιομηχανικός και αρχιτεκτονικός σχεδιασμός. Το CAD χρησιμοποιείται επίσης ευρέως για την παραγωγή κινούμενων εικόνων στον υπολογιστή για ειδικά εφέ σε ταινίες, διαφημιστικά και τεχνικά εγχειρίδια, συχνά αποκαλούμενα δημιουργία ψηφιακού περιεχομένου digital content creation DCC. Λόγω της τεράστιας οικονομικής σημασίας, το CAD υπήρξε σημαντική κινητήρια δύναμη για την έρευνα στον τομέα της υπολογιστικής γεωμετρίας , των γραφικών των ηλεκτρονικών υπολογιστών (υλικού και λογισμικού) και της διακριτής διαφορικής γεωμετρίας.

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθούν τα πολυάριθμα στοιχεία των σωληνώσεων που συνθέτουν ένα σύστημα σωληνώσεων. Η επιλογή του σχεδίου και τα υλικά κατασκευής είναι εξαιρετικά σημαντικός παράγοντας και πρέπει να βασίζεται σε προηγούμενες επιδόσεις του στοιχείου σωληνώσεων σε συνθήκες παρόμοιας σχεδίασης. Σπάνια ο μηχανικός ή σχεδιαστής σωληνώσεων θα βρεθεί να είναι αντιμέτωπος με αποφάσεις της επιλογής που δεν έχουν συμβεί σε μια προηγούμενη μελέτη κάπου στον κόσμο. Για να συνδεθούν οι διάφοροι εξοπλισμοί που περιέχονται μέσα σε ένα εργοστάσιο, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί μια ποικιλία από εξαρτήματα σωληνώσεων που, όταν χρησιμοποιείται συλλογικά, καλούνται ως ένα συστήματα σωληνώσεων.

Το κεφάλαιο αυτό εισάγει τον αναγνώστη σε αυτά τα συστατικά και εξηγεί τη λειτουργία τους, τον σχεδιασμό τους και το πώς αυτός καθορίζεται ώστε να κατασκευαστεί και να εγκατασταθεί. Όλα τα στοιχεία έχουν τα δικά τους χαρακτηριστικά, και η σκοπιμότητα της τοποθέτησής τους εξυπηρετεί συγκεκριμένο σκοπό. Είναι πολύ σημαντικό ο μηχανικός της μελέτης του σχεδιασμού να είναι σε θέση να γνωρίζει πιθανά προβλήματα και αδυναμίες προς την τελική υλοποίηση της κατασκευής.

Ο σωλήνας είναι η κύρια αρτηρία που συνδέει τα διάφορα κομμάτια του εξοπλισμού για τη διαδικασία παραγωγής πετρελαιοειδών προϊόντων στις εγκαταστάσεις του διυλιστηρίου. Αν και μπορεί να θεωρείται ως το λιγότερο πολύπλοκες στοιχείο μέσα σε ένα σύστημα σωληνώσεων, παρουσιάζει ποικίλες ιδιαιτερότητες. Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται εντός των βιομηχανικών εγκαταστάσεων σχεδιάσει από τους κωδικούς της ASME B31.3 και είναι μια μεταλλική κατασκευή, από χάλυβα άνθρακα, ανοξείδωτο χάλυβα διπλής όψης, χαλκό.

1.2. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ

1.2.1. Ορισμός

Η υδραυλική είναι η επιστήμη που βασίζεται στα φυσικά χαρακτηριστικά της στάσης και της κίνησης δημιουργώντας διαφορά πιέσεων σε ένα ρευστό. Η υδραυλική δύναμη εφαρμόζεται για να μεταφέρει τη δύναμη από ένα σημείο σε ένα

άλλο. Η Υδραυλική ενδιαφέρει τον Μηχανικό στον βαθμό που πολλά προβλήματα κατασκευών και γενικότερα Μηχανικής σχετίζονται με μεταφορά και αποθήκευση ρευστών, κυρίως νερού, με αποτέλεσμα την δημιουργία πιέσεων, δυνάμεων, ταχυτήτων κλπ. Οι λύσεις σε αυτή την ευρεία γκάμα προβλημάτων απαιτούν την κατανόηση των βασικών αρχών της Μηχανικής των Ρευστών. Ρευστομηχανική ή Μηχανική των Ρευστών είναι ο κλάδος της θετικής επιστήμης που ασχολείται με τις μηχανικές ιδιότητες των ρευστών, δηλαδή των υγρών και των αερίων σωμάτων. Οι εφαρμογές της είναι εμφανώς πολλές, από τις Υδρεύσεις και τις Αρδεύσεις, έως την Μηχανολογία και πιο συγκεκριμένα κατά την περίπτωση της πτυχιακής εργασίας αυτής στην ροή σε κλειστούς αγωγούς σε μια βιομηχανική εγκατάσταση διυλιστηρίου.

Ρευστά (fluids) λέγονται τα υλικά σώματα εκείνα που μεταβάλλουν τις σχετικές θέσεις των όγκων των στοιχείων τους όταν υπόκεινται σε διάτμηση, δηλαδή έχουν μη στατική ισορροπία σε διάτμηση. Διακρίνονται σε αέρια (gases), τα οποία είναι έντονα συμπιεστά, δηλαδή έχουν μεγάλη μεταβολή της πυκνότητάς τους με την μεταβολή της πίεσης, και σε υγρά (liquids), τα οποία είναι συμπιεστά σε πολύ μικρότερο βαθμό, έως και αμελητέο.

1.2.2. Ροή Σε Κλειστούς Υπό Πίεση Αγωγούς

Ως ροή υπό πίεση ορίζεται αυτή στην οποία το ρευστό καλύπτει ολόκληρη τη διατομή του αγωγού, ενώ η πίεση είναι διαφορετική από την ατμοσφαιρική. Δεν υπάρχει ελεύθερη επιφάνεια αφού τα όρια της ροής συμπίπτουν με τα τοιχώματα του αγωγού. Με αγωγούς υπό πίεση σε μια βιομηχανική εγκατάσταση διυλιστηρίου μεταφέρονται διάφορα προϊόντα παραγωγής μέσω των κατάλληλων αντλιών.

1.2.3. Χαρακτηρισμός Της Ροής

Σαν μόνιμη ομοιόμορφη ροή ορίζετε τη ροή που πραγματοποιείται σε αγωγούς ικανού μήκους για την οποία: (1) Οι γραμμές ροής είναι παράλληλες μεταξύ τους, (2) Η ταχύτητα είναι σταθερή κατά μήκος μίας γραμμής ροής και (3) Η πίεση κατανέμεται υδροστατικά, κάθετα στις γραμμές ροής. Στην μόνιμη ανομοιόμορφη ροή το διάνυσμα της ταχύτητας μεταβάλλεται κατά μήκος της γραμμής ροής (ακόμη και αν υπάρχει ομοιόμορφη τοπικά ροή, σε διαφορετικές διατομές του αγωγού). Η μόνιμη ανομοιόμορφη ροή διακρίνεται σε: (1) Επιταχυνόμενη (συγκλίνουσα όταν υπάρχει συστολικό εξάρτημα μείωσης της διατομής) ροή, (2) Επιβραδυνόμενη (αποκλίνουσα όταν υπάρχει διαστολικό εξάρτημα αύξησης της διατομής) ροή, ή (3) Ροή σε καμπύλη.

1.3. ΣΩΛΗΝΕΣ

1.3.1. Βασικά Χαρακτηριστικά

Οι σωλήνες γενικά χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν αέρια, υγρά και μερικά στερεά (ρευστά) μεταξύ των εξοπλισμών μιας μονάδας αλλά και για να

συνδέουν μονάδες μεταξύ τους. Τα δίκτυα σωληνώσεων σε διυλιστήρια συνήθως έχουν ένα εύρος διαμέτρων από 1/2" έως 24". Σε μερικές περιπτώσεις όμως οι σωλήνες μπορούν να φθάσουν σε αρκετά μεγαλύτερες διαμέτρους.

Η διάσταση του σωλήνα προσδιορίζεται με βάση το προϊόν που μεταφέρει, την παροχή που πρέπει να έχουμε, αλλά και τις συνθήκες (πίεση και θερμοκρασία) στις οποίες βρίσκεται το προϊόν που θα πρέπει να μεταφερθεί. Όσο μεγαλώνει η πίεση και η θερμοκρασία τόσο μεγαλώνει και το πάχος του σωλήνα. Η αύξηση της θερμοκρασίας εκτός από την επίδραση που έχει στο πάχος του σωλήνα, προκαλεί και διαστολές οι οποίες θα πρέπει να μελετηθούν με προσοχή.(stress analysis).

Το πλέον χρησιμοποιούμενο υλικό είναι ο κοινός χάλυβας (Carbon steel) Grade B (κατά ASME). Η επιλογή πάντως του κατάλληλου υλικού για ένα συγκεκριμένο προϊόν (ρευστό), γίνεται από τις κλάσεις των σωληνώσεων που υπάρχουν στην προδιαγραφή της μελετητικής εταιρίας. Οι σωλήνες από χάλυβα κατασκευάζονται συνήθως με από μία από τις ακόλουθες μεθόδους:

- χωρίς ραφές κατά το μήκος τους, (seamless pipe)
- με ραφές συγκόλλησης κατά το μήκος του σωλήνα (straight seam welded pipe)
- ή με ελικοειδείς ραφές κατά το μήκος του σωλήνα. (spiral seam welded pipe)

Οι δύο πρώτες μέθοδοι κατασκευής είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι. Αναλόγως τον συντελεστή ποιότητας διαμορφώνεται και η ποιότητα κατασκευής του σωλήνα ως εξής. Στην πρώτη περίπτωση η μέθοδος κατασκευής πραγματοποιείται μέσω χύτευσης σε καλούπι από έναν εξωτερικό δακτύλιο και μία εσωτερική και μια εσωτερική μπάρα όπου διαμορφώνετε αναλόγως η εξωτερική διάμετρος (O.D) και η εσωτερική διάμετρος (I.D) και έχει συντελεστή ποιότητας E 1.0 ASME B31.3.

Στην δεύτερη περίπτωση η μέθοδος κατασκευής πραγματοποιείται μέσω χύτευσης σε ημικυκλικό καλούπι και στην συνέχεια γίνεται συγκόλληση των δύο ημικυκλικών αγωγών στα άκρα τους κατά μήκος. Αυτή η μέθοδος παρουσιάζει συντελεστή ποιότητας E 0,85 ASME B31.3. Ωστόσο, όμως εάν η κατά δια μήκος συγκόλληση πραγματοποιηθεί με απόλυτη επιτυχία και πιστοποιηθεί με τον έλεγχο ραδιογραφίας τότε ο συντελεστής ποιότητας διαμορφώνεται κατά E 0.95, ASME B31.3.

Στην Τρίτη περίπτωση η μέθοδος κατασκευής πραγματοποιείται με σπειροειδή συγκόλληση από φύλλα του υλικού κατασκευής και είναι η λιγότερο συχνή μέθοδος κατασκευής σωληνών. Ο σωλήνας σχηματίζεται από συστροφή λωρίδων μετάλλου σε ένα φαύλο κυκλικό μοτίβο. Αυτό το είδος χρησιμοποιείται κατά κανόνα για μεταφορά νερού στο διυλιστήριο σε πολύ μεγάλο μέγεθος διατομής όπου αναπτύσσονται πολύ χαμηλές πιέσεις και θερμοκρασίες. Ο ελικοειδής σωλήνας έχει συντελεστή ποιότητας E 1.0 κατά ASME B31.3.

Ο συντελεστής ποιότητας E είναι βασισμένος κατά στον ASME B31 κώδικες για να υπολογίζεται το πάχος του τοιχώματος και της ανεκτής πίεσης του ρευστού που περιέχουν οι σωλήνες. Έτσι ώστε ένας υψηλός συντελεστής E στον υπολογισμό να οδηγεί σε έναν λεπτότερο και ως εκ τούτου ελαφρύτερο σωλήνα. Για τον

υπολογισμό του πάχους ακολουθείται συνήθως η προδιαγραφή: ANSI B31.3 code for pressure Piping όπου το πάχος υπολογίζεται με βάση τον τύπο του Barlow.

$$t = \frac{PD}{2(SE + PY)}$$

Όπου:

- P είναι η πίεση για την λειτουργία σχεδιασμού.
- D είναι η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα σύμφωνα με τις προδιαγραφές.
- S είναι η τιμή παραμόρφωσης του υλικού κατασκευής.
- E είναι ο συντελεστής ποιότητας του σωλήνα.
- Η τιμή του Y μπορεί να προκύψει με παρεμβολή για ενδιάμεσες θερμοκρασίες για $t \leq D/6$

$$Y = \frac{d + 2c}{D + d + 2c}$$

Όσο χαμηλότερος είναι ο συντελεστής ποιότητας E, τόσο μεγαλύτερο θα είναι και το πάχος του τοιχώματος που απαιτείται και ως συνέπεια να αυξάνει το βάρος του. Μέσο της μεθόδου της ραδιογραφίας αυξάνετε ο συντελεστής ποιότητας E κοντά στο 1.00, η οποία οδηγεί σε μείωση του πάχους τοιχώματος και ελάττωση του βάρους του. Η ραδιογραφία ενδείκνυται σχεδόν πάντα στην περίπτωση κατασκευής του διαμήκης σωλήνα. Και οι τρεις μέθοδοι έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τόσο εμπορικά σε θέμα τιμής όσο και τεχνικά. Ο διαμήκης σωλήνας μπορεί να κατασκευαστεί σε στενότερες ανοχές από κάθε είδους χωρίς συγκόλληση σωλήνα, αλλά απαιτεί πρόσθετη ραδιογραφία για να το φέρει τον ίδιο συντελεστή ποιότητας και αυτόν της άνευ ραφής. Κατά κανόνα ο σωλήνας παράγεται σε δύο μήκη:

- single random (SRL) με ονομαστική τιμή τα 6 (m)
- double random (DRL) με ονομαστική τιμή τα 12(m)

Αν αναμένονται για την κατασκευή μεγάλα μήκη κάλυψης, όπως για παράδειγμα σε έναν σωληνοδιάδρομο διακίνησης τότε προτιμάτε double random (DRL) επειδή θα οδηγήσει σε λιγότερες συγκολλήσεις στο πεδίο εάν όμως αυτό δεν είναι ένα ζήτημα, τότε ο single random (SRL) είναι η πιο οικονομοτεχνική επιλογή.

1.3.2. Pipe Sizes (Μεγέθη Σωληνώσεων)

Κατά τα πρώτα χρόνια της βιομηχανίας πετρελαίου και φυσικού αερίου στις Ηνωμένες Πολιτείες, η διαστασιολόγηση ήταν γνωστή ως iron pipe size (IPS). Το μέγεθος προσδιορίζει την κατά προσέγγιση εσωτερική διάμετρο του σωλήνα σε ίντσες. Για παράδειγμα IPS 6'' σωλήνας έχει μια εσωτερική διάμετρο περίπου 6 ίντσες. Τα μεγέθη αυτά (IPS) αναλόγως του μεγέθους του πάχους του τοιχώματός τους αναγνωρίστηκαν ως εξής:

- standard weight (STD WT) για χαμηλές τιμές πίεσης στις σωληνώσεις — ASME κλάση 150 και 300.
- Extra strong (XS) ή extra heavy (XH) για μέτρια πίεση —ASME κλάση 600.

- Double extra strong (XXS) ή Double extra heavy (XXH) για περιπτώσεις αρκετά υψηλής πίεσης — τάξη ASME 900 και παραπάνω.

Καθώς η βιομηχανία πετρελαίου και αερίου, αναπτύχθηκε, όλο και πιο εξελιγμένα και νέα υλικά κατασκευής σωληνώσεων κατασκευάστηκαν και έγιναν διαθέσιμα , όπως ο χάλυβας άνθρακα (Carbon steel) με πολύ υψηλές μηχανικές ιδιότητες , και αντοχή στην διάβρωση με την προσθήκη ανθεκτικών κραμάτων όπως ο ανοξείδωτος χάλυβας. Χάρη την προσθήκη αυτών των ανθεκτικών κραμάτων το φαινόμενο της εσωτερικής διάβρωσης έρχεται πολύ μακροπρόθεσμα με την πάροδο του χρόνου αλλά δεν εξαλείφεται οριστικά, με αποτέλεσμα την μείωση του εσωτερικού πάχους των τοιχωμάτων και την μείωση του βάρους. Ο νέος προσδιορισμός για την διαστασιολόγηση της εσωτερικής διαμέτρου που αντικατέστησε την ορολογία του (IPS) , είναι η nominal pipe size (NPS) και ο παράγοντας schedule (SCH) εφαρμόστηκε για να καθορίσει το ονομαστικό πάχος τοιχώματος του σωλήνα.

Ουσιαστικά όμως, ο προσδιορισμός (NPS) δεν προσδιορίζει το ακριβές μέγεθος της εσωτερικής διαμέτρου του σωλήνα. Για παράδειγμα, (NPS) 2 δηλώνει πως η εξωτερική διάμετρος είναι 2.375 in. Για NPS 12 και μικρότερα μεγέθη σωληνώσεων έχουν εξωτερική διάμετρο μεγαλύτερη από το προσδιοριστικό τους μέγεθος (2, 4, 6, 8, 10, 12). Ωστόσο, η εξωτερική διάμετρος για NPS 14 και μεγαλύτερο μέγεθος η εξωτερική διάμετρος ισούται με το προσδιοριστικό μέγεθος σε ίντσες. Για παράδειγμα, NPS 14 σωλήνα έχει εξωτερική διάμετρο ίση με 14 ίντσες. Η εσωτερική διάμετρος εξαρτάται από το πάχος του τοιχώματος του σωλήνα το οποίο καθορίζεται από το schedule (SCH) και αναφέρονται σε ASME 336.10M ή ASME 336.19M. Η nominal pipe size (NPS) διαστασιολόγηση αποτελεί έναν αδιάστατο προσδιοριστικό του μεγέθους σωλήνα όπου αναπτύχθηκε από τα διεθνή πρότυπα (ISO).

1.3.3. Pipe Ends (Φινιρίσματα Σωλήνων)

Τα άκρα των σωληνώσεων μπορεί να παρέχονται σε διάφορες παραλλαγές και τα παρακάτω είναι τα πιο συνηθισμένα όπως ορίζονται κατά ASME 331.3:

- Plain end (PE), δηλαδή σε ευθεία τομή , για σωλήνες 2" και κάτω.
- Threaded end (TE), με σπείρωμα στα άκρα , για σωλήνα 2" και κάτω.
- Butt weld ή weld end (BW) ή (WE), δηλαδή με τελείωμα υπό γωνία , για όλων των μεγεθών.



Εικόνα 1.1. Σωλήνας με τελείωμα υπό γωνία²



Εικόνα 1.2. Σωλήνες με τελείωμα σε τομή³

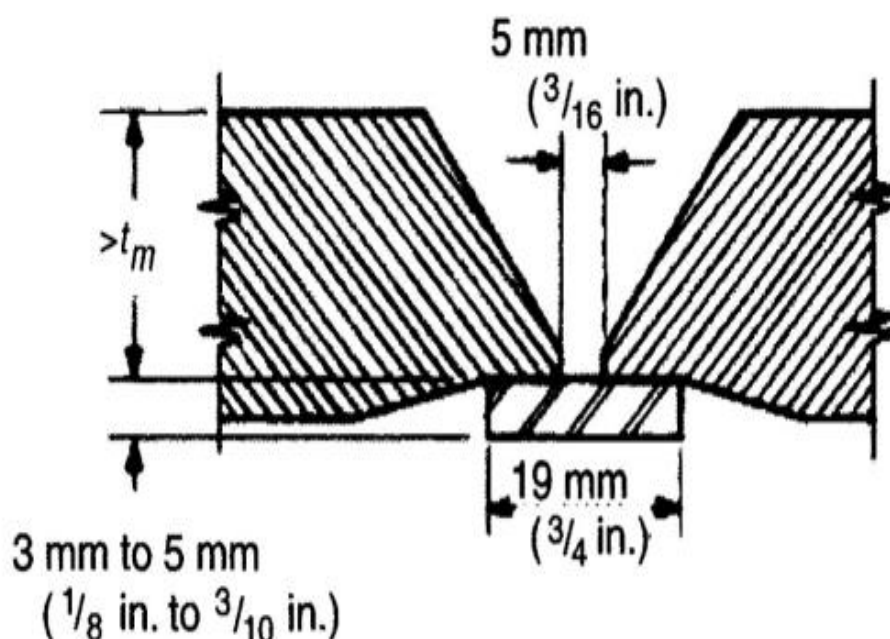


Εικόνα 1.3: Σωλήνας με σπείρωμα⁴

1.4. ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΝ

1.4.1. But weld end fittings (ηλεκτροσυγκολλήσεις προσώπου)

Τα butt weld εξαρτήματα έχουν λαξευμένες άκρες, είναι ειδικά παρασκευασμένα κατά ASME B1625, κατά την συγκόλληση μεταξύ τους παρουσιάζουν υψηλή ακεραιότητα πλήρους-διείσδυσης περιμετρικά της περιοχής συγκόλλησης μεταξύ γειτονικών σωλήνων, σωλήνων με βάνες.



Εικόνα 1.4. Socked-weld and threaded weld fittings (θηλυκής ή σπειρώματος σύνδεση)

Τα εξαρτήματα που είναι τύπου socket-weld (θυλακωτής εφαρμογής) και τύπου Threaded weld (εφαρμογής με σπείρωμα) χρησιμοποιούνται συνήθως σε μικρά μεγέθη (NPS 2", <DN 50), για σωληνώσεις βοηθητικής υποστήριξης (utilities) σε γραμμές χαμηλής πίεσης (<51.0 bar) για ρευστά όπως νερό, άζωτο, αέρας και ορισμένα άλλα ρευστά που δεν επιφέρουν μεγάλη οξείδωση και αναπτύσσουν ελαφρώς αυξημένες θερμοκρασίες. Οι συγκολλήσεις αυτού του τύπου παρόλα αυτά δεν είναι το ίδιο υψηλής ακεραιότητας όπως οι τύπου butt-weld αλλά βρίσκουν ευκολότερη και φτηνότερη την εφαρμογή της συγκόλλησης κατά την κατασκευή με βασικό τους πλεονέκτημα ότι μπορούν εύκολα να αποσυναρμολογηθούν αν αυτό χρειαστεί.

1.4.2. Φλαντζωτές (flanged)

Εκτός από την μέθοδο συγκόλλησης των σωληνώσεων (butt-weld) μια άλλη εφαρμογή συνδεσμολογίας είναι μέσο ενός συστήματος-ζευγαρώματος (leak path

system) που αποτελείται από δυο μετωπικές φλάντζες ίδιου τύπου και προδιαγραφών, μίας τσιμούχας (gasket) και ένα σετ από μπουλόνια σύσφιξης. Πρωταρχικό πλεονέκτημα της συνδεσμολογίας αυτής είναι ότι το σύστημα μπορεί σχετικά εύκολα να αποσυναρμολογηθεί και να επανασυναρμολογηθεί αν αυτό κριθεί απαραίτητο για λόγους μετατροπής-αλλαγής του συστήματος σωληνώσεων ή για επιμέρους συντήρηση του εξοπλισμού τον οποίο και εξυπηρετεί. Βάση διεθνών προδιαγραφών επιλέγονται τα απαιτούμενα εξαρτήματα (φλάντζες, τσιμούχες, μπουλόνια) που απαιτούνται για την συνδεσμολογία αυτή ώστε να διασφαλίζεται απόλυτη ακεραιότητα και στεγανοποίηση. Η κωδικοποίηση κατά ASME B31.3 για την επιλογή του είδους της φλάντζας που χρησιμοποιείται από τους μελετητές μηχανικούς του διυλιστηρίου (ΕΛ.ΠΕ) είναι:

- B16.5 για φλάντζες σωληνώσεων και εξαρτημάτων και
- B16.47 για φλάντζες μεγάλων διαμέτρων (> NPS 30").

1.5. ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΩΛΗΝΩΝ

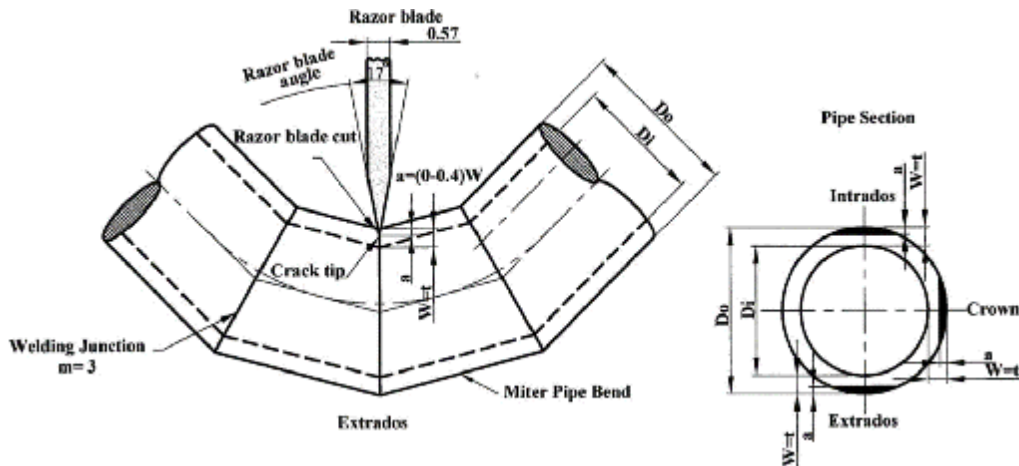
Τα εξαρτήματα των σωλήνων τοποθετούνται για να συμπληρώσουν το κατασκευαστικό μέρος της σ ένα σύστημα σωληνώσεων, και πρέπει να είναι χημικά και μηχανικά συμβατά. Η τοποθέτηση των εξαρτημάτων αυτών που χρησιμοποιείται για μία ή περισσότερες από τις παρακάτω λειτουργίες:

- Αλλαγή κατεύθυνσης της ροής (45°-90° γωνίες, τάφ)
- Μείωση ή αύξηση της διατομής (ομόκεντρα ή παράκεντρα συστολικά, συστολικά τάφ)
- Σύνδεση σωληνώσεων (φλάντζες, ρακόρ)
- Ενίσχυση των διακλαδώσεων

Όλα τα εξαρτήματα σωληνώσεων που χρησιμοποιούνται για την μελέτη ενός έργου έχουν σχεδιαστεί κατά ASME B31 και είναι κατασκευασμένα με τυποποιημένες διαστάσεις, βάσει του μέγεθός τους και του πάχους των τοιχωμάτων τους. Έχουν σταθερές διαστάσεις και αυτό είναι ουσιαστικής σημασίας ώστε να επιτρέπει σε έναν σχεδιαστή σωληνώσεων να μπορεί να υλοποιήσει μια μελέτη κατασκευής.

1.5.1. Γωνίες (Elbows)

Χρησιμοποιούνται όποτε πρέπει να γίνει μία αλλαγή στην φορά της ροής στο δίκτυο. Τυπικές γωνίες είναι εκείνες των 90° και 45°. Με την συντομογραφία SR εννοείται ότι πρόκειται για μία γωνία short radius (μικρή ακτίνα) και αντιστοιχεί σε γωνία με ακτίνα $R=ND$ (ονομαστική διάμετρος). Αντίστοιχα με την συντόμευση LR long radius (μεγάλη ακτίνα) και αντιστοιχεί σε ακτίνα με $R=1,5*ND$. Συνήθως οι γωνίες είναι LR. (μόνο στις 90° και 180 υπάρχει σε SR. Οι SR χρησιμοποιούνται συνήθως όταν έχουμε προβλήματα χώρου και αφού πρώτα υπάρξει η έγκριση από τον αρμόδιο μηχανικό (stress analysis). Ένα από τα αρνητικά τους είναι η μεγαλύτερη πτώση πίεσης που παρουσιάζουν σε σχέση με τις LR.

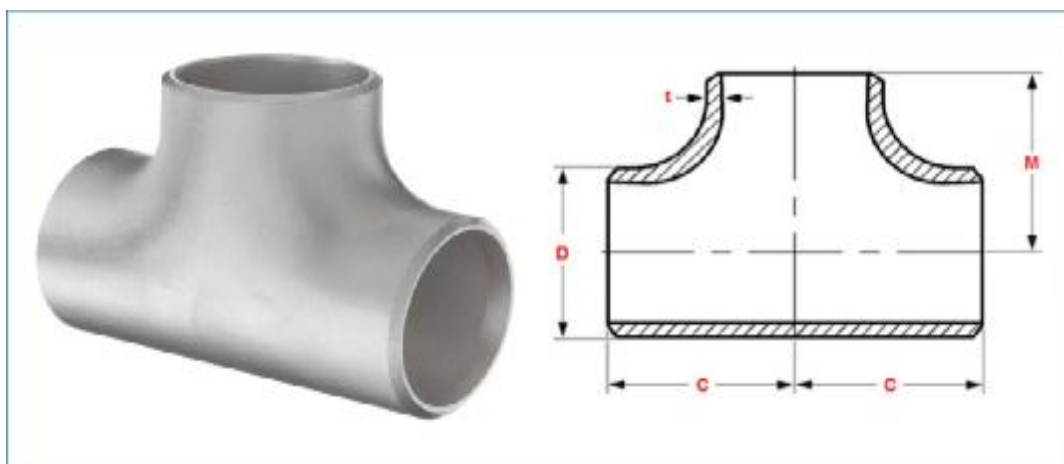


Εικόνα 1.5. Φεταριστές γωνίες (miter elbow)⁵

Εκτός από αυτές τις κλασσικές γωνίες, υπάρχουν και οι λεγόμενες «Φεταριστές» (Miter bends). Κατασκευάζονται από κομμάτια σωλήνα τα οποία κόβονται σε κατάλληλες φέτες και στη συνέχεια συγκολλούνται μεταξύ τους ώστε να σχηματίσουν την επιθυμητή γωνία. Το βασικό τους πλεονέκτημα είναι το ότι είναι πολύ φθηνότερες από τις συνηθισμένες γωνίες, ιδιαίτερα σε πολύ μεγάλες διαμέτρους. Σε μικρές διαμέτρους όμως, είναι ακριβότερες. Βασικό τους μειονέκτημα είναι το ότι προκαλούν μεγαλύτερες πτώσεις πίεσης σε σχέση με τις απλές γωνίες και δημιουργούν μεγάλη συγκέντρωση τάσεων. Η χρήση τους βέβαια θα πρέπει να προβλέπεται από την αντίστοιχη προδιαγραφή. Σε γενικές γραμμές πάντως χρησιμοποιούνται για διαστάσεις μεγαλύτερες από 24".

1.5.2. Ταφ (Tees)

Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Τα συστολικά ταφ (Reducing tees) και τα ισοδιάστατα (Equal tees). Τα πρώτα χρησιμοποιούνται όταν η κύρια γραμμή (header) έχει μεγαλύτερη διάμετρο από την βοηθητική (branch). Στην δεύτερη περίπτωση έχουμε την ίδια διάμετρο και για τα δύο δίκτυα. Για τα ισοδιάστατα ταφ, όσον αφορά τις διαστάσεις τους $C=D$.



Εικόνα 1.6. Ταφ⁶

1.5.3. Σταυροί (Crosses)

Χρησιμοποιούνται όταν πρέπει να διασταυρωθούν τέσσερις σωλήνες. Τα μεγέθη και τα είδη τους είναι σε αντιστοιχία με τα ταυ.



Εικόνα 1.7. Σταυρός⁷

1.5.4. Συστολές (Reducers)

Χρησιμοποιούνται όταν πρέπει να γίνει αλλαγή της διαμέτρου και υπάρχουν δύο ειδών:

- Οι ομόκεντρες συστολές (Concentric Reducers CR) και
- Οι έκκεντρες συστολές (Eccentric Reducers ER),

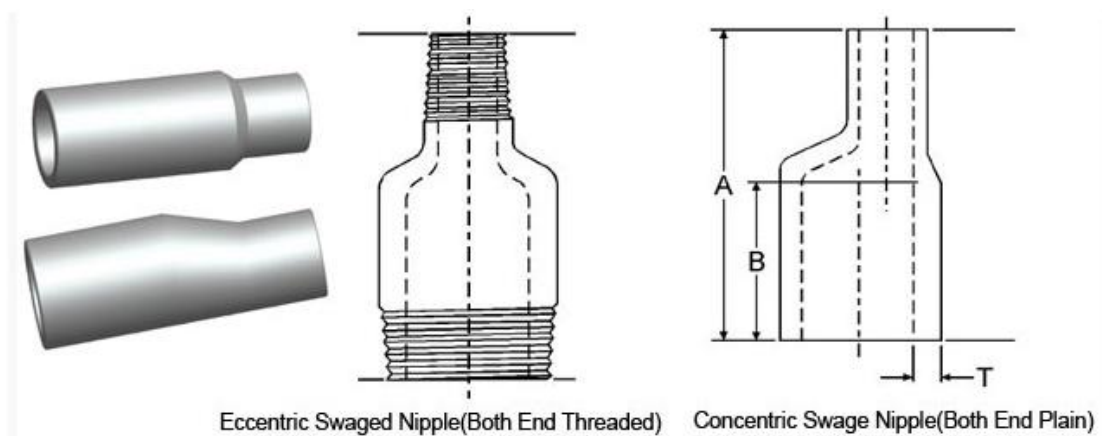
Πιο σύνηθες χρησιμοποιείται η ομόκεντρη συστολή. Η έκκεντρη συστολή όπου είναι και ακριβότερο σαν εξάρτημα χρησιμοποιείται μόνο σε περιπτώσεις όπου απαιτείται υποχρεωτικά, όπως στην αναρρόφηση αντλίας ή κατά την σύνδεση στο rive rack όπου θα τηρείται το ίδιο ύψος BOP (bottom of style). Επίσης για την έκκεντρη συστολή θα πρέπει να αναφέρεται στο σχέδιο και που θα βρίσκεται η επίπεδη πλευρά. Έτσι έχουμε FOT το οποίο σημαίνει Flat On Top δηλαδή το επίπεδο μέρος από επάνω, και το FOB το οποίο σημαίνει στο Flat On Bottom δηλαδή το επίπεδο μέρος προς τα κάτω.

1.5.5. Καπάκια (Cups)

Τοποθετούνται πάντα στο τέλος του αγωγού και χρησιμοποιούνται για το μόνιμο σφράγισμα του σωλήνα για γραμμές όπου δεν προβλέπεται μελλοντική επέκταση ή σύνδεση με κάποιο άλλο δίκτυο ή εξοπλισμό. Σε αντίθετη όμως περίπτωση χρησιμοποιούνται τυφλές φλάντζες (blind ends).

1.5.6. Συστολικοί Μαστοί (Swedge Nipples)

Πρόκειται για είδος συστολής μόνο που είναι αναλογικά πολύ μικρότερο και μακρύτερο και μοιάζει με μπουκάλι. Χρησιμοποιείται κυρίως σε μικρές διαμέτρους (< 2") αντί της συστολής.

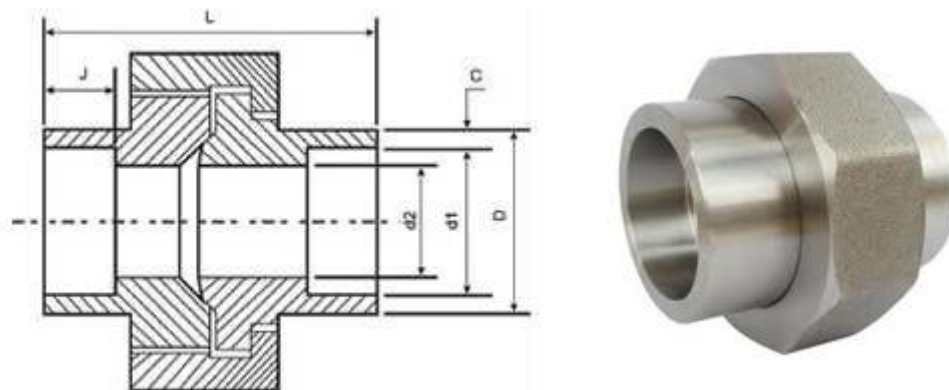


Εικόνα 1.8. Μαστοί συστολής⁸

Λόγω του ότι στο τέλος έχει ένα επίπεδο μέρος στο οποίο μπορεί να ανοιχθεί σπείρωμα ή να γίνει μία socket weld κόλληση. Ανάλογα με τον τρόπο που συνδέονται οι συστολικοί μαστοί με τον σωλήνα (σπείρωμα, socket, κλπ) ή και τον συνδυασμό τους (το ένα άκρο συγκολλητά και το άλλο με σπείρωμα) γίνεται και η ονομασία τους. Έτσι όταν αναφερόμαστε σε ένα swage LEP-SET τότε εννοούμε ότι η μεγάλη πλευρά είναι για socket σύνδεση (Large End Plain) και η μικρή με σπείρωμα (Small End Threaded). Πολύ συνηθισμένος είναι και ο τύπος με socket weld από την μία πλευρά και butt weld από την άλλη, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις όπου λόγω της αλλαγής της διαμέτρου έχουμε και άλλο τρόπο σύνδεσης (π. χ. σωλήνας 3" σε βάνα 2").

1.5.7. Ενώσεις Ή Ρακόρ (Unions)

Χρησιμοποιούνται για βιδωτούς (treaded end pipes) σωλήνες, όπου προβλέπεται στο μέλλον να υπάρξει περίπτωση όπου θα πρέπει να γίνει η αποσύνδεση τους. Επειδή είναι όμως πολύ πιθανό να υπάρξει σημείο διαρροής, χρησιμοποιείται μόνο όταν είναι απολύτως αναγκαία και σε μη επικίνδυνα ρευστά. Υπάρχουν δύο ειδών: Με επίπεδη και με κωνική έδρα. Η κωνική χρησιμοποιείται για προϊόντα με μεγαλύτερες απαιτήσεις.



Εικόνα 1.9. Ένωση / ρακόρ⁹

1.5.8. Ενισχύσεις (Reinforcements)

Χρησιμοποιούνται στις συγκολλήσεις προς την ενίσχυση πάνω στην περιοχή συγκόλλησης (λόγο μεγάλης ανάπτυξης τάσεων, η αν υπάρχει μικρό πάχος σωλήνα, μεγάλος βαθμός πίεσης κ.τ.λ.). Συνήθως θα η ενίσχυση πραγματοποιείται σε περιπτώσεις όπου κολλάτε απευθείας ένας μικρότερος σωλήνας κάθετα σε έναν μεγαλύτερο (stub-in). Η πρακτική αυτή χρησιμοποιείται συνήθως αντί του ταυ, αλλά η τελική μέθοδος υπαγορεύεται από τις προδιαγραφές που ορίζουν οι κλάσεις και αναφέρονται στο διάγραμμα (ripping classes) του έργου.

1.5.9. Φλάντζες (Flanges)

Η φλάντζα είναι μια «μηχανική άρθρωση», σύνδεσης και αποσύνδεσης μεταξύ δύο εξαρτημάτων των σωληνώσεων και αποτελεί μια από τις συνηθέστερες μεθόδους σύνδεσης σωλήνα με σωλήνα και σωλήνα με διάφορους εξοπλισμούς και εξαρτήματα. Η μεταξύ των φλαντζών σύνδεση πραγματοποιείται μέσω κοχλιών (μπουλόνια) και φέρει εφαρμογή υψηλής σταθερότητας με βασικό πλεονέκτημα ότι μπορεί να αποσυναρμολογηθεί και να επανασυναρμολογηθεί εάν αυτό κριθεί απαραίτητο χωρίς να χαθούν οι μηχανικές της ιδιότητες. Ο κορμός της φλάντζας που πρόκειται να τοποθετηθεί πρέπει να έχει ως βάση τη εξωτερική διάμετρο OD του σωλήνα και να είναι ανάλογης κλάσης και schedule. Στο πρόσωπο της φλάντζας υπάρχει μια πατούρα πάνω στην οποία, τοποθετείται η τσιμούχα (gasket) ο οποία εξασφαλίζει την στεγανοποίηση του συστήματος και την συνδεσμολογία. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για την συνδεσμολογία μεταξύ φλαντζών με άλλα εξαρτήματα, όπου το καθένα παρουσιάζει διαφορετική τεχνική και εμπορική σημασία.

2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΩΛΗΝΩΓΡΑΜΜΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΠΑΚΕΤΩΝ

2.1. ΣΧΕΔΙΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Σε αντίθεση με το μηχανολογικό σχέδιο όπου σχεδιάζονται επακριβώς τα εξαρτήματα και υπάρχει ένας τυποποιημένος τρόπος σχεδίασης, για τα σχέδια σωληνώσεων χρησιμοποιούνται διάφοροι συμβολισμοί ώστε να δείχνεται η πορεία της γραμμής με όλα της τα εξαρτήματα.

Είναι απαραίτητο λοιπόν για να μπορεί να διαβασθεί ένα σχέδιο να είναι γνωστά βασικά στοιχεία για σχέδια αυτού του τύπου. Στις επόμενες παραγράφους θα αναλυθεί ο τρόπος με τον οποίο σχεδιάζονται καθώς και τα σύμβολα τα οποία χρησιμοποιούνται. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι ενώ σε γενικές γραμμές τα σύμβολα και ο τρόπος σχεδίασης είναι κοινός για όλο τον κόσμο, εντούτοις η κάθε μελετητική εταιρία χρησιμοποιεί τον δικό της τρόπο για την σχεδίαση. Αυτό περιλαμβάνει το τι πρέπει να δείχνουν τα διάφορα είδη σχεδίων (Arrangement, P&ID, Isometrics) καθώς και το πώς πρέπει να το δείχνουν.

Όσον αφορά τη διόρθωση των σχεδίων χρησιμοποιούνται τρία χρώματα: κίτρινο για τον έλεγχο, κόκκινο για τις διορθώσεις και Μπλε για τις καταργούμενες γραμμές και εξαρτήματα.

2.2. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ CAD ΓΙΑ PIPING DESIGN

Ξεκινώντας από τα μέσα της δεκαετίας του '60, με το σύστημα επεξεργασίας IBM, τα συστήματα σχεδιασμού με υπολογιστή άρχισαν να προσφέρουν περισσότερες δυνατότητες. Συγκριτικά με την απλή δυνατότητα αναπαραγωγής χειροκίνητης σχεδίασης με την ηλεκτρονική σχεδίαση, έγινε εμφανές το κόστος / όφελος για τις εταιρείες να αλλάξουν σε CAD.

Τα πλεονεκτήματα των συστημάτων CAD σε σχέση με τη χειροκίνητη σχεδίαση είναι οι δυνατότητες που συχνά θεωρούνται δεδομένες από τα συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών σήμερα όπως η αυτοματοποιημένη δημιουργία καταγραφής των υλικών, η αυτόματη διάταξη σε ολοκληρωμένα κυκλώματα, ο έλεγχος παρεμβολών και πολλά άλλα. Τελικά, το CAD παρέχει στον σχεδιαστή τη δυνατότητα εκτέλεσης υπολογισμών μηχανικής.

Κατά τη διάρκεια αυτής της μετάβασης, οι υπολογισμοί εξακολουθούσαν να εκτελούνται είτε με το χέρι είτε με τα άτομα που θα μπορούσαν να εκτελούν

προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών. Το CAD ήταν μια επαναστατική αλλαγή στη βιομηχανική μηχανική, όπου οι συντάκτες, οι σχεδιαστές και οι μηχανικοί ρόλοι άρχιζαν να συγχωνεύονται. Το CAD είναι ένα παράδειγμα της διάχυτης επίδρασης που οι υπολογιστές άρχισαν να έχουν στη βιομηχανία. Τα τρέχοντα πακέτα λογισμικού σχεδιασμού με υπολογιστή υποστηρίζονται από συστήματα σχεδίασης 2D με βάση τον φορέα σε 3D μοντέλα.

Τα σύγχρονα πακέτα CAD μπορούν επίσης συχνά να επιτρέπουν περιστροφές σε τρεις διαστάσεις, επιτρέποντας την προβολή ενός σχεδιαζόμενου αντικειμένου από οποιαδήποτε επιθυμητή γωνία, ακόμη και από το εσωτερικό του που κοιτάζει προς τα έξω. Ορισμένα λογισμικά CAD είναι ικανά για δυναμική μαθηματική μοντελοποίηση. Η τεχνολογία CAD χρησιμοποιείται στον σχεδιασμό εργαλείων και μηχανημάτων και στη σύνταξη και σχεδιασμό όλων των τύπων κτιρίων, από μικρούς οικιστικούς τύπους (κατοικίες) έως τις μεγαλύτερες εμπορικές και βιομηχανικές δομές (νοσοκομεία και εργοστάσια) .

Το CAD χρησιμοποιείται κυρίως για την λεπτομερή κατασκευή τρισδιάστατων μοντέλων ή 2D σχεδίων, αλλά χρησιμοποιείται επίσης και σε όλη τη διαδικασία της μηχανικής από την εννοιολογική σχεδίαση και τη διαμόρφωση των εξοπλισμών, μέσω της αντοχής και της δυναμικής ανάλυσης των συστημάτων και εξαρτημάτων κατασκευής. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό αντικειμένων όπως σωλήνες, βάνες, αντλίες, δοχεία κλπ. Επιπλέον, πολλές εφαρμογές CAD προσφέρουν πλέον προηγμένες δυνατότητες απεικόνισης και κινούμενης εικόνας, ώστε οι μηχανικοί να μπορούν να απεικονίσουν καλύτερα τα σχέδια των προϊόντων τους.

Η τεχνολογία CAD έχει γίνει μια ιδιαίτερα σημαντική τεχνολογία στο πεδίο των τεχνολογιών που υποστηρίζονται από υπολογιστή , με οφέλη όπως το χαμηλότερο κόστος ανάπτυξης του προϊόντος και τον πολύ μειωμένο κύκλο σχεδιασμού . Η CAD επιτρέπει στους σχεδιαστές να σχεδιάζουν και να αναπτύσσουν εργασίες στην οθόνη, να τις εκτυπώνουν και να τις αποθηκεύουν για μελλοντική επεξεργασία, εξοικονομώντας χρόνο στα σχέδια τους. (https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_design)

2.3. ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

2.3.1. Κωδικοποίηση Σχεδίων

Για την έκδοση ενός σχεδίου είναι απαραίτητη η σωστή κωδικοποίηση του. Σύμφωνα με τις διαδικασίες των περισσότερων μελετητικών εταιριών η κωδικοποίηση των σχεδίων γίνεται με βάση τον ακόλουθο τρόπο:

AAAA-BB(B)-A-XX-YY(YY)

AAAA.....: Είναι ο κωδικός συμβολαίου του έργου

BB(B).....: Είναι ο αριθμός της μονάδας

A.....: Είναι το μέγεθος του σχεδίου

XX.....: Ο τύπος του σχεδίου
YY(YY)...:Ο αύξων αριθμός σχεδίου

Για παράδειγμα : 2270-46-0-50-01_SH2

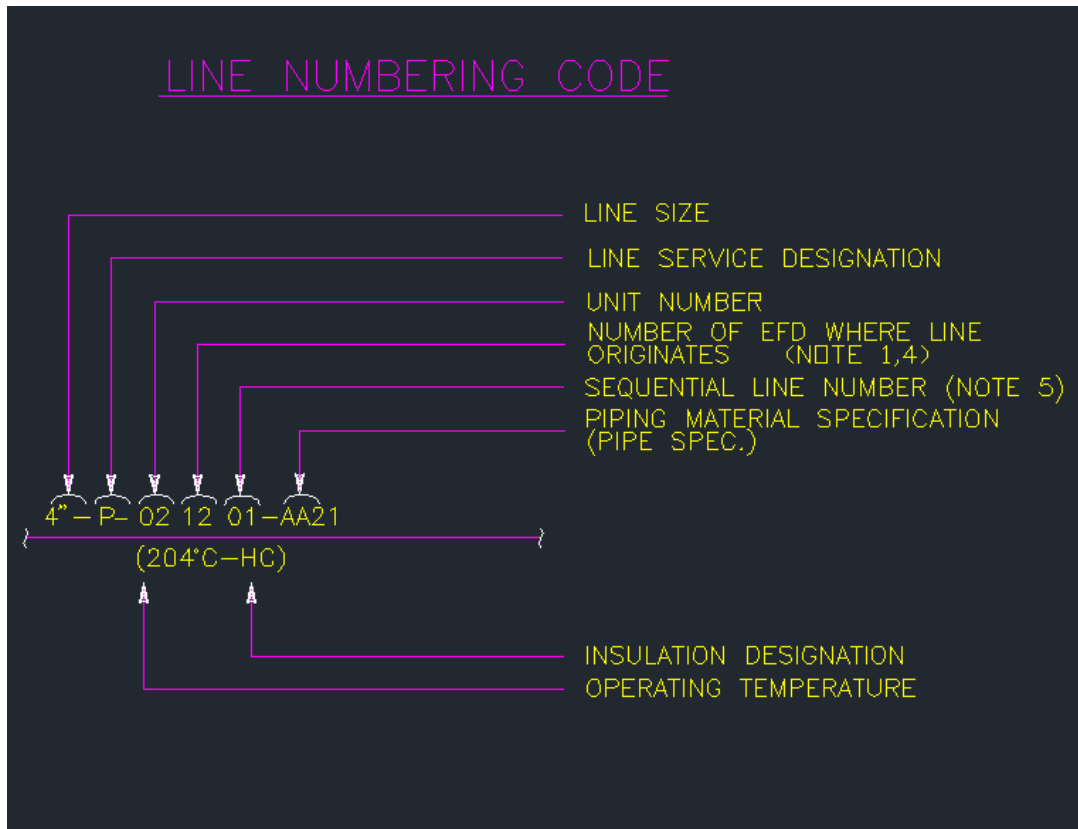
Δηλαδή πρόκειται για το σχέδιο με αριθμό συμβολαίου 2270, της μονάδας 4600 του διυλιστηρίου, το σχέδιο είναι μεγέθους χαρτιού A0, ο τύπος σχεδίου είναι P&ID, και ο αύξοντας αριθμός είναι το πρώτο μέρος δεύτερο.

2.3.2. Κωδικοποίηση Γραμμών

Κάθε γραμμή έχει την δικιά της ονομασία και είναι μοναδική. Η κωδικοποίηση γίνεται με βάση την προδιαγραφή της εκάστοτε μελετητικής εταιρίας εξίσου.

ΜΕΓΕΘΟΣ-ΠΡΟΪΟΝ-ΑΑΒΒΓΓ-ΧΧ-ΥΥ(ΔΔ)

Μέγεθος..... : Η ονομαστική διάμετρος του σωλήνα
Προϊόν:Το προϊόν που μεταφέρεται στον σωλήνα
ΑΑ: Ο αριθμός της μονάδας (Δύο πρώτα σημαντικά στοιχεία)
ΒΒ :Ο αριθμός του διαγράμματος (P&ID) όπου ξεκινάει η γραμμή
ΓΓ.....: Αύξων αριθμός της γραμμής
ΧΧ.....:Ο κωδικός της κλάσης της γραμμής
ΥΥ:Το είδος μόνωσης (εάν υπάρχει η είναι χωρίς μόνωση)
(ΔΔ).....:Το πάχος μόνωσης



Εικόνα 2.1. Παράδειγμα κωδικοποίησης 4"-H-550423-BD3-HC(80)¹⁰

Η γραμμή δηλαδή είναι 4 ιντσών με προϊόν (H) υδρογόνου, της μονάδας του διυλιστηρίου 55(00), που ξεκινάει από το διάγραμμα 04, με αύξοντα αριθμό 23, με κλάση BD3, και μόνωση πάχους 80mm.

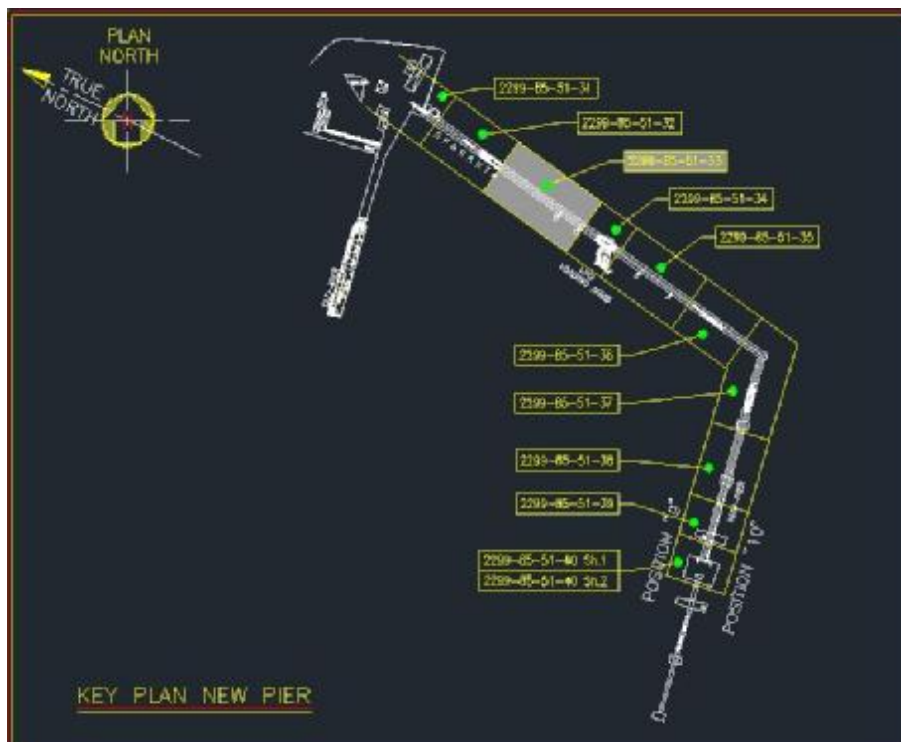
2.4. ΕΙΔΗ ΣΧΕΔΙΩΝ

2.4.1. Key Plan

Τα key plan σχέδια δείχνουν την συνολική εικόνα ενδιαφέροντος μίας ορισμένης περιοχής που συνήθως διασπάτε σε επιμέρους τμήματα (areas). Είναι η επικάλυψη ολόκληρου του σχεδίου και πάνω σε αυτό αναφέρονται οι οριογραμμές από σχέδιο σε σχέδιο. Στα σχέδια ενός διυλιστηρίου τοποθετείται συνήθως πάνω από την θέση του υπομνήματος (πινακίδας) και ο βασικός του σκοπός είναι κατατοπίζει σε σαφήνεια την περιοχή και τις οριογραμμές όπου βρίσκεται το επιμέρους σχέδιο αναφοράς που παρουσιάζεται στο κυρίως σχέδιο

2.4.1.1. Piping Arrangement Key Plan

Το piping arrangement key plan δείχνει τα όρια αντιστοίχισης και τους αριθμούς σχεδίων κάθε επιμέρους σχεδίου το οποίο παρουσιάζει την διάταξη των σωληνώσεων που θα σχεδιαστούν ή έχουν σχεδιαστεί σε κλίμακα συνήθως 1:30 και σε φύλλο χαρτιού μεγέθους ISO A0.

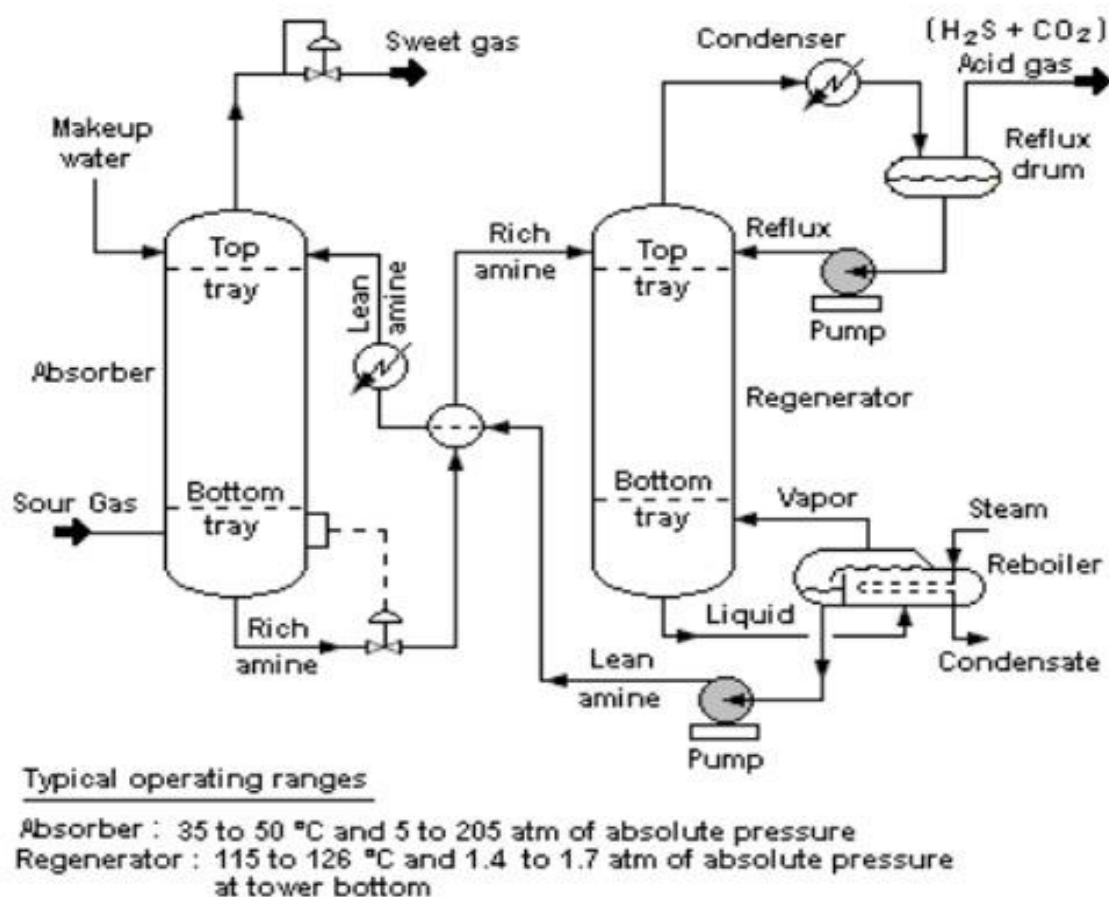


Εικόνα 2.2. Παράδειγμα από piping arrangement key plan¹¹

2.4.2. Διαγράμματα Ροής (P&IDS & EFDS)

2.4.2.1. EFD (engineering flow diagram)

Τα σχέδια του τύπου EFD (engineering flow diagram) είναι σχέδια γενικότερης μορφής που δείχνουν την όδευση της ροής μεταξύ των εξοπλισμών καθώς και του προϊόντος μεταφοράς χωρίς όμως να αναγράφονται αναλυτικές λεπτομέρειες για την μορφή των μεταξύ τους σωληνώσεων. Αυτής της μορφής διαγράμματα χρησιμοποιούνται κυρίως από τους χημικούς μηχανικούς στα control room του διυλιστηρίου τα οποία προβάλλονται σε υπολογιστικό σύστημα και ενημερώνουν συνεχώς την εξέλιξη των διαδικασιών λειτουργίας. Στον μελετητή μηχανικό σε μερικές περιπτώσεις δίνονται αρχικά ως ένα προσχέδιο που θα του δώσει μια γενική πρώτη εικόνα πληροφοριών για την μελέτη που πρόκειται να ακολουθήσει.



Εικόνα 2.3. Διάγραμμα τύπου EFD¹²

2.4.2.2. P&ID (piping & instrument diagram)

Τα διαγράμματα σωληνώσεων και οργάνων (P&ID's) αποτελούν τον «οδικό χάρτη» όσον αφορά τη διοχέτευση των σωλήνων σε όργανα και εξοπλισμούς όπου θα πραγματοποιηθεί η μελέτη εγκατάστασης. Για τον μελετητή μηχανικό αποτελεί το βασικό εργαλείο καθοδήγησης της διαδικασίας σχεδιασμού. Παραδόξως όμως

μπορούν να γίνουν και ο όλεθρος του κάθε σχεδιαστή σωληνώσεων αν αλλάξουν μορφή κατά την διάρκεια του έργου. Ακόμα και μικρές αλλαγές που μπορεί να προκύψουν από το τμήμα του process analysis μπορεί να είναι πολύ σημαντικές και χρονοβόρες για την ομάδα μελέτης σωληνώσεων.

Τα P&ID's είναι διαγράμματα ροής που δεν έχουν μια κλίμακα και περιλαμβάνουν πληροφορίες με μεγάλη σημασία για τους σχεδιαστές σωληνώσεων. Παρουσιάζουν όλα τα είδη εξοπλισμού, βάνες, όργανα, τρόπο χειρισμού βανών και οργάνων, απαιτήσεις απομόνωσης των γραμμών με τυφλωμένες φλάντζες, απαιτήσεις θερμομόνωσης των γραμμών (π.χ. ατμοσυνοδεία, απλή θερμομόνωση, steam jacket), καθώς και όλες τις απαιτήσεις της διαδικασίας κατασκευής (π.χ. σωληνώσεις που δεν πρέπει να σχηματίζουν "rockets", θέση εξαεριστικών και αποστραγγιστικών βανών (vents and drains). Προσδιορίζουν επίσης την πληροφορία για κάθε γραμμή μέσω του αριθμού γραμμής όπου αναγράφεται το μέγεθος της γραμμής, το προϊόν που την διαπερνά, η κλάση της και οι απαιτήσεις θερμομόνωσης εάν υπάρχουν.

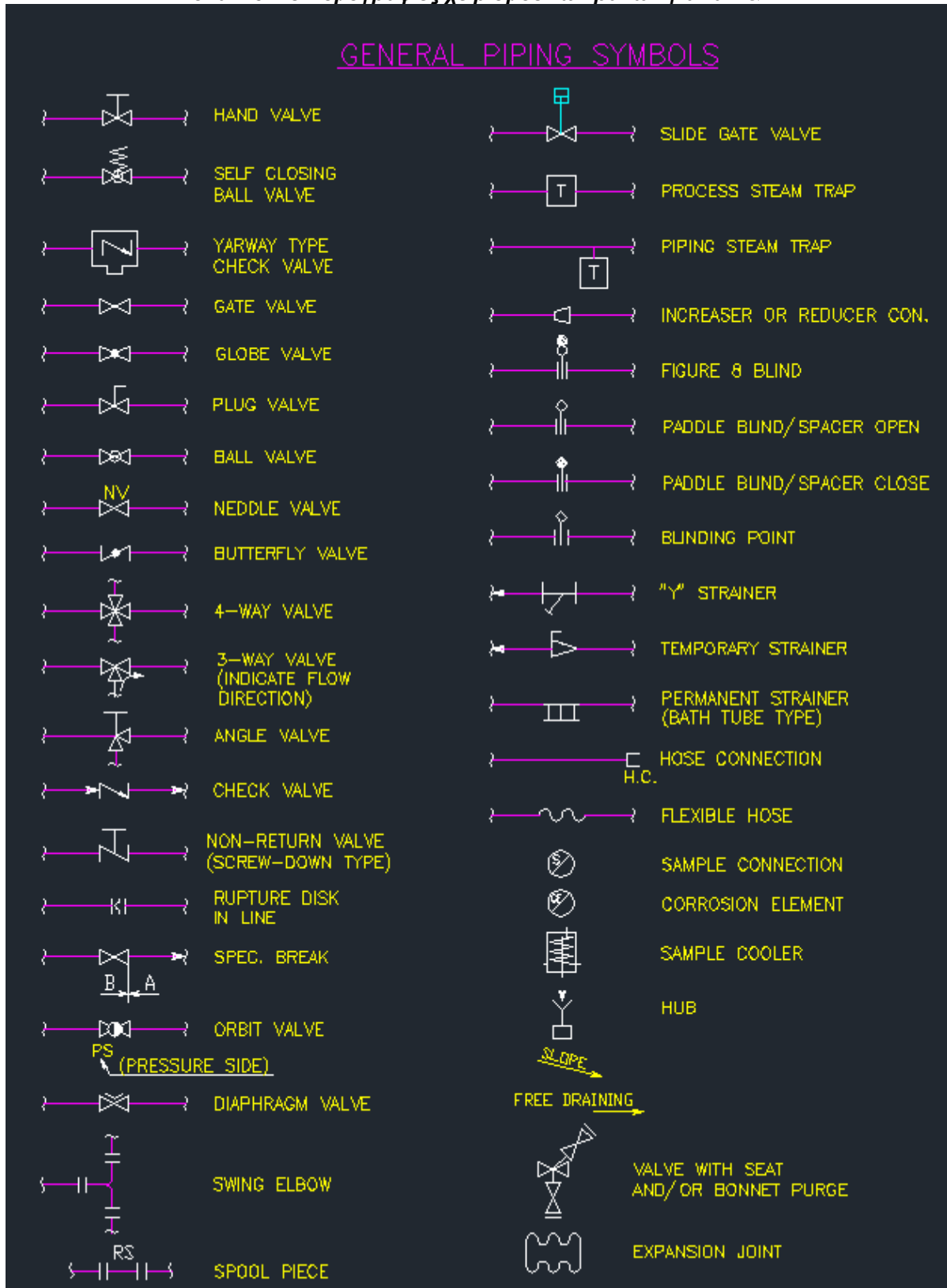
DESIGNATION	DESCRIPTION
A	PLANT AIR
A1	INSTRUMENT AIR
BD	BLOWDOWN
BF1	BOILER FEED WATER HP
BF2	BOILER FEED WATER MP
CH	CHEMICALS
CS1	CONDENSATE HP
CS2	CONDENSATE MP
CS5	CONDENSATE LP
CS4	CONDENSATE ATM
FG	FUEL GAS
FL	FLARE
FO	FUEL OIL
GL1	GLAND OIL SUPPLY
GL2	GLAND OIL RETURN
O	HYDROCARBONS
OCS5	OILY CONDENSATE
P0	PUMP-OUT
S1	STEAM HP
S2	STEAM MP
S5	STEAM LP
SS	SUPERHEATED STEAM
SEA	SEA WATER
SO	STEAM OUT
TW1	TEMPERED WATER SUPPLY
TW2	TEMPERED WATER RETURN
W1	COOLING WATER SUPPLY
W2	COOLING WATER RETURN
W3	FRESH WATER
W4	OILY WATER (SEWER)
W5	NON OILY WATER (SEWER)
W6	SANITARY (SEWER)
W7	FIRE WATER
W8	GLAND COOLING WATER SUPPLY
W9	GLAND COOLING WATER RETURN
W10	POTABLE/ DRINKING WATER
W11	SERVICE WATER
D	DEMINEALIZED WATER
N	NITROGEN
H	HYDROGEN
OF	FLUSHING OIL
V	TO ATMOSPHERE
CD	CLOSE DRAIN
WS	SOUR WATER
OL	LUBE OIL/ SEAL OIL

Εικόνα 2.4. Συνοτομογραφίες ορισμών μεταφοράς ρευστών για τα P&ID¹³

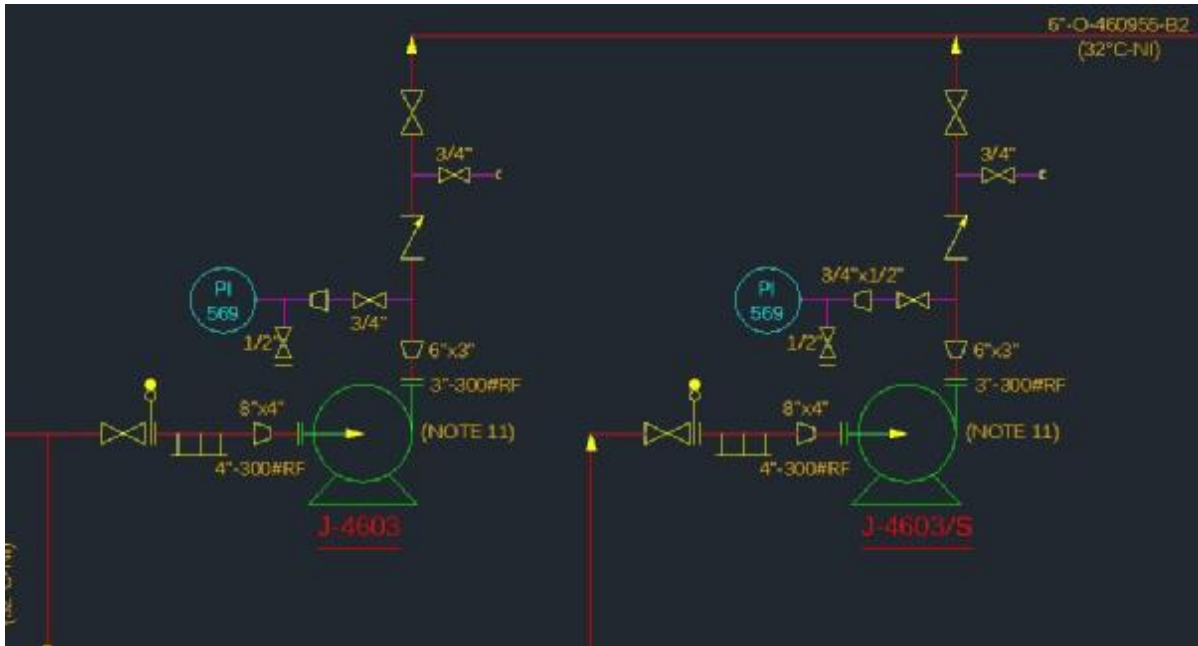
ABBREVIATIONS FOR VALVES

CO	CHAIN OPERATED
CSC	CAR SEAL CLOSED
CSO	CAR SEAL OPEN
EL	EXCENTRY PLUG VALVE (CAMFLEX)
FB	FULL BORE
FC	FAIL CLOSED
FCR	FAIL CLOSED, MANUAL RESET
FLC	FAIL LOCKED TENDING TO CLOSE
FLO	FAIL LOCKED TENDING TO OPEN
FLP	FAIL LAST POSITION
FL-P	FAIL IN POSITION
FO	FAIL OPEN
FOR	FAIL OPEN, MANUAL RESET
FP	FULL PORT
FS	FLASHING SERVICE
GO	GEAR OPERATED
HC	HOSE CONNECTION
LC	LOCKED CLOSED
LO	LOCKED OPEN
NC	NORMALLY CLOSED
NO	NORMALLY OPEN
NV	NEEDLE VALVE
RCV	REMOTE OPERATED CONTROL VALVE
ROV	REMOTE OPERATED BLOCK VALVE
SCV	SPEED CONTROL VALVE
SLV	SLIDE VALVE
SOV	SOLENOID VALVE
SS	SOFT SEATED
ST	STELLITE TRIM
TSO	TIGHT SHUT OFF
X	TYPE 316 STAINLESS STEEL TRIM VALVE
XV	EMERGENCY SHUTDOWN VALVE
Z	MANUAL VALVE
EBV(A)	HAND OPERATED BLOCK VALVE LOCATED AT THE EQUIPMENT OR VESSEL NOZZLE. SEE GP3-7-1 AND GP3-12-1. (NOTE 2)
EBV(B)	HAND OPERATED BLOCK VALVE LOCATED AT THE EQUIPMENT BEING ISOLATED. SEE GP3-7-1 AND GP3-12-1. (NOTE 2)
EBV(C)	POWER OPERATED BLOCK VALVE LOCATED AT THE EQUIPMENT BEING ISOLATED. THE ACTUATING BUTTON IS LOCATED AT A READILY ACCESSIBLE AND SAFE LOCATION. SEE GP3-7-1 AND GP3-12-1. (NOTE 2)
EBV(D)	REMOTE OPERATED BLOCK VALVE REMOTE FROM 1ST ACTUATING BUTTON. THE ACTUATING BUTTON IS LOCATED AT A READILY ACCESSIBLE AND SAFE LOCATION. SEE GP3-7-1 GP3-12-1 AND GP15-9-2. (NOTE 2)
MOV	MOTOR OPERATED BLOCK VALVE SEE GP3-7-1 AND GP3-12-1
EIV	EMERGENCY ISOLATION VALVE (NOTE 3,6)
BB	BALANCED BELOW
UV	ISOLATION VALVE (NOTE 7)

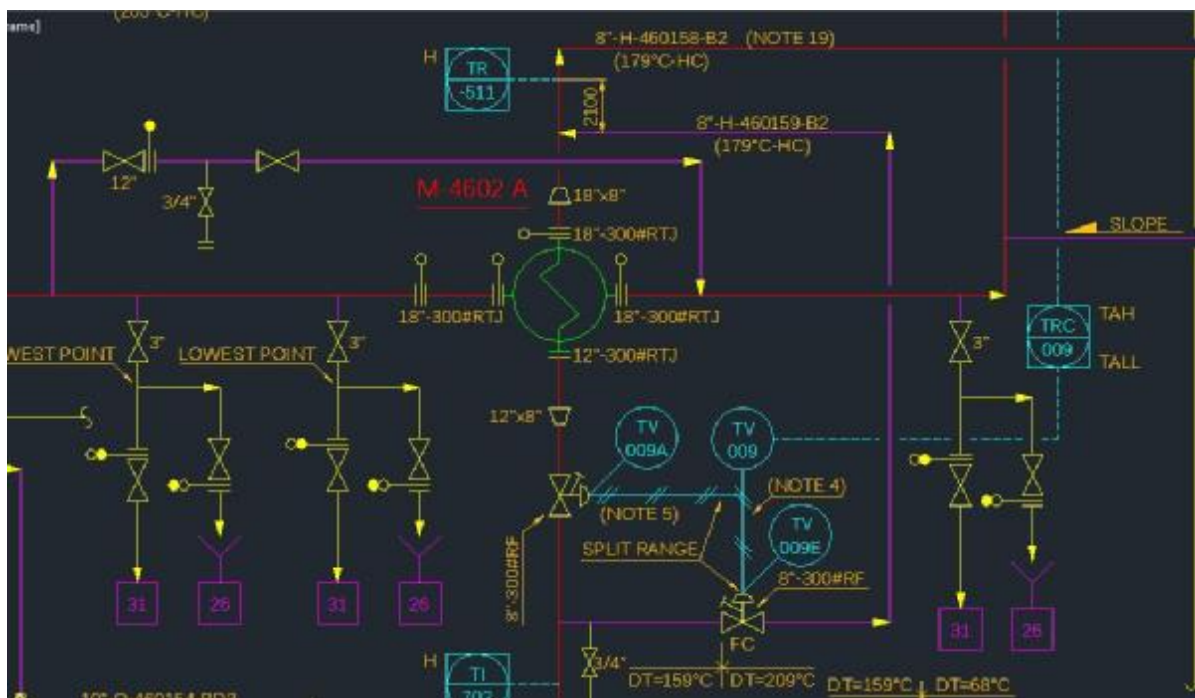
Εικόνα 2.5. Συντομογραφίες χειρισμού των βανών για τα P&ID¹⁴



Εικόνα 2.6. Διάφοροι συμβολισμοί σχεδίασης για P&ID¹⁵



Εικόνα 2.7. Παράδειγμα P&ID διαγράμματος με κύριο εξοπλισμό δύο φυγοκεντρικές αντλίες¹⁶



Εικόνα 2.8. Παράδειγμα P&ID διαγράμματος με κύριο εξοπλισμό εναλλάκτη θερμότητας¹⁷

2.4.3. Σχέδια Χωροθέτησης Μηχανημάτων (Plot Plan)

Είναι το αρχικό σχέδιο μιας μονάδας σε μικρή κλίμακα το οποίο δείχνει την θέση στο χώρο όλων των μηχανημάτων, των κτιρίων τα ρίπε racks (όχι όμως και τις σωλήνες) και γενικά όλες τις μεγάλες κατασκευές. Πρόκειται δηλαδή για ένα σχέδιο μιας γενικής διάταξης της μονάδας. Επίσης πρέπει να δείχνετε πάνω στο σχέδιο ο Βορράς του έργου και μερικές φορές και ο γεωγραφικός Βορράς. Το αρχικό σχέδιο

θα πρέπει να γίνεται πρωτίστως με βάση τις λειτουργικές απαιτήσεις της εγκατάστασης εφόσον αυτό είναι και το ζητούμενο. Έτσι τα μηχανήματα - εξοπλισμοί θα πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε να ακολουθούν τόσο την ροή όσο και την διαδοχή, όπως αυτή φαίνεται στα P&IDs. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην διαδρομή του Pipe Rack στις αποστάσεις ασφαλείας κλπ.

Άλλοι παράγοντες οι οποίοι θα πρέπει να έχει υπόψιν του ο μελετητής μηχανικός είναι τα υψόμετρα μηχανημάτων, η ελαχιστοποίηση των μηκών των γραμμών και ιδιαίτερα σε αυτές που δεν πρέπει να γίνεται πτώση πίεσης ή είναι κατασκευασμένες από ακριβό υλικό (πχ. ανοξείδωτο χάλυβα) στις αναρροφήσεις των αντλιών, στις γραμμές που δεν πρέπει να δημιουργούνται περιοχές κατακράτησης ρευστών (rockets) κλπ.

Από οικονομικής άποψης ένα Plot Plan θα πρέπει να εξασφαλίζει τις ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ των μηχανημάτων (οικονομία σε σωλήνα ηλεκτρικά καλώδια κλπ.) αλλά και την δυνατότητα στηριγμάτων. Αυτό δεν σημαίνει βέβαια ότι επιτρέπεται να αγνοούνται οι κανόνες ασφαλείας της εγκατάστασης όσον αφορά τις ελάχιστες αποστάσεις, προσπελασιμότητα κλπ.

Για τον περιορισμό του χρόνου υλοποίησης και κόστους θα πρέπει να επιδιώκεται η τοποθέτηση των μηχανημάτων μιας κοινής ομάδας σε ένα επίπεδο ώστε να περιορίζεται το κόστος για τα οικοδομικά υλικά και να γίνεται προσπάθεια προς εκμετάλλευση όλων των διαθέσιμων χώρων. Για παράδειγμα αντλιοστάσια και μικρά δοχεία μπορούν να τοποθετούνται κάτω από το Pipe Rack.

Ορισμένες από τις πληροφορίες που είναι υποχρεωτικές για την ανάπτυξη του plot plan είναι:

- P&ID's
- Προκαταρκτικά μεγέθη εξοπλισμού. (Preliminary equipment sizes)
- Τα όρια του οικοπέδου (The plot limits)
- Τοπογραφικό της περιοχής (The lay of the land)
- Μελέτη οδικής πρόσβασης και πρόσβαση σε ενέργεια (Road and power access)
- Επικρατέστερη κατεύθυνση του ανέμου (Prevailing wind direction)

2.4.4. Κατόψεις Σωληνώσεων (Piping Arrangement & Piping Lay Out)

Τα piping arrangements είναι γνωστά ως τα σχέδια δομής και διάταξης των σωληνώσεων. Σχεδιάζονται σε σύνηθες κλίμακα 1:30 δείχνουν όλη την χωροδιάταξη των σωληνώσεων πάνω στους εξοπλισμούς, τα διάφορα εξαρτήματα και όργανα που βρίσκονται στις σωληνώσεις αυτές διευκρινίζοντας την ακριβή τους θέση καθώς και τον τρόπο στήριξής τους. Επίσης περιλαμβάνονται οι διαστάσεις, τα υψόμετρα και οι συντεταγμένες τοποθέτησης των σωληνών αυτών. Άλλες επιπλέον πληροφορίες που εμφανίζονται επίσης σε αυτά τα σχέδια είναι τα όργανα, οι πλατφόρμες χειρισμού των εξοπλισμών και οι σκάλες πρόσβασης σε αυτούς.

Ο σκοπός δημιουργίας του σχεδίου riping arrangement από τον μελετητή μηχανικό είναι ότι προβάλλετε η συνολική απεικόνιση των σωληνώσεων σε σχέση με όλο το συστήματα αναφοράς. Παρόλα αυτά όμως δεν αποτελεί το κατασκευαστικό σχέδιο αλλά ως τελευταίο βήμα είναι η αποτύπωσή (pick up) του σε ισομετρικό σχέδιο 2D ή 3D. Πολλές φορές δεν είναι γνωστά προς τον μελετητή μηχανικό τα κατασκευαστή των διαφόρων μηχανημάτων – εξοπλισμών (πχ. Εναλλάκτες) με αποτέλεσμα να μην γνωρίζει τις διαστάσεις του.

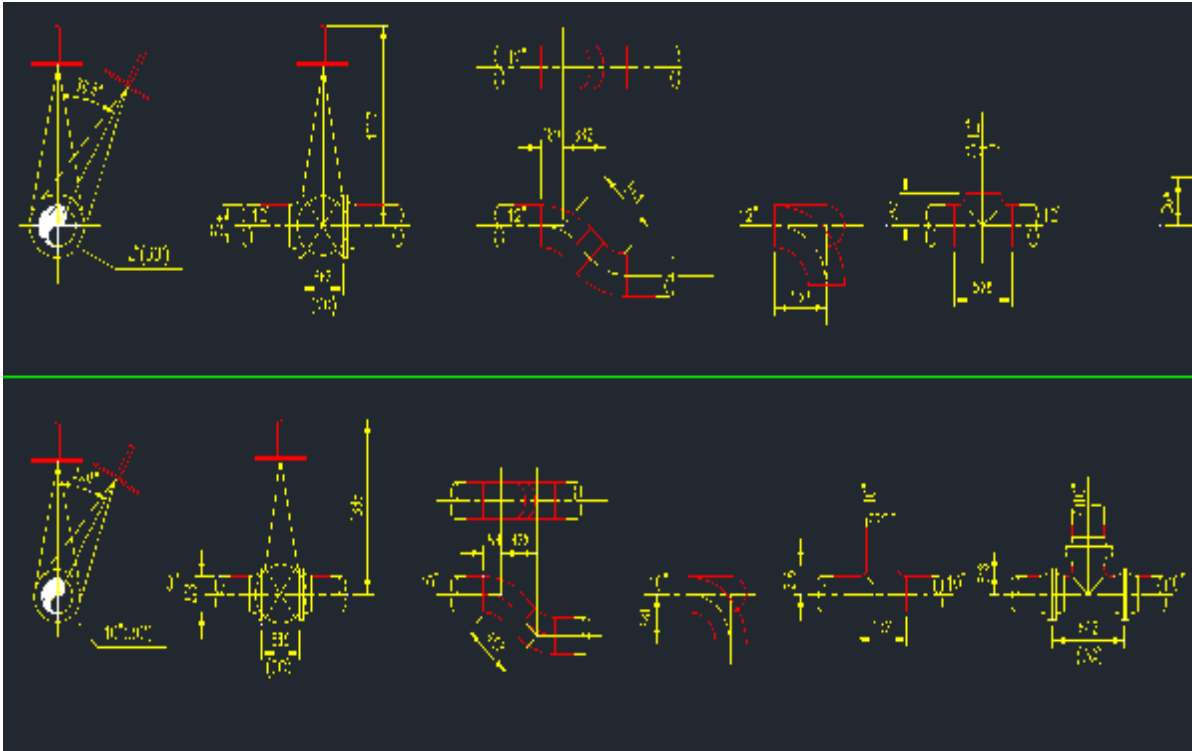
Για το λόγο αυτό θα πρέπει με βάση την εμπειρία από προηγούμενα έργα και σε συνεννόηση με τον team leader να επιλέγονται κατά εκτίμηση οι διαστάσεις αλλά και να αφήνονται με αρκετό χώρο γύρω από τα μηχανήματα λόγω πιθανών αλλαγών μέχρι να έρθουν τα σχέδια των κατασκευαστών. Για κοινά μηχανήματα (αντλίες κλπ.) πρέπει να συμβουλευεται καταλόγους κατασκευαστών οι οποίοι τις περισσότερες φορές διαστασιολογικά είναι ίδιοι μεταξύ τους η έχουν μικροδιαφορές. Και σε αυτά τα σχέδια θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν όπως προαναφέρθηκε για τα plot plan και ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην λειτουργικότητα, την ομοιομορφία και την προσπελασιμότητα.

Η σχεδίαση των σωληνώσεων θα πρέπει να γίνεται πάντα με βάση τις αντίστοιχες προδιαγραφές και τυπικές λεπτομέρειες, τις απαιτήσεις του εκάστοτε πελάτη αλλά και με βάση την εμπειρία του μελετητή. Προσοχή χρειάζονται οι σωληνώσεις γύρω από μηχανήματα καθώς θα πρέπει να είναι τοποθετημένες έτσι ώστε να γίνεται η απρόσκοπτη συντήρησή τους χωρίς να χρειάζεται να μετακινούνται σωληνώσεις. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται γύρω από εναλλάκτες αντλίες συμπιεστές κλπ. όπου πρέπει να βεβαιώνετε ότι μπορεί να γίνει απρόσκοπτα η αποσυναρμολόγηση τους.

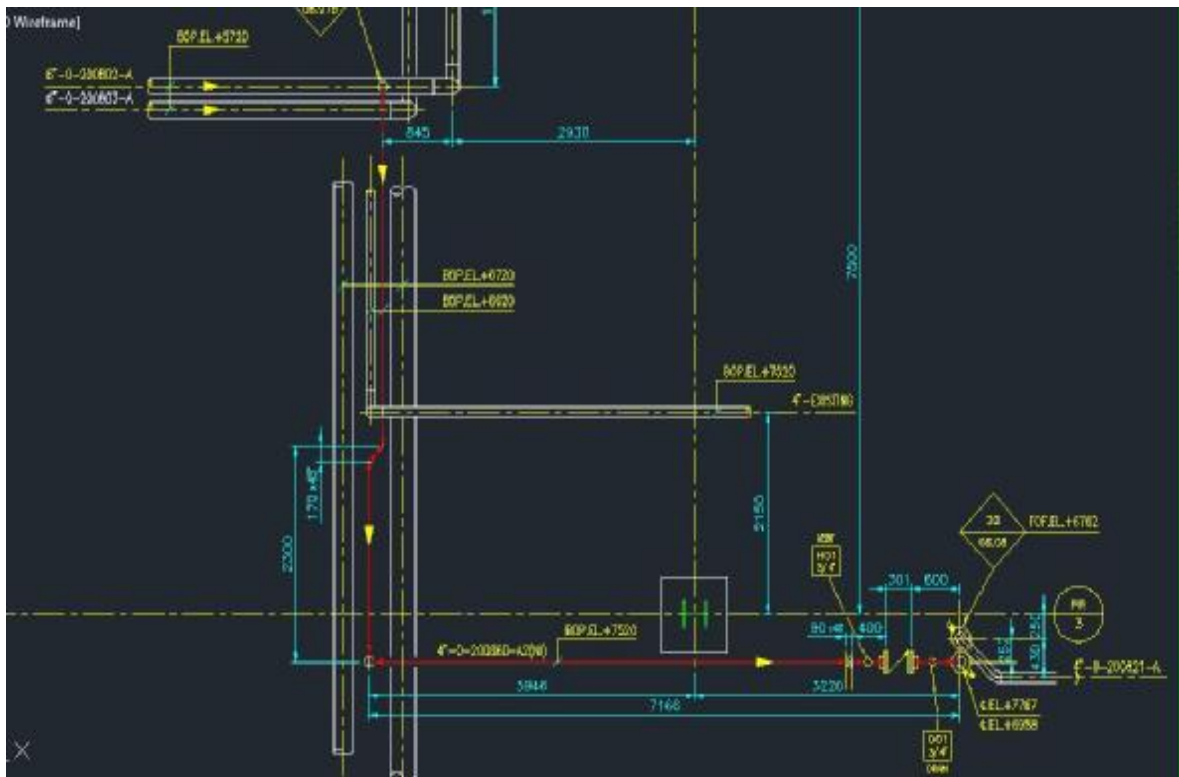
Επίσης οι σωληνογραμμές θα πρέπει να είναι μακριά από ανοίγματα όπως ανθρωποθυρίδες περιοχές προσωρινής αποθήκευσης, και σημεία ελέγχου. Σε γενικές γραμμές όλοι οι σωλήνες θα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να δίνουν ένα απλό ακριβές και οικονομικό lay out το οποίο θα παρέχει ικανοποιητική ευελιξία αλλά και εύκολη στήριξη.

Από οικονομικής απόψεως οι επόμενοι παράγοντες θα πρέπει να λαμβάνονται πρωτίστως υπόψη ώστε να γίνονται οι απαραίτητες ενέργειες (πχ. ελάχιστο δυνατό μήκος)

- Κραματούχοι σωλήνες μεγαλύτεροι από 3"
- Όλοι οι σωλήνες με μεγάλη διάμετρο
- Οι σωλήνες που χρειάζονται μόνωση
- Οι βασικές σωληνώσεις των βοηθητικών εγκαταστάσεων (utility stations)
- Υπερβολικά θερμές ή ψυχρές γραμμές οι οποίες απαιτούν μεγάλη ευελιξία



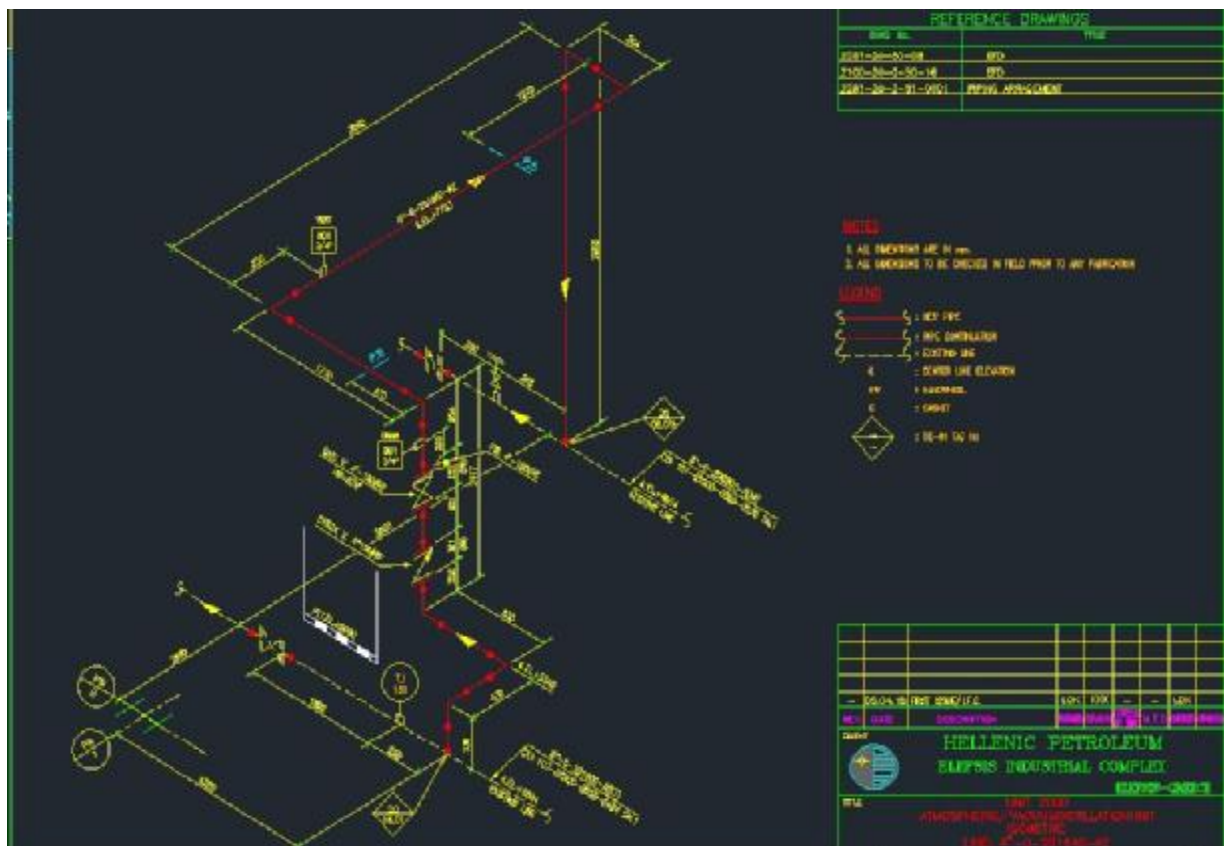
Εικόνα 2.9. Παραδείγματα σχεδίασης διαφόρων εξαρτημάτων σε 2D design piping drafting¹⁸



Εικόνα 2.10. Piping lay out draw¹⁹

2.4.5. Ισομετρικά

Τα ισομετρικά σχέδια καλούνται συχνά και ως iso's. Τα ισομετρικά σχέδια δημιουργούνται για να δώσουν με καλύτερη σαφήνεια στον τρισδιάστατο χώρο πως αναπτύσσετε το σύστημα σωληνώσεων. Δεν σχεδιάζονται σε κλίμακα αλλά κατά κανόνα ακολουθούν μια όσο γίνεται ρεαλιστική αναλογία των διαστάσεων. Σε κάθε ισομετρικό σχέδιο σχεδιάζεται μόνο μία γραμμή σωλήνα στον τρισδιάστατο χώρο και αυτό το κάνει να είναι εύκολο να κατανοηθεί η διαδρομή που διαγράφει. Αποτελούν μικρού μεγέθους σχέδια σε αντίθεση με τα piping arrangements και σχεδιάζονται για προδιαγραφές μεγέθους χαρτιού ISO A3 πράγμα που τα κάνει επίσης εύκολα διαχειρίσιμα κατά την ανάγνωση τους στο πεδίο κατασκευής. Όπως προαναφέρθηκε παραπάνω τα ισομετρικά σχέδια είναι το τελικό προϊόν της μελέτης που παραδίνει ο piping designer και αποτελούν τα κατασκευαστικά σχέδια υλοποίησης του έργου.



Εικόνα 2.11. Παράδειγμα ισομετρικού σχεδίου σε μελέτη απομόνωσης ζευγαρωτών εναλλακτών²⁰

Για να σχεδιαστεί ένα τέτοιο σχέδιο, για να γίνει δηλαδή το λεγόμενο “pick up” θα πρέπει να γίνεται έλεγχος με βάση τα ακόλουθα στοιχεία.

- Line list: Αφορούν την γραμμή, όπως από που ξεκινάει και που καταλήγει, τη διάμετρο της τον αριθμό της, την κλάση της, την πίεση στην οποία λειτουργεί κτλ.
- Tie in list: Ωστε να φανούν τα στοιχεία των υπάρχουσών γραμμών του σχεδίου
- P&IDs: Ωστε να προσδιορισθεί η λειτουργική διάταξη, να γίνει έλεγχος σωστής σχεδίασης και να τοποθετηθούν τα όργανα και οι εξοπλισμοί

- Lay out: Όστε να προσδιορίζετε η πορεία της γραμμής στον χώρο.
- Κλάσεις σωληνώσεων: Για να μπορεί να γίνει η επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν και να τους δοθεί ή ονομασία τους βάσει των προδιαγραφών τους.
- Branch connections: Όστε να επιλέγετε ο τρόπος με τον οποίο θα συνδεθεί για παράδειγμα μια κύρια με μια βοηθητική γραμμή (π.χ. ταυ μούφα κτλ.)
- Typical details: Όστε να αποδοθεί ο σωστός τρόπος σχεδίασης και άλλες λεπτομέρειες (vents, drains, όργανα, steam traps, figure 8, orifices κλπ.)
- Vendor drawings: Για να αποτυπωθούν πληροφορίες για τους εξοπλισμούς (πχ. τύπος και μέγεθος στομίου κλπ)
- Ολισθαίνοντας κανόνας «συρταράκι»: Όστε να δοθούν οι αντίστοιχες διαστάσεις στα εξαρτήματα, στις βάνες κτλ.

2.4.5.1. Tie-In on isometrics

Πριν από την σχεδίαση του ισομετρικού σχεδίου το πρωταρχικό εργαλείο το οποίο θα καθορίσει το σημείο έναρξης της δημιουργίας του νέου σωλήνα είναι το σημείο tie-in. Το κάθε σημείο tie-in είναι και μοναδικό, συμβολίζεται σε σχήμα ρόμβου όπου μέσα του αναγράφεται ο κωδικός της μονάδας/περιοχής στην οποία θα γίνει καθώς και ο κωδικός αναφοράς αυτού. Τα tie-in numbers αρχικά αναφέρονται στο P&ID έπειτα σχεδιάζονται στο piping arrangement και τέλος στο isometric σχέδιο.

2.4.5.2. Μέθοδος διεργασίας κατασκευής ισομετρικού σχεδίου

Για να πραγματοποιηθεί το λεγόμενο “pick up” ενός ισομετρικού σχεδίου από το αντίστοιχο lay out τυπικά ακολουθείτε η παρακάτω διαδικασία ως εξής:

- Από το lay out αρχικά επιλέγετε η γραμμή για την οποία θα γίνει το ισομετρικό σχέδιο.
- Εντοπίζεται στην line list και στο διάγραμμα ροής η ίδια η γραμμή και γίνεται ο λεγόμενος έλεγχος ροής (flow-check). Γίνεται έλεγχος δηλαδή στο αν τα στοιχεία της γραμμής όπως αυτά φαίνονται στο P&ID (βάνες όργανα κλπ.) είναι τοποθετημένα και στο lay out. Εάν ναι, τότε ακολουθείτε το επόμενο βήμα, εάν όχι τότε γίνεται περαιτέρω επικοινωνία με τον job leader μελετητή για διευκρινήσεις.
- Τοποθετείτε η γραμμή και μόνο η γραμμή που έχει επιλεγεί στο ισομετρικό προσέχοντας τον προσανατολισμό της (orientation). Ο προσανατολισμός της γραμμής γίνεται με βάση το Βορρά όπως αυτός φαίνεται στο lay out. Επίσης ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στις υψομετρικές διαφορές που ακολουθεί η γραμμή διαβάζοντας σωστά τα elevation data της γραμμής. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα ισομετρικά δεν σχεδιάζονται υπό κλίμακα και για τον λόγο αυτό οι μεταξύ αποστάσεις είναι ενδεικτικές όσο θα μπορούσε να γίνει εφικτό σε ρεαλιστικό επίπεδο. Στη φάση αυτή αποφασίζετε και πόσα φύλλα θα γίνει το ισομετρικό. Εάν η γραμμή περνάει μέσα στο pipe rack το ισομετρικό σταματά στην είσοδο και αν η γραμμή ξαναβγαίνει από το pipe rack τότε συνεχίζεται το ισομετρικό σε άλλη σελίδα. Επίσης στη φάση αυτή χωροδιατάσσεται με διαστάσεις η γραμμή από το πιο κοντινό δοκάρη η εξοπλισμό. Εάν η γραμμή για παράδειγμα σταματά λόγω pipe rack και η συνέχεια της σε βγαίνει σε άλλο ισομετρικό τότε στο σημείο που τελειώνει η γραμμή γράφονται τα στοιχεία τη γραμμής και σε ποιο σχέδιο θα βρεθεί η συνέχεια της.
- Τοποθετείτε στις γωνίες το είδος της κόλλησης ή της συνάρμοσης σύμφωνα με την διάμετρο και την κλάση.

- Αν στη γραμμή υπάρχουν διακλαδώσεις (άλλες γραμμές, by pass, κλπ.) σύμφωνα με τα branch connections διαπιστώνεται και το είδος της ένωσης (stub in, tee κλπ.) και δείχνεται ανάλογα.
- Τοποθετούνται οι κατάλληλες βάνες με τον κωδικό και τον προσανατολισμό του τιμονιού (handwheel operation), ανάλογα με P&ID, διάμετρο, κλάση και την θέση στην οποία φαίνονται και στο lay out (πχ. fitting to fitting κλπ). Για τον προσανατολισμό του τιμονιού χρησιμοποιείτε κατά περίπτωση ο Βορράς του έργου και η φορά της ροής.
- Ακολουθεί τοποθέτηση των φλαντζών αν υπάρχουν σύμφωνα με διάμετρο και κλάση. Εάν υπάρχουν στην γραμμή δύο διαφορετικές κλάσεις (class break) ή διαφορετικό είδος μόνωσης (HC/PP) πρέπει να τοποθετηθούν στην κατάλληλη θέση και να φαίνεται ο διαχωρισμός τους.
- Τοποθετούνται τα όργανα (PI, Τι κλπ.) σύμφωνα με το lay out, το P&ID, τις κλάσεις και τα typical details.
- Τοποθετούνται τα υπόλοιπα εξαρτήματα (reducers, filters, steam traps κτλ.)
- Τοποθετούνται process vent και drains σύμφωνα με P&ID, κλάσεις και typical details.
- Τοποθετούνται hydrotesting vents και drains σύμφωνα με κλάσεις και typical details. Για το βήμα αυτό μέχρι να αποκτηθεί εμπειρία πρέπει να υπάρχει στενή συνεννόηση με τον job leader μελετητή μηχανικό.

Σε όλα τα παραπάνω βήματα δίνονται στα όργανα tag number, κωδικοί και στοιχεία ως εξής:

Tag number:

- στόμια δοχείων (συμβολίζονται με ένα κύκλο)
- Σε εναλλάκτες, αντλίες κτλ.
- Κολώνες, δοκάρια.
- Control valves
- Στηρίγματα

Κωδικός:

- Βάνες (π.χ. 4"-VGA30101)

Στοιχεία:

- Σε swage (π.χ CON SWAGE 2"x1")
- Συστολές (π.χ. ECC.RED 6"x4")
- Φίλτρα (π.χ 6" TEE STRAINER)

Όταν κάποιο στοιχείο επαναλαμβάνεται τότε βάζετε σε παρένθεση ο συμβολισμός (ΓΥΡ) και δεν ξανά γράφετε το στοιχείο του. Στην συνέχεια γίνεται η διαστασιολόγηση του ισομετρικού με βάση το lay out και το «συρταράκι». Στα ισομετρικά με διάμετρο από 2" και πάνω γίνεται πλήρη διαστασιολόγηση. Στα ισομετρικά με διάμετρο από 2" και κάτω γίνεται μερική διαστασιολόγηση όπως φαίνονται στα συνημμένα τυπικά σχέδια. Για να αποδοθεί με το υψόμετρο ενός σωλήνα γίνεται αναφορά στην αξονική της γραμμής (center line). και όχι στο κάτω (BOP) η στο πάνω μέρος της (TOP) όπως γίνεται στα lay outs. Τις διαστάσεις που υπολογίζονται από τα lay outs (πχ. υποτεινουσες) καλό είναι να γίνεται επαλήθευση με το κλιμακόμετρο πάνω στο lay out. Όταν η γραμμή έχει μια κλίση τότε γίνεται αναφορά σε χαρακτηριστικά σημεία (work point) τα οποία τα επιλέγονται σε γωνίες ή

άλλα χαρακτηριστικά μέρη του σωλήνα. Τα σημεία αυτά θα πρέπει να βρίσκονται όπως και προηγουμένως στην αξονική γραμμή, και όχι στο BOP ή στο TOP.

Σημειώνονται με μεγάλη προσοχή τα σημεία για τα οποία δεν υπάρχουν σαφείς πληροφορίες (πχ. διαστάσεις συσκευών η οργάνων, διαστάσεις control valves, διαστάσεις ασφαλιστικών, stress support κλπ.) με «σύννεφο» και την ένδειξη HOLD. Τέλος ελέγχετε η γραμμή στην line list και στην tie in list (εάν υπάρχει) και αφού περαστούν τα στοιχεία της (design pressure, test pressure, insulation κλπ.) στην αντίστοιχη θέση του ισομετρικού συμπληρώνετε η ταμπέλα reference drawings όπου αναφέρεται στο αντίστοιχο lay out. Στο τελικό στάδιο ακολουθούν τα revisions, οι ημερομηνίες, υπογραφές, file no κτλ.

2.4.5.3. Bill of material & spool fabrication

Τα δομικά μέρη της εκάστοτε σωληνογραμμής που διαγράφετε στο ισομετρικό σχέδιο περιλαμβάνονται και αυτά πάνω στο σχέδιο σε ειδικά διαμορφωμένο πίνακα “bill of material list” ή “material take off list”. Η λίστα αυτή αναγράφει όλα τα εξαρτήματα της σωληνογραμμής σε ποιότητα και ποσότητα που πρέπει να αγοραστούν. Επίσης από τα ισομετρικά σχέδια ο μηχανικός του εργολάβου κατασκευής θα προσδιορίζει με υπολογισμούς ποια μέρη των σωληνώσεων θα κατασκευαστούν σε εξωτερικό συνεργείο κατασκευής και ποια θα προσαρμοστούν απευθείας στο πεδίο της εγκατάστασης. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται “spool fabrication” και προσδιορίζει τα τμήματα σωληνώσεων που θα μεταφερθούν σχηματισμένα σε σύνηθες μήκος των 6-12 μέτρων ανάλογα το φορτηγό μεταφοράς και την ελευθερία του χώρου τοποθέτησης. Ο σημαντικότερος λόγος της κατασκευής των έτοιμων spool γίνεται κυρίως για οικονομοτεχνικά κέρδη ώστε να μειωθεί το χρονοδιάγραμμα της κατασκευής και να αποφεύγετε ο μεγάλος αριθμός συγκολλήσεων στο πεδίο κατασκευής.

2.5. ΣΧΕΤΙΚΑ ΕΓΓΡΑΦΑ ΣΧΕΔΙΩΝ (DOCUMENTATION)

2.5.1. Line List

,Πρόκειται για μια λίστα η οποία περιέχει όλες τις σωληνογραμμές μιας μονάδας και είναι ταξινομημένη με βάση τον αύξοντα αριθμό τους. Στην λίστα αυτή υπάρχουν στοιχεία που αφορούν την γραμμή όπως από που ξεκινάει και που καταλήγει, την διάμετρο της, τον αριθμό της, την κλάση της, την πίεση στην οποία λειτουργεί κτλ.

2.5.2. Piping Materials Specification (Piping Classes)

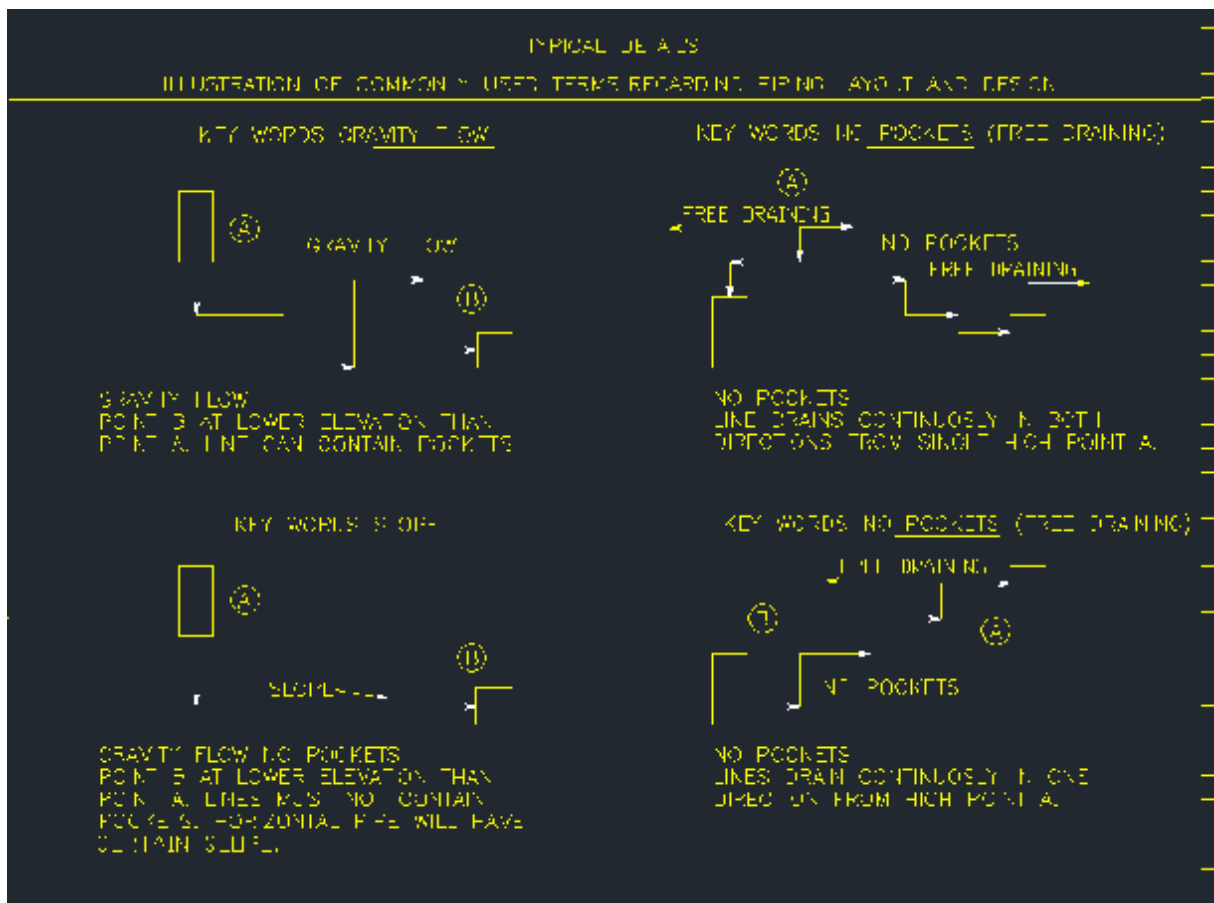
Για κάθε έργο υπάρχει μια προδιαγραφή (piping materials specification) η οποία περιέχει κλάσεις σωληνώσεων στις οποίες φαίνεται το είδος των ολικών που θα χρησιμοποιηθούν (βάνες, εξαρτήματα κ.τ.λ.) για τις γραμμές που σχεδιάζονται. Οι κλάσεις αυτές θα πρέπει να ακολουθούνται πιστά.

2.5.3. Branch Connections

Πρόκειται για την προδιαγραφή η οποία προσδιορίζει με βάση το μέγεθος του σωλήνα και την κλάση του, τον τρόπο με τον οποίο θα γίνουν οι διάφορες συνδέσεις κλάδου μεταξύ κυρίως σωλήνων. (κάρφωμα, μούφα, ταυ, κ.τ.λ.)

2.5.4. Typical Details

Αποτελούν μέρος των προδιαγραφών και δείχνουν σε τοπικά σχέδια διάφορες λεπτομέρειες που θα πρέπει να τοποθετηθούν βάση προδιαγραφών.



Εικόνα 2.12. Παράδειγμα piping typical details²¹

3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΟΔΙΚΤΥΩΝ – ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΔΙΥΛΗΣΤΗΡΙΟΥ

3.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ – ΣΩΛΗΝΟΔΙΑΔΡΟΜΟΙ (PIPE WAYS)

Ως pipe ways ορίζεται η πορεία της διαδρομής που ακολουθούν οι σωληνώσεις μέσα στο διυλιστήριο σύμφωνα πάντα με κάποια πρότυπα και κανονισμούς. Πρόκειται ουσιαστικά για την χωροδιάταξη που ακολουθεί κάθε σωλήνας στην διαδρομή που διαγράφει από την στιγμή που γεννάτε από έναν εξοπλισμό για να μπει σε μία μονάδα παραγωγής και το αντίστροφο. Στα pipe ways περιλαμβάνονται όλες οι κύριες γραμμές προϊόντων μεταφοράς (main process lines), και οι βοηθητικές γραμμές (utility process lines) που παρέχουν νερό, αέρα άζωτο και ατμό για την λειτουργία των μονάδων.

Επίσης μαζί με την πορεία των γραμμών ακολουθούν παράλληλα και οι καλωδιοδιάδρομοι που τροφοδοτούνε τα υπάρχοντα όργανα ελέγχου των σωληνώσεων. Τα είδη των pipe way κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την υψομετρική τους διαφορά από το έδαφος.

Ο προσδιορισμός της τοποθέτησης των σωλήνων σε ένα pipe way αποτελεί κομμάτι πολλών επιμέρους παραγόντων και πληροφοριών για τον μηχανικό της μελέτης όπου θα πρέπει να θέσει στους υπολογισμούς του τους εξής παρακάτω παράγοντες:

- Τα όρια των μονάδων (battery limits) και τα σημεία τοποθέτησης για τις βάνες απομόνωσης και τυφλών πιάτων (figure 8) για παύση λειτουργίας σε περίοδο ανάγκης ή αναστολής ώστε να μπορεί να κόβετε η τροφοδοσία με το υπόλοιπο δίκτυο.
- Την μελέτη διόδων πρόσβασης μέσω σκάλας ή πλατφόρμας σε σημείο όπου ο χειρισμός των βανών και κυρίως των ασφαλιστικών βαλβίδων να είναι εύκολα προσβάσιμος.
- Την ελάχιστη απόσταση από το έδαφος στα 2100 [mm] των σωλήνων από τα σημεία πρόσβασης όπου διέρχεται το προσωπικό χειρισμού.
- Σε περιοχές όπου πρέπει να υπάρχει ελεύθερη πρόσβαση σε φορτηγά και γεραμούς να μην παρεμβάλλονται σωληνώσεις σε ορισμένα σημεία ανάλογα την περίπτωση.
- Να τηρούνται οι προδιαγραφές για τις ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ των σωλήνων που βρίσκονται στα πατάρια (pipe racks).

- Να γίνεται μελέτη για την ποιότητα και τις απαιτήσεις ασφάλειας της περιοχής όπου πρόκειται να τοποθετηθούν οι νέες σωληνογραμμές.

3.2. ΤΥΠΟΙ ΤΩΝ PIPE WAYS

Τα είδη τοποθέτησης των διαδρομών που μπορεί να ακολουθήσει μια σωληνοδιάταξη διακρίνονται σε pipe racks (τοποθέτηση πάνω σε πατάρια), pipe sleepers / tracks (τοποθέτηση μέσα σε ανοιχτό κανάλι), trenched piping (τοποθέτηση μέσα σε κλειστό κανάλι με κάποιου είδους επικάλυψη πλακών ή γραδελάδας), και τέλος underground piping (τοποθέτηση σε υπόγειους κλειστούς αγωγούς κλειστού τύπου).

3.2.1. Pipe Racks

Τα pipe racks χρησιμοποιούνται για τοποθέτηση σωληνογραμμών σε υπερυψωμένα σημεία πάνω σε ειδικά διαμορφωμένα πατάρια τα οποία δομούνται από δικτυώματα δοκαριών.



Εικόνα 3.1. Εικόνα από pipe rack κεντρικού σωληνοδιάδρομου σε διυλιστήριο²²

3.2.1.1. Μελέτη Σχεδιασμού Για Τοποθέτηση Σωληνογραμμών Στα Pipe Racks

Η εξέλιξη της μελέτης του έργου κατασκευής βασίζεται στην καθοδήγηση από τα διαγράμματα ροής των σωληνογραμμών μεταξύ των εξοπλισμών (P&ID) και του plot plan όπου βάσει αυτών θα γίνει η ακριβής εκτίμηση τοποθέτησης της γραμμής πάνω στο αντίστοιχο πατάρι ανάλογα επιπλέον και με το είδος του ρευστού της γραμμής (utility line or process line).

Οι **process lines** όπου διασυνδέονται μεταξύ των ακροφύσιων κάποιον εξοπλισμών και επεκτείνονται σε μήκος παραπάνω από 6 μέτρα δεν πρέπει να συνδέονται απευθείας αλλά με ενδιάμεσο στήριγμα θα πρέπει να τοποθετούνται σε pipe rack κατασκευή. Γενικά για τους εξοπλισμούς όπως εναλλάκτες θερμότητας, αντλίες, φούρνους, δοχεία, δεξαμενές, βάνες η τα όρια των μονάδων (battery limits) που βρίσκονται κοντά σε κάποιο ήδη υφιστάμενο pipe rack οι σωληνογραμμές διασύνδεσης τους μπορούν να συνδεθούν άμεσα με τον κεντρικό αγωγό του αντίστοιχου προϊόντος που τρέχει στο pipe rack.

Οι **utility lines** που περιέχουν ατμούς, νερό ή άλλα βοηθητικά αέρια της καύσης συνήθως τρέχουν κατά όλο το μήκος του pipe rack και από έναν κεντρικό αγωγό (header) και μοιράζουν ή επανασυλλέγουν από τα battery limits των μονάδων. Οι *relief headers lines*, οι οποίες αποτελούν γραμμές συλλογής από την εκτόνωση των ασφαλιστικών και των παραπροϊόντων των καύσεων τοποθετούνται πάντα στο ψηλότερο σημείο του pipe rack και έχουν πάντα καθοδική κλίση περίπου 0.2% κατά της φορά της ροής τους. Στις relief lines όπου δεν επιτρέπεται η δημιουργία rocket σε κανένα σημείο της σωληνογραμμής

3.2.1.2. Υπολογισμός πλάτους του pipe-rack

Οι διαστάσεις και το πλάτος του pipe rack υπολογίζεται από τον αριθμό των συνολικών σωληνογραμμών, το εύρος πλάτους του καλωδιοδιάδρομου που θα τροφοδοτεί τα διάφορα όργανα και εξοπλισμούς καθώς και μία προσαύξηση 20% επιπλέον χώρου για τοποθέτηση μελλοντικών σωληνογραμμών. Παρακάτω ενδείκνυται ο σύνθητες τύπος εκτίμησης υπολογισμού του συνολικού πλάτους ενός pipe rack.

$$W = (f \times N \times S) + A$$

όπου:

- $f = 1.5-1.2$ και είναι συντελεστής ασφαλείας
- $N =$ ο αριθμός γραμμών που είναι μικρότερες από NPS 18"
- $S =$ ο μέσος όρος του εκτιμώμενου διάκενου μεταξύ των γραμμών της τάξεως των 300 (mm) ή 230 (mm) για < NPS 10".
- $A =$ είναι το επιπρόσθετο εκτιμώμενο διάκενο που απαιτείται για το σύνολο των γραμμών > NPS 18" με διάκενο 500-1000 (mm)

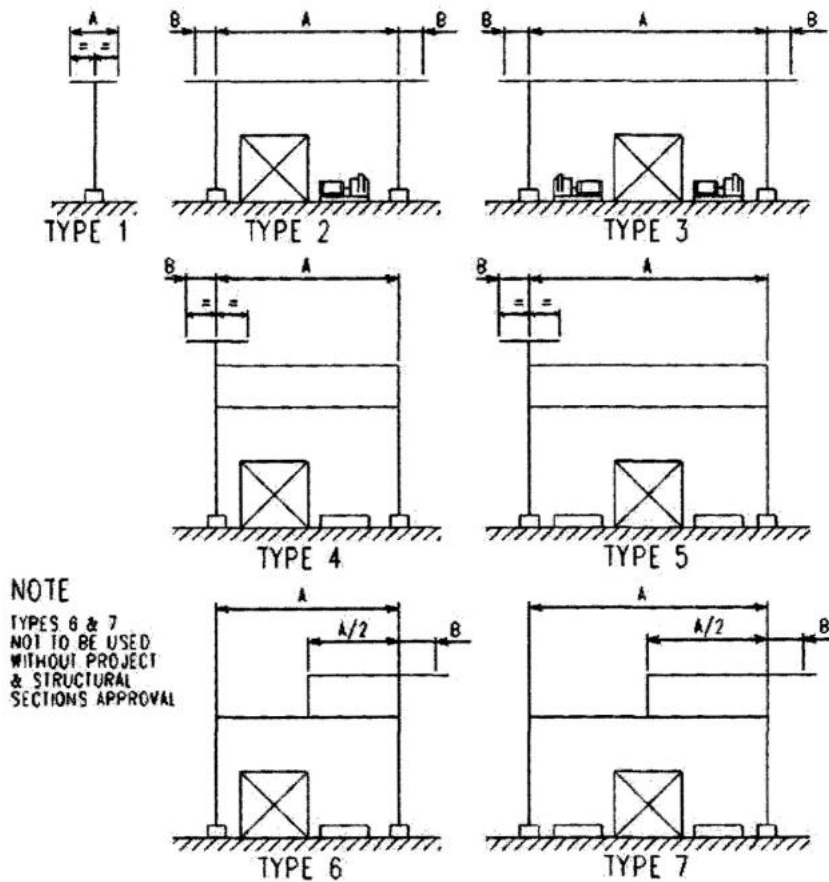
Στην περίπτωση που το συνολικό μήκος ξεπερνάει τα 9 μέτρα απαιτείται η κατασκευή ενός επιπλέον επιπέδου pipe rack πάνω από το αρχικό. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται μερικά από τα σύνθητες σενάρια τύπου δημιουργίας ενός pipe rack με τον τρόπο στήριξης.

3.2.1.3. Απόσταση Μεταξύ Των Στηριγμάτων Του Pipe Rack

Τα κύρια υφιστάμενα δοκάρια στήριξης που συνδέουν το σύνολο των σωληνογραμμών συνήθως έχουν σταθερές αποστάσεις (4600-6000 mm) αλλά όταν πρόκειται για ιδιαίτερες περιπτώσεις μπορούν να γίνουν τροποποιήσεις ανάλογα με τους εξής παράγοντες:

- Για γραμμές < NPS 4" θα πρέπει να προστεθούν στηρίγματα σε κοντινότερο μήκος

- Γραμμές που μεταφέρουν βαρέα ύλη απαιτούν μικρότερο μήκος στήριξης από γραμμές που μεταφέρουν αέρια ή άλλα ελαφρύτερα ρευστά.
- Γραμμές που λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες με μεγάλο πάχος διατομής και επιφέρουν περίβλημα μόνωσης.
- Για απαιτήσεις όπου η τοποθέτηση γραμμών θέτει υψομετρική διαφορά από εξοπλισμούς όπως για παράδειγμα στην αναρρόφηση αντλιών



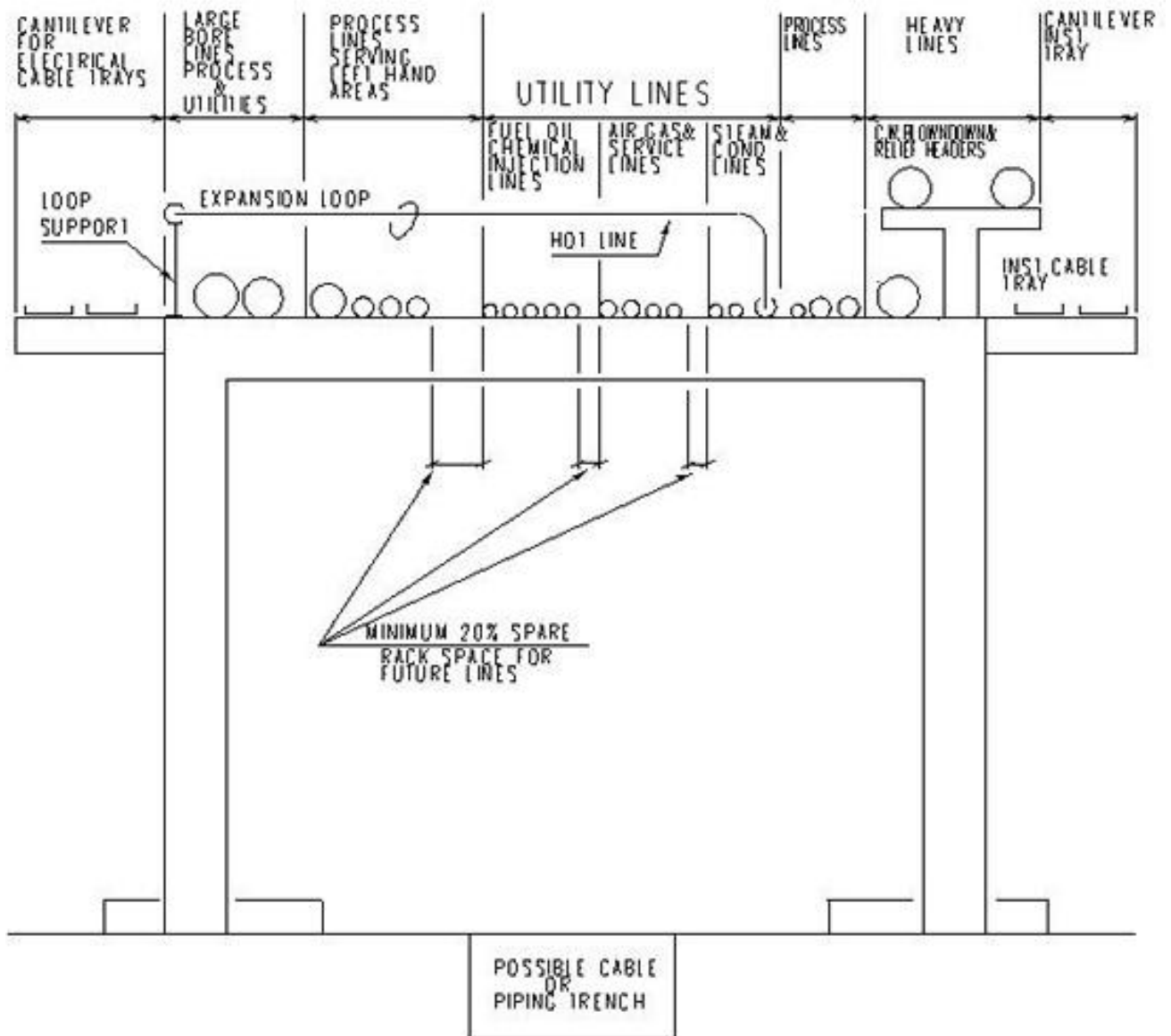
Εικόνα 3.2. Παραδείγματα μορφοποίησης αποστάσεων στα pipe rack²³

3.2.1.4. Τοποθέτηση σωληνογραμμών στα pipe rack

Κατά την τοποθέτηση της εκάστοτε γραμμής πάνω στο pipe rack ακολουθείται ένα μοντέλο από κανόνες χωροδιάταξης. Οι γραμμές που μεταφέρουν βαρέα προϊόντα, οι γραμμές μεγάλου μεγέθους NPS, οι γραμμές μεγάλου πάχους διατομής (large schedule type) τοποθετούνται κοντά στα άκρα του pipe rack για να επιφέρεται μικρότερη καταπόνηση στα δοκάρια στήριξης του. Στο μέσον του pipe rack τοποθετούνται μικρότερου NPS μεγέθους τύπου utility οι οποίες συνήθως τροφοδοτούν και από τις δύο πλευρές του pipe rack σε εξοπλισμούς.

Οι process γραμμές και αυτές ανάλογα του μεγέθους τους τοποθετούνται σε σημείο τέτοιο ώστε να είναι κοντά στην πλευρά που πρόκειται να συνδεθούν με τον αντίστοιχο εξοπλισμό που βρίσκεται πλησίον αυτών. Επί πλέον θα πρέπει να αφαιρεθεί ελεύθερος ένας χώρος του 20% από το συνολικό πλάτος του pipe rack για τοποθέτηση μελλοντικών γραμμών καθώς και ένας χώρος για την προσθήκη του

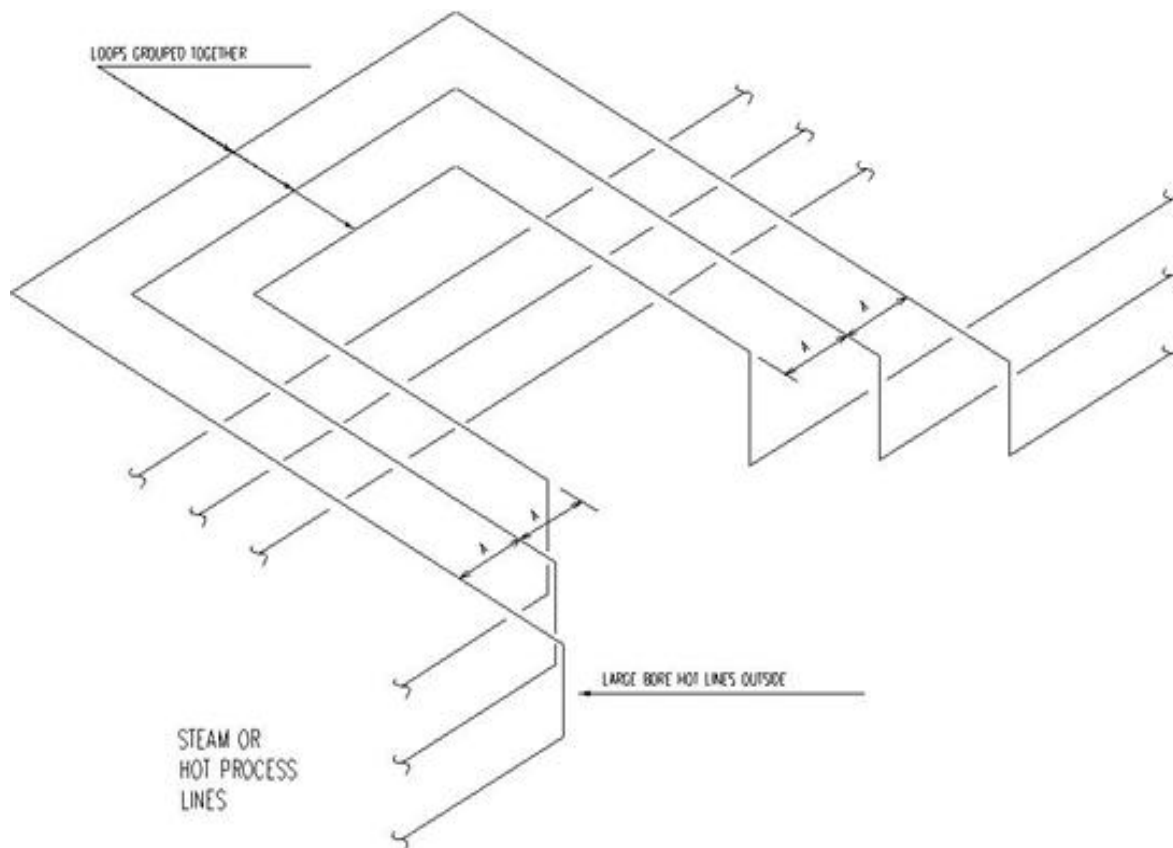
καλωδιοδιάδρομοι. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται μια πρότυπη χωροδιάταξη των γραμμών πάνω σε ένα pipe rack.



Εικόνα 3.3. Παράδειγμα Χωροθέτησης των γραμμών σε τομή πάνω στο pipe rack²⁴

3.2.1.5. Τοποθέτηση Ειδικών Βρόχων Διαστολής (Expansion Loops)

Κατά την τοποθέτηση είναι αρκετά ευνοϊκό οι γραμμές λειτουργίας κυρίως με μεγάλες θερμοκρασίες να συντάσσονται μαζί δίπλα δίπλα έτσι ώστε σε κάποιο συγκεκριμένο μήκος το οποίο θα ορίζει το τμήμα του stress analysis να κατασκευάζετε βρόχος διαστολής (expansion loop). Η μορφή που θα πρέπει να παίρνει το loop σε σχήμα «Π» είναι από εσωτερικά με την μικρότερου NPS σωλήνα προς την μεγαλύτερου NPS στο εξωτερικό της μέρος. Βλέπε εικόνα



Εικόνα 3.4. Expansion loops παράδειγμα²⁵

3.2.1.6. Απαιτήσεις Σχεδιασμού Της Συντομότερης Όδευσης Των Σωληνώσεων Πάνω Στα Πατάρια. (Piping Economy in Pipe Racks and Its Influence on Plan Layout)

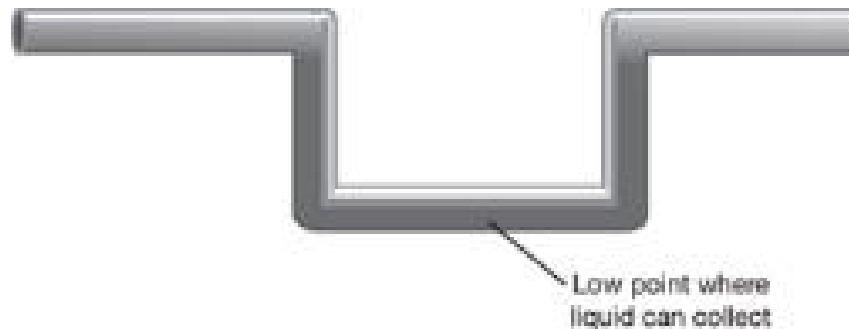
Η διάταξη των εγκαταστάσεων καθορίζει τις κύριες διαδρομές των σωληνώσεων των. Το σχήμα του rack καθώς και των επιπέδων του είναι το αποτέλεσμα της διάταξης των γειτονικών μονάδων, τις συνθήκες λειτουργίας, τις απαιτήσεις των πελατών και το συνολικό όφελος στην οικονομία κατασκευής και λειτουργίας των εγκαταστάσεων. Η οικονομία των σωληνώσεων εξαρτάται κυρίως από το μήκος των γραμμών που κατευθύνονται προς το rack αλλά και την θέση που παίρνουν πάνω σε αυτό. Αυτές οι διαστάσεις εξαρτώνται από τη συνολική διάταξη τοποθέτησης των εγκαταστάσεων και πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά σε όλη την πορεία της μελέτης.

Σκοπός της τελικής μελέτης στην τοποθέτηση των νέων γραμμών είναι η ορθότερη αλλά ταυτόχρονα πιο σύντομη διαδρομή όδευσης, πράγμα που απαιτεί καλό οπτικό έλεγχο του χώρου και την παράλληλη μέτρηση των ανοιχτών αποστάσεων της περιοχής προς την εύρεση πιθανών λύσεων.

3.2.1.7. Βασικές Οδηγίες Στην Όδευση Και Διάταξη Νέων Γραμμών Στο Pipe Rack.

Για σωληνογραμμές μεταφοράς βαρέων ρευστών πρέπει να αποφεύγονται τα παρακάτω:

- Συνεχόμενες αλλαγές όδευσης πάνω στο rack αλλά και γενικότερα
- Την προεξοχή τους στο κενό εκτός του rack χωρίς την κατάλληλη μελέτη υποστήριξης τους.
- Κατά την αλλαγή της όδευσης θα πρέπει να χρησιμοποιούνται γωνίες με τυποποιημένη μεγάλη ακτίνα όπου είναι εφικτό για την κατανομή μικρότερων τάσεων φόρτισης.
- Περιπτώσεις όπου θα πρέπει να αποφεύγονται τα χαμηλά σημεία όδευσης σε σχηματισμό Π (low points rockets)



Εικόνα 3.5. Παράδειγμα σχηματισμού “rocket” σε σωληνογραμμή²⁶

- Σε κύριες σωληνώσεις μεταφοράς ατμού στο δίκτυο αλλά και γραμμών μεταφοράς ατμού προς ένα ορισμένο σημείο.
- Σε σωληνώσεις μεταφοράς βαρέων ρευστών χαμηλού κινηματικού ιξώδους όπως μαζούτ και αποβλήτων διύλισης
- Σε βαρυτικές γραμμές (blowdown) που φέρουν κλίση για μεταφορά του ρευστού. Τέτοιου είδους γραμμές είναι η flare όπου εκεί καταλήγουν όλα τα κατάλοιπα των καύσεων και των ασφαλιστικών από τις μονάδες του διυλιστηρίου και ρέουν βαρυτικά προς το δοχείο συλλογής
- Στις βάνες των ασφαλιστικών τόσο η είσοδος του ασφαλιστικού όσο και η έξοδος δεν πρέπει να σχηματίζει rocket.
- Στην αναρρόφηση των αντλιών
- Γενικά στις γραμμές λειτουργίας υψηλών θερμοκρασιών απαιτείται επαρκής απόσταση μεταξύ τους και έλεγχος των απαιτήσεων στήριξης. Στο υψηλότερο σημείο της γραμμής πρέπει να τοποθετείται βάνα για απαερισμό της γραμμής και στο χαμηλότερο σημείο βάνα αποστράγγισης.
- Στις γραμμές ατμού, αέρα και συμπυκνωμάτων των κεντρικών αγωγών (headers) τα καρφώματα διαμοιρασμού ή των επιστροφών θα πρέπει να τοποθετούνται στο άνω μέρος των headers.

3.2.2. Pipe Sleepers or Tracks

Τα pipe sleepers είναι ανοιχτά κανάλια και χρησιμοποιούνται για υπέργειες σωληνογραμμές κοντά στο επίπεδο του εδάφους και στηρίζονται πάνω σε ειδικά διαμορφωμένο σκυρόδεμα. Κυρίως χρησιμοποιούνται σε εξωτερικές περιοχές (εκτός μονάδων) όπου οι εξοπλισμοί σύνδεσης των γραμμών αυτών έχουν εύκολα πρόσβαση από το pipe track/sleeper.

Η κατασκευή ενός pipe sleeper way είναι η πιο οικονομοτεχνική μέθοδος στήριξης των σωληνογραμμών. Το προτεινόμενο μήκος απόστασης ανά στήριγμα κυμαίνεται από 3 έως 6 μέτρα και αυτό εξαρτάται από το μέγεθος το πλήθος καθώς και του ρευστού μεταφοράς των αγωγών. Στην αλλαγή φοράς της όδευσης προτείνεται η τοποθέτηση ενός διαγώνιου στηρίγματος μεταξύ δύο μικρότερων κοντά στην γωνία αλλαγής φοράς του συνόλου των σωληνογραμμών.

Ανάλογα την θέση του εκάστοτε εξοπλισμού στο πεδίο που συνδέεται με γραμμές στο sleeper way πρέπει να τοποθετούνται και οι σωληνώσεις αυτών για καλύτερο συνολικό σχεδιασμό. Για παράδειγμα γραμμές που συνδέονται με εξοπλισμούς από την δεξιά πλευρά του sleeper way πρέπει εξ αρχής να γίνεται ο προσχεδιασμός τους ώστε να φτάσουν σε σημείο να είναι εύκολα προσβάσιμες προς την δεξιά η αριστερή πλευρά αντίστοιχα όπου βρίσκονται οι εξοπλισμοί ή τα όρια των μονάδων εισόδου.



Εικόνα 3.6. Pipe sleeper or track²⁷

3.2.3. Trenched Piping

Τα trenched piping είναι υπόγεια κλειστού τύπου αυλάκια που φέρουν σωληνογραμμές στηριζόμενες μεταξύ σκυροδέματος του αυλακιού και σημείου επαφής του σωλήνα. Ο σχεδιασμός των αυλακιών αυτών είναι υπευθυνότητα του πολιτικού μηχανικού σε συνεργασία με τις απαιτήσεις για ελευθερία χώρου που ορίζει ο μηχανικός της μελέτης σωληνώσεων. Τα αυλάκια αυτά δεν προβλέπονται για γραμμές βαρέων καυσίμων και ειδικά εύφλεκτων αερίων που σε περίπτωση

διαρροής θα αναπτύσσονταν μεγάλη επικινδυνότητα ανάφλεξης κατά μήκος του αυλακιού. Για τον λόγο αυτόν μέσα σε trench piping τοποθετούνται σωληνογραμμές αποστράγγισης προϊόντων, χημικών ή απόβλητων τα οποία συλλέγονται με τον ίδιο τρόπο από όλες τις μονάδες του διυλιστηρίου και καταλήγουν σε κάποια υπόγεια δεξαμενή συγκέντρωσης.

3.2.4. Υπόγεια Όδευση Σωληνογραμμών (Underground Piping)

Οι υπόγειες γραμμές είναι συνήθως για την πυρασφάλεια της εγκατάστασης, την παροχή νερού και των γραμμών αποχέτευσης διάφορων λυμάτων από την λειτουργία του διυλιστηρίου, επίσης γραμμές πολύ μεγάλου μεγέθους όπως νερού ψύξης (cooling water) οι οποίες θα καταλάμβαναν πάρα πολύ χώρο στα rack. Στις γραμμές αυτές λοιπόν δεν τοποθετούνται στηρίγματα απλώς για προστασία από τυχών διάβρωση τοποθετείται μια επίστρωση (coating) από κάποιο ειδικά μονωτικό υλικό (π.χ. πολυαιθυλένιο)

- Όταν πρόκειται να διασχίσει η σωλήνα κάποιο εμπόδιο (crossing) όπως ένας δρόμος τότε η σωλήνα αυτή τοποθετείται μέσα σε μία άλλη η οποία ονομάζεται μανίκι (sleeve or casing)
- Για τον έλεγχο των υπόγειων γραμμών σε σημεία όπου φέρουν βάνες δημιουργείται ένα κατάλληλα διαμορφωμένο φρεάτιο ή τοποθετείται στην βάνα ένας ειδικός άξονας χειρισμού της από την επιφάνεια.²⁸

3.2.5. Συστήματα Πυρσού (Flare Systems)

Το σύστημα του πυρσού χρησιμοποιείται για να μεταφέρει όλα τα επικίνδυνα υγρά και αέρια του διυλιστηρίου τα οποία προέρχονται από ασφαλιστικά, συστήματα εκκένωσης (blow down) και αποστράγγισης (drain) κλπ. προς τον πύργο του πυρσού. Ο πύργος του πυρσού είναι ένας πολύ ψηλός πύργος ο οποίος στην κορυφή του έχει μονίμως φωτιά και χρησιμοποιείται για να καίει τα αέρια που έρχονται σε αυτόν τα οποία σε αντίθετη περίπτωση θα μολύναν την ατμόσφαιρα.

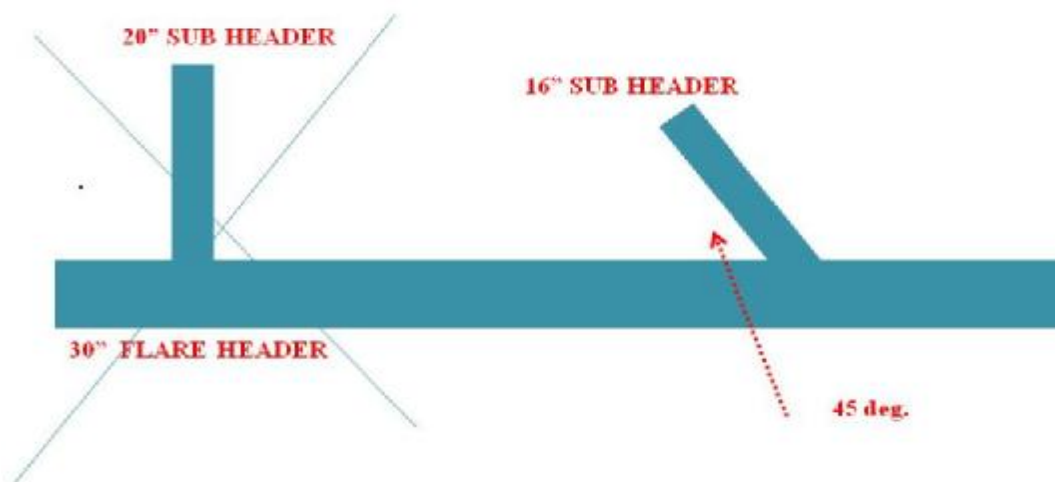
Η δεξαμενή πριν τον πυρσό λέγεται **knock out drum** και η λειτουργία της είναι να διαχωρίζει την υγρή από την αέρια φάση. Η δεξαμενή αυτή είναι έτσι υπολογισμένη ώστε στην χειρότερη περίπτωση να φτάσει περίπου στο 30% της στάθμης της. Συνήθως η αέρια φάση καίγεται στον πυρσό και η υγρή φάση στέλνεται ξανά στο διυλιστήριο για ανακύκλωση. Μερικές φορές υπάρχει και δεύτερο δοχείο για να υποδέχεται ειδικά η πολύ επικίνδυνα υγρά.

Για να επιτευχθεί ομαλή και φυσική ροή προς τον πυρσό όπου οι σωλήνες έχουν μια κλίση προς σε αυτόν της τάξης 0.2% και το σύστημα δουλεύει με την βαρύτητα. Στην γραμμή αυτή δεν θα πρέπει να αυξάνεται το υψόμετρο με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σημεία κατακράτησης ρευστών (rockets). Η μεταξύ σύνδεση του δευτερεύων αγωγού με τον κυρίως επιτρέπεται να γίνεται με κάρφωμα (stub in) σε κλίση 45° κατά την φορά της ροής και σε φάσμα μοιρών από 0° έως 180° του κυρίως σωλήνα. Εάν δεν μπορεί να γίνει διαφορετικά, τότε πρέπει σε κάθε τέτοιο σημείο να τοποθετείται και ένα σύστημα αποστράγγισης, και επιπλέον θα πρέπει σε ψυχρά κλίματα να μονώνεται.



Εικόνα 3.7. Στην εικόνα φαίνεται ο τρόπος σύνδεσης στα συστήματα πυρσού (flare connection lines)²⁹

Πάντα στην αρχή του συστήματος τοποθετείτε μια βάνα 3/4" ή 1" η οποία χρησιμοποιείται για να προμηθεύεται το σύστημα διαρκώς με αέριο καύσιμο (συνήθως fuel gas) ώστε ο πυρσός να καίει μονίμως και να μην μπει ποτέ αέρας στο σύστημα. Ο πύργος του πυρσού πρέπει πάντα να βρίσκεται στα όρια του διυλιστηρίου και με προσανατολισμό προς την περιοχή εκείνη όπου συνήθως φυσάει στην περιοχή ώστε οι φλόγες και τα καυσαέρια να έχουν κατεύθυνση εκτός των εγκαταστάσεων. Οι γραμμές που συνδέονται με την κύρια γραμμή του flare καρφώνονται σε αυτήν με μια κλίση 60° προς την κατεύθυνση της ροής.



Εικόνα 3.8. Ένδειξη απαγορευτικής συνδεσμολογίας στα συστήματα πυρσού³⁰

3.3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΙ – ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

3.3.1. Σταθμοί Ελεγχου Ροής (Control Stations)

Πρόκειται για διατάξεις που περιέχουν control valves και τα συνοδευτικά τους (by pass συστολές, αποστραγγιστικά κλπ), Οι εγκαταστάσεις αυτές, χρησιμοποιούνται όπου δεν πρέπει να διακοπεί η λειτουργία του συστήματος σε περίπτωση βλάβης της control valve. Με τον τρόπο αυτό απομονώνεται η βάνα και το σύστημα συνεχίζει να λειτουργεί μέσω της χειροκίνητης βάνας του by pass. Βέβαια οι λύση αυτή είναι προσωρινή ώστε να παρθούν κάποια μέτρα τα οποία θα διασφαλίζουν την λειτουργία του συστήματος καθώς δεν είναι δυνατόν να υπάρξει διαρκώς κάποιος χειριστής ο οποίος θα ρυθμίζει την χειροκίνητη βάνα.

Συνήθως η βάνα ελέγχου είναι κατά ένα μέγεθος μικρότερη από το μέγεθος της γραμμής ώστε να γίνεται ευκολότερα η ρύθμιση. Για την αλλαγή της διαμέτρου συνίσταται να χρησιμοποιείτε ομόκεντρη συστολή (concentric reducer) η οποία πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στην βάνα. Συνήθως η globe valve που χρησιμοποιείτε στο by pass είναι το ίδιο μέγεθος με την control valve. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή στο ύψος που τοποθετείται η βάνα αλλά και στους χώρους ελευθερίας που αφήνονται:

- Το ιδανικό είναι οι χειρισμοί που απαιτούνται να γίνονται σε ύψος γύρω στα 1100mm και ποτέ στο ύψος του προσώπου.
- Πρέπει πάντα να γύρω από το τιμόνι να πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον 80mm ελευθέρου χώρου για τα χέρια ώστε να μπορούν να γίνουν οι κατάλληλοι χειρισμοί.
- Προσοχή θέλει να δίνετε στο αν το drain ακουμπάει στο έδαφος.
- Πρέπει να υπάρχει από πάνω από τον actuator ένας κενός χώρος γύρω στα 300mm.

3.3.2. Ατμοπαγίδες (Steam Traps)

Χρησιμοποιούνται για την αποβολή από μια γραμμή ατμού των συμπυκνωμάτων που δημιουργούνται. Η τοποθέτησή τους γίνεται στα χαμηλά σημεία (low points) της διαδρομής του σωλήνα καθώς και σε όλα τα κρίσιμα σημεία της γραμμής. Κρίσιμα σημεία θεωρούνται εκείνα που έχουν την μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανιστούν συμπυκνώματα όπως πχ. λίγο πριν από μια άνοδο ή σημεία όπου για κανένα λόγο δεν πρέπει να εισέλθουν συμπυκνώματα πχ μπροστά από τουρμπίνες ή (control valves). Για να τις τοποθετηθούν οι ατμοπαγίδες χρησιμοποιούνται τα λεγόμενα drip legs

Το drip leg είναι ένα κομμάτι σωλήνα το οποίο είναι ταπωμένο στην μια άκρη (με cap) άνω η άλλη του συγκολλείται στην γραμμή. Η μέγιστη διάμετρος του είναι 3” και το μέγιστο μήκος 300mm. Αυτός ο σωλήνας έχει μια αποστράγγιση στο κάτω μέρος και στο πλάι την ατμοπαγίδα. Επειδή η γραμμή έχει διάφορες βρωμιές (πχ

σωματίδια σκουριάς) πρέπει πάντα να τοποθετηθεί το κατάλληλο φίλτρο πριν την ατμοπαγίδα. Το φίλτρο συνήθως έρχεται ενσωματωμένο στην ατμοπαγίδα.

3.3.3. Βάνες

Στο διυλιστήριο είναι πολύ μεγάλης σπουδαιότητας ο έλεγχος της ροής μέσα από τους αγωγούς. Η βάνα είναι το πιο περίπλοκο εξάρτημα εντός ενός συστήματος σωληνώσεων καθώς αποτελεί το ζωτικό μέρος της εγκατάστασης και ανάλογα με το σχεδιασμό και το είδος της, αποσκοπεί στον έλεγχο της ροής κατά την μεταφορά προϊόντων και βοηθητικών ρευστών.

Ο χειρισμός τους (άνοιγμα- κλείσιμο) γίνεται με το χειροστρόφαλο (τιμόνι-handwheel) και μπορεί να είναι είτε χειροκίνητος είτε αυτόματος. Μεγάλη προσοχή χρειάζεται στον προσανατολισμό και το ύψος στο οποίο θα βρίσκεται το χειροστρόφαλο της βάνας. Το τιμόνι θα πρέπει να τοποθετείται έτσι ώστε να γίνονται οι απαραίτητοι χειρισμοί και βέβαια να υπάρχει στον πλησίον περιβάλλον του και ο απαραίτητος χώρος.

Για τον λόγο αυτό σχεδιάζονται πάντα ανοιχτές με το τιμόνι στην ψηλότερη θέση, ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί ο χώρος που απαιτείται, και το τιμόνι καθώς και ο προσανατολισμός του θα αναφέρονται στα σχέδια. Το τιμόνι συνήθως είναι κάθετο στον άξονα της βάνας. Υπάρχουν όμως και ειδικοί τύποι οι οποίοι αντί για κατακόρυφο έχουν το τιμόνι υπό γωνία.

Για διαμέτρους μεγαλύτερες των 3" το συνηθέστερο είναι η σύνδεσή τους με τον σωλήνα να γίνεται με φλάντζες. ενώ για μικρότερες διαμέτρους υπάρχουν τύποι με σπείρωμα, ή με θυλακωτή σύνδεση (socket). Σε ειδικές περιπτώσεις (π.χ. φυσικό αέριο) οι βάνες συγκολλούνται απευθείας στην γραμμή. Οι βάνες που είναι μικρότερες ή ίσες από 2" συνήθως είναι «reducing bore», δηλαδή το άνοιγμα της βάνας είναι κατά ένα μέγεθος μικρότερο από τον σωλήνα, εκτός από τις περιπτώσεις που η προδιαγραφή απαιτεί "full bore".

Ποιο συγκεκριμένα οι βάνες χρησιμοποιούνται για τους παρακάτω σκοπούς:

- Έλεγχος της ροής κατά την λειτουργία διαδικασίας σε γραμμές προϊόντων (process lines) και σε βοηθητικές δευτερεύουσες γραμμές (utilitie lines).
- Απομόνωση του εξοπλισμού ή οργάνων, για λόγους συντήρησης.
- Εκχύλιση αερίου, ατμού ή υγρού
- Αποστράγγιση και απαερίωση σωληνώσεων και εξοπλισμού κατά το σταμάτημα λειτουργίας.
- Άμεση απενεργοποίηση της εγκατάστασης σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, ατυχήματος ή πυρκαγιάς

Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες βάνες στις εγκαταστάσεις που έχουν σχεδιαστεί κατά ASME B31.3 είναι:

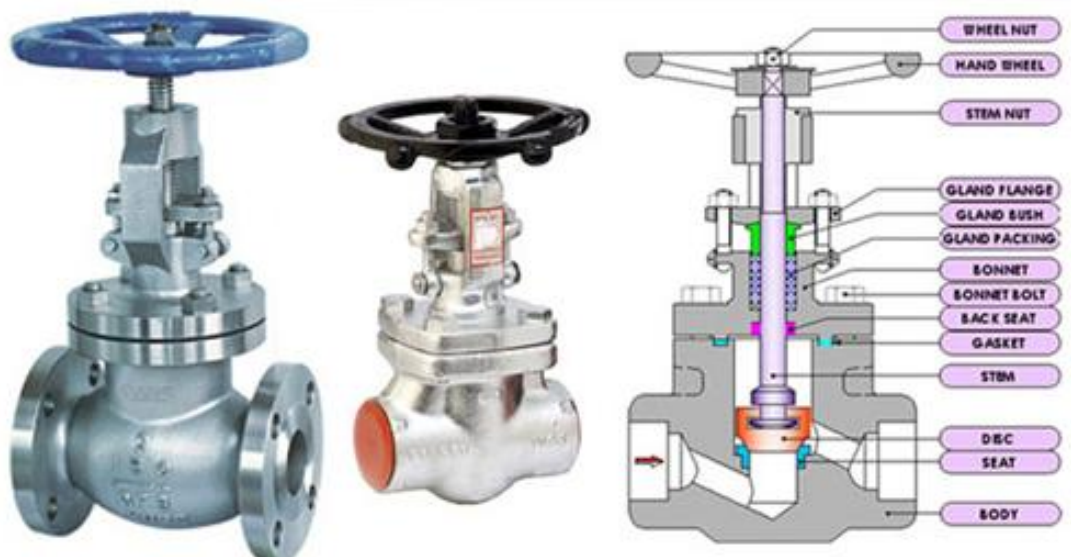
3.3.3.1. Βάνες Τύπου Gate (συρταρωτού επιστομίου)



Εικόνα 3.9. Βάνα τύπου Gate³¹

Μια βάνα τύπου gate σταματάει την ροή θέτοντας ένα μεταλλικό συρταρωτό επιστόμιο κατά μήκος του ανοίγματος. Όταν η βάνα είναι τελείως ανοιχτή το συρταρωτό επιστόμιο ανυψώνεται τελείως έξω από τον άξονα της ροής. Γενικά όταν η ροή συναντά αντίσταση η αλλάζει κατεύθυνση συμβαίνει στροβιλισμός της ροής και πτώση πίεσης. Μια βάνα αυτού του τύπου μπορεί να τοποθετηθεί ανάμεσα σε δυο αγωγούς όχι μόνο με φλαντζωτή σύνδεση αλλά και με κολλητή.

3.3.3.2. Βάνες Τύπου Globe (σφαιρικού επιστομίου)

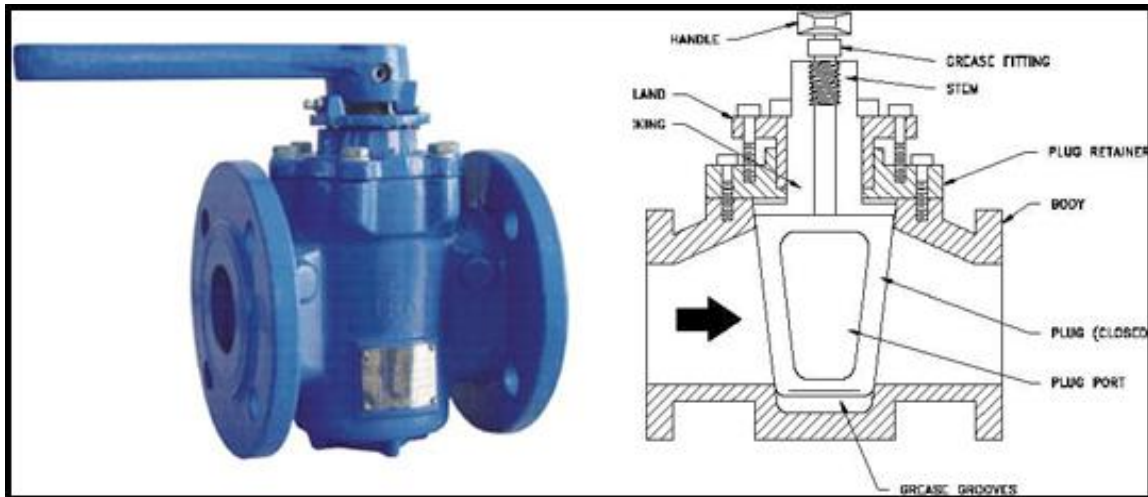


Εικόνα 3.10. Βάνα τύπου Globe³²

Σε μια βάνα τύπου globe ο άξονας της ροής αλλάζει κατεύθυνση με αποτέλεσμα να υπάρχει στροβιλισμός και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνει η πτώση πίεσης κατά μήκος της βάνας. Οι έδρες σε μια βάνα τύπου gate δηλαδή εκεί που συρταρώνει το επιστόμιο είναι κάθετες στον άξονα της ροής ενώ η έδρα του

σφαιρικού επιστομίου σε μια βάνα τύπου globe είναι παράλληλη στον άξονα της ροής.

3.3.3.3. Βάνες Τύπου Plug (Βυσματοειδούς Επιστομίου)

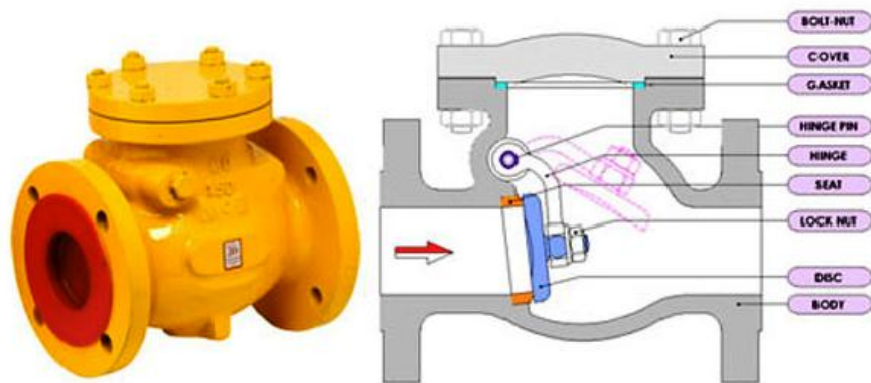


Εικόνα 3.11.Βάνες τύπου Plug³³

Ένας άλλος τύπος βάνας που χρησιμοποιείται στο διυλιστήριο είναι οι βάνες τύπου plug (βύσματος). Το μέρος της βάνας που ελέγχει το άνοιγμα λέγεται plug (βύσμα) και έχει το σχήμα ανεστραμμένου κολουρου κώνου. Το βύσμα βρίσκεται τοποθετημένο στο σώμα της βάνας και έχει ένα διαμπερές άνοιγμα. Κατά την λειτουργία μιας τέτοιας βάνας το βύσμα δεν ανεβοκατεβαίνει μέσα στο σώμα της βάνας αλλά στρέφεται και όταν ευθυγραμμίζεται με το άνοιγμα της βάνας τότε επιτρέπεται η πλήρης παροχή της ροής.

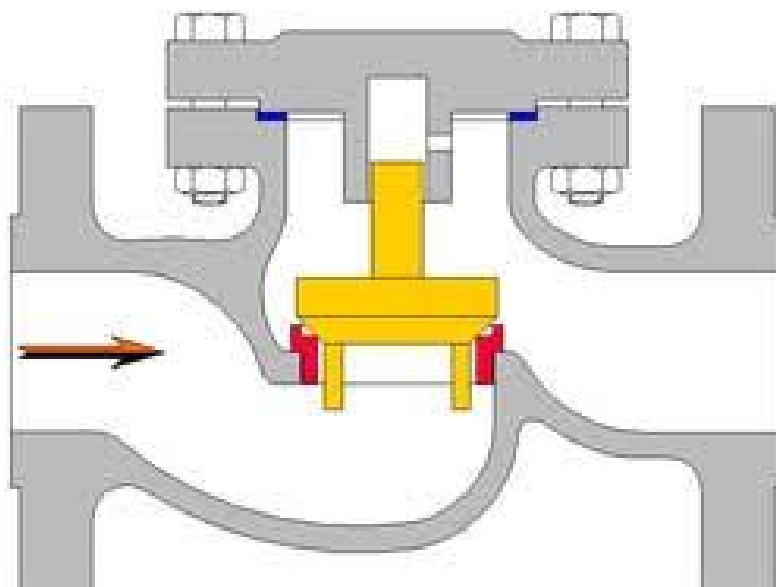
3.3.3.4. Αντεπίστροφα (Check Valves) Και Βασικοί Τύποι

Τα ανεπίστροφα είναι και αυτά ένας τύπο βάνας που όμως η λειτουργία τους δεν είναι να ρυθμίζουν τη ροή, αλλά να αποτρέψουν την ανάποδη ροή, όταν για κάποιο λόγο διακοπεί η κανονική φορά της, δηλαδή η φορά που πρέπει να ισχύει σε κανονικές συνθήκες και λειτουργία. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι ανεπίστροφων που μπορούν να τοποθετηθούν στις σωληνογραμμές είτε με φλάντζωτές συνδέσεις είτε κολλητά.



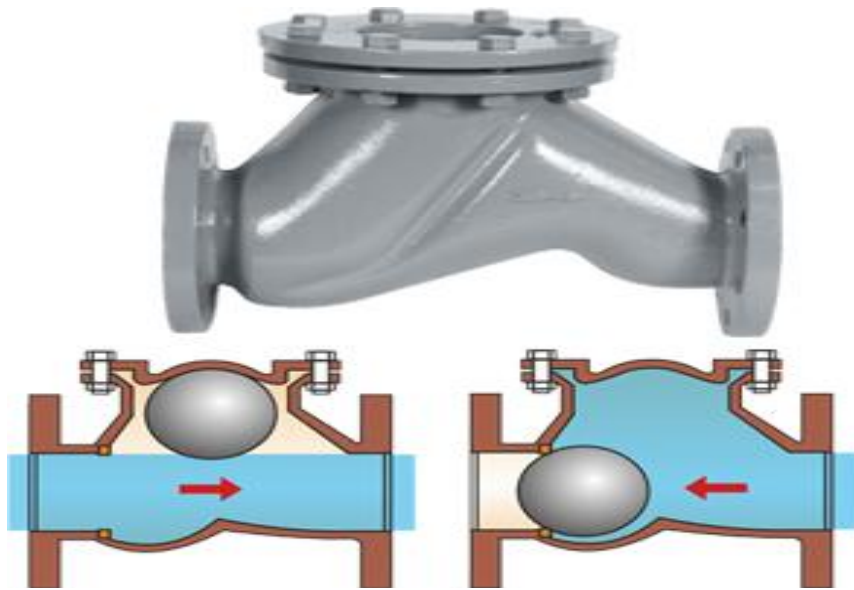
Εικόνα 3.12. Swing check valve³⁴

Υπάρχει ένα εσωτερικό κλαπέτο και καθώς διέρχεται η ροή μέσα από το ανεπίστροφο το κρατάει σηκωμένο. Όταν για κάποιο λόγο σταματάει η ροή τότε η ανάστροφη ροή κλείνει το κλαπέτο και έτσι απομονώνετε ο εξοπλισμός από την φορά του ανεπίστροφου από την ανεπιθύμητη ανάστροφη ροή.



Εικόνα 3.13. Lift check valve³⁵

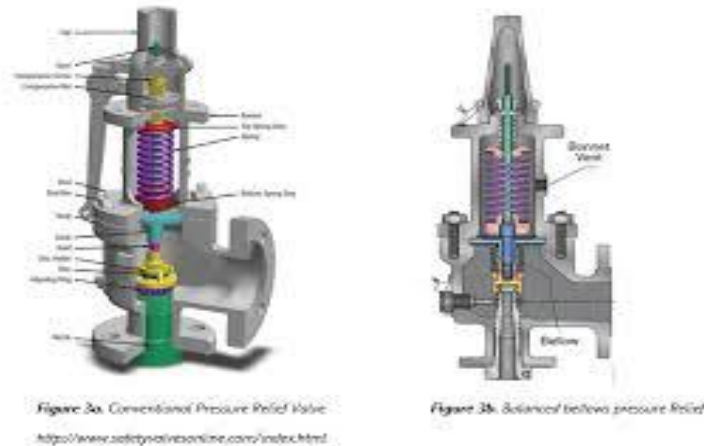
Η λειτουργία της είναι ακριβώς ίδια αλλά διαφέρει στον εσωτερικό μηχανισμό της που φέρει δίσκο απομόνωσης στραγγαλίζοντας την ροή.



Εικόνα 3.14. Ball check valve³⁶

Η λειτουργία της είναι ακριβώς ίδια αλλά διαφέρει στον εσωτερικό μηχανισμό της που είναι με σφαίρα απομόνωσης στραγγαλίζοντας εξίσου την ροή.

3.3.3.5. Ασφαλιστικά (βάνες εκτόνωσης – pressure relief valves)



Εικόνα 3.15. ανακουφιστική βαλβίδα³⁷

Μια ανακουφιστική βαλβίδα ή βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης (PRV) είναι ένας τύπος βαλβίδας ασφαλείας που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο ή τον περιορισμό της πίεσης σε ένα σύστημα. Σε προστατεύει το σύστημα όπως δοχεία, αντλίες και άλλους εξοπλισμούς από το να υπόκεινται σε πιέσεις που υπερβαίνουν τα όρια σχεδιασμού τους. Η ανακουφιστική βαλβίδα έχει σχεδιαστεί και ρυθμιστεί ώστε να ανοίγει με προκαθορισμένη πίεση. Πάνω στο ταμπελάκι της αναγράφεται η πίεση εκτόνωσης καθώς και η διατομή εισόδου και εξόδου του ασφαλιστικού.

3.3.3.6. Butterfly Valves

Στην butterfly τύπου βάνα ο μηχανισμός κλεισίματος είναι ένας δίσκος που περιστρέφεται και η λειτουργία της είναι παρόμοια με αυτήν της plug βάνας η οποία επιτρέπει γρήγορη ενεργοποίηση-απενεργοποίηση παροχής της ροής. Οι βαλβίδες butterfly κοστίζουν λιγότερο από τα άλλα είδη βαλβίδων είναι ελαφρύτερες και



Εικόνα 3.16. BUTTERFLY VALVES ³⁸

χρειάζονται λιγότερη υποστήριξη κατά τις προδιαγραφές τοποθέτησής τους. Ο έλεγχος της ροής γίνεται μέσω ενός δίσκου στο κέντρο της βάνας όπου διαπερνάτε η ράβδος που καταλήγει στην χειρολαβή (μοχλός περιστροφής 0-45 μοίρες) χειρισμού της βάνας.

3.3.4. Όργανα Μέτρησης (Instrumentation)

3.3.4.1. Γενικά

Τα όργανα χρησιμοποιούνται για την μέτρηση ή τον έλεγχο διάφορων συνθηκών (πχ. πίεσης, θερμοκρασίας, ροής, στάθμης) που επικρατούν σε κάποιο σωλήνα ή δοχείο. Η μετρήσεις γίνονται με κατάλληλες συσκευές οι οποίες δίνουν την τιμή ενός μεγέθους (πχ. πίεση) ενώ ο έλεγχος με αντίστοιχες συσκευές οι οποίες κάτω από τις συνθήκες λειτουργίας κάνουν κάποιες προκαθορισμένες ενέργειες (πχ ασφαλιστικά).

Είναι ζωτικής σημασίας για ένα διυλιστήριο να γίνεται σωστή επιλογή και εγκατάσταση των διάφορων οργάνων για δυο βασικούς λόγους. Πρώτον γιατί σε αντίθετη περίπτωση, αν δηλαδή οι μετρήσεις των οργάνων δεν είναι οι σωστές τότε και το διυλιστήριο δεν θα λειτουργεί σωστά, και δεύτερον γιατί θα είναι πολύ αυξημένη η πιθανότητα κάποιου ατυχήματος. Εκτός όμως από αυτή την λειτουργία τα όργανα είναι εξαιρετικά χρήσιμα διότι χρησιμοποιούνται σε όλους σχεδόν τους αυτοματισμούς μειώνοντας έτσι κατά πολύ το λειτουργικό κόστος εφόσον σε αντίθετη περίπτωση θα απαιτούνται εργάτες για να κάνουν τις διάφορες ρυθμίσεις.

Βασικά με τον τομέα αυτό ασχολείται βέβαια το αντίστοιχο τμήμα (instruments department). Ο μελετητής όμως θα πρέπει να έχει υπόψη του τις βασικές αρχές λειτουργίας και τις ιδιαιτερότητες των οργάνων, ώστε να μπορεί να μελετήσει σωστά τη σωληνογραμμή. Δηλαδή θα πρέπει να γνωρίζει την λειτουργία και το μέγεθος του οργάνου ώστε να μπορεί να το εντάξει σωστά στο δίκτυο αλλά έχοντας υπόψη του βέβαια πάντα το διάγραμμα (piping & instrument diagram).

Υπάρχουν όργανα τα οποία διαβάζονται επί τόπου (locally mounted) και επομένως θα πρέπει να βρίσκονται σε σημεία εύκολα προσπελάσιμα για τους χειριστές, και άλλα τα οποία στέλνουν σήμα μέσω ειδικών συσκευών (transmitters) σε ένα πίνακα

Πολλές φορές για να γίνει κάποια μικρό-ρύθμιση στην γραμμή αντί να γίνει επί τόπου και χειροκίνητα η ρύθμιση γίνεται από κάποιον ελεγκτή πίεσης η ροής ο οποίος δίνει σήμα σε μια βάνα ώστε να αυξηθεί η ευελιξία και ο αυτοματισμός της γραμμής. Μερικές φορές μάλιστα σε συστήματα που απαιτούνται συχνές τέτοιες αλλαγές είναι απαραίτητη η χρήση μιας τέτοιας συσκευής.

Στις περιπτώσεις αυτές οι βάνες που χρησιμοποιούνται λέγονται βάνες ελέγχου ροής (control valves). Συνήθως οι συνδέσεις των οργάνων με την γραμμή η το δοχείο είναι βιδωτές. Αυτό γίνεται διότι πολλές φορές θα χρειαστεί να γίνει έλεγχος ή διόρθωση η ακόμα και αντικατάσταση σε κάποιο όργανο και επομένως χρειάζεται μια λυόμενη σύνδεση. Τα βασικά μεγέθη που μέτρησης σε ένα δίκτυο σωληνώσεων είναι:

- Η πίεση
- Η θερμοκρασία
- Η ροή
- Η στάθμη

3.3.4.2. Εγκατάσταση Οργάνων

Στο σωλήνα (η στο δοχείο) που επιθυμείτε να γίνει η μέτρηση, συνήθως συνδέεται με έναν αγωγό 3/4" μήκους περίπου 100mm ο οποίος συνδέεται με μισή μούφα (half coupling) με τον σωλήνα και μετά μια ball η gate βάνα. Από εκεί και πέρα αναλαμβάνει το instrumentation department. Μερικές φορές όμως χρειάζεται προσοχή γιατί μπορεί να χρειαστεί η βάνα αυτή να είναι κάποιου άλλου είδους η να είναι φλαντζωτή από την μια πλευρά και με σπείρωμα από την άλλη καθώς και για άλλους λόγους να υπάρχει και μια γραμμή για εξαερισμό (vent) ή αποστράγγιση (drain) (πχ. για να γίνει πτώση στην πίεση ή για να γίνει κάποια επισκευή στο όργανο). Βέβαια για να βεβαιωθεί ως προς το είδος και την συνδεσμολογία του οργάνου θα πρέπει πάντα να ακολουθούνται οι προδιαγραφές και οι κλάσεις του έργου.

Θα πρέπει πάντα να τηρούνται οι ελάχιστες αποστάσεις από τα διάφορα εξαρτήματα γιατί σε αντίθετη περίπτωση οι στροβιλισμοί που δημιουργούνται αλλοιώνουν κατά πολύ την μέτρηση. Στα σχέδια τα όργανα κωδικοποιούνται με βάση τον τύπο τους και τη λειτουργία τους. Συνήθως ο κωδικός αποτελείται από δύο γράμματα από τα οποία το πρώτο προσδιορίζει τον τύπο του οργάνου και το

δεύτερον τον τρόπο μέτρησης. Πχ. Ο κωδικός "PI" συμβολίζει ότι το μανόμετρο (pressure) δείχνει την ένδειξη επί τόπου (indicator).

3.3.4.3. Μετρητές Πίεσης (pressure gauge)

Τα κλασσικά μανόμετρα που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της πίεσης ενός προϊόντος, είναι τα μανόμετρα Bourdon. Εδώ ένας απλός ο χειριστής πάει επί τόπου και διαβάζει την ένδειξη. Επίσης με κατάλληλη συνδεσμολογία είναι δυνατόν να στέλνεται ηλεκτρικά σήμα σε κάποιο κέντρο ελέγχου όπου υπάρχουν συγκεντρωμένες οι ενδείξεις των οργάνων. Εκτός όμως από τα κλασσικά μανόμετρα υπάρχουν και τα **pressure switch** τα οποία στην ουσία είναι διακόπτες οι οποίοι ενεργοποιούνται από την πίεση στον σωλήνα.

Πρόκειται δηλαδή για όργανα το οποία είτε ανοίγουν είτε κλείνουν. Το PSH (Pressure switch high) το οποίο ανοίγει η κλείνει όταν αυξηθεί η πίεση πάνω από κάποιο προκαθορισμένο σημείο και το PSHH (Pressure switch high) το οποίο κλείνει εντελώς το σύστημα. Αντίστοιχα υπάρχουν μετρητές PSLH (Pressure switch low high), οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να μετράνε ένα φάσμα πιέσεων. Για την εγκατάσταση πολλές φορές τα μονόμετρα απαιτούν βιδωτή σύνδεση και για αυτό θα πρέπει να υπάρχει και η αντίστοιχη βάνα. Μεταξύ βάνας και μανομέτρου πρέπει να υπάρχει ένα ταυ το οποίο χρησιμεύει για να τοποθετείτε ένα εξαεριστικό η αποστραγγιστικό ώστε όταν θα χρειαστεί να αποσυνδεθεί το μανόμετρο να κλείνει η βάνα και στην συνέχεια ανοίγοντας το vent να απομακρύνετε η πίεση.

Για ειδικές περιπτώσεις όπως όταν υπάρχουν πολύ υψηλές θερμοκρασίες, διαβρωτικά προϊόντα η βρώμικα ρευστά χρησιμοποιούνται ειδικές διατάξεις ώστε να γίνεται σωστά η μέτρηση. Έτσι αντί για τις παραπάνω συνδέσεις (πχ βιδωτές) χρησιμοποιείται μια διάταξη με ένα διάφραγμα στη μέση (η διάταξη αυτή έρχεται έτοιμη από τον κατασκευαστή). Με τον τρόπο αυτό το ρευστό που βρίσκεται στον σωλήνα δεν έρχεται απευθείας σε επαφή με το όργανο, αλλά η πίεση μεταφέρεται μέσω του διαφράγματος σε αυτό.

3.3.4.4. Μετρητές Θερμοκρασίας (Temperature Gauge)

Στα διυλιστήρια σχεδόν αποκλειστικά χρησιμοποιούνται τα θερμοζεύγη. Πρόκειται για δυο σύρματα τα οποία είναι κατασκευασμένα από διαφορετικό υλικό και ενώνονται στο ένα άκρο τους. Το φαινόμενο που εκμεταλλεύονται είναι η ανάπτυξη μιας πολύ μικρής διαφοράς δυναμικού στα άκρα των συρμάτων η οποία είναι αποτέλεσμα της θερμοκρασίας και των διαφορετικών ιδιοτήτων των μετάλλων. Αυτή η διαφορά δυναμικού μετράτε και μετατρέπεται σε ένδειξη θερμοκρασίας με την βοήθεια κατάλληλα βαθμονομημένης συσκευής. Τα θερμοζεύγη λόγω της μικρής διαμέτρου που έχουν τα σύρματα δεν είναι βεβαίως δυνατόν να μπουν απευθείας μέσα στο σωλήνα, για το λόγο αυτό τα τοποθετούνται μέσα σε ειδικούς σωλήνες (κάψες) οι οποίοι κατασκευάζονται από πολύ λεπτό θερμοαγώγιμο ανοξείδωτο υλικό. Οι θήκες αυτές ονομάζονται **thermowell** («μπανάνες»).

Λόγω του μεγέθους αυτής της κατασκευής τα θερμομέτρα δεν μπορούν να μπουν σε σωλήνες μικρότερους από 4" και για τον λόγο αυτό αν χρειαστεί σε αυτές τις περιπτώσεις κάποιο θερμομέτρο θα πρέπει να τοποθετείται ένα κομμάτι σωλήνα γύρω στα 200mm όπου και θα γίνετε μεταβολή της διαμέτρου χρησιμοποιώντας δύο

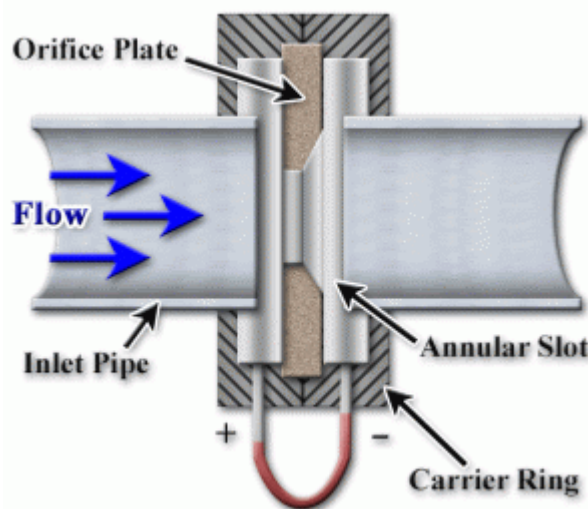
συστολές. Οι συστολές αυτές συνήθως είναι και οι δύο εκκεντρες FOB ώστε να διατηρείται το ίδιο επίπεδο στον σωλήνα. Επειδή όμως η εγκατάσταση αυτή μερικές φορές μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στην μέτρηση λόγω κατακράτησης αέρα σε σημεία που δεν δημιουργούνται προβλήματα στην στήριξη ή στην μεταβολή του υψομέτρου (π.χ. αμέσως πριν μια γωνία που ανεβαίνει) τότε χρησιμοποιείται ένα FOT με ένα FOB.

Σε μερικές περιπτώσεις αντί για θερμοζεύγη χρησιμοποιούνται διμεταλλικά ελάσματα. Τα ελάσματα αυτά είναι κατασκευασμένα από δύο διαφορετικά υλικά που έχουν διαφορετικό συντελεστή διαστολής. Με την αύξηση της θερμοκρασίας το ένα διαστέλλεται περισσότερο από το άλλο και το όργανο μετρά τη διαφορά επιμήκυνσης τους η οποία με την βοήθεια κατάλληλα βαθμονομημένης συσκευής μετατρέπεται σε ένδειξη θερμοκρασίας.

3.3.4.5. Μετρητές Ροής (Flow Meters)

Οι πιο συνηθισμένοι μετρητές ροής είναι τα flow orifice (FO). Πρόκειται για ένα σύστημα αποτελούμενο από δυο φλάντζες οι οποίες έχουν μια οπή με σπείρωμα στην περιφέρεια τους και μεταξύ των δυο φλαντζών τοποθετείται το flow orifice. Το flow orifice είναι ένα κυκλικό έλασμα το οποίο έχει μια οπή στη μέση η οποία έχει υποστεί μηχανουργική κατεργασία ακριβείας. Η αναλογία της εσωτερικής διαμέτρου του orifice προς την εσωτερική του σωλήνα ονομάζεται "β" και συνήθως είναι $\beta=0,7$. Η εγκατάσταση λειτουργεί μετρώντας την πίεση πριν και μετά την οπή και έτσι προσδιορίζει έμμεσα την ροή (λειτουργεί δηλαδή περίπου όπως και ένας σωλήνας venturi) .

Για την σωστή του λειτουργία, όταν το τοποθετείτε σε κατακόρυφα δίκτυα θα πρέπει να τοποθετείται έτσι ώστε να μετρούνται υγρά που ανεβαίνουν και αέρια που κατεβαίνουν. Επίσης στα οριζόντια συστήματα οι βάνες θα πρέπει να μπαίνουν στο κάτω μέρος του FO για τα υγρά ώστε να αποφεύγονται τις φυσαλίδες και στο πάνω μέρος για τα αέρια ώστε να αποφεύγετε η δημιουργία συμπυκνωμάτων. Λόγω πάχους η ελάχιστη κλάση φλαντζών orifice που υπάρχει είναι #300. Για να είναι ακριβής η μέτρηση όταν χρησιμοποιείτε το FO θα πρέπει να τα τοποθετείτε με βάση τις προδιαγραφές που θα δίνονται από την μελετητική εταιρία του έργου.



Ωστόσο δεν πρέπει να συγχέονται τα flow orifice με τα **Restriction Orifice (RO)**. Τα δεύτερα είναι ελάσματα με μια πολύ μικρή οπή στην μέση και τα οποία χρησιμοποιούνται ώστε να υπάρχει μια πολύ μικρή ροή στη γραμμή. Αυτό μπορεί να πρέπει να είναι επιθυμητό για διάφορους λόγους. Για παράδειγμα ας γίνει η υπόθεση πως υπάρχει ένα σύστημα θερμής ροής η οποία ελέγχεται από δυο αντλίες. Η μια αντλία είναι συνεχώς σε λειτουργία ενώ η δεύτερη μπαίνει σε λειτουργία μόνο όταν υπάρξει κάποιος λόγος (πχ. αυξημένη ζήτηση παροχής).

Όμως επειδή προτιμάτε να αποφεύγετε το θερμικό σοκ στην δευτερεύουσα αντλία από την θερμή ροή χρησιμοποιείται ένα RO στην έξοδο της σε συνδυασμό με ένα **by pass** με μια συρταρωτή βάνα η οποία όταν δεν λειτουργεί η αντλία είναι κλειστή. Μέσο του RO δημιουργείται μια πολύ μεγάλη πτώση πίεσης με αποτέλεσμα στην γραμμή της δεύτερης αντλίας να υπάρχει μια πολύ μικρότερη ροή, η οποία όμως αφενός δεν έχει επίπτωση στην κανονική ροή του συστήματος και αφετέρου βοηθάει στην διατήρηση της δεύτερης αντλίας σε υψηλή θερμοκρασία.

3.3.5. Αυτόματες Βάνες Ελέγχου (Control Valves)

Πρόκειται για αυτόματες βάνες οι οποίες εξωτερικά μοιάζουν με τις globe (και πολλές φορές είναι τύπου globe) και χρησιμοποιούνται για να ελέγχουν αυτόματα την ροή σε ένα σύστημα σε συνεργασία με κάποιο ενεργοποιητή (actuator). Ελέγχοντας βέβαια την ροή μπορεί έμμεσα να γίνει ρύθμιση θερμοκρασίας και πίεσης. Αυτές οι βάνες ελέγχονται από κάποιο όργανο και ανάλογα με το σήμα που λαμβάνετε πραγματοποιείτε και η επιθυμητή ρύθμιση. Αν και δεν χρειάζεται να υπάρχει χειροκίνητη ρύθμιση, μερικές φορές για λόγους ασφαλείας έχουν και αυτή την ιδιότητα. Οι περισσότερες μπορούν να δεχθούν μικρορυθμίσεις σε σχέση με την ευαισθησία τους.

Οι βάνες αυτές για γραμμές μικρότερες των 4" είναι το ελάχιστο κλάσης #300 ενώ για μεγαλύτερες διαστάσεις παίρνουν την κλάση της γραμμής. Για περιπτώσεις όπου χρειάζεται αυξημένη προστασία τότε υπάρχουν τύποι FC (fail close) και FO (fail open). Σε αυτές τις περιπτώσεις μετά από κάποια δυσλειτουργία του συστήματος αυτές θα πράξουν ανάλογα κλείνοντας ή ανοίγοντας. Εκτός από αυτές τις βάνες υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν actuator σε όλα τα είδη βανών. Συνήθως η control valve συνοδεύεται και από το αντίστοιχο σταθμό ελέγχου (control station).

3.3.6. Εξαεριστικά-Αποστραγγιστικά (Vent, Drain)

Τα εξαεριστικά και αποστραγγιστικά συνήθως συνδέονται με μια μισή μούφα (half coupling) στην γραμμή και συνεχίζουν με ένα κομμάτι σωλήνα 3/4" και μια gate βάνα. Η ελάχιστη απόσταση από κάποια άλλη συγκόλληση πρέπει να είναι 75mm αλλά συνιστάται να τοποθετούνται σε απόσταση τουλάχιστον 100mm. Τα εξαεριστικά τοποθετούνται πάντα στο πάνω μέρος του σωλήνα και στο υψηλότερο σημείο της διαδρομής` όπου και μπορούν να παγιδευτούν αέρια ενώ τα αποστραγγιστικά στο κάτω μέρος του σωλήνα και στα χαμηλότερα σημεία της διαδρομής.



Εικόνα 3.18. control station valve⁴⁰

3.3.7. Βοηθητικές Παροχές (Utility Stations)

Για τις καθημερινές ανάγκες συντήρησης και καθαρισμού του διυλιστηρίου υπάρχουν όπου χρειάζονται τα λεγόμενα Utility Stations. Δηλαδή γραμμές παροχής 1" από τα παρακάτω ρευστά.

- Ατμός
- Νερό
- Αέρας
- Αζωτο

Δεν είναι απαραίτητο κάθε σταθμός να έχει όλες αυτές τις γραμμές-παροχές. Στους σταθμούς αυτούς στα άκρα των παροχών υπάρχουν μόνιμοι ταχυσυνδεσμοί για γρήγορη και εύκολη σύνδεση και αποσύνδεση μιας μάνικας 1". Οι μάνικες αυτές θα πρέπει να καλύπτουν μια ακτίνα 15 μέτρων. Αν η περιοχή που πρέπει να καλυφθεί είναι μεγαλύτερη τότε θα χρειαστεί και δεύτερος σταθμός. Επίσης θα πρέπει να υπάρχει και η απαραίτητη βάννα για τον έλεγχο της ροής. Συνήθως λόγω του ότι οι γραμμές παροχής για τα utility stations είναι μικρής διαμέτρου (1") το τμήμα δεν κάνει χάραξη της πορείας τους αλλά απλώς σημειώνει που τοποθετούνται και από που παίρνουν παροχή. Στην ανέγερση της μονάδας και αφού έχουν κατασκευαστεί οι γραμμές που δείχνουν τα σχέδια, είναι στην ευχέρεια του εργολάβου να κάνει τη χάραξη (routing) όπως τον βολεύει (με βάση βέβαια το γεγονός που υπάρχει ελεύθερος χώρος).

3.3.7.1. Ατμός

Στο δίκτυο του ατμού βάζετε check valve για να αποφεύγετε η είσοδος αέρα στο σύστημα. Ο ατμός αυτός δεν χρησιμοποιείται βεβαίως για λειτουργικούς λόγους. Οι χρήσεις του είναι:

- Για τον καθαρισμό από λαδωμένες επιφάνειες. Δεν υπάρχει καλύτερος τρόπος για να καθαρίζεται η κρούστα που δημιουργεί το λάδι από τον ατμό.

- Όταν πρέπει να κλειστεί ένα δοχείο το οποίο για λειτουργικούς λόγους δεν θα πρέπει να έχει αέρα τότε χρησιμοποιείτε ο ατμός ο οποίος καταλαμβάνει όλο τον χώρο και απομακρύνει τον αέρα.
- Χρησιμοποιείται επίσης κατά τον ίδιο τρόπο και στους μεγάλους σωλήνες όταν πρέπει να αφαιρεθεί όλος ο αέρας.
- Πολλές φορές υπάρχουν διαρροές από διάφορα σημεία (πχ. στις φλάντζες και γενικά σε συνδέσεις λόγω διαστολών ή φθορών) με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος φωτιάς. Επειδή δεν είναι δυνατόν κάθε τόσο να κλείνει μια ολόκληρη μονάδα για επισκευές, βάζετε μόνιμα πάνω στην διαρροή μια ροή ατμού ώστε από την μια να σβήσει η φωτιά και από την άλλη να μην αναζωπυρωθεί. Αυτή η εγκατάσταση μπορεί να μείνει ακόμα και για αρκετούς μήνες έως ότου κλείσει η μονάδα, ώστε να γίνουν οι απαραίτητες επισκευές.

3.3.7.2. Νερό

Κατά κανόνα χρησιμοποιείται κυρίως για πλύσιμο και όχι για κάποια τροφοδοσία από τα utility station.

3.3.7.3. Αέρας

Χρησιμοποιείται για την κίνηση των πνευματικών εργαλείων, για καθαρισμό διαφόρων εξαρτημάτων και άλλες δευτερεύοντες χρήσεις.

3.3.7.4. Άζωτο

Χρησιμοποιείται όπως και ο ατμός, όπου απαιτείται η απομάκρυνση του αέρα (πχ. σε κάποιο δοχείο) και επιπλέον για να δημιουργηθεί αδρανής ατμόσφαιρα. Πολλές φορές χρησιμοποιείται για να διατηρείτε ο χώρος στον οποίο βρίσκεται υπό πίεση. Χρησιμοποιείται και εδώ check valve για να αποτρέψετε η είσοδος του αέρα στο σύστημα.

3.4. ΑΝΤΛΙΕΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ (PUMPS)

3.4.1. Γενικά

Αντλία είναι το τμήμα εκείνο του μηχανολογικού εξοπλισμού που χρησιμοποιείται όταν πρέπει να μεταφερθεί μια ποσότητα υγρού:

- Από μια υψομετρική στάθμη σε άλλη που βρίσκεται υψηλότερα (δηλαδή από ένα σημείο Α σε ένα σημείο Β όταν τα σημεία διαφέρουν υψομετρικά).
- Από ένα σημείο χαμηλής πίεσης σε ένα άλλο σημείο όπου υπάρχει υψηλότερη πίεση
- Όταν πρέπει να γίνει μεταφορά ρευστού από υψηλότερη στάθμη σε χαμηλότερη στάθμη όταν ο σωλήνας που συνδέει αυτές τις στάθμες (δηλαδή ο σωλήνας μεταφοράς) είναι πολύ μεγάλου μήκους και έτσι δημιουργείται μεγάλη υδραυλική αντίσταση μέσα σε αυτόν.



Εικόνα 3.19. Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται μια φυγοκεντρική αντλία και σχεδόν όλοι οι τύποι αντλιών που βρίσκονται στο διυλιστήριο έχουν παρόμοια διάταξη⁴¹

Πολυάριθμα είναι τα ζητήματα τα οποία πρέπει να εξεταστούν για την τοποθέτηση σωληνώσεων επάνω σε έναν συγκεκριμένο τύπο αντλίας. Ακολούθως αναφέρονται οδηγίες που βασίζονται σε καταστάσεις λειτουργίας της αντλίας σε πραγματικό περιβάλλον.

3.4.2. Οριζόντιες Φυγοκεντρικές Αντλίες

3.4.2.1. Σωλήνας Αναρρόφησης (suction piping)

Είναι το τμήμα εκείνο του σωλήνα από το σημείο παραλαβής του υγρού μέχρι την είσοδο του στην αντλία. Στις φυγοκεντρικές αντλίες πρέπει οι σωλήνες αναρρόφησης και κατάθλιψης να έχουν πλήρη παροχή ροής έτσι ώστε οι σωληνώσεις να είναι πάντα γεμάτες από το εκάστοτε ρευστό μεταφοράς.

Κατά την εισαγωγή του ρευστού στην αναρρόφηση της αντλίας πρέπει να γίνει ο κατάλληλος σχεδιασμός με σκοπό να αποφευχθεί η δημιουργία του φαινομένου της σπηλαίωσης και να αποτραπεί η εισαγωγή ατμού την αντλία. Επομένως, γραμμές αναρρόφησης πρέπει να έρχονται σε συνέχεια από ένα ικανοποιητικό ύψος στην αντλία και να υπάρχει η δυνατότητα απαερίωσης τους επαρκώς ώστε να ελαχιστοποιείται η παρουσία ατμού. Το ελάχιστο κάθετο ύψος που απαιτείται από την πηγή του ρευστού μεταφοράς προς το σημείο της αναρρόφησης καλείται «καθαρή θετική αναρρόφηση» (NPSH=net positive section head). Αυτό είναι κρίσιμης σημασίας για τη λειτουργία της αντλίας και δεν πρέπει να μειώνεται το ύψος αυτό στον υπολογισμό της μελέτης. Για τον λόγο αυτόν η ανύψωση των δοχείων εξαρτάται συχνά από την NPSH της ανάλογης αντλίας που σχετίζεται στην εγκατάσταση.

Μέγεθος σωληνογραμμής (Line size). Στην αναρρόφηση το μέγεθος του σωλήνα είναι συνήθως ένα ή δύο μεγέθη μεγαλύτερο από το μέγεθος σωλήνα στο ακροφύσιο (suction nozzle) αναρρόφησης. Για διαφορά μεγέθους πάνω από δυο μεγέθη θα πρέπει να συζητηθεί η διεξαγωγή της μελέτης με το τμήμα του process analysis. Για παράδειγμα, σε ακροφύσιο 4" NPS σε μια αντλία όπου ο σωλήνας αναρρόφησης είναι 6" είναι ανεκτό, αλλά στην περίπτωση που για το ίδιο ακροφύσιο αναρρόφησης το μέγεθος του σωλήνα είναι 8" και άνω είναι αμφισβητήσιμη και θα πρέπει να ελεγχθεί εξίσου από το τμήμα του process analysis πριν προχωρήσει η διεξαγωγή της μελέτης.

Μεταξύ της συνδεσμολογίας των σωληνώσεων αναρρόφησης και κατάθλιψης με τα αντίστοιχα ακροφύσια θα πρέπει να εξετάζετε η τοποθέτηση της συνδεσμολογίας με φλάντζες, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα αφαίρεσης της αντλίας, εάν κριθεί απαραίτητο, χωρίς να πραγματοποιηθεί κοπή του σωλήνα στο πεδίο της εγκατάστασης.

Οι σωληνώσεις στις γραμμές αναρρόφησης των αντλιών μεταξύ του εκάστως δοχείου και του ακροφυσίου αναρρόφησης της αντλίας πρέπει να είναι όσο το δυνατόν επιτρεπτά συντομότερες ώστε να αποφύγετε μια ενδεχόμενη πτώση της πίεσης.

Οι γραμμές αναρρόφησης θα πρέπει να τοποθετούνται με τρόπο τέτοιο έτσι ώστε να αποφεύγονται πιθανές αλλαγές κατεύθυνσης και αναταράξεις-στροβιλισμός στην ροή.

Η τοποθέτηση σωληνώσεων σε πολύ χαμηλά σημεία που σχηματίζουν "rockets" σε σχέση με το ύψος της αντλίας όπου ατμοί και αέρια μπορεί να παγιδευτούν πρέπει να αποφεύγεται.

Πρέπει να υπάρχει επαρκής ευελιξία στις σωληνώσεις για να απορροφώνται οι διακυμάνσεις αυξομείωσης του μήκους των σωλήνων που επιδέχονται λόγω θερμοκρασιών λειτουργίας που αναπτύσσονται. Επίσης στα ακροφύσια (nozzles) των αντλιών δεν πρέπει να φορτίζονται με τάσεις άνω του επιτρεπόμενου που ορίζεται από τον προμηθευτή της αντλίας καθώς είναι το ευαίσθητο μέρος της αντλίας που δέχεται μεγάλο όγκο φορτίσεων κυρίως κατά την εκκίνηση λειτουργίας και υπάρχει μεγάλος κίνδυνος αστοχίας του υλικού.

Στην συνδεσμολογία της αναρρόφησης μεταξύ ακροφυσίου και σωλήνα αναρρόφησης δεν επιτρέπεται η απευθείας σύνδεση με εξάρτημα γωνίας (elbow) αλλά πρέπει να προσθέτετε ένα ευθύγραμμο κομμάτι σωλήνα μεταξύ του ακροφυσίου και του elbow ελαχίστου μήκους ίσο με δύο διαμέτρους του ανάλογου σωλήνα. Αυτό έχει ως απώτερο σκοπό την ομαλή εισαγωγή της ροής χωρίς στροβιλισμό στην εισαγωγή της φερωτής και εφαρμόζετε μόνο σε δυσμενές περιπτώσεις ανεπάρκειας χώρου της εγκατάστασης.

Προσθήκη συστολής (reducer). Όπως προαναφέρθηκε το μέγεθος της σωλήνας αναρρόφησης είναι μεγαλύτερο από μέγεθος του ακροφυσίου οπότε για την μεταξύ τους συνδεσμολογία απαιτείται η προσθήκη συστολής (reducer), η συστολή πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στο ακροφύσιο. Για την περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται έκκεντρο συστολικό (ecc. Reducer) όπου το επίπεδο σημείο του να είναι στραμμένο στην άνω πλευρά του σωλήνα όσον αφορά τις φυγοκεντρικές

αντλίες. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η παγίδευση πιθανής εμφάνισης ατμού που θα οδηγούσε σε φαινόμενο σπηλαιώσης.

Πίεση αναρρόφησης, είναι η τιμή της πίεσης που φαίνεται στο μανόμετρο που βρίσκεται στον αγωγό αναρρόφησης ακριβώς πριν την είσοδο του ρευστού και δείχνει την πίεση που έχει το υγρό πριν αυτό μπει στην αντλία.

Φίλτρο αναρρόφησης (startup section strainer). Ανήκει στο σύνολο του εξοπλισμού της κάθε αντλίας και τοποθετείται πάντοτε μεταξύ της βάνας αναρρόφησης και της εισόδου του υγρού στην αντλία. Η κύρια λειτουργία του είναι να συλλέγει μέσω ειδικού εσωτερικού πλέγματος τυχόν φερτά υλικά τα οποία θα προκαλούσαν πρόβλημα στην λειτουργία της αντλίας. Τα φίλτρα αναρρόφησης στις αντλίες διατίθενται στους εξής τύπους όπως: flat, basket, conical, and bath or "tee" type. Για τον τύπο φίλτρου basket και conical βολεύει να τοποθετείται με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνεται εύκολα αποσπώμενο μέσο συνδεσμολογίας φλαντζών στα άκρα του και να μην αλληλοεπιδρά με κάποιο στήριγμα του σωλήνα αναρρόφησης.

3.4.2.2. Σωλήνας Κατάθλιψης (discharge pipeline & fittings)

Είναι το τμήμα του σωλήνα που ξεκινάει από το σημείο που βγαίνει το υγρό από την αντλία, μέχρι το σημείο που είναι για να μεταφερθεί (καταθλίβει).

Προσθήκη συστολής (reducer). Αφού η σωλήνα κατάθλιψης είναι μεγαλύτερη όπως προ αναφέρθηκε από το ακροφύσιο κατάθλιψης η μεταξύ τους σύνδεση απαιτεί την προσθήκη συστολής (reducer). Σημείωση! Στην κατάθλιψη της αντλίας το σύνηθες είναι να τοποθετείται ομόκεντρο reducer, αλλά παρά μόνο σε εξαίρεση εάν ο τύπος αντλίας φέρει τα ακροφύσια αναρρόφησης και κατάθλιψης σε κοντινή απόσταση στο άνω της μέρος τότε τοποθετείται έκκεντρο reducer με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει ένα ανεκτό διάκενο για εύκολη πρόσβαση χειρισμού.

Μέγεθος σωληνογραμμής κατάθλιψης (discharge line size). Γενικά ο σωλήνας κατάθλιψης είναι ένα ή δύο μεγέθη μεγαλύτερος από το μέγεθος του ακροφυσίου της αντλίας. Για παράδειγμα, ένα ακροφύσιο 10" σε σύνδεση με σωλήνα κατάθλιψης 12" ή 14" είναι εφικτή, αλλά εάν για το ίδιο ακροφύσιο κατάθλιψης το μέγεθος του σωλήνα είναι 16" ή 18" κρίνεται αμφισβητήσιμο και θα πρέπει να υπάρξει επικοινωνία με το τμήμα του process analysis.

Πίεση κατάθλιψης. Είναι η τιμή της πίεσης που φαίνεται στο μανόμετρο το οποίο τοποθετείτε αμέσως μετά τον αγωγό κατάθλιψης και δείχνει τοπικά την στιγμιαία πίεση εξόδου. Αφού λοιπόν ο σκοπός της αντλίας είναι να δώσει μια απαιτούμενη ενέργεια στο υγρό αυτή μεταφράζεται σε πίεση γι' αυτό και πάντοτε η πίεση κατάθλιψης είναι μεγαλύτερη από την πίεση αναρρόφησης.

Βάνα αντεπιστροφής (check valve). Στην πλευρά της κατάθλιψης της αντλίας τοποθετείτε πάντα βάνα αντεπιστροφής της ροής, ώστε να εμποδίσει πιθανή αναστροφή της ροής. Τοποθετείται πάντα ακριβώς πριν την βάνα απομόνωσης της κατάθλιψης.

Βάνα απομόνωσης κατάθλιψης. Είναι η βάνα που τοποθετείται στον σωλήνα κατάθλιψης και πάντα ακριβώς μετά το ανεπίστροφο της αντλίας. Η βάνα κατάθλιψης μπορεί να είναι κολλητή ή φλαντζωτή και τύπου θύρας (gate valve).

3.5. ΜΟΝΩΣΗ (INSULATION)

3.5.1. Γενικά

Συνήθως χρησιμοποιείται μόνωση στις σωληνώσεις για τους ακόλουθους λόγους:

Για να διατηρηθεί το ρευστό που ρέει μέσα στο δίκτυο στην επιθυμητή θερμοκρασία. Αυτό γίνεται για διάφορους λόγους. Για παράδειγμα αν μέσα στην γραμμή υπάρχει πίσσα, τότε είναι θεμιτό να διατηρείται μία υψηλή θερμοκρασία ώστε να κρατείται αυξημένη η ρευστότητα ή αν είναι γραμμή ατμού να μην δημιουργείται συμπύκνωμα. Για κάθε όμως είδος και πάχος μόνωσης αυτό ορίζεται σύμφωνα με απαιτήσεις του process analysis.

Η θερμοκρασία του μετάλλου από το οποίο κατασκευάζεται ο αγωγός μπορεί να φθάσει έως το 80% της θερμοκρασίας του προϊόντος. Αν δεν υπήρχε η μόνωση τότε εκτός από τους κινδύνους για το προσωπικό λειτουργίας, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών θα υπήρχε πρόβλημα και στον σωλήνα. Τα προβλήματα αυτά θα ήταν εκτεταμένα οξειδωση λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, κίνδυνος λόγω διαστολών να σπάσουν τα μπουλόνια λόγω της μικρότερης διαστολής τους εφόσον αυτά θα ήταν κρύα σε σχέση με τον σωλήνα. μεγάλες απώλειες θερμότητας κτλ.

Για τους ίδιους ίδιους λόγους εξίσου μονώνονται και τα δοχεία, οι εναλλάκτες, οι αντλίες κλπ. Όταν για παράδειγμα ένα δοχείο έχει τομείς με διαφορετικές θερμοκρασίες τότε ο κάθε τομέας θα πρέπει να μονώνεται έτσι ώστε να εξυπηρετούνται οι λειτουργικές του ανάγκες. Εκτός από την απαίτηση για πολύ μικρή θερμική αγωγιμότητα. τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τις μονώσεις θα πρέπει να είναι ικανά να αντέχουν και στις καιρικές συνθήκες της περιοχής όπου τοποθετούνται.

Για θερμοκρασίες μέχρι και 150°C οι φλάντζες και οι βάνες, λόγω της πολυπλοκότητας της εγκατάστασης της μόνωσης σε αυτές, μένουν γυμνές. Το είδος και το πάχος της μόνωσης εξαρτάται από τη θερμοκρασία του ρευστού που μεταφέρετε κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας της εγκατάστασης και όταν είναι απαραίτητο και για ειδικές περιπτώσεις (π.χ. regeneration). την διάμετρο του σωλήνα και τις επιτρεπόμενες απώλειες θερμότητας.

3.5.2. Υλικά Μονώσεων

Για τις απαιτήσεις σε μόνωση στη θερμές μονάδες χρησιμοποιούνται συνήθως τρία υλικά:

3.5.2.1. Υαλοβάμβακας (Fiberglass):

Είναι το υλικό που χρησιμοποιείται κατά κόρον. Στα πλεονεκτήματά του είναι η εύκολη τοποθέτησή του και η ικανοποιητική απόδοση του. Η μέγιστη θερμοκρασία η οποία μπορεί να αντέξει είναι οι 450°C και απαιτείται μεγάλη προσοχή στο τύλιγμα. Η διαδικασία εγκατάστασης έχει ως εξής: Αφού τυλιχθεί γύρω από το σωλήνα δένεται με λεπτό σύρμα σε διαφορετικά επίπεδα μήκους. Στην συνέχεια καλύπτετε με φύλλα αλουμινίου τα οποία δένονται μεταξύ τους με βίδες.

3.5.2.2. *Mineral wool:*

Χρησιμοποιείται για θερμοκρασίες έως 650°C και έρχεται σε έτοιμα κομμάτια τα οποία τοποθετούνται στο σωλήνα.

3.5.2.3. *Calcium silicate:*

Πρόκειται για ένα υλικό το οποίο είναι σταθερό σαν γύψος και έρχεται έτοιμο στο σχήμα που επιθυμείτε (και για τον αγωγό και για τα εξαρτήματα) Στα πλεονεκτήματά του συγκαταλέγεται το ότι είναι πάρα πολύ κακός αγωγός της θερμότητας. Στα αρνητικά του είναι το ότι απορροφά υγρασία, σπάει πολύ εύκολα και πρέπει να παραγγέλνεται ακριβώς στις διαστάσεις της γραμμής και χρειάζεσαι πολύ μεγάλο αποθηκευτικό χώρο. Χρησιμοποιείται για θερμοκρασίες έως 800°C.

3.5.3. Είδη μονώσεων

Η υπηρεσία ή ο σκοπός για τον οποίο απαιτείται η μόνωση θα πρέπει να κατηγοριοποιείται και να δείχνεται στα σχέδια με βάση του ακόλουθους συμβολισμούς.

3.5.3.1. *Προστασία Προσωπικού (Personal Protection-PP)*

Πρόκειται για μόνωση η οποία χρησιμοποιείται με αποκλειστικό στόχο την προστασία του προσωπικού του διυλιστηρίου σε περιπτώσεις που η θερμοκρασία λειτουργίας είναι μεγαλύτερη από 48°C. Η μόνωση αυτή δεν καλύπτει τον σωλήνα σε όλο του το μήκος αλλά μόνο για ης περιοχές εκείνες στις οποίες έχει πρόσβαση το προσωπικό του διυλιστηρίου για εργασία. Οι συνήθεις διαστάσεις είναι 1 μέτρο υπερκάλυψης της περιοχής εργασίας στο οριζόντιο επίπεδο και 2 μέτρα στο κατακόρυφο επίπεδο. από την επιφάνεια της πλατφόρμας ή του εδάφους.

3.5.3.2. *Διατήρηση της θερμοκρασίας (Heat Conservation-HC)*

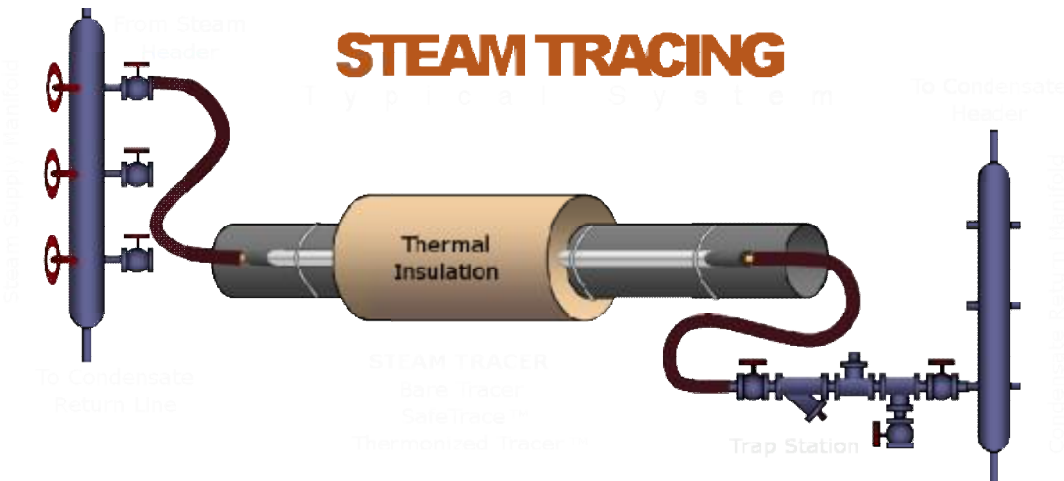
Κλασική μόνωση σωλήνων για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 65°C.

3.5.3.3. *Process Stabilization- (PS)*

Η κατηγορία αυτή αφορά μονώσεις για οποιαδήποτε θερμοκρασία λειτουργίας και αφορά περιπτώσεις που επιθυμείτε ο έλεγχος στις απώλειες θερμότητας. Το πάχος της μόνωσης συνήθως είναι το ίδιο με εκείνο της HC. Η κατηγορία αυτή καλύπτει περιπτώσεις για σωληνώσεις και μηχανήματα που περιέχουν ρευστά τα οποία βρίσκονται λίγο πάνω από το σημείο πήξης (freezing or thickening).

3.5.3.4. Fire Protection- (FPI)

Η μόνωση σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιείται και για λόγους πυρασφάλειας. Το υλικό που χρησιμοποιείται σε αυτή την περίπτωση είναι το calcium silicate σε ένα πάχος τουλάχιστον 120mm ώστε να παρέχει προστασία από φωτιά για περίπου 3 ώρες.



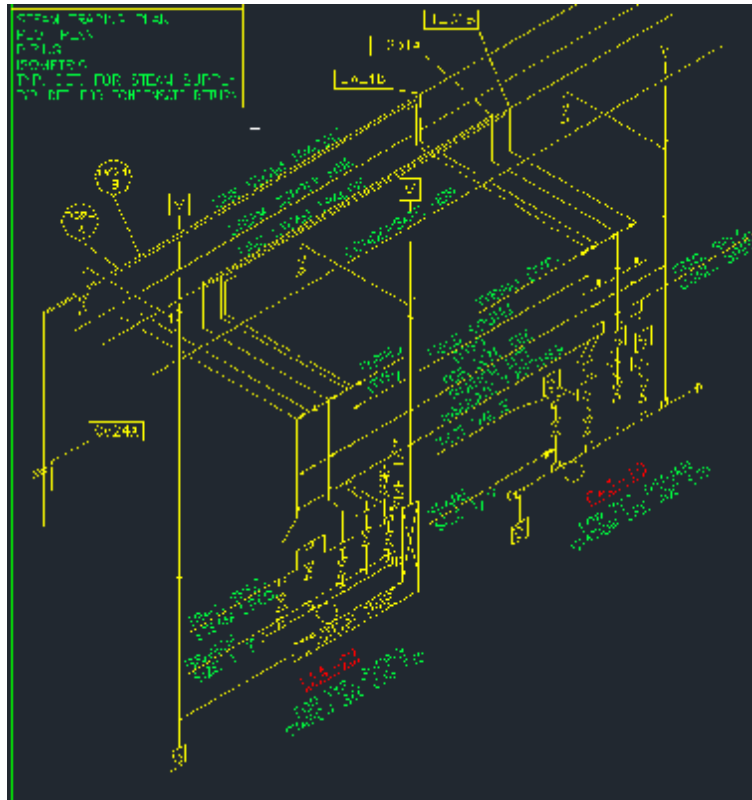
Εικόνα 3.19. manifold steam tracing⁴²

3.5.3.5. Ατμός Συνοδείας (Steam Tracing)

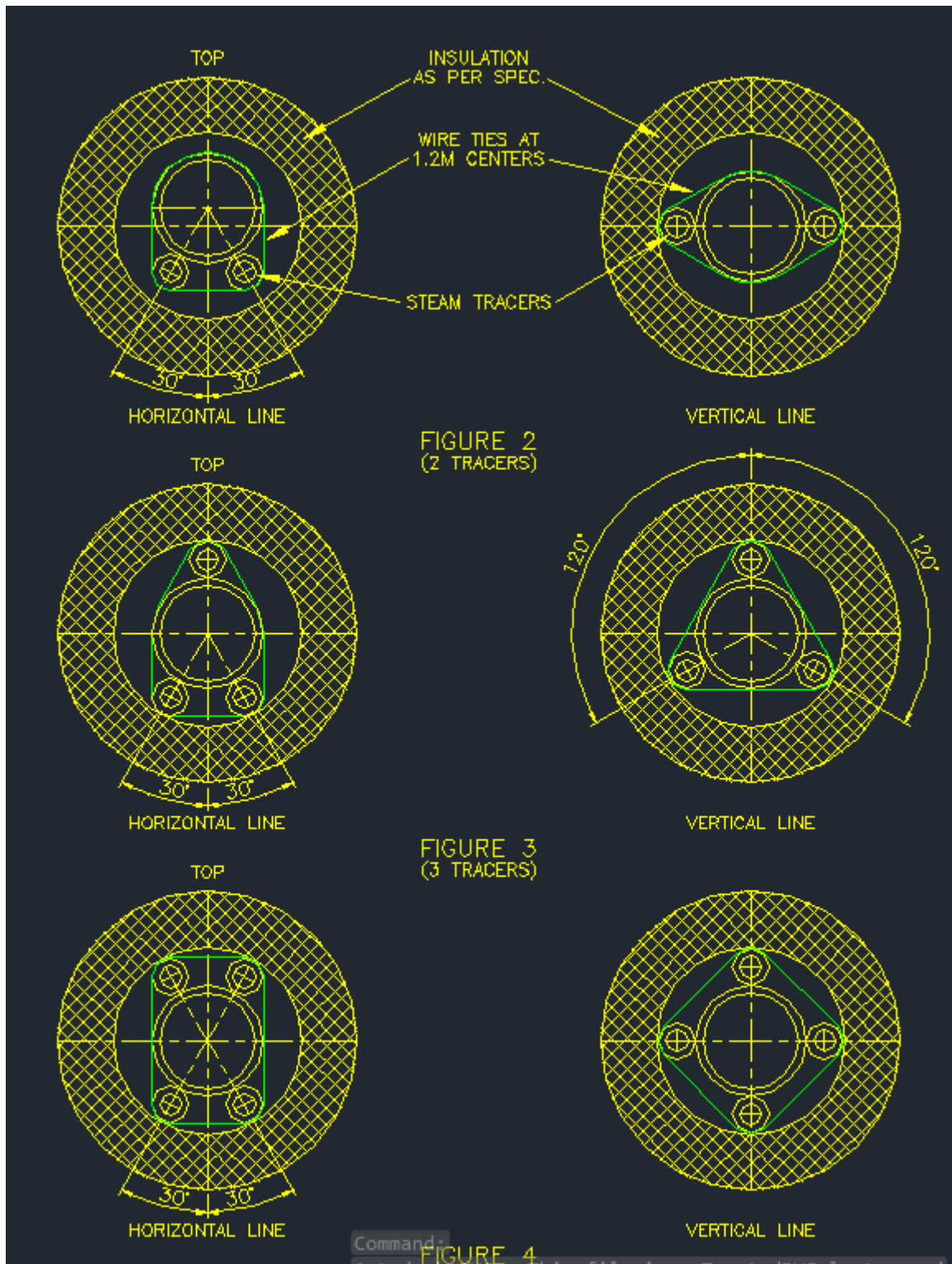
Πρόκειται για ένα σύστημα από λεπτούς σωλήνες οι οποίοι έχουν ατμό και ακολουθούν (αγκαλιάζουν) την κυρία γραμμή ώστε να τη διατηρήσουν σε μία υψηλή θερμοκρασία και είναι παράλληλοι με αυτήν. Συνήθως το σύστημα κατασκευάζεται από σωλήνες 1/2" ή 3/4" από κοινό χάλυβα. Όταν όμως η θερμοκρασία του σωλήνα του ρευστού υπερβαίνει τους 400°C ή όταν ο σωλήνας είναι ανοξειδωτος, τότε οι σωλήνες του ατμού συνοδείας είναι ανοξειδωτοι. Η απόσταση που διατρέχουν δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 50m. Οι γραμμές του steam tracing ξεκινούν από ένα manifold τροφοδοσίας και καταλήγουν σε ένα αντίστοιχο απομάκρυνσης έχοντας όλες βάνια ελέγχου, εκτός και αν προδιαγράφεται κάτι άλλο. Τα manifolds έχουν επίσης και μία τουλάχιστον ελεύθερη υποδοχή η οποία χρησιμοποιείται για όργανα μέτρησης, για έλεγχο κτλ.



Εικόνα 3.20 διάταξη του σωλήνα ατμού-συνοδείας σε κατασκευαστικό στάδιο⁴³



Εικόνα 3.21: Ισομετρικό σχέδιο⁴⁴

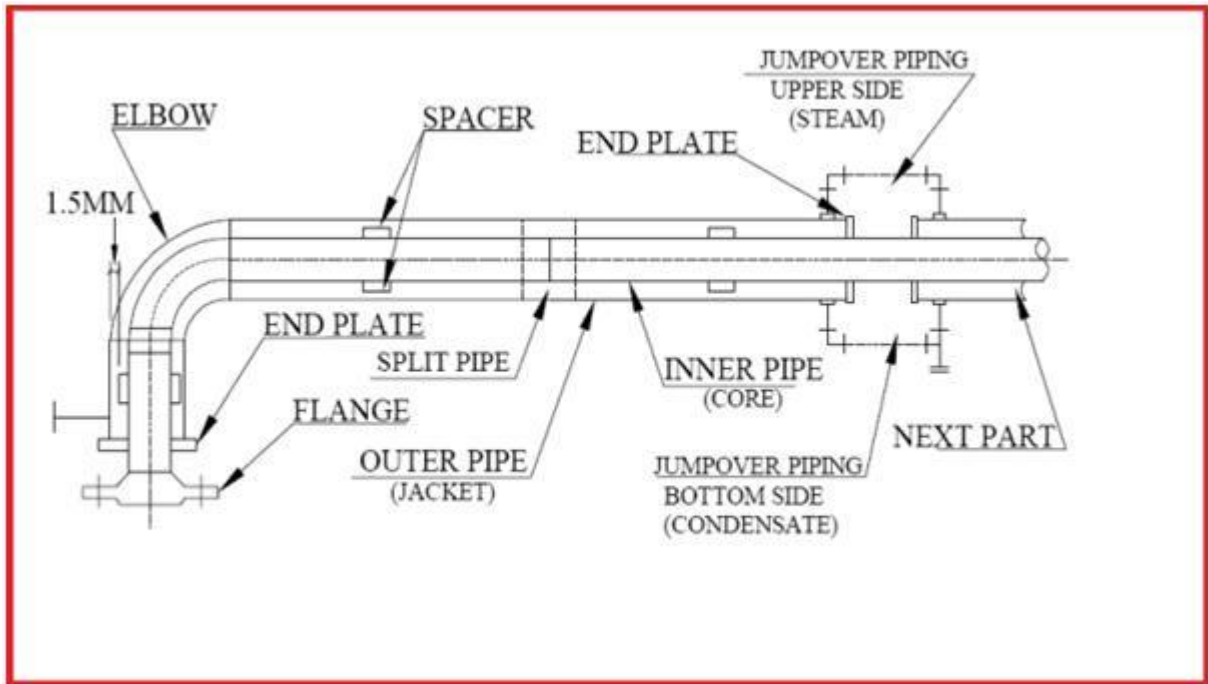


Εικόνα 3.22: Σχέδιο αμμοσυνοδείας με την μέθοδο *steam jacket*⁴⁵

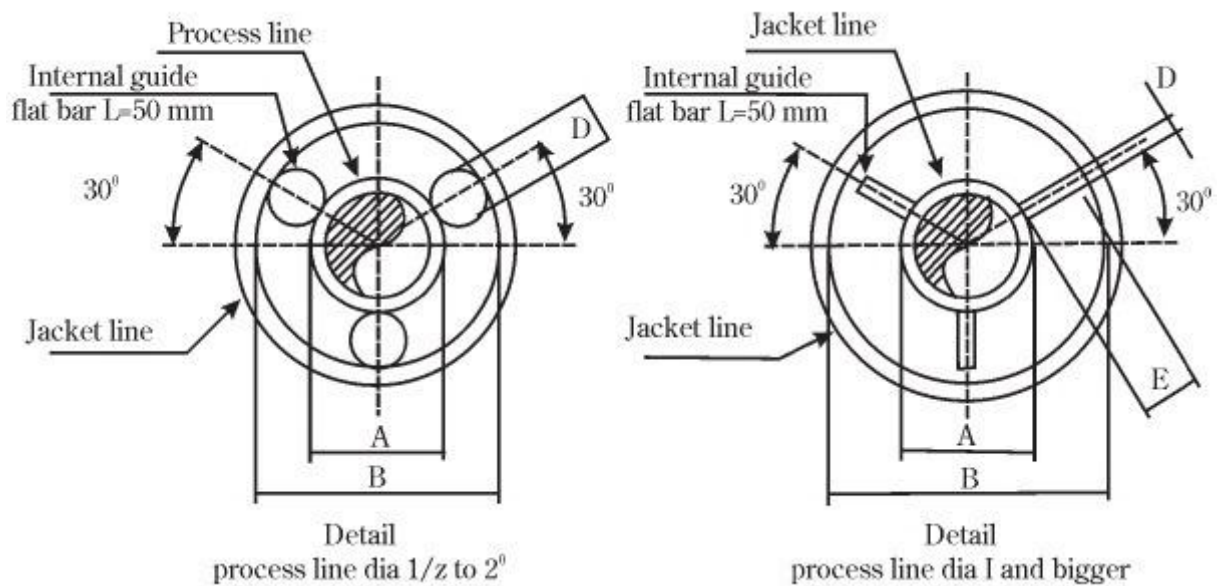
3.5.3.6. Steam Jacket

Πρόκειται για διαδικασία με τον ίδιο στόχο του steam tracing, με την διαφορά ότι τοποθετείται ο κύριος αγωγός μέσα στον εξωτερικό σωλήνα του ατμού και η μόνωση τοποθετείται στον εξωτερικό σωλήνα του ατμού και όχι στον αγωγό. Έτσι

τώρα ο ατμός που κυκλοφορεί έρχεται απευθείας σε επαφή με τον σωλήνα. Στο σύστημα αυτό πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις γωνίες, αν μπορεί να περάσει ο σωλήνας.



Εικόνα 3.23: Steam jacket pipes σε πλάγια όψη⁴⁶

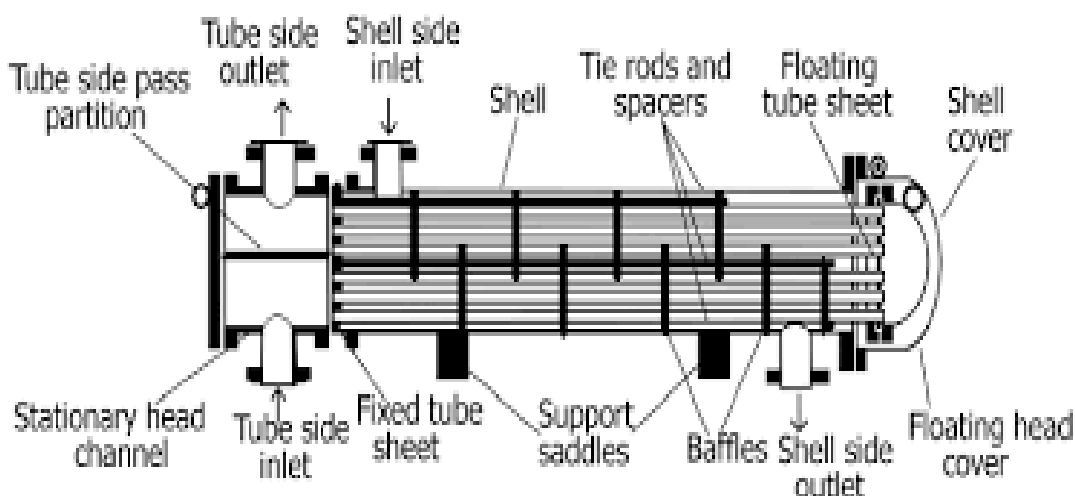


Εικόνα 3.24: Steam jacket pipes σε τομή⁴⁷

3.6. ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (HEAT EXCHANGERS)

3.6.1. Εναλλάκτες Στις Σωληνογραμμές

Εναλλάκτης θερμότητας είναι ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση θερμότητας από ένα ρευστό σε ένα άλλο, με σκοπό την ψύξη του ενός και παράλληλα τη θέρμανση του άλλου. Από τους πιο συνηθισμένους τύπους εναλλακτών στο διυλιστήριο είναι ο αυλών-κελύφους.



Εικόνα 3.25: Στοιχεία εναλλάκτη⁴⁸

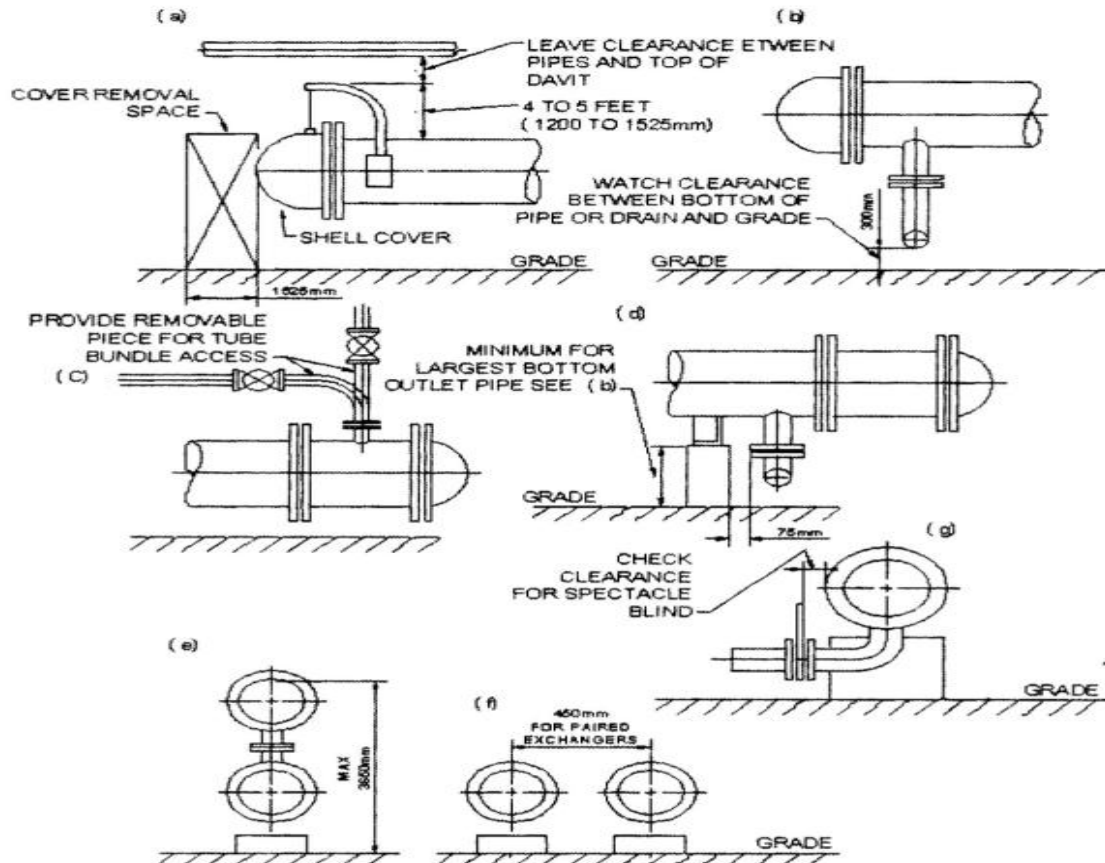
3.6.2. Διάταξη Εναλλακτών-Σωληνώσεων

Σε πρώτο στάδιο οι πληροφορίες του προς τοποθέτηση ενός εναλλάκτη θα πρέπει να δίνονται στην ομάδα μελετών σωληνώσεων, έτσι ώστε οι μελέτες των σωληνώσεων να μπορούν να γίνουν με ειδική αναφορά στον προσανατολισμό των κύριων ακροφύσιων της λειτουργίας του (tube side inlet-outlet, shell side inlet-outlet nozzles). Πριν όμως από την διευθέτηση των σωληνώσεων του εναλλάκτη θερμότητας απαιτούνται επιπλέον πληροφορίες από το διάγραμμα διαδρομής της ροής (process flow diagram). Αυτό θα δείξει το είδος των ρευστών που πρόκειται να χειριστούν από τους εναλλάκτες και θα δηλώσει τα ποσοστά ροής τους, θερμοκρασίες και πιέσεις.

Επί προσθέτως θα χρειαστεί ο μηχανικός κατάλογος του εναλλάκτη (exchanger data sheet) όπου αναγράφονται από τον κατασκευαστή όλες η μηχανολογικές πληροφορίες του εξοπλισμού όπως διαστάσεις, πληροφορίες ονομαστικής λειτουργίας και πιθανούς περιορισμούς διαστάσεων.

· Πρωταρχικό κριτήριο για την καλή συντήρηση και ασφαλείς συνθήκες εργασίας, είναι η αναγκαία διευθέτηση του χώρου τοποθέτησης της περιοχής όπου θα τοποθετηθεί ο εναλλάκτης ώστε να έχει εύκολη προσβασιμότητα χειρισμού.

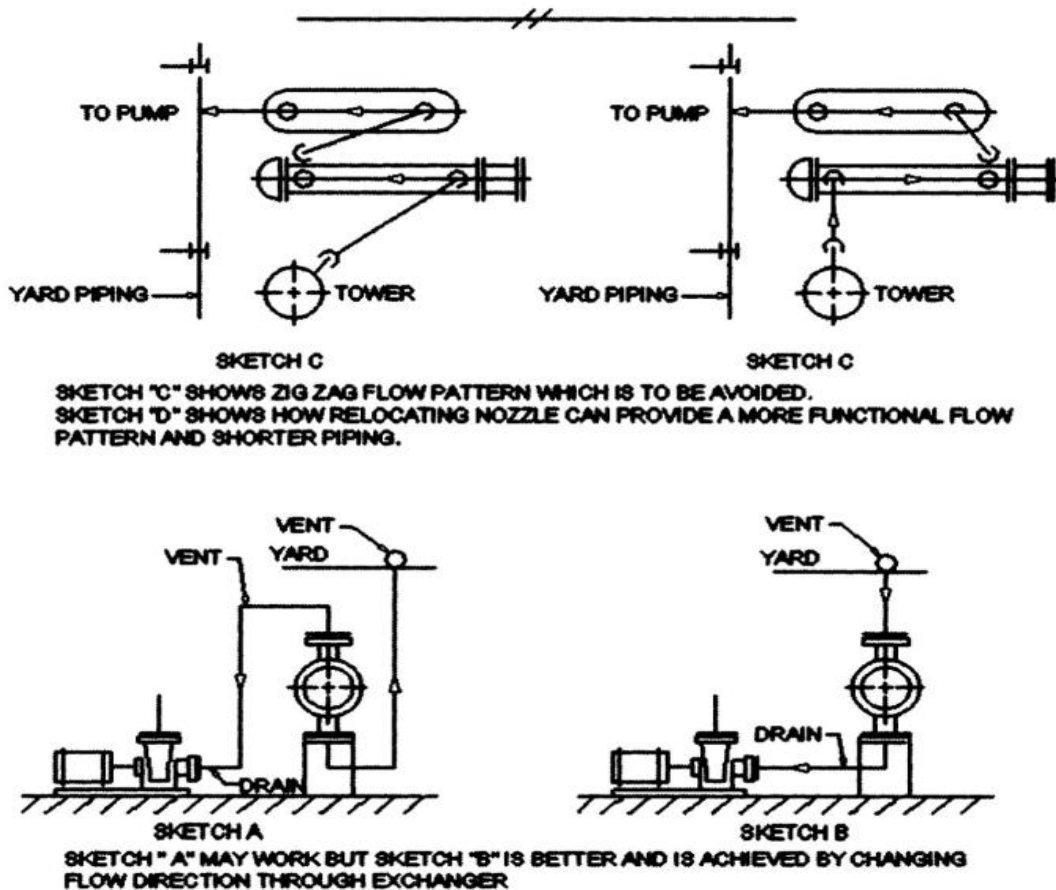
- Οι εναλλάκτες μπορούν να τοποθετηθούν σε απόσταση και να ομαδοποιηθούν σε ζεύγη.
- Η απόσταση μεταξύ δυο εναλλακτών (single type) πρέπει να είναι κατά ελάχιστα 750 (mm), και μεταξύ τους να υπάρχει ένας διαυγής δρόμος πρόσβασης που
- να θεωρείται επαρκής, δεδομένου ότι είναι ο σαφής χώρος μεταξύ των κελυφών τους συμπεριλαμβάνοντας και τις σωληνώσεις τους.



Εικόνα 3.26: Διατάξεις τοποθέτησης εναλλακτών για τους μελετητές⁴⁹

- Για τους εναλλάκτες διπλού τύπου (paired type A/B) απαιτείται παρόμοια προϋπόθεση απόστασης μεταξύ τους και των γειτονικών τους, η μεταξύ απόσταση κάθε κελύφους του ζεύγους, είναι ανεκτό να κυμαίνεται στα 450 (mm) μεταξύ των κεφαλών.
- Στο πίσω μέρος των εναλλακτών πρέπει πάντοτε να υπάρχει ένα ελάχιστο κενό των 150 (mm) για την αφαίρεση του καλύμματος (shell cover) και να παρέχεται διαθέσιμος χώρος για την απομάκρυνση του από την περιοχή εργασίας.
- Στο μπροστινό μέρος του εναλλάκτη (tube side), η ελάχιστη απόσταση ελευθερίας για την εξώληση του shell side θα πρέπει να είναι τουλάχιστον στα 500 (mm) μεγαλύτερη από το μήκος του.
- Οι σωληνώσεις που συνδέονται με εναλλάκτες θερμότητας γενικά πρέπει να διατηρούν διαδρομές απλή δομής
- Η οικονομία σωληνώσεων και η βέλτιστη μελέτη σχεδιασμού εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό αν ο σχεδιαστής σωληνώσεων είναι σε θέση να γνωρίζει ποιες

αλλαγές μπορούν να γίνουν στους εναλλάκτες. Για παράδειγμα, ο σχεδιαστής σωληνώσεων μπορεί ανάλογα την περίπτωση να αλλάξει στο shell side του εναλλάκτη την κατεύθυνση ροής μεταξύ shell side inlet και shell side outlet στην τοποθέτηση των ακροφύσιων του χωρίς να επηρεάζεται η κατάσταση λειτουργίας του αφού ενημερώσει τον κατασκευαστή του εναλλάκτη και πάρει την σχετική άδεια.



Εικόνα 3.27: Διατάξεις τοποθέτησης εναλλακτών με γειτονικούς εξοπλισμούς⁵⁰

Η εικόνα δείχνει τις πιθανές τροποποιήσεις από τους σχεδιαστές σωληνώσεων σε τυπικούς εναλλάκτες κελύφους αυλών καθώς και των σωληνώσεων χωρίς να επηρεάζουν την θερμική τους λειτουργία. Όταν μελετάται για να γίνει μια τέτοια αλλαγή θα πρέπει να έχει υπόψιν ότι γενικά τα θερμαινόμενα μέσα πρέπει να ρέουν προς τα πάνω και τα ψυχθέντα μέσα προς τα κάτω. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό εάν πραγματοποιηθεί μια φυσική αλλαγή της φάσης του ρευστού εντός του όπως εξάτμιση ή συμπύκνωση.

Κατά την διαδικασία της θέρμανσης το ψυχρό ρευστό εισέρχεται στο κέλυφος του εναλλάκτη (tube side inlet) στο κατώτερο μέρος του σωλήνα θα πρέπει να τοποθετηθεί ένα βανάκι συνήθως 3/4-1" για την αποστράγγιση του συμπυκνώματος. Στην έξοδο του tube side outlet αν το ρευστό εξέρχεται σε φάση ατμού έχοντας απορροφήσει θερμότητα μέσω μεταφοράς από τους σωλήνες του shell side αναπτύξει θερμοκρασία και πίεση τότε στο ανώτερο μέρος του σωλήνα θα πρέπει να τοποθετηθεί βανάκι απαερίωσης του σωλήνα. Τα βανάκια αυτά ωστόσο είναι για την

φάση της υδραυλικής δοκιμής ή της αποστράγγισης σε περίπτωση shut down και συντήρησης του εναλλάκτη!

Η ακριβής θέση τοποθέτησης ενός εναλλάκτη μπορεί να εκτιμηθεί εύκολα από το διάγραμμα ροής. Ποιο συγκεκριμένα η θέση ενός εναλλάκτη σε ένα διυλιστήριο μπορεί να γίνει κατά την ακόλουθη γενική ταξινόμηση:

Οι εναλλάκτες που πρέπει να βρίσκονται δίπλα σε άλλο εξοπλισμό. Τέτοιοι εναλλάκτες είναι οι αναβραστήρες, οι οποίοι πρέπει να τοποθετούνται δίπλα στους αντίστοιχους πύργους τους, ή τους συμπυκνωτές, οι οποίοι πρέπει να βρίσκονται δίπλα από δοχεία αναρροής κοντά στον πύργο.

Εναλλάκτες που πρέπει να βρίσκονται κοντά σε άλλους εξοπλισμούς επεξεργασίας. Ένα παράδειγμα είναι οι εναλλάκτες σε κλειστά κυκλώματα αντλιών, όπως μερικά κυκλώματα αναρροής. Οι εναέριοι συμπυκνωτές πρέπει επίσης να βρίσκονται κοντά στον πύργο τους για να εξασφαλίσουν ότι η πτώση πίεσης στη γραμμή θα είναι ελάχιστη. Στην περίπτωση tower bottom draw off exchanger rump flow, οι εναλλάκτες πρέπει να είναι κοντά στον πύργο ή το δοχείο για να εξασφαλιστούν οι ποιο σύντομες οδεύσεις στις γραμμές αναρρόφησης.

Εναλλάκτες που βρίσκονται μεταξύ απομακρυσμένων στοιχείων εξοπλισμού επεξεργασίας. Ένα παράδειγμα είναι οι εναλλάκτες με τις γραμμές επεξεργασίας που συνδέονται ταυτόχρονα και με την πλευρά του κελύφους αλλά και με την πλευρά των αυλών, όπου η παράλληλη διαδρομή των σωληνώσεων είναι η ιδανική. Η καλύτερη θέση εγκατάστασης του εναλλάκτη βρίσκεται σε εκείνη την πλευρά της μονάδας όπου είναι τοποθετημένη και η πλειοψηφία του σχετικού εξοπλισμού. Άλλες τοποθεσίες κοστίζουν περισσότερο λόγω των μεγαλύτερων διαδρομών σωληνώσεων.

Εναλλάκτες που βρίσκονται μεταξύ του εξοπλισμού επεξεργασίας και του ορίου της μονάδας για παράδειγμα, ψύκτες προϊόντων, οι οποίοι συχνά βρίσκονται κοντά στο όριο της μονάδας.

Εναλλάκτες διπλού τύπου. Ένα περαιτέρω βήμα στη διάταξη του εξοπλισμού είναι να διαπιστωθεί ποιοι εναλλάκτες μπορούν να στοιβάζονται για να απλοποιηθούν οι οδεύσεις των σωληνώσεων ώστε να εξοικονομηθεί χώρος. Οι περισσότερες μονάδες με την ίδια λειτουργία ομαδοποιούνται αυτόματα. Δύο εναλλάκτες σε σειρά ή παράλληλα συνήθως στοιβάζονται. Μερικές φορές, οι εναλλάκτες μικρής διαμέτρου σε σειρά μπορούν να στοιβάζονται και τρεις ο ένας πάνω από των άλλων. Δύο εναλλάκτες σε ανόμοιες υπηρεσίες μπορούν επίσης να στοιβάζονται. Πρέπει να υπάρχει επαρκής διάκενο για τις απαιτούμενες σωληνώσεις μεταξύ των δύο εναλλακτών. Οι αναβραστήρες και οι απλοί συμπυκνωτές συνήθως στέκονται δίπλα στους αντίστοιχους πύργους τους. Οι κατακόρυφοι αναβραστήρες συνήθως κρέμονται από την πλευρά του συνδεδεμένου πύργου τους.

Διάφορες διαφοροποιήσεις των εναλλακτών κελύφους και αυλών μπορούν να ληφθούν υπόψη για να ταιριάξουν στη γενική διάταξη της εγκατάστασης, απαιτήσεις της λειτουργίας, γενικής συντήρησης ή ασφάλειας.

Ανταλλαγή των μέσων μεταξύ της πλευράς των αυλών και του κελύφους. Αυτή η αλλαγή είναι συχνά δυνατή, ιδιαίτερα όταν τα μέσα ροής είναι παρόμοια, για

παράδειγμα υγροί υδρογονάνθρακες. Κατά προτίμηση τα θερμότερα μέσα πρέπει να περάσουν από την πλευρά των αυλών για να αποφευχθούν οι απώλειες θερμότητας μέσω του κελύφους ή η ανάγκη για παχύτερη μόνωση στον εναλλάκτη.

Αλλαγές στην κατεύθυνση της ροής είτε στην πλευρά των αυλών είτε στο κέλυφος. Στους περισσότερους εναλλάκτες σε πετροχημικά εργοστάσια, αυτές οι αλλαγές είναι συχνά δυνατές χωρίς να επηρεάζεται η λειτουργία του εναλλάκτη, εάν οι αυλοί είναι σε διάταξη διπλής ή πολλαπλής διέλευσης και το κέλυφος βρίσκεται σε διασταυρούμενη διάταξη. Σε εναλλάκτες στους οποίους μπορούν να τοποθετηθούν συνθήκες αντίθετης ροής, η κατεύθυνση της ροής πρέπει να αλλάξει ταυτόχρονα στους αυλούς και το κέλυφος. Κάποια σημεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη σε μια αλλαγή ροής είναι τα εξής:

Διαρροή στο κέλυφος. Όταν υπάρχουν υγροί υδρογονάνθρακες, ή άλλα υγρά επικίνδυνης φύσης, είναι καλύτερο να είναι το νερό στο κέλυφος και το προϊόν στους αυλούς, καθώς οποιαδήποτε διαρροή, για παράδειγμα, αερίου θα μολύνει το νερό και δεν θα διαρρεύσει στην ατμόσφαιρα.

Συνθήκες υψηλής πίεσης. Συνήθως είναι πιο οικονομικό να υπάρχει το προϊόν με την υψηλότερη πίεση στους αυλούς απ' ό,τι στο κέλυφος, καθώς αυτό επιτρέπει το ελάχιστο δυνατό πάχος τοιχώματος στο κέλυφος.

Διάβρωση. Οι διαβρωτικές ουσίες θα πρέπει να διέρχονται από τους αυλούς, επιτρέποντας έτσι τη χρήση ανθρακούχου χάλυβα για το κέλυφος.

Βρωμιά. Είναι προτιμότερο να περάσει το καθαρό υγρό μέσω του κελύφους και το βρώμικο μέσω των αυλών. Αυτό επιτρέπει τον ευκολότερο καθαρισμό. Οι μηχανικές αλλαγές, όπως τα εφαπτόμενα στόμια ή τα στόμια υπό γωνία, μπορούν να βοηθήσουν στην απλοποίηση της διάταξης των σωληνώσεων ή στην μείωση του ύψους των στοιβαγμένων εναλλακτών.

3.6.3. Υπολογισμός Του Ύψους Τοποθέτησης

Όπου οι απαιτήσεις επεξεργασίας υπαγορεύουν την ανύψωση, αυτό συνήθως σημειώνεται στο P&ID. Από οικονομική άποψη, η καλύτερη θέση για τον εξοπλισμό, είναι σε σημεία όπου επιτρέπεται η εύκολη πρόσβαση του χειρισμού του σε κατάσταση λειτουργίας καθώς και της απεγκατάστασης του για γενική συντήρηση.

Οι εναλλάκτες τοποθετούνται σε μεταλλικές δομές όταν απαιτείται βαρυτική ροή προς το δοχείο συλλογής ή η έξοδος συνδέεται με μία αντλία αναρρόφησης που έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις θετικού ύψους αναρρόφησης. Για την ανύψωση εναλλάκτη χωρίς ειδικές απαιτήσεις, συνιστάται η ακόλουθη διαδικασία: Επιλέξτε τον εναλλάκτη με τη μεγαλύτερη σύνδεση στο κάτω μέρος, προσθέστε στη διάσταση του στομίου (άξονας του εναλλάκτη μέχρι το πρόσωπο της φλάντζας) τη διάσταση της διαμέτρου της φλάντζας, την εξωτερική ακτίνα της γωνίας 90 μοιρών (1,5 διαμέτρου), μιάμιση εξωτερικής διαμέτρου του σωλήνα και 300 mm απόστασης πάνω από το έδαφος. Τώρα αφαιρέστε τη διάσταση του άξονα με το κάτω μέρος του στηρίγματος του εναλλάκτη και η διάσταση που απομένει είναι το τελικό ύψος της θεμελίωσης.

Είναι προτιμότερο το ύψος της θεμελίωσης να είναι κοινό για όλους τους εναλλάκτες στην μονάδα. Αν αυτό δεν είναι εφικτό λόγω των άκρων του σωλήνα ή του σωλήνα σύνδεσης, τότε ίσως να αποφασιστούν δύο ύψη. Κατά τη εγκατάσταση δύο ή τριών εναλλακτών καθ' ύψος, είναι επιθυμητό το συνολικό ύψος να μην υπερβαίνει τα 3650 mm καθώς μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα στη συντήρηση ή το τράβηγμα της δέσμης των αυλών.

3.6.4. Σωληνώσεις Εναλλακτών

Στη διάταξη των εγκαταστάσεων, οι εναλλάκτες πρέπει να τοποθετηθούν σε αποστάσεις όπως σημειώθηκε προηγουμένως και όλα τα στόμια των πλευρών των αυλών σε μια κοινή κεντρική γραμμή. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση που ο κεντρικός αγωγός νερού ψύξης (cooling water supply) βρίσκεται υπόγεια, καθώς οι εισοδοί του CW μπορούν να ανέλθουν στο κάτω ακροφύσιο (nozzle) του εναλλάκτη. Το άκρο του εναλλάκτη που είναι δίπλα στο πατάρι των σωληνώσεων κανονικά είναι το σταθερό άκρο, εάν οι σωλήνες CW είναι υπόγεια, το σταθερό άκρο γίνεται το τέλος του καναλιού.


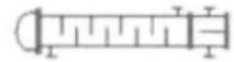

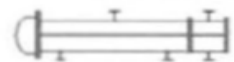
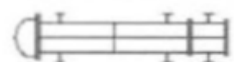
Όλες οι προτεινόμενες αλλαγές πρέπει απαραίτητα να συζητηθούν από τον piping designer σε συνεργασία με τον μηχανικό του process analysis και τον μηχανικό του πελάτη. Οι γραμμές που περιέχουν βάνες ελέγχου και διάφορα όργανα μέτρησης θα πρέπει να στραφούν προς το διάδρομο πρόσβασης τοποθετημένες κοντά στον εναλλάκτη, για εύκολο και άμεσο χειρισμό τους. Μια utility line (συνήθως νερού) που συνδέεται από έναν header παροχής μπορεί να τοποθετηθεί στην πλησιέστερη πλευρά εισόδου-εξόδου του shell ή του tube side του χρησιμοποιώντας μικρότερο μήκος σωλήνα.


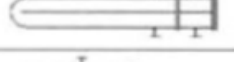

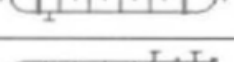
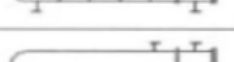

Στη διάταξη σωληνώσεων, θα πρέπει να παρέχετε μελέτη για πρόβλεψη πρόσβασης στην αφαίρεση σωλήνων σε περίπτωση αποσύνδεσης του εναλλάκτη, για να μπορεί να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει το elbow σύνδεσης μεταξύ ακροφυσίου του εναλλάκτη και της σωλήνας παροχής να είναι περιέχει φλάντζες και στα δυο του άκρα. Οι απαιτήσεις της σωστής διάταξης σωληνώσεων ισχύουν γενικά και πρέπει να τηρούνται σε κάθε σχεδιασμό σωληνώσεων εναλλάκτη θερμότητας. Οι βραχύτερες γραμμές και ο ελάχιστος αριθμός εξαρτημάτων, συμβάλουν στην καλύτερη απόδοση και προφανώς παρέχουν την οικονομικότερη διάταξη σωληνώσεων. Κοντά στα ακροφύσια του εναλλάκτη θα πρέπει να αποφεύγετε η ανάπτυξη υπερβολικών τάσεων από το βάρος του σωλήνα, των εξαρτημάτων και από τις δυνάμεις της θερμικής εκτόνωσης σε κατάσταση λειτουργίας καθώς το σημείο γύρω από τα ακροφύσια λόγω του μεγάλου ποσοστού φορτίσεων ενδέχεται να αστοχήσει.

Σε περίπτωση που το στόμιο του εναλλάκτη είναι με γωνία 90 μοιρών τότε θα πρέπει να προβλεφθεί αρκετός ελεύθερος χώρος για τα βολάν χειρισμού των βανών και την εξωτερική πλευρά του εναλλάκτη. Οι ανυψωμένες βαλβίδες μπορεί να απαιτούν αλυσιδωτή λειτουργία. Η αλυσίδα πρέπει να κρέμεται ελεύθερα σε ένα προσιτό σημείο κοντά στον εναλλάκτη. Τα τοπικά όργανα ένδειξης πίεσης και θερμοκρασίας πρέπει να τοποθετούνται κοντά στα ακροφύσια του εναλλάκτη για την ορθότερη μετρητική ένδειξη αλλά ταυτόχρονα, πρέπει να είναι εύκολα ορατά από τους διαδρόμους πρόσβασης.



Εικόνα 3.28: Φωτογραφία εναλλακτών από διυλιστήριο σε κατάσταση λειτουργίας⁵¹

KEY Nos.	TYPICAL HEAT EXCHANGE ARRANGEMENTS	TYPE OF TUBE BUNDLE	CONSTRUCTION DESCRIPTION	TYPICAL USE FOR TERMINOLOGY AND TYPICAL FUNCTIONS	POSSIBLE ALTERATIONS TO TYPICAL ARRANGEMENTS WITHOUT AFFECTING THERMAL DESIGN					
					INTERCHANGE FLOW MEDIA	CHANGE DIRECTION OF FLOW ON			CHANGE NOZZLE LOCATION	
						SHELL SIDE ONLY	TUBE SIDE ONLY	BOTH SIDES SAME TIME	TURN TUBE SIDE NOZZLE RAD. 180	TURN SHELL SIDE NOZZLE RAD. 180
1		FLOATING HEAD	SINGLE PASS SHELL - SINGLE PASS TUBES	EXCHANGER COOLER HEATER	✓			✓	✓	✓
2			SINGLE PASS SHELL - TWO OR FOUR PASS TUBES		✓	✓	✓	✓		✓
3			DOUBLE PASS SHELL - TWO OR FOUR PASS TUBES		✓			✓		
4			SINGLE SPLIT FLOW SHELL - TWO OR FOUR PASS TUBES	CONDENSER EVAPORATOR REBOILER			✓			
5			DOUBLE SPLIT FLOW SHELL - TWO OR FOUR PASS TUBES				✓			

KEY Nos.	TYPICAL HEAT EXCHANGE ARRANGEMENTS	TYPE OF TUBE BUNDLE	CONSTRUCTION DESCRIPTION	TYPICAL USE FOR TERMINOLOGY AND TYPICAL FUNCTIONS	POSSIBLE ALTERATIONS TO TYPICAL ARRANGEMENTS WITHOUT AFFECTING THERMAL DESIGN					
					INTERCHANGE FLOW MEDIA	CHANGE DIRECTION OF FLOW ON			CHANGE NOZZLE LOCATION	
						SHELL SIDE ONLY	TUBE SIDE ONLY	BOTH SIDES SAME TIME	TURN TUBE SIDE NOZZLE RAD. 180	TURN SHELL SIDE NOZZLE RAD. 180
6		U-TUBES	SINGLE PASS SHELL - TWO OR FOUR PASS TUBES	EXCHANGER COOLER HEATER (IN CLEAN TUBE SIDE SERVICE)	✓	✓	✓	✓		✓
7			DOUBLE PASS SHELL - TWO OR FOUR PASS TUBES		✓			✓		
8			KETTLE TYPE REBOILER	REBOILER STEAM GENERATOR VAPOURIZER						
9		FIXED TUBES	SINGLE PASS SHELL - SINGLE PASS TUBES	EXCHANGER COOLER HEATER (IN LOW TEMPERATURE CLEAN SERVICE)	✓			✓	✓	✓
10			SINGLE PASS SHELL - TWO OR FOUR PASS TUBES		✓	✓	✓	✓		✓
11			TWO PASS SHELL - TWO OR FOUR PASS TUBES		✓			✓		

Εικόνα 3.29: Πίνακας με την ένδειξη πιθανός επιτρεπόμενων αλλαγών στα στόμια ροής (αφορά τους μελετητές σωληνώσεων)⁵²

4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΡΓΑ ΣΩΛΗΝΟΔΙΚΤΥΩΝ ΜΕ PIPING DESIGN

4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Αυτό το κεφάλαιο αναλύει τους διαφορετικούς τύπους των έργων καθώς και τις φάσεις υλοποίησης της πορείας των έργων. Υπάρχει εκτενέστατη βιβλιογραφία σχετικά με τις διαδικασίες σχεδιασμού και εκτέλεσης ενός έργου οι οποίες αναφέρονται εκτενέστερα στα επόμενα κεφάλαια. Η εκάστοτε κατασκευαστική-μελετητική εταιρία ακολουθεί τις δικές της μεθόδους προγραμματισμού και παρακολούθησης ενός έργου, αλλά κατά βάση υπάρχει μια γενική μεθοδολογία που ακολουθείται στον σχεδιασμό και στην εκτέλεση των έργων.

Πολλοί διαφορετικοί τύποι έργων απαιτούν συστήματα σωληνώσεων και σε αυτό το κεφάλαιο θα αναπτυχθούν όλα τα στάδια αλληλεπίδρασης υπό την οπτική του μελετητή μηχανικού σωληνώσεων του έργου. Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να δώσει μια ένδειξη των τύπων των έργων και των διαφόρων σταδίων τους.

4.2. ΤΥΠΟΙ ΕΡΓΩΝ

Ένα έργο που απαιτεί συστήματα σωληνώσεων διεργασιών μπορεί να χωριστεί σε δύο είδη κατασκευής, είτε είναι σε νέα χωροθέτηση όπου η κατασκευή θα πραγματοποιηθεί εξ ολοκλήρου από αρχή (grass-roots) είτε σε υφιστάμενη εγκατάσταση (Brownfield ή Revamp). Ένα πλάνο έργου grass-roots είναι εκείνο στο οποίο δεν υπάρχει υφιστάμενη εγκατάσταση ή εάν κτίρια και εξοπλισμός υφιστάμενων εγκαταστάσεων είναι πλέον αποξηλωμένοι και η τοποθεσία έχει καθαριστεί πλήρως. Μια νέα επέκταση, σε ένα νέο καθαρό από εξοπλισμούς οικόπεδο που συνδέει μια υπάρχουσα εγκατάσταση με την νέα που πρόκειται να κατασκευαστεί, μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως έργο τύπου grass-roots.

Ένα έργο Brownfield ή Revamp, που πολλές φορές αναφέρεται και ως αναμόρφωση της υπάρχουσας εγκατάστασης, περιλαμβάνει συνήθως τροποποιήσεις και αναβαθμίσεις σε υπάρχουσα μονάδα για την αύξηση της παραγωγικής της ικανότητας με σκοπό να λειτουργήσει πιο αποτελεσματικά ή να αλλαχθεί το προϊόν επεξεργασίας. Από ένα έργο υδρογονανθράκων θα προκύψει μια εγκατάσταση η οποία μπορεί να χειρίζεται μία από τις παρακάτω διεργασίες:

- Επανακατεργασία Υδρογονανθράκων (Hydrocarbon refining).
- Διαχωρισμό Στερεάς από Αέρια Φάση (Oil and gas separation).

- Παραγωγή Αμμωνίας (Ammonia production).
- Παραγωγή Αρωματικών Υδρογονανθράκων (Aromatics production).
- Παραγωγή Βενζινών (Benzene production).
- Παραγωγή Βουταδιενίου (Butadiene production).
- Παραγωγή Αιθυλενίου από επανακατεργασία Αργού Crude oil refining Ethylene production.
- Παραγωγή Λιπασμάτων Fertilizer manufacturing.
- Παραγωγή υγρών καυσίμων από αέρια (Changing gas to liquids (GTL)).
- Ανάμιξη Βενζινών (Gasoline blending).
- Παραγωγή Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (Liquefied natural gas (LNG) production).
- Παραγωγή Χρωμάτων (Paint manufacture).
- Παραγωγή Πολυαιθυλενίου (Polyethylene production).
- Ανάκτηση Θείου (Sulfur recovery).

Η πρώτη ύλη για όλες αυτές τις παραγόμενες ουσίες είναι οι υδρογονάνθρακες, σε υγροποιημένη, αέρια ή συνδυασμένη κατάσταση. Τα παραπάνω δεν είναι εξαντλητική λίστα διεργασιών επεξεργασίας αλλά δίνει στον αναγνώστη μια ιδέα της ποικιλίας των έργων που χρησιμοποιούν υδρογονάνθρακες ως πρώτη ύλη. Υπάρχουν επίσης και πολλές διεργασίες μη επεξεργασίας υδρογονανθράκων οι οποίες είναι:

- Επεξεργασία Νερού (Water treatment).
- Επεξεργασία Λυμάτων (Waste treatment).
- Επεξεργασία Αποβλήτων (Sewage treatment).
- Επεξεργασία Χάρτου (Pulp paper manufacture).
- Παραγωγή Αερίων με Διαχωρισμό (Air separation (oxygen, nitrogen, helium, argon)).
- Παραγωγή Χλωρίου (Chlorine production).
- Εμφιάλωση Μπύρας (Beer distilling).
- Επεξεργασία και Τυποποίηση Τροφίμων (Food processing).

Τόσο τα έργα υδρογονανθράκων όσο και τα λοιπά έργα που αναφέρονται απαιτούν συστήματα σωληνώσεων υπό πίεση πρέπει να σχεδιάζονται, να κατασκευάζονται, να επιθεωρούνται και να δοκιμάζονται σύμφωνα με αναγνωρισμένους διεθνείς κώδικες, πρότυπα, προδιαγραφές και διαδικασίες. Το ASME B31.3 είναι ένα τέτοιο πρότυπο και μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα έργα που προαναφέρθηκαν.

4.3. ΦΑΣΕΙΣ ΕΡΓΟΥ

Τα έργα που κατασκευάστηκαν τα τελευταία χρόνια ακολουθούν παρόμοια πορεία. Το χρονικό διάστημα από την σύλληψη μέχρι την κατασκευή ενός μεγάλου έργου μπορεί να εκτείνεται ακόμα και σε δύο δεκαετίες. Ένα έργο ξεκινά από έναν φορέα εκμετάλλευσης ή από έναν τελικό χρήστη που διαθέτει την πρώτη ύλη, μια αγορά για το επεξεργασμένο προϊόν, και τη χρηματοδότηση του σχεδίου. Οι τοπικές

και κυβερνητικές εγκρίσεις και άδειες πρέπει να έχουν εκδοθεί πριν από την λειτουργία του Έργου. Ένα έργο κατά την διάρκεια της εξέλιξης του μεταβαίνει σε πολλές φάσεις, ανεξαρτήτως μεγέθους και πολυπλοκότητας της διαδικασίας ως προς την:

- Σκοπιμότητα.
- Σύλληψη.
- Βασικό Σχεδιασμό.
- Λεπτομερή Σχεδιασμό.
- Κατασκευή.
- Θέση σε λειτουργία.
- Εκκίνηση και παράδοση στον ιδιοκτήτη.

4.3.1. Feasibility Phase

Η φάση της σκοπιμότητας καθορίζει την τεχνική και εμπορική βιωσιμότητα του έργου. Αυτό καλύπτει τη διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης, τον καθορισμό της αγοράς, τις απαιτήσεις αδειοδότησης και τις απαιτούμενες άδειες κατασκευής. Ένα έργο δεν μπορεί να προχωρήσει μέχρις ότου ελεγχθούν όλες οι παράμετροι υλοποίησης. Επιπλέον, πρέπει να αντιμετωπιστούν και όλα τα περιβαλλοντικά ζητήματα. Αυτή η δραστηριότητα συνήθως εκτελείται από τον Ιδιοκτήτη του έργου, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις θα μπορούσε να παραχωρηθεί σε ειδικούς εξωτερικούς συμβούλους.

4.3.2. Conception Phase

Η φάση της σύλληψης καθορίζει το βασικό πεδίο σχεδιασμού, καθώς και το προκαταρκτικό χρονοδιάγραμμα για το προτεινόμενο έργο. Αυτή η δραστηριότητα συνήθως πραγματοποιείται από εξειδικευμένο μηχανικό, ο οποίος πρέπει να είναι σε θέση να μπορεί να ακολουθεί την πορεία του έργου μέχρι και το στάδιο της έναρξης λειτουργίας.

Για την ομάδα σωληνώσεων, τα κύρια παραδοτέα κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης είναι όπως ακολουθούν. Η ομάδα μηχανικών των υλικών σωληνώσεων προετοιμάζει ένα προκαταρκτικό κατάλογο με τις κλάσεις των σωληνώσεων και των προκαταρκτικών τεχνικών προδιαγραφών. Η ομάδα σχεδιασμού σωληνώσεων προετοιμάζει τον βασικό σχεδιασμό των σωληνώσεων και τις προδιαγραφές που αφορούν την μελέτη σωληνώσεων.

4.3.3. Front-End Engineering Development Phase (FEED)

Η φάση της ανάπτυξης της τεχνολογίας του έργου (FEED) αναπτύσσει το βασικό πεδίο σχεδιασμού του Έργου και περιλαμβάνει διαβουλεύσεις και επαφές με τους πωλητές του κύριου εξοπλισμού, έτσι ώστε να είναι δυνατή η εκτίμηση κόστους και οι αναμενόμενοι χρόνοι παράδοσης με μεγαλύτερη ακρίβεια. Στην φάση FEED, οι εντολές αγοράς μπορούν να τοποθετούνται για κρίσιμα είδη εξοπλισμού με παραδόσεις πέραν του ενός χρόνου, όπως μεγάλες αντλίες, συμπιεστές και δοχεία.

Αυτή η δραστηριότητα θα μπορούσε να είναι επέκταση της προηγούμενης φάσης και να υλοποιηθεί από την μελετητική εταιρεία που εργάστηκε κατά τη διάρκεια της φάσης σύλληψης του Έργου.

Σε αυτό το στάδιο, τα σχέδια και τα έγγραφα των σωληνώσεων εκδίδονται προς έγκριση. Για την ομάδα σωληνώσεων, τα κύρια παραδοτέα κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης είναι όπως ακολουθούν και η ομάδα των μηχανικών υλικών σωληνώσεων προετοιμάζει:

- Την λίστα με τις κλάσεις σωληνώσεων (List of piping classes).
- Η μελέτη υπολογισμού του πάχους τοιχώματος των σωληνώσεων (Wall thickness calculations).
- Τις τεχνικές απαιτήσεις και δεδομένα των βανών (Valve data sheets).
- Τις τεχνικές απαιτήσεις και δεδομένα ειδικών εξοπλισμών σωληνώσεων (Piping special data sheets).
- Τεχνικές Προδιαγραφές κατασκευής, εγκατάστασης και ελέγχου σωληνώσεων Piping fabrication, installation, inspection and testing specifications.
- Τεχνικές Προδιαγραφές Βαφής (Painting specifications).
- Τεχνικές Προδιαγραφές προμήθειας όλων των υλικών σωληνώσεων (Technical specifications for the purchase of all piping components) και εκδίδει αιτήσεις για επαφές και διαπραγματεύσεις με τους υποψήφιους Προμηθευτές.

Η ομάδα μηχανικών σχεδιασμού σωληνώσεων προετοιμάζει:

- Γενικές Προδιαγραφές Σχεδιασμού (General piping design specifications).
- Τυπικές διατάξεις κατασκευών Piping standard assemblies.
- Κατάλογο Σχεδίων Piping drawing index .
- Μελέτες Διάταξης Σωληνώσεων Piping layout studies.

Η ομάδα μηχανικών της μελέτης ανάλυσης τάσεων προετοιμάζει:

- Προκαταρκτική ανάλυση ευκαμψίας σωληνώσεων για κρίσιμες γραμμές.
- Προκαταρκτικές τεχνικές προδιαγραφές για συνδέσμους, στηρίγματα σωληνώσεων, στηρίγματα σωληνώσεων τύπου ελατηρίου και πλακών ολίσθησης,
- Προκαταρκτικά φύλλα δεδομένων για τα παραπάνω

Η ομάδα ελέγχου υλικών σωληνώσεων προετοιμάζει την προκαταρκτική λίστα των υλικών, για τις αιτήσεις προμηθειών.

4.3.4. Detailed Engineering Phase

Η φάση του λεπτομερούς σχεδιασμού λαμβάνει την έγγραφη τεκμηρίωση της φάσης FEED ως βάση για τον σχεδιασμό του έργου και το έργο στην συνέχεια οριστικοποιείται και τεκμηριώνεται πλήρως. Σε αυτό το στάδιο, οι υπόλοιπες εντολές αγοράς αποστέλλονται στους προμηθευτές. Η σύμβαση για την φάση αυτή αυτή μπορεί να είναι είτε τύπου Λεπτομερούς Σχεδιασμού και Προμηθειών (E&P) είτε Λεπτομερούς Σχεδιασμού, Προμηθειών και Κατασκευής Engineering Procurement & Construction (EPC).

Αυτή μπορεί να απονεμηθεί σε μία εταιρεία που είναι εξειδικευμένη είτε σε μεγαλύτερα έργα, σε μια κοινοπραξία εξειδικευμένων μελετητικών και κατασκευαστικών εταιρειών. Το μοντέλο της κοινοπραξίας διαμοιράζει τους κινδύνους του έργου σε περισσότερους αναδόχους.

Η σύμβαση EPC περιλαμβάνει τη φάση της παραγωγής των τελικών μελετών, κατά τη διάρκεια της οποίας τα σχέδια του έργου, οι προδιαγραφές σχεδιασμού και οι διαδικασίες έχουν αναπτυχθεί, εγκριθεί και εκδοθεί για κατασκευή (issued for construction IFC). Για την ομάδα των μηχανικών σωληνώσεων, τα κύρια παραδοτέα κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης είναι όπως ακολουθούν. Η ομάδα μηχανικών των υλικών σωληνώσεων εκδίδει:

- Λίστα με κλάσεις Σωληνώσεων Piping classes (IFC).
- Υπολογισμούς πάχους σωληνώσεων Wall thickness calculations.(IFC)
- Τεχνικά Δεδομένα Βανών Valve data sheets (IFC).
- Τεχνικά δεδομένα ειδικών τεμαχίων Piping special data sheets (IFC).Τεχνικές Προδιαγραφές κατασκευής, εγκατάσταση, ελέγχου και επιθεώρησης Piping fabrication, installation, inspection, and testing specifications (IFC).
- Τεχνικές Προδιαγραφές Βαφής Painting specifications (IFC).
- Τεχνικές Προδιαγραφές Προμηθειών Technical specifications for the purchase of all piping components. (IFC).
- Τεχνική περιγραφή αιτήσεων υλικών Technical content for piping requisitions (IFC).
- Τεχνική αξιολόγηση προσφορών Technical bid evaluations for piping components καθώς και να εξετάζει και να εγκρίνει αιτήματα προμηθευτών.

Η ομάδα μηχανικών μελετών σχεδιασμού σωληνώσεων εκδίδει:

- Γενικές Προδιαγραφές σωληνώσεων General piping design specifications (IFC).
- Τυπικές Διατάξεις Piping standard assemblies (IFC).
- Κατάλογο Σχεδίων Piping drawing index (IFC).
- Μελέτες Διατάξεων Piping layout studies (IFC).
- Μοντέλο CAD A piping CAD 3D model
- Ισομετρικά Σχέδια Piping isometrics (IFC).
- Λίστα Συνδέσεων Tie-in list (IFC).
- Σχέδια συνδέσεων Tie-in drawings (IFC).

Το τμήμα μηχανικών της μελέτης ανάλυσης των τάσεων εκδίδει

- Μελέτη ευκαμψίας κρίσιμων γραμμών Piping flexibility analysis for critical lines (IFC).
- Ισομετρικά ανάλυσης τάσεων Stress isometrics (IFC).
- Τεχνικές προδιαγραφές για συνδέσμους, στηρίγματα σωληνώσεων, στηρίγματα σωληνώσεων τύπου ελατηρίου και πλακών ολίσθησης Technical specifications for expansion joints, spring supports,slide plates (IFC).
- Τεχνικά δεδομένα για τα ανωτέρω Data sheets for expansion joints, spring supports, slide plates (IFC).

- Τεχνική αξιολόγηση προσφορών για εξαρτήματα τάσεων Technical bid evaluations for piping stress components (IFC).
- (IFC) εξετάζει και εγκρίνει αιτήματα προμηθευτών σχετικά με ζητήματα τάσεων σωληνώσεων. Το τμήμα μηχανικών των υλικών σωληνώσεων εκδίδει τα ακόλουθα
- Ενδιάμεση λίστα Υλικών για αιτήσεις προμηθειών Intermediate material takeoffs for requisitions (IFC).
- Τελική λίστα Υλικών για αιτήσεις προμηθειών Final material takeoffs for requisitions (IFC).
- Εκθέσεις Ελέγχου υλικών The control reports of piping material to the site (IFC).

Η φάση της προμήθειας των υλικών αφορά την αγορά, την επιθεώρηση, την προμήθεια και τις παραλαβές των υλικών. Η Φάση αυτή μπορεί να λάβει έκταση από την φάση της σύλληψης του Έργου, την φάση του FEED μέχρι και τον λεπτομερή σχεδιασμό του έργου. Ωστόσο, το μεγαλύτερο μέρος των εντολών αγοράς για την ομάδα σωληνώσεων τοποθετούνται κατά τη λεπτομερή τεχνική φάση. Τα περισσότερα στοιχεία σωληνώσεων θεωρούνται εμπόρευμα χύδην αντικειμένων και δεν μπορούν να αγοραστούν μέχρις ότου οι ποσότητες καθοριστούν με ακρίβεια, κάτι που δεν συμβαίνει μέχρι την λεπτομερή φάση σχεδίασης. Λοιπός εξοπλισμός όπως πολύ μεγάλες βάνες υψηλής πίεσης με ημερομηνίες παράδοσης άνω του ενός έτους μπορεί να παραγγελθούν κατά τη διάρκεια της φάσης FEED του έργου. Ο κύκλος των συμβάσεων αγοράς περιλαμβάνει τις ακόλουθες δραστηριότητες:

- Εντοπισμός κατάλληλων προμηθευτών.
- Πραγματοποίηση αιτήσεων για προσφορά (request for quotation RFQs).
- Τεχνική αξιολόγηση προσφορών (technical bid evaluation TBE), η οποία διεξάγεται από τον τεχνικό των υλικών σωληνώσεων που είναι υπεύθυνος για τη συσκευασία.
- Εμπορικής αξιολόγηση.
- Συνεδριάσεις για διευκρινίσεις και διαπραγματεύσεις.
- Τοποθέτηση της εντολής αγοράς.
- Εναρκτήρια συνάντηση με τον προμηθευτή.
- Εμπορικές διαπραγματεύσεις για τυχόν αποκλίσεις ή καθυστερήσεις παράδοσης.
- Καθιέρωση ελέγχου όλων των εγγράφων προμηθευτών και οργάνωση διαμοιρασμού εγγράφων εντός Έργου.

Αφού εκδίδονται οι εντολές αγοράς ακολουθεί ένα σχέδιο επιθεώρησης για την παρακολούθηση της ποιότητας των υλικών κατά τη διάρκεια της κατασκευής τους μέχρι τη μεταφορά στον χώρο της εγκατάστασης. Οι δραστηριότητες επιθεώρησης είναι που καθορίζουν το σχέδιο ελέγχου επιθεωρήσεων μέσω του οποίου περιγράφουν τα ακόλουθα:

- Οι ρόλοι και οι ευθύνες του ιδιοκτήτη, του εργολάβου, τεχνικές αρχές και επιθεώρηση τρίτου μέρους (εάν εμπλέκεται).
- Περιγραφή της δραστηριότητας ελέγχου.
- Εφαρμοστέα τεχνικά έγγραφα.
- Κριτήρια αποδοχής και απαιτήσεις πιστοποίησης.

Κατά τη διαδικασία κατασκευής, η πρόοδος του έργου πρέπει να παρακολουθείται από το Τμήμα Παραλαβών, το οποίο βρίσκεται κάτω από τον έλεγχο της Διεύθυνσης προμηθειών. Η ευθύνη του είναι να εξασφαλίσει ότι η συμβατικός συμφωνηθείσα ημερομηνία στα στάδια της κατασκευής δεν είναι εκτός του χρονοδιαγράμματος. Εάν αναμένεται οποιαδήποτε ολίσθηση, τότε ο υπεύθυνος μηχανικός του έργου και οι ομάδες τεχνικών θα πρέπει να ενημερώνονται άμεσα για τυχόν καθυστερήσεις στην παράδοση ώστε να επιτρέψει στην αναδιάρθρωση των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων, εάν είναι απαραίτητο. Το τμήμα προμηθειών πρέπει να γνωρίζει τυχόν καθυστερήσεις, διότι μπορεί να έχει αντίκτυπο στο κόστος της εντολής αγοράς και οι ποινικές ρήτρες ενδέχεται να πρέπει να εφαρμοστούν έναντι του κατασκευαστή από τον πελάτη.

4.3.5. Construction Phase

Η φάση της κατασκευής ενός έργου συνήθως ξεκινάει στο μέσο της διαδρομής του λεπτομερούς σχεδιασμού και ξεκινά με τις εργασίες πολιτικού μηχανικού. Οι κύριες δραστηριότητες κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης είναι:

- Η εκκαθάριση και ισοπέδωση του χώρου εγκατάστασης (πολιτικοί μηχανικοί).
- Κατασκευή Δρόμων (πολιτικοί μηχανικοί).
- Κατασκευή καναλιών για υπόγειες σωληνώσεις (πολιτικοί μηχανικοί).
- Κατασκευή Θεμελιώσεων για τους μηχανολογικούς βαρέου τύπου εξοπλισμούς (πολιτικοί μηχανικοί).
- Κατασκευή παταριών σωλήνων (pipe racks) και στηρίγματα σωληνοδιαδρόμων (pipe sleepers) (Στατικοί μηχανικοί)

Το περιεχόμενο των σωληνώσεων για τη φάση κατασκευής αρχίζει γενικά περίπου στο 75% της εξέλιξης του λεπτομερούς σχεδιασμού. Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση βρίσκεται σε τελικό στάδιο εξέλιξης των μοντέλων που θα πρέπει να ολοκληρωθεί και να ξεκινήσει η εξαγωγή των ισομετρικών σχεδίων IFC. Η κατασκευή των διάφορων τμημάτων των σωληνώσεων πραγματοποιείται συνήθως στη περιοχή εργασίας ή πολύ κοντά σε αυτή, ώστε να μειωθεί το κόστος μεταφοράς και να υπάρχει καλύτερη υλικοτεχνική υποστήριξη. Τα ισομετρικά σχέδια IFC εκδίδονται από τον EPC που είναι υπεύθυνος για τον λεπτομερή σχεδιασμό και αποστέλλονται στον κατασκευαστή σωληνώσεων, ο οποίος είναι συχνά υπεργολάβος.

Τα ισομετρικά αυτά σχέδια αποστέλλονται ηλεκτρονικά στην εταιρία κατασκευής του έργου, όπου εξειδικευμένο προσωπικό τα μετατρέπει σε μικρότερα κομμάτια ισομετρικών σχεδίων (isometrics spools) ώστε να γίνει ο διαχωρισμός για τα οποία τμήματα της συνολικής σωληνογραμμής μπορούν να κολληθούν εκτός του πεδίου κατασκευής εκ των προτέρων (προκατασκευές). Ο χώρος που υλοποιούνται οι προκατασκευές πρέπει να είναι σε επαρκής για να παραλαμβάνονται τα υλικά σωληνώσεων για αρκετούς μήνες και με την προϋπόθεση ότι θα υπάρχει προγραμματισμός μεταξύ της παράδοσης υλικών, ισομετρικών και την ακολουθία κατασκευής, διότι είναι άσκοπο να εκδίδονται isometrics spools αν τα υλικά δεν έχουν φτάσει στο πεδίο κατασκευής, ή αν έχουν φτάσει τα υλικά και η κατασκευή των τμημάτων σωληνώσεων παραμένει στην ισομετρική έκδοση.

Η υδραυλική δοκιμή του σωλήνα που ακολουθεί συνήθως ακολουθεί την κατασκευή του. Καθώς το σύστημα σωληνώσεων υλοποιείται πλήρως, μπορεί να υποβληθεί σε υδραυλική δοκιμή σύμφωνα με τον κώδικα σχεδιασμού του έργου. Η πίεση εφαρμογής είναι συνήθως 1,5 φορές μεγαλύτερη από την ονομαστική κατάσταση πίεσης λειτουργίας που προορίζεται για λειτουργία σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Τα συστήματα σωληνώσεων σε μια συγκεκριμένη μονάδα ή περιοχή ελέγχονται έως ότου ολοκληρωθούν όλα τα συστήματα πλήρως, και το έργο μπορεί να μεταβεί στη φάση έναρξης λειτουργίας. Η μηχανική ολοκλήρωση πραγματοποιείται όταν:

- Όλος ο σχεδιασμός του έργου έχουν ολοκληρωθεί.
- Όλος ο εξοπλισμός έχει εγκατασταθεί σύμφωνα με τα σχέδια, τις προδιαγραφές, τους εφαρμοστέους κώδικες και κανονισμούς.
- Όλα τα όργανα έχουν εγκατασταθεί σωστά.
- Όλες οι δοκιμές αποδοχής της εγκατάστασης και όλες οι άλλες δοκιμές και δραστηριότητες έχουν ολοκληρωθεί και επιθεωρηθεί.
- Ο EPC έχει λάβει όλες τις εγκρίσεις και άδειες για τις οποίες είναι υπεύθυνος
- Έχουν ολοκληρωθεί όλες οι επιθεωρήσεις επικίνδυνων λειτουργιών.
- Οι διεργασίες λειτουργίας και οι διαδικασίες συντήρησης είναι σε εφαρμογή
- Εγκρίθηκαν από ρυθμιστικές αρχές και από την εταιρεία τα έγγραφα τεκμηρίωσης που παρασχέθηκαν στο έργο.

Από τα μέσα της φάσης κατασκευής, η ομάδα των τμημάτων της μελέτης σχεδιασμού θα μεταφερθούν στο πεδίο της κατασκευής ως μηχανικοί επίβλεψης, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εμπειρία τους απαντώντας σε ερωτήματα υλοποίησης. Για την ομάδα σωληνώσεων, τα κύρια παραδοτέα κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης είναι όπως ακολουθούν. Η ομάδα μηχανικών των υλικών σωληνώσεων προετοιμάζει:

- Αναθεώρηση και έγκριση των εγγράφων του κατασκευαστή.
- Αναθεώρηση και έγκριση των αποκλίσεων από τους κατασκευαστές.
- Ανάλυση των ερωτημάτων υλοποίησης από τον κατασκευαστή.

4.3.6. Φάση προετοιμασίας και έναρξης λειτουργίας

Για την φάση της προετοιμασίας παράδοσης, θεωρείται ότι είναι μηχανικά πλήρης η κατασκευή, και προετοιμάζεται για ανάθεση λειτουργίας. Σε αυτό το στάδιο περιλαμβάνονται οι ακόλουθες δραστηριότητες.

- Έλεγχοι βαθμονόμησης οργάνων.
- Δοκιμές των ασφαλιστικών βανών.
- Καθαρισμός του συστήματος.

Όταν ο συντονιστής διαπιστώσει ότι η δραστηριότητα της κατασκευής έχει ολοκληρωθεί με επιτυχία, η ανάθεση μπορεί παράδοσης μπορεί να λάβει πλέον μέρος. Η θέση σε λειτουργία περιλαμβάνει τη δοκιμή του ολοκληρωμένου συστήματος μέσα σε μια μονάδα ή περιοχή, η οποία περιλαμβάνει τις σωληνώσεις και όλα τα σχετικά αντικείμενα εξοπλισμού συνήθως το μέσο δοκιμής είναι το τελικό

προϊόν το οποίο και θα μεταφέρουν κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης. Η θέση σε λειτουργία είναι μια συνεχής δραστηριότητα που ενεργεί γύρω από μια μονάδα ή περιοχή έως ότου ολοκληρωθεί.

Η φάση σε λειτουργία αρχίζει στο τέλος της φάσης λεπτομερούς σχεδιασμού κατασκευής, καθώς οι μηχανικοί του έργου και το βασικό προσωπικό εξακολουθούν να εργάζονται στο έργο και είναι διαθέσιμοι για να απαντήσουν σε τυχόν τεχνικά ερωτήματα. Τα παραδοτέα από την ομάδα σωληνώσεων κατά τη φάση θέσης σε λειτουργία περιορίζονται σε συγκεκριμένα ισομετρικά για τροποποιήσεις στο χώρο εάν κριθεί αυτό απαραίτητο, καθώς και για τα ερωτήματα της μελέτης τους.

4.3.7. Έναρξη και παράδοση στον πελάτη (διυλιστήριο)

Όταν όλες οι μονάδες και οι περιοχές έχουν τεθεί σε λειτουργία με επιτυχία, πριν από την εκκίνηση και την παράδοση στον χειριστή-τελικό χρήστη, η εγκατάσταση έχει να ολοκληρώσει επιτυχώς μια δοκιμή απόδοσης για την καθορισμένη χρονική περίοδο. Σε αυτό το στάδιο της διαδικασίας, η λεπτομερής φάση σχεδιασμού για την ομάδα σωληνώσεων θα έχει κλείσει και θα παραμείνουν μόνο οι μηχανικοί του έργου για πιθανόν περαιτέρω διαδικασίες. Από το κεφάλαιο 4.1 – 3.3.7 της παρούσας πτυχιακής είναι παρμένα από το βιβλίο Process piping design handbook vol 1, Advanced piping design με συγγραφείς τους Rutger Botermans & Peter Smith σελίδα 157-169

4.4. ΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΟΙ ΥΠΕΥΘΥΝΟΤΗΤΕΣ

4.4.1. Γενικά

Για την σύμβαση ενός έργου που αφορά τον λεπτομερή σχεδιασμό την προμήθεια των υλικών και την κατασκευή (EPC Engineering, Procurement, end Construction) είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί μια πολυδιάστατη οργάνωση που περιλαμβάνει προσωπικό από τις ακόλουθες ειδικότητες:

- Process (Μηχανικούς Διεργασιών),
- Civil (Πολιτικούς Μηχανικούς),
- Structural (Στατικούς)
- Piping (Σωληνώσεων),
- Mechanical (Μηχανολογικό),
- Instrument (Οργανομετρικό),
- Electrical (Ηλεκτρολογικό) και
- Project (Υπηρεσίες Διαχείρισης Έργου).

Το βασικό οργανωτικό πλαίσιο για την ομάδα σωληνώσεων έχει αλλάξει ελάχιστα από την εισαγωγή των υπολογιστών στις διαδικασίες σχεδιασμού. Βασική διαφορά είναι ότι πλέον οι σχεδιαστές σωληνώσεων δημιουργούν τώρα τα συστήματα σε ψηφιακή μορφή και όχι με χειρωνακτικό τρόπο όπως τα υλοποιούσαν

στο παρελθόν. Ωστόσο, το περιεχόμενο της επιστημονικής και πρακτικής προσέγγισης παραμένει ίδιο όπως ακριβώς και στο παρελθόν εκτός μία βασική διαφορά: την εισαγωγή ενός σημαντικού ρόλου στο Τμήμα σωληνώσεων, του συντονιστή CAD.

Από αυτές τις διάφορες ομάδες που υποστηρίζουν την εκτέλεση ενός Έργου, το τμήμα σωληνώσεων είναι συνήθως το μεγαλύτερο και γενικά περιλαμβάνει τέσσερα βασικά υπομήματα, καθένα από τα οποία αναφέρεται στον “job leader” ή αλλιώς τον προϊστάμενο της κατασκευής σωληνώσεων του έργου (lead piping engineer PEL).

- Ομάδα σχεδιασμού υλικών σωληνώσεων (Piping Materials Engineering).
- Ομάδα σχεδιασμού σωληνώσεων (Piping Design Group).
- Ομάδα Ελέγχου υλικών σωληνώσεων (Piping Materials Control).
- Ομάδα ανάλυσης και ελέγχου των τάσεων σωληνώσεων (Piping Stress Engineering).

Ο Επικεφαλής του Τμήματος Σωληνώσεων του έργου (Project lead piping engineer PEL), με τη σειρά του, αναφέρεται στον Τεχνικό διευθυντή του Έργου (Project Engineering Manager), ο οποίος είναι υπεύθυνος για όλες τις δραστηριότητες σχεδιασμού του Έργου και όλους τους κλάδους του έργου: διεργασίες, στατικά, μηχανολογικά, οργάνων, ηλεκτρολογικά κ.α.

4.4.2. The Lead Piping Designer Engineer

Ο lead piping designer engineer είναι ο υπεύθυνος του έργου η αλλιώς ο προϊστάμενος του τεχνικού προσωπικού ο οποίος πρέπει να έχει εξειδικευμένες γνώσεις και καλό γενικό υπόβαθρο στο θέμα των σωληνώσεων. Είναι απαραίτητο αυτό το άτομο να είναι καλός διαχειριστής του προσωπικού για να πάρει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα από την ομάδα του. Αυτός είναι ένας καθαρά τεχνικός και εποπτικός ρόλος, γιατί αυτό το άτομο είναι υπεύθυνο για την αποτελεσματική διαχείριση της των ατόμων της ομάδας διασφαλίζοντας την αποτελεσματική και έγκαιρη υλοποίηση των εργασιών.

Ο lead piping designer engineer είναι ο υπεύθυνος του έργου η αλλιώς ο προϊστάμενος του τεχνικού προσωπικού ο οποίος πρέπει να έχει εξειδικευμένες γνώσεις και καλό γενικό υπόβαθρο στο θέμα των σωληνώσεων. Είναι απαραίτητο αυτό το άτομο να είναι καλός διαχειριστής του προσωπικού για να πάρει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα από την ομάδα του. Αυτός είναι ένας καθαρά τεχνικός και εποπτικός ρόλος, γιατί αυτό το άτομο είναι υπεύθυνο για την αποτελεσματική διαχείριση της των ατόμων της ομάδας διασφαλίζοντας την αποτελεσματική και έγκαιρη υλοποίηση των εργασιών.

4.4.3. Οι αρμοδιότητες του lead piping engineer :

- Να οργανώσει και να εποπτεύσει μια ομάδα από μελετητές σωληνώσεων που να είναι ικανή να εκτελέσει το έργο.
- Να δημιουργήσει το πλάνο εκτέλεσης και το οργανόγραμμα του έργου για την ομάδα ευθύνης του.

- Να αναθέσει επιμέρους ευθύνες για το σχεδιασμό σωληνώσεων, την επιλογή υλικών σωληνώσεων, την διεξαγωγή μελέτης ανάλυσης τάσεων και φορτίσεων και τον έλεγχο των υλικών σωληνώσεων στις αντίστοιχες ομάδες ευθύνης.
- Να μπορεί να εκτιμήσει τις ώρες εργασίας που απαιτούνται για την τεχνική υλοποίηση του Έργου, τον έλεγχο της εκτίμησης με την Διοίκηση του Έργου, και την διατήρηση του χρονοδιαγράμματος σε όλη την πορεία του έργου.
- Ανάπτυξη και συντήρηση του προγράμματος εργασίας των έργων τεχνικής κατασκευής των σωληνώσεων.
- Να επιβλέπει τη δημιουργία των προδιαγραφών των υλικών σωληνώσεων καθώς και την εκπόνηση προδιαγραφών σωληνώσεων.
- Να καθορίσει την διανομή εγγράφων μεταξύ των συνεργαζόμενων τμημάτων που αφορούν το έργο.
- Να συμμετέχει στις συναντήσεις με το προσωπικό του έργου, τον πελάτη, τον κατασκευαστή, την συνολική ανασκόπηση στο διάγραμμα ροής του έργου καθώς και άλλες συναντήσεις που μπορεί να προκύψουν.
- Λειτουργεί ως κεντρικό σημείο επαφής με τον πελάτη και ενημερώνει τους μηχανικούς του έργου σε όλα τα νέα ζητήματα σωληνώσεων που μπορεί να προκύψουν.
- Διατηρεί τον έλεγχο και τον προγραμματισμό του προϋπολογισμού του έργου όσον αφορά την εργασία, και τα αιτήματα αλλαγής.
- Ελέγχει και εκδίδει περιοδικά την πρόοδο του έργου στην περιοχή ευθύνης του στους ανωτέρους του.
- Ελέγχει και εκδίδει όλα τα παραδοτέα σχεδιασμού σωληνώσεων από την ομάδα του, όπως προδιαγραφές, σχέδια, πρότυπα και απαιτήσεις.
- Εκπονεί έκθεση ολοκλήρωσης του έργου κατασκευής σωληνώσεων.
- Τέλος συγκεντρώνει μια συνολική αναφορά των μαθημάτων που προέκυψαν από το έργο και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως χρήσιμες συμβουλές ή πληροφορίες σε μελλοντικά αντίστοιχη μελέτη.

4.4.4. Ομάδα Μηχανικών των Υλικών Σωληνώσεων (Piping Materials Engineering Group)

Ανάλογα με το μέγεθος του έργου, η ομάδα μηχανικών για τα υλικά των σωληνώσεων μπορεί να αποτελείται από ένα ή περισσότερα άτομα και είναι υπεύθυνη για την ακεραιότητα των υλικών κατασκευής που επιλέγονται για ένα σύστημα σωληνώσεων. Το πεδίο εφαρμογής αυτού του προσώπου ή της ομάδας καλύπτει τους ακόλουθους τομείς.

4.4.4.1. *Επικεφαλής Μηχανικός Υλικών Σωληνώσεων (Project Lead Piping Materials Engineer)*

Ο μηχανικός υλικών σωληνώσεων αναφέρεται απευθείας στον τον lead piping designer engineer. Οι ευθύνες του lead piping materials engineer είναι:

- Έλεγχος της ομάδας του στο τμήμα μηχανικών των υλικών σωληνώσεων του έργου.
- Εκτίμηση των ωρών εργασίας καθώς και των αναγκών προγραμματισμού και στελέχωσης της ομάδας του.

- Ανάπτυξη προδιαγραφών για τα υλικά σωληνώσεων, την κατασκευή και τις διαδικασίες ελέγχου και δοκιμών.
- Λειτουργεί ως το κεντρικό σημείο επικοινωνίας με το τμήμα των μελετητών σωληνώσεων και ομάδων από άλλους κλάδους.
- Λειτουργεί ως το κεντρικό σημείο επικοινωνίας με το Τμήμα Προμηθειών.
- Ενημερώνεται για τις αποκλίσεις των προδιαγραφών των υλικών κατά την διαδικασία υποβολής προσφορών από τους υποψήφιους προμηθευτές.
- Συμμετέχει σε συναντήσεις για θέματα που αφορούν τις μηχανικές και άλλες ιδιότητες των υλικών σε συναντήσεις με προμηθευτές, υπεργολάβους και τον πελάτη.
- Υποβάλλει τις προδιαγραφές των υλικών και τη λίστα των γραμμών σωληνώσεων στον lead Project piping engineer για έκδοση.
- Εξετάζει και εγκρίνει νέους κατασκευαστές υλικών σωληνώσεων.
- Ελέγχει και εγκρίνει τη λίστα των υποψήφιων κατασκευαστών των υλικών.
- Αναπτύσσει και υποβάλλει συστάσεις για τα υλικά προς επιθεώρηση, ταυτοποίηση, πιστοποίηση και τα προωθεί στον Project leader piping engineer.
- Συντάσσει και εκδίδει μια τεχνική έκθεση αναφοράς στο τέλος του έργου συμπεριλαμβάνοντας τα «μαθήματα» που ελήφθησαν κατά την διάρκεια του Έργου

Ο μηχανικός των υλικών σωληνώσεων αρχίζει συνήθως την μελέτη του έργου από πολύ νωρίς, μερικές φορές ακόμη πριν αυτό επίσημα ξεκινήσει, και παραμένει μέχρι και το τέλος του. Κατά την διάρκεια εκτέλεσης του έργου με έντονες απαιτήσεις εργασιών, ο μηχανικός αυτός επικουρείται από άλλους piping Materials engineers.

4.4.4.2. Senior Piping Materials Engineer

Είναι ο ανώτερος μηχανικός υλικών σωληνώσεων ο οποίος αναφέρεται ιεραρχικά στον lead piping material engineer. Οι ευθύνες του αρχιμηχανικού των υλικών σωληνώσεων είναι:

- Η ανάπτυξη προδιαγραφών υλικών σωληνώσεων, μόνωσης και επιστρώσεων.
- Η ανάπτυξη προδιαγραφών κλάσεων των σωληνώσεων που θα ενσωματωθούν στο έργο.
- Ο προσδιορισμός των απαιτήσεων καθαρισμού για εξειδικευμένες εργασίες του Έργου.
- Η ανάπτυξη και επικαιροποίηση της λίστας σωληνώσεων γραμμών του Έργου (Line List).
- Η δημιουργία τεχνικών προδιαγραφών και καταλόγων των βανών του έργου.
- Η δημιουργία φύλλα δεδομένων για τα ειδικά τεμάχια σωληνώσεων.
- Η Ανάπτυξη και διατήρηση της λίστας πιθανόν εξειδικευμένων για εκτός προδιαγραφών εξαρτήματα σωληνώσεων.
- Να υπολογίσει το πάχος των τοιχωμάτων των σωλήνων.
- Να συμμετάσχει στην προετοιμασία του καταλόγου προμηθειών υλικών.
- Να συμμετάσχει στην τεχνική αξιολόγηση των προσφορών.
- Να συναινέσει με του προμηθευτές σχετικά με αιτήσεις απόκλισης προδιαγραφών των υλικών.

4.4.4.3. Τα παραδοτέα της ομάδας μηχανικών υλικών σωληνώσεων

- Η Εκπόνηση των κλάσεων των σωληνώσεων του έργου.
- Οι προδιαγραφές σωληνώσεων του έργου για κατασκευή, δοκιμή, και σχεδίαση.
- Φύλλα δεδομένων των βανών για χειροκίνητες βάνες και για αυτόματες βάνες ενεργοποίησης / απενεργοποίησης.
- Πακέτα τεχνικών απαιτήσεων για όλα τα εξαρτήματα σωληνώσεων.
- Τεχνικές αξιολογήσεις προσφορών.
- Αιτήσεις συναίνεσης και αιτήματα απόκλισης.

4.4.5. Ομάδα μηχανικών μελετών σωληνώσεων (Piping design group)

Συνήθως είναι το μεγαλύτερο μέρος της ομάδας και αποτελείται από Προϊστάμενους σωληνώσεων, οι οποίοι καλούνται και ως “squad bosses” και σχεδιαστές-ελεγκτές σωληνώσεων, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την μοντελοποίηση των σωληνών. Σε συνάρτηση με το μέγεθος του έργου θα μπορούσε να υπάρξει μια οργάνωση του έργου με επικεφαλής τον Μηχανικό σχεδιασμού του έργου σωληνώσεων, τον συντονιστή σωληνώσεων, τους υπεύθυνους σχεδιασμού για κάθε περιοχή ή μονάδα του έργου και κάτω από αυτούς τους σχεδιαστές και ελεγκτές.

Η ομάδα αυτή είναι υπεύθυνη για τις διατάξεις σωληνώσεων της εγκατάστασης. Η Εγκατάσταση χωρίζεται σε περιοχές διεργασιών και περαιτέρω διαιρείται σε μονάδες. Γενικά, σε αυτή την ομάδα υπάρχει ο επικεφαλής του σχεδιασμού των σωληνώσεων που είναι και ο υπεύθυνος εποπτείας, ο οποίος αναφέρεται απευθείας στον lead piping designer. Οι αρμοδιότητες του Προϊστάμενου μηχανικού σχεδιασμού σωληνώσεων είναι:

- Να επιβλέπει το προσωπικό των μελετητών-μηχανικών σχεδιασμού σωληνώσεων καθόλη την πορεία της μελέτης.
- Να υπολογίζει τον εκτιμώμενο χρόνο παράδοσης σε ώρες εργασίας της μελέτης σχεδιασμού σωληνώσεων.
- Η ανάπτυξη διοικητικών διαδικασιών σχεδιασμού σωληνώσεων.
- Η ανάπτυξη τεχνικών προδιαγραφών και διαδικασιών σχεδιασμού σωληνώσεων.
- Να κάνει αναφορά στον Υπεύθυνο του Piping για την πρόοδο της ομάδας σχεδιασμού σωληνώσεων.
- Να λειτουργεί ως μοναδικό σημείο αναφοράς με άλλες ομάδες σωληνώσεων και συνεργαζόμενα τμήματα.
- Η παρακολούθηση συσκέψεων για θέματα CAD, εάν απαιτείται.
- Οι παρακολούθηση συσκέψεων σχετικά με εργασίες σε περιοχές οι οποίες έχουν διαβαθμιστεί ως επικίνδυνες εάν απαιτείται.
- Η εκπόνηση και η διανομή σημειώσεων για θέματα σωληνώσεων.
- Η έγκριση σχεδίων που παράγονται από την ομάδα σχεδιασμού σωληνώσεων.
- Η έκδοση απολογιστικής έκθεσης για τα πεπραγμένα της ομάδας σχεδιασμού σωληνώσεων συμπεριλαμβανομένων των «μαθημάτων» που αποκτήθηκαν κατά την εκτέλεση του Έργου.

4.4.6. Project Piping CAD Coordinator

Η δουλειά του συντονιστή CAD των σωληνώσεων καλύπτει όλους τους τομείς και τις οργανωτικές δομές. Αυτός είναι ένας σχετικά νέος ρόλος στην ομάδα σωληνώσεων εξαιρετικής χρησιμότητας από την εισαγωγή της τεχνολογίας CAD στην εργασία. Αυτός ο συντονιστικός ρόλος ιδανικά θα πρέπει να καλυφθεί από κάποιον με ισχυρό τεχνικό υπόβαθρο και εξοικειωμένο με τις τελευταίες εξελίξεις της CAD τεχνολογίας. Οι αρμοδιότητες του συντονιστή CAD είναι:

- Να καθορίζει τις απαιτήσεις για την διαδικασία της παραγωγής δεδομένων και την χρήση και διαμοιρασμό των βάσεων δεδομένων.
- Η διανομή για χρήση εγκεκριμένων συμβόλων CAD.
- Δημιουργία και διατήρηση των καταλόγων των εξαρτημάτων σωληνώσεων.
- Να παρέχει τεχνική υποστήριξη CAD στους σχεδιαστές σωληνώσεων.
- Να υποστηρίζει την ομάδα σχεδιασμού σωληνώσεων στον προγραμματισμό, προσδιορίζοντας απαιτήσεις για τον απαιτούμενο αριθμό σταθμών εργασίας, και κάνοντας πρόβλεψη κόστους για θέματα που έχουν σχέση με την χρήση CAD στην οργάνωση της εργασίας.

4.4.7. Project Piping Designers-Checkers

Οι σχεδιαστές-ελεγκτές σωληνώσεων συνεργάζονται με τον Προϊστάμενο μηχανικό του έργου. Η εργασία ενός σχεδιαστή σωληνώσεων περιορίζεται σε συγκεκριμένους τομείς ή μονάδες του έργου. Οι σχεδιαστές πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με τις προδιαγραφές του έργου, τις διοικητικές και τεχνικές πρακτικές, τις οδηγίες σχεδίασης, τα σχέδια του έργου, τα διαγράμματα ροής και τις πληροφορίες των προμηθευτών. Οι υπευθυνότητες του piping designer-checker είναι:

- Ανάπτυξη-εκπόνηση διατάξεων CAD σύμφωνα με τις προδιαγραφές του έργου, τα πρότυπα, τις διαδικασίες, τα διαγράμματα σωληνώσεων και οργάνων (P&ID), τη λίστα γραμμών, τις πληροφορίες του stress analysis και τα δεδομένα προμηθευτών.
- Συναντήσεις με άλλες ειδικότητες του Έργου όπου απαιτείται.
- Εξαγωγή σχεδίων και ισομετρικών.
- Παρακολούθηση σε αναθεωρήσεις μοντέλων CAD, εάν απαιτείται.
- Συμμετοχή σε συναντήσεις σχετικά με επικίνδυνες εργασίες εάν απαιτείται.
- Έλεγχος επανέλεγχος και εκπόνηση αναθεωρήσεων σε σχέδια και ισομετρικά.
- Έλεγχος στα σχέδια των προμηθευτών εξοπλισμού.

Τα παραδοτέα του τμήματος σχεδιασμού σωληνώσεων είναι:

- Σχέδιο Εγκατάστασης (Project plot plan) .
- Λεπτομερής σχεδιασμός κατόψεων σε εξοπλισμούς(layout drawings)
- Απόδοση μέρους του σχεδίου σε τομές για καλύτερο προσδιορισμό όπου αυτό απαιτείται (piping sections).
- Σχεδιασμός σε 2D και 3D μοντέλων σωληνώσεων μέσω του CAD

- Απόδοση ισομετρικών σχεδίων (isometric drawings)
- Προσδιορισμός των σημείων διασυνδέσεων (ripping tie-in)
- Λεπτομερής σχεδιασμός για γραμμές που φέρουν συνοδεία γραμμών ατμού (Heat/steam tracing drawings).
- Απόδοση και εφαρμογή των απαιτήσεων και προδιαγραφών σωληνώσεων για την κατασκευή.

4.4.8. Ομάδα Ελέγχου Υλικών Σωλήνων

Η ομάδα μηχανικών των μελετητών σωληνώσεων συνεργάζεται με τους μηχανικούς των υλικών σωληνώσεων για τη έκδοση της λίστας των τεχνικών προδιαγραφών των υλικών (Bill Of Material), με βάση το οποίο προσδιορίζεται με σχετική ακρίβεια και ποσοτικοποιούνται τα υλικά σωληνώσεων κατασκευής, με βάση τον επικαιροποιημένο σχεδιασμό. Κατά την ανάπτυξη του σχεδιασμού, γίνονται ανά στάδια της μελέτης οι ποσοτικοποιήσεις των υλικών και εκδίδονται οι αιτήσεις των υλικών οι οποίες απευθύνεται σε κατάλληλους κατασκευαστές για προσφορές .

4.4.9. Έλεγχος υλικών σωληνώσεων έργου (project piping materials controller)

Οι υπευθυνότητες του ελεγκτή των υλικών σωληνώσεων είναι:

- Να κάνει εκτίμηση ποσοτήτων των υλικών σωληνώσεων σε όλα τα στάδια της μελέτης (αρχικό, ενδιάμεσο, τελικό στάδιο).
- Να κάνει καταμέτρηση των απαιτούμενων βανών από τα P&IDs.
- Να απελευθερώνει τις ποσότητες για τις διάφορες αιτήσεις υλικών και για ενδεχόμενες πρόσθετες απαιτήσεις.
- Να διατηρεί τα αρχεία με τα χαρακτηριστικά και τα δεδομένα των υλικών που έχουν παραληφθεί.

Τα παραδοτέα του ελεγκτή των υλικών σωληνώσεων είναι:

- Η συνολική εκπόνηση της λίστας των προς προμήθεια απαιτούμενων υλικών και εξαρτημάτων του έργου (Materials takeoffs).
- Η εκπόνηση της λίστας τεχνικής προδιαγραφής των υλικών του Έργου (Bill Off Materials).
- Έκδοση των υλικών σε λίστες βάση των κλάσεων που φέρουν.
- Εκπόνηση αναλυτικής λίστας για τον αριθμό και το είδος των βανών καθώς και των προδιαγραφών τους.
- Υπολογισμός ποσοτήτων και συνολικού μήκους σωληνώσεων.
- Υπολογισμός ποσοτήτων εντολής αγοράς σωλήνων.
- Έλεγχος υλικών κατά την παραλαβή τους

4.4.10. Piping Stress Engineering Group

Project Lead Piping Stress Engineer Είναι ο προϊστάμενος μηχανικός απόδοσης και ανάλυσης των τάσεων και των φορτίσεων που αναπτύσσονται πάνω στον σωλήνα ο οποίος συνεργάζεται απευθείας με τον μηχανικό σωληνώσεων του έργου. Η δουλειά του μηχανικού απόδοσης τάσεων καλύπτει μεγάλο βαθμό βαρύτητας πάνω στην εξέλιξη του έργου. Οι ευθύνες του μηχανικού ανάλυσης των τάσεων-φορτίσεων είναι:

- Η ανάπτυξη και η φιλοσοφία της μηχανικής στην αντοχή των υλικών των σωληνώσεων και των προδιαγραφών τους.
- Παρακολούθηση του προσωπικού που ασχολείται με την αντοχή των υλικών σωληνώσεων στο έργο.
- Ανάπτυξη και διατήρηση της λίστας των κρίσιμων γραμμών που καθορίζει το εύρος της ανάλυσης των τάσεων στο έργο.
- Ανάπτυξη στην εκτίμηση της ώρας εργασίας στην απόδοση των τάσεων των σωληνώσεων συν τον υπολογιστικό σχεδιασμό ανάλογα με το επίπεδο του προσωπικού.
- Αναφέρει στον lead piping engineer όλα τα ζητήματα της απόδοσης τάσεων και την πρόοδο.
- Λειτουργεί ως το επίκεντρο για θέματα ανάλυσης τάσεων σε άλλες ομάδες σωληνώσεων και εκείνων από άλλους κλάδους της μηχανικής.
- Εγκρίνει και εκδίδει όλα τα έγγραφα της ανάλυσης τάσεων με τους αντίστοιχους υπολογισμούς και σχέδια.
- Εγκρίνει τις ποσότητες και την προδιαγραφή για όλα τα σχετικά υποστηρίγματα των σωληνώσεων και εξοπλισμών.
- Λειτουργεί ως το επίκεντρο όλων των ερωτημάτων σχετικά με την ανάπτυξη της ανάλυσης των τάσεων.
- Προετοιμάζει και διατηρεί μια σχετική αναφορά συμπερασμάτων έπειτα από κάθε μελέτη ανάλυσης τάσεων.

4.4.11. Μηχανικός ανάλυσης τάσεων (project piping stress engineer)

Ο μηχανικός ανάλυσης τάσεων των σωληνώσεων αναφέρεται την απόδοση των τάσεων στον προϊστάμενο μηχανικό απόδοσης και ανάλυσης των τάσεων. Η δουλειά του μηχανικού ανάλυσης τάσεων των σωληνώσεων καλύπτει συγκεκριμένες περιοχές ή μονάδες μελέτης του έργου. Οι υπευθυνότητες του μηχανικού ανάλυσης των τάσεων είναι:

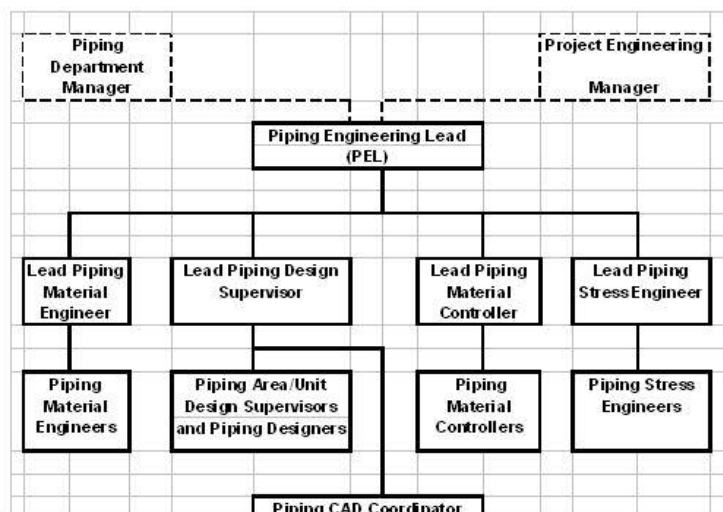
- Δημιουργία και διατήρηση αρχείων ευελιξίας σωληνώσεων για κρίσιμες γραμμές.
- Δημιουργία τεχνικών προδιαγραφών για αρμούς διαστολής, πλάκες ολίσθησης, κρεμάστρες ελατηρίων, συγκρατητές κρούσεων και άλλων εκδοχών σχετικά με την ανάπτυξη τάσεων σε εξοπλισμούς.
- Έλεγχος στις αιτήσεις για προσφορά και στις αιτήσεις αγοράς ως προς το κόστος και την τεχνική πληρότητα για εξαρτήματα που σχετίζονται με την ανάπτυξη τάσεων.
- Επίλυση ερωτημάτων από άλλα συνεργαζόμενα τμήματα σχετικά με την ανάπτυξη τάσεων.

Η ομάδα των μηχανικών της ανάλυσης των τάσεων των σωληνώσεων είναι υπεύθυνη για την μελέτη των φορτίσεων στην αντοχή υλικών στα συστήματα σωληνώσεων που κρίνονται κρίσιμα. Αυτή η κρίσιμότητα καθορίζεται από ένα σύνολο «κανόνων» που λαμβάνονται υπόψη.

- Μέγεθος σωλήνα
- Πίεση λειτουργίας
- Θερμοκρασία λειτουργίας
- Προϊόν μεταφοράς του αγωγού
- Τοποθεσία και θέση του εξοπλισμού
- Σεισμική μελέτη

Τα συστήματα σωληνώσεων που εμπίπτουν στην κρίσιμη κατηγορία αναλύονται ώστε να βεβαιωθεί ότι αυτές οι γραμμές δεν είναι φέρουν κίνδυνο αστοχίας. Οι υπολογισμοί αυτοί γίνονται είτε με το χέρι είτε με τη χρήση λογισμικού στον υπολογιστή όπως το Caesar. Γραμμές που φέρουν υπερβολικές φορτίσεις πρέπει να επαναπροσανατολίζονται, και να στηρίζονται κατάλληλα. Σε ορισμένες περιπτώσεις θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν αρμοί διαστολής (Expansion Joint). Η υποστήριξη σωλήνων είναι μια άλλη εξειδικευμένη δραστηριότητα υπό τον έλεγχο της ομάδας μηχανικών τάσεων σωληνώσεων ή την ομάδα σχεδιασμού σωληνώσεων. Το εξειδικευμένο προσωπικό που κάνει την μελέτη στήριξης συνεργάζεται στενά με την ομάδα των μηχανικών μελέτης τάσεων και την ομάδα των μηχανικών σχεδιασμού σωληνώσεων, και είναι υπεύθυνοι για την επιλογή του τύπου και της θέσης των στηριγμάτων στους σωλήνες. Αυτά τα στηρίγματα σωλήνων είναι κατασκευασμένα από χάλυβα και έχουν ιδιόκτητο σχεδιασμό ως προς την μορφή και την επιλογή εφαρμογής τους. Τα παραδοτέα του τμήματος μελέτης των τάσεων είναι

- Απόδοση της συνολικής μελέτης των τάσεων και φορτίσεων (Stress calculation).
- Λεπτομερής ανάλυση της μελέτης των τάσεων που εφαρμόζονται στα ακροφύσια των εξοπλισμών (Calculation of nozzle loads).
- Την μελέτη φορτίσεων για στηρίγματα που φέρουν ελατήριο σε περίπτωση κραδασμών όπου αυτό απαιτείται.
- Τις προδιαγραφές και την μελέτη ανάλυσης σε σημεία όπου απαιτείται η εφαρμογή βρόγχου διαστολής-συστολής (Expansion joint specifications).
- Τις προδιαγραφές για εφαρμογή κύλισης ή άρθρωσης μεταξύ σωλήνα και στηρίγματος όπου αυτό απαιτείται (slide plate specifications).
- Τεχνική αξιολόγηση της ανάλυσης τάσεων που εφαρμόζονται στους εξοπλισμούς.



Εικόνα 4.1: Οργανόγραμμα σχεδίασης

4.5. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΣΥΓΚΑΤΑΛΕΓΟΝΤΑΙ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.

Η μελέτη σχεδιασμού προς κατασκευή σε ένα διυλιστήριο είναι μια ομαδική προσπάθεια, και παρόλο που οι σωληνώσεις έχουν τον κυρίαρχο λόγο η πειθαρχία είναι πολύ σημαντική και απαιτεί ίσες προσπάθειες και από άλλα τμήματα μηχανικού και μη παράγοντα. Ένα τυπικό έργο μελέτης θα πρέπει να περιλαμβάνει τις ακόλουθες ειδικότητες:

- Αρχιτεκτονικό Τμήμα (Architectural Department).
- Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών (Civil Department).
- Τμήμα Εκτίμησης Κόστους (Cost Department).
- Ηλεκτρολογικό Τμήμα (Electrical Department).
- Τμήμα Εκτιμήσεων (Estimating Department).
- Τμήμα Οργάνων (Instrument Department).
- Μηχανολογικό Τμήμα (Mechanical Department).
- Τμήμα Σωληνώσεων (Piping Department).
- Τμήμα Προγραμματισμού Και Οργάνωσης (Planning Department).
- Τμήμα Διαδικασιών (Process Department)
- Τμήμα Ασφάλειας Υγιεινής & Πυρασφάλειας (Safety & Fire Protection Department).
- Τμήμα Κατασκευών (Structural Department).

Από αυτούς τους κλάδους, το τμήμα σωληνώσεων είναι συνήθως το μεγαλύτερο, ακολουθώντας το τμήμα των οργάνων και των κατασκευών. Η μελέτη στις σωληνώσεις είναι ένα μεγάλο θέμα, και από όλους τους κλάδους, έχει πιθανώς και τις περισσότερες διεπαφές με άλλα τμήματα: ωστόσο, οι ομάδες συνήθως εργάζονται σε πολύ στενό κλίμα συνεργασίας στην φάση του σχεδιασμού. Η μεταφορά των τρεχουσών πληροφοριών είναι αμφίδρομη και είναι απαραίτητο να υπάρχει μια καλή σχέση εργασίας μεταξύ όλων των κλάδων του έργου.

4.5.1. Μηχανολογικό Τμήμα (Mechanical Engineering group)

Η ομάδα μηχανικών μηχανολογικού εξοπλισμού μπορεί βασικά να αναλυθεί δύο τμήματα: το ένα αφορά περιστρεφόμενος εξοπλισμός (αντλίες, στρόβιλοι και συμπιεστές) και το άλλο τμήμα αφορά τον στατικό εξοπλισμό (δοχεία, πύργους, δεξαμενές και εναλλάκτες θερμότητας). Αυτά αντιμετωπίζονται από δύο διαφορετικές ομάδες μηχανολόγων μηχανικών με εξειδικευμένες δεξιότητες, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τους διάφορους τύπους εξοπλισμού επεξεργασίας.

Οι λεπτομερείς προδιαγραφές των εξοπλισμών αυτών που αναπτύσσονται από τα τμήματα αυτά, με βάση τα δεδομένα διεργασίας που παρέχονται από την ομάδα μηχανικών των διεργασιών λειτουργίας του διυλιστηρίου (χημικοί μηχανικοί), όπου αναπτύσσει το περιλαμβάνουν λειτουργίας σε ανάλογες πιέσεις και θερμοκρασίες.

Η ομάδα των μηχανικών σωληνώσεων πρέπει να συντονίζει το έργο της πολύ στενά με την ομάδα των μηχανολόγων μηχανικών. Το μηχανολογικό τμήμα λαμβάνει λεπτομερή σχέδια διαστάσεων από τους πωλητές ως προς το μέγεθος και τον προσανατολισμό των πολυάριθμων ακροφύσιων σε εξοπλισμούς πράγμα που επιτρέπει στον σχεδιαστή σωληνώσεων να διοχετεύει τη σωστή θέση και διαδρομή το σωλήνα με ακρίβεια.

Τα παραδοτέα του μηχανολογικού τμήματος που αφορούν το τμήμα σωληνώσεων είναι:

- Μηχανικοί κατάλογοι των εξοπλισμών
- Μηχανολογικά σχέδια ανάλυσης εξοπλισμών από των κατασκευαστή.
- Πίνακα με τις μέγιστες επιτρεπόμενες φορτίσεις στα ακροφύσια των αντίστοιχων εξοπλισμών του έργου.

4.5.2. Τμήμα Οργάνων (Instrument Engineering)

Η μηχανική των οργάνων καλύπτει τον έλεγχο και την μέτρηση ενός συστήματος το οποίο λειτουργεί σε συνθήκες ροής ως προς τον έλεγχο κυρίως πιέσεων και θερμοκρασιών αλλά και διάφορων σημάτων των εξοπλισμών. Τα παραδοτέα της ομάδας των μηχανικών οργάνων που έχουν σημασία για την ομάδα σωληνώσεων είναι οι λεπτομέρειες σύνδεσης με το όργανο, και τα φύλλα δεδομένων σε βάνες ενεργοποίησης / απενεργοποίησης.

4.5.3. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών (Civil Engineering)

Είναι το τμήμα το οποίο μελετάει και σχεδιάζει όλες τις μεταλλικές και τσιμεντένιες κατασκευές που προτείνονται από τον μελετητή. Τα παραδοτέα της ομάδας πολιτικού μηχανικού είναι σημαντικά για την ομάδα σχεδιασμού

σωληνώσεων όπως είναι τα τοπογραφικά σχέδια, οι έρευνες τοποθεσίας, σχέδια θεμελίωσης, δρόμοι και πλακόστρωτες περιοχές.

4.5.4. Τμήμα Μελετών Διεργασιών (Process)

Ασχολείται με το λειτουργικό σχεδιασμό της κάθε μονάδας και αποτελείται από τμήμα χημικών μηχανικών οι οποίοι γνωρίζουν καλά την λειτουργία των μονάδων του διυλιστηρίου και εκδίδουν τα διαγράμματα P&IDs.

4.5.5. Τμήμα Ανάλυσης Τάσεων

Το τμήμα αυτό ελέγχει την κατανομή των τάσεων και τις δυνάμεις που αναπτύσσονται στα δίκτυα σωληνώσεων που σχεδιάζονται. Οι δυνάμεις αυτές προέρχονται βασικά από δύο παράγοντες:

- Από το ίδιο το βάρος του σωλήνα και του ρευστού που μεταφέρει και
- από τις διαστολές λόγω της θερμοκρασίας στην οποία βρίσκεται.

Είναι το σημαντικότερο τμήμα με το οποίο συνεργάζεται ο μελετητής και ένα από τα σημαντικότερα όλου του έργου εφόσον καταλαμβάνει το 10-15% της συνολικής μελέτης. Είναι πολύ σημαντικό για την ομαλή πορεία του έργου αλλά και την επιτυχία της μελέτης, να βρίσκεται πάντα σε άμεση συνεργασία.

Τα βασικά προβλήματα που δημιουργούνται στα δίκτυα δεν είναι όπως θα περίμενε ίσως κάποιος λόγω της πίεσης αλλά λόγω της θερμοκρασίας. Αυτό παρατηρείται γιατί λόγω των μεγάλων μεταβολών στην θερμοκρασία αναπτύσσονται και μεγάλες διαστολές με αποτέλεσμα ειδικά στα σημεία όπου πακτώνονται οι σωλήνες (πχ σημεία αγκύρωσης, στόμια δοχείων). Μέσα στα καθήκοντα του stress είναι το να προτείνουν τις θέσεις αλλά και το είδος για τα στηρίγματα που πρέπει να τοποθετηθούν.

Η δουλειά τους αρχίζει αντίστοιχα με του μελετητή δηλαδή από τα P&IDs. Από τα διαγράμματα αυτά βγάζουν μια "Κρίσιμη λίστα" (CRITICAL LIST) των γραμμών που θα πρέπει να προσεχθούν από το riping ως επικίνδυνες (λόγω της δημιουργίας τάσεων). Τέτοιες γραμμές είναι εκείνες που συνδέονται με ευαίσθητα μηχανήματα όπως αντλίες και συμπιεστές. Εκείνες που συνδέονται με στόμια πύργων και δοχείων, οι γραμμές που είναι μεγαλύτερες από 6" και μεταφέρουν υλικό το οποίο βρίσκεται σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 180 και τέλος οι γραμμές με πολλά παρακλάδια.

Στη συνέχεια περνάνε την λίστα στους μελετητές σωληνώσεων ώστε να έχουν από την αρχή μια εικόνα των "επικίνδυνων" γραμμών και να τις λάβουν υπόψιν τους κατά την μελέτη και σχεδίαση των plot plan και riping layouts. Μετά από αυτό το stress προχωράει στην κατασκευή απλών ισομετρικών τα οποία δείχνουν την πορεία των γραμμών (routing) χωρίς πολλές λεπτομέρειες. Μετά και από αυτό το βήμα τοποθετούνται τα στηρίγματα και αρχίζει η τελική επεξεργασία της γραμμής. Οι βασικοί υπολογισμοί γίνονται μέσω H/Y με τη βοήθεια του προγράμματος CAESAR

II. Πριν ξεκινήσει ο μελετητής την επεξεργασία με την βοήθεια του Η/Υ θα πρέπει να έχει πρώτα συλλέξει μερικά βασικά στοιχεία. Αυτά είναι:

- Πληροφορίες για τα μηχανήματα με τα οποία είναι συνδεδεμένη η γραμμή και τα σχέδια τους.
- Όλες τις πληροφορίες που αφορούν τον σωλήνα (υλικό σωλήνα, line list, πάχος τοιχώματος, θερμοκρασία κλπ.)

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι για το stress γραμμή θεωρείται ολόκληρο το δίκτυο το οποίο βρίσκεται μεταξύ δυο σημείων αγκύρωσης. Αν ή γραμμή αυτή έχει παρακλάδια τότε θα πρέπει και τα παρακλάδια να τελειώνουν υποχρεωτικά σε σημεία αγκύρωσης. Οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τις απαιτήσεις του πελάτη και υπάρχουν δύο οριακές τιμές.

Οι συνθήκες λειτουργίας (operation conditions) όπου ως μέγιστες τιμές παίρνονται οι μέγιστες αναπτυσσόμενες τάσεις κατά τη διάρκεια λειτουργίας της μονάδας και οι συνθήκες υπολογισμού (design conditions) όπου οι μέγιστες τιμές είναι πάντα μεγαλύτερες από εκείνες της λειτουργίας κατά ένα ποσοστό που προσδιορίζει ο πελάτης. Για παράδειγμα για την θερμοκρασία ως μέγιστη τιμή (design temperature) συνήθως παίρνεται 30 βαθμούς Κελσίου μεγαλύτερη από εκείνη της κανονικής λειτουργίας (εκτός βέβαια αν προβλέπει κάτι άλλο η εκάστοτε προδιαγραφή).

Εάν η γραμμή περάσει με επιτυχία τους υπολογισμούς, τότε εδώ τελειώνει και το έργο του stress analysis. Αν όχι πρέπει να βρει γιατί δεν περνάει και πώς θα πρέπει να είναι ή κατανομή της στον χώρο. Όλες αυτές οι πληροφορίες πρέπει να περάσουν στον μελετητή της γραμμής και αυτός είναι υποχρεωμένος να την αλλάξει και να ακολουθήσει τις οδηγίες του stress. Από το κεφάλαιο 4.4 – 4.5.5 της παρούσας πτυχιακής είναι παρμένα από το βιβλίο Process piping design handbook. Advanced piping design vol 1 με συγγραφείς τους Rutger Botermans & Peter Smith σελίδα 137-154.

4.6. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ (CASE STUDY)

4.6.1. Μελέτη Σχεδιασμού Τοποθέτησης Μονάδας VRU

Η ανάκτηση ατμών είναι η διαδικασία ανάκτησης των ατμών βενζίνης ή άλλων καυσίμων, έτσι ώστε να μην διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα. Αυτό γίνεται συχνά (ή απαιτείται από το νόμο) στους σταθμούς ανεφοδιασμού, προκειμένου να μειωθούν οι επιβλαβείς και δυνητικά εκρηκτικοί καπνοί και η ρύπανση.

4.6.2. Μονάδα Ανάκτησης Ατμών (Vapor Recovery Unit)

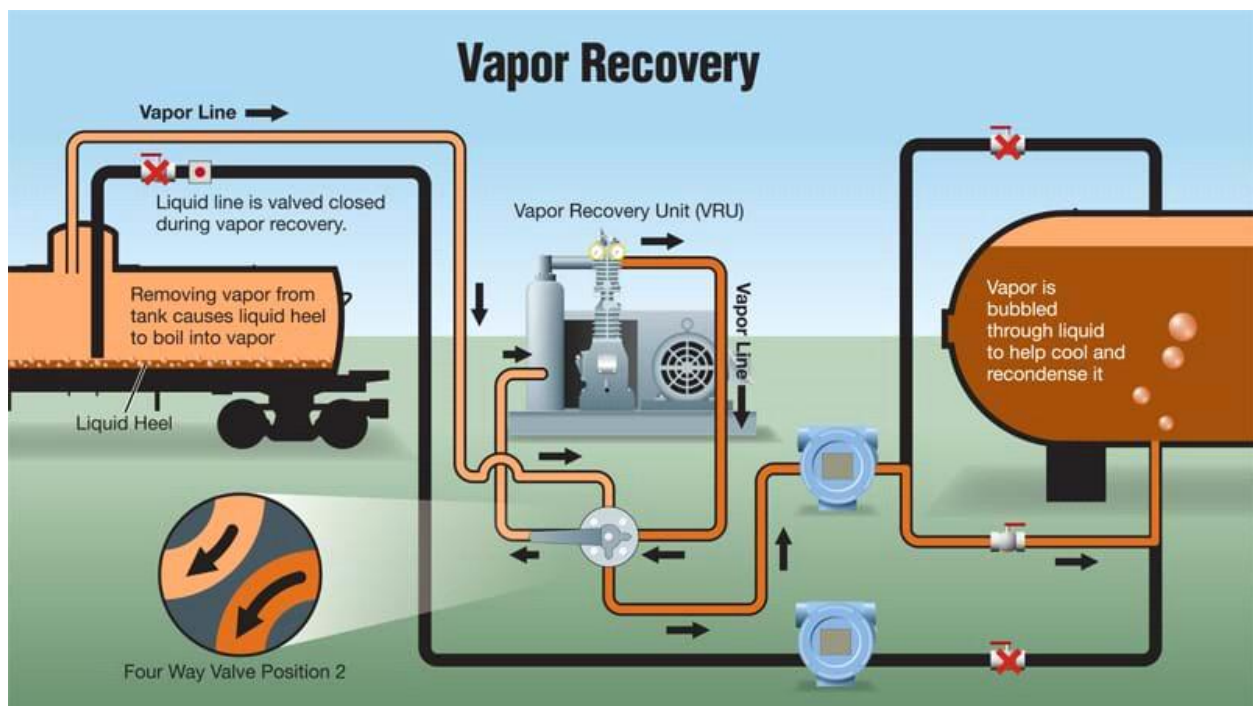
Ο σκοπός της μελέτης τοποθέτησης της μονάδας VRU έχει ως αποτέλεσμα την ασφαλή και αποτελεσματική καταστροφή των εκρηκτικών ατμών από τα θαλάσσια φορτία των πλοίων κατά τις δραστηριότητες φόρτωσης-εκφόρτωσης

υδρογονανθράκων. Οι ατμοί που περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC) δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας φόρτωσης δεξαμενόπλοιων και φορητών με εύφλεκτα υγρά όπως αργό πετρέλαιο, βενζίνη, νάφθα, βενζόλιο και πολλά άλλα υλικά με τάση ατμών μεγαλύτερη από 0,5 PSI.

Η αρνητική πίεση που δημιουργείται στην (υπόγεια) δεξαμενή του μέσου εκφόρτωσης από την απόσυρση του προϊόντος συνήθως χρησιμοποιείται για να τραβήξει τους ατμούς. Η ανάκτηση ατμών χρησιμοποιείται επίσης στη βιομηχανία χημικών διεργασιών για την απομάκρυνση και ανάκτηση ατμών από τις δεξαμενές αποθήκευσης. Οι ατμοί είναι συνήθως περιβαλλοντικά επικίνδυνοι, αλλά μέσω της διαδικασίας αυτής γίνονται πολύτιμοι για ανάκτηση.

Η διαδικασία αποτελείται από ένα σύστημα κλειστού εξαερισμού από το χώρο αποθήκευσης της δεξαμενής αποθήκευσης σε μια μονάδα ανάκτησης ατμού (VRU Vapor Recovery Unit), η οποία θα ανακτήσει τους ατμούς για επιστροφή στη διαδικασία εκφόρτωσης προς τον τελικό προορισμό αποθήκευσης ή θα τις καταστρέψει, συνήθως με οξείδωση.

Οι μονάδες ανάκτησης ατμών επίσης χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία πετρελαίου και αερίου ως μέσο ανάκτησης ατμών φυσικού αερίου και καθιστώντας το ένα χρήσιμο και επικερδές προϊόν.



Εικόνα 4.2: Αρχή λειτουργίας μονάδας ανάκτησης ατμών

4.6.3. Μονάδα Ασφάλειας Αποβάθρας (DSU)

Η DSU βρίσκεται κοντά στη σύνδεση ατμού της εγκατάστασης και πρόκειται ουσιαστικά για ένα σύστημα ασφαλείας τοποθετημένο σε κλίση με ανοδική

κατεύθυνση προς την μονάδα (VRU), συνήθως τοποθετείται στην αποβάθρα δίπλα στο θαλάσσιο σκάφος που θα φορτωθεί-εκφορτωθεί με προϊόντα υδρογονανθράκων. Η μονάδα DSU δέχεται τους ατμούς από τις θαλάσσιες αποθήκες φορτίου και περιλαμβάνει ασφαλιστικές ασφάλειες, συλλέκτες εκπυρσοκρότησης και σύστημα εμπλουτισμού, ώστε να διασφαλίζεται ότι οι ατμοί διατηρούνται εκτός της περιοχής εκρηκτικών, προτού κατευθυνθούν στη μονάδα καταστροφής ατμού.

4.6.4. Εφαρμογή Της Διαδικασίας Μελέτης Προς Υλοποίηση Του Έργου

Σε διυλιστήριο που βρίσκεται στον Ασπρόπυργο Αττικής προέκυψε η μελέτη για κατασκευή μονάδας VRU-DSU από μελετητική εταιρία του χώρου που ασχολείται με τον τομέα της ενέργειας και λειτουργεί σύμφωνα με τα διεθνώς αναγνωρισμένα πρότυπα και πρακτικές. Η μελετητική εταιρία που πρόκειται να εφαρμόσει την μελέτη έχει εκτενή εμπειρία στα Έργα Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου, προσφέροντας υψηλής ποιότητας τεχνικές υπηρεσίες όπως βασικός και λεπτομερής σχεδιασμός, διαχείριση έργου και επίβλεψη κατασκευής.

Ένας ακόμα λόγος για την τοποθέτηση της μονάδας VRU-DSU πέραν από τους περιβαλλοντολογικούς λόγους ασφαλείας όπως προαναφέρθηκαν είναι και επειδή πλέον με την νέα νομοθεσία επιβάλλεται η δομή του σε λιμάνια και προβλήτες που έχουν σταθμούς φόρτωσης προϊόντων υδρογονανθράκων.

4.7. ΕΝΑΡΞΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

4.7.1. Βήμα Πρώτο (Σκοπιμότητα)

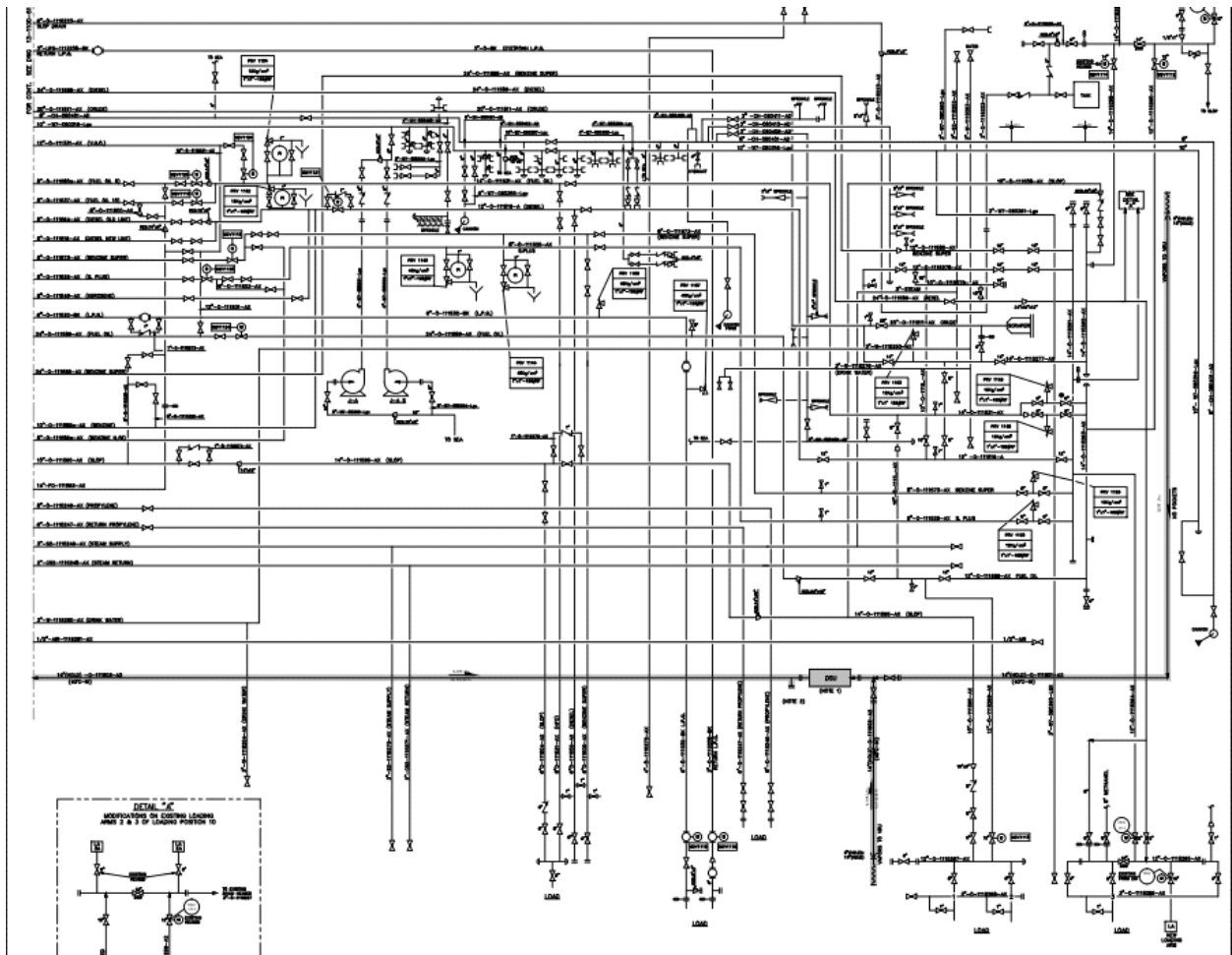
Οι μηχανικοί του διυλιστηρίου που έχουν αναλάβει το έργο όπου τους ανατέθηκε καλούν σε συνάντηση την διεύθυνση της μελετητικής εταιρίας που πρόκειται να αναλάβει το έργο παρουσία από τους επικεφαλής μηχανικούς μελέτης της εταιρίας μελετών κατασκευών για σχετική ενημέρωση πάνω στο έργο. Κατά την συνάντηση αυτή ορίζονται οι υπευθυνότητες για την εξέλιξη του έργου και γίνεται μια αρχική εκτίμηση του κόστους και των χρονοδιαγραμμάτων ροής. Οι μηχανικοί του έργου από το διυλιστήριο παρουσιάζουν όλα τα σχετικά έγγραφα και τους μηχανικούς καταλόγους των εξοπλισμών που πρόκειται να τοποθετηθούν μαζί με το τοπογραφικό σχέδιο του διυλιστηρίου.

Το τμήμα μελετών σωληνώσεων της εταιρείας μελετών που ανέλαβε την μελέτη ασχολείται κυρίως με μελέτες δικτύων σωληνώσεων, και πιο συγκεκριμένα με τη χωροθέτηση των μηχανημάτων και των σωληνών, οι οποίοι μεταφέρουν πετροχημικά και βαρέα χημικά προϊόντα (ρευστά) σε διυλιστηριακές εγκαταστάσεις, αλλά και με μελέτες φυσικού αερίου. Τα δίκτυα αυτά χαρακτηρίζονται ως βιομηχανικά piping) και προσδιορίζονται (μελετώνται) σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές

- ASME B31.1: POWER PIPING
- ASME B31.3: PROCESS PIPING

4.7.2. Βήμα Δεύτερο (Σύλληψη-Δημιουργία Διαγραμμάτων P&Id)

Η φάση της σύλληψης καθορίζει το βασικό πεδίο σχεδιασμού, καθώς και το προκαταρκτικό χρονοδιάγραμμα για το προτεινόμενο έργο. Αρχικά το τμήμα μελετών διεργασιών (process) που αποτελείται από χημικούς μηχανικούς έκανε την μελέτη για την απαιτούμενη έκδοση του διαγράμματος ροής μεταξύ των εξοπλισμών (P&ID) και στην συνέχεια έγιναν υπολογισμοί για την απαιτούμενη παροχή όπου κατά αυτόν τον τρόπο διαστασιοποιήθηκαν τα μεγέθη γραμμών.



Εικόνα 4.3: Διαγράμματα ροής διαδικασίας πριν το ισομετρικό σχέδιο

4.7.3. Βήμα Τρίτο (Βασικός Σχεδιασμός)

Σε αυτό το στάδιο, τα σχέδια και τα έγγραφα των σωληνώσεων εκδίδονται προς έγκριση. Στην ομάδα μελετών σωληνώσεων παραδίδονται όλα τα σχετικά έγγραφα κλειδιά που θα αποτελέσουν τα βασικά εργαλεία για την εξέλιξη της μελέτης όπως αυτά είναι:

- Την λίστα με τις κλάσεις σωληνώσεων (List of piping classes). (IFC)
- Οι τεχνικές απαιτήσεις και δεδομένα των βανών (Valve data sheets).
- Οι τεχνικές απαιτήσεις και δεδομένα ειδικών εξοπλισμών σωληνώσεων (Piping special data sheets).
- Τεχνικές Προδιαγραφές κατασκευής, εγκατάστασης και ελέγχου σωληνώσεων Piping fabrication, installation, inspection and testing specifications.
- Τεχνικές Προδιαγραφές προμήθειας όλων των υλικών σωληνώσεων (Technical specifications for the purchase of all piping components).
- Τα διαγράμματα P&ID (IFC)
- Λίστα Συνδέσεων Tie-in list (IFC).
- Η λίστα γραμμών του έργου (line list)

LINE SIZE (in)	FLUID	LINE DATA				EPD No.	FLUID CATEGORY (ANSI B 31.3)	DESIGN CATEGORIZATION			OPER. TEMP. (°C)	DESIGN		INSULATION		PAINT CYCLE	TEST FLUID	TEST PRESS. (kg/cm ² g)	REMARKS	Rev. No.
		NUMBER	CLASS	FROM	TO			FLUID GROUP	TEMP. AT O.T. (°C)	EQUIPMENT CATEGORY		TEMP. (°C)	PRESS. (kg/cm ² g)	TYPE	THICK (mm)					
8"	D	801811	A2	801855	111082	81	NPS	1	+8.5	II	48	TD	(hold)	NI	-	2-1	WI	(hold)		0
8"	D	801812	A2	111081	801320	81	NPS	1	+8.5	II	48	TD	(hold)	NI	-	2-1	WI	(hold)		0
8"	D	111081	A2	VRU	088102	76	NPS	1	+8.5	II	48	TD	(hold)	NI	-	2-1	WI	(hold)		0
8"	D	111082	A2	088181	VRU	76	NPS	1	+8.5	II	48	TD	(hold)	NI	-	2-1	WI	(hold)		0
14"	D	111081	A2	HOSE CONNECTION	111083	70	NPS	1	+8.5	III	48	TD	(hold)	NI	-	2-1	WI	(hold)		0
14"	D	111082	A2	HOSE CONNECTION	111083	70	NPS	1	+8.5	III	48	TD	(hold)	NI	-	2-1	WI	(hold)		0
14"	D	111083	A2	111081 111082	VRU	76 76	NPS	1	+8.5	III	48	TD	(hold)	NI	-	2-1	WI	(hold)		0
8"	D	801320	A2	088182	882822 801853	81 82 83 84 85 86 87	NPS	1	+8.5	II	48	TD	(hold)	NI	-	2-1	WI	(hold)		0
8"	D	801851	A2	882881	088181 801852	81 82 83 84 85 86 87	NPS	1	+8.5	II	48	TD	(hold)	NI	-	2-1	WI	(hold)		0
3/4"	D	801852	A2	801855	TRU-8820 28 (OLEY WATER SCHEM)	76	NPS	1	+8.5	SEP I	48	TD	(hold)	NI	-	2-1	WI	(hold)		0
3/4"	D	801853	A2	801320	TRU-8820 28 (OLEY WATER SCHEM)	76	NPS	1	+8.5	SEP I	48	TD	(hold)	NI	-	2-1	WI	(hold)		0

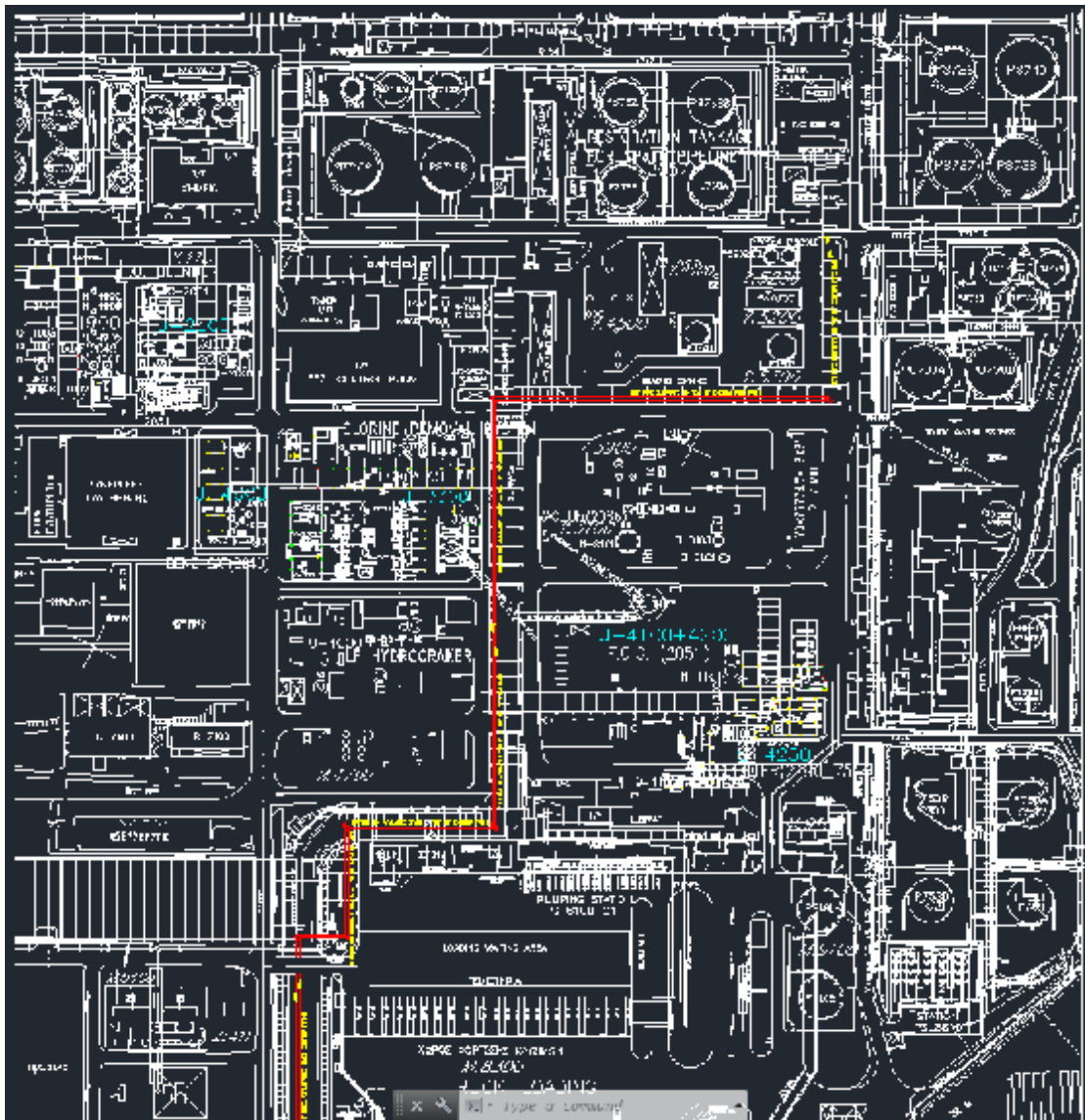
Εικόνα 4.4:line list of project

TIE-IN		NEW LINE		EXISTING LINE or EQUIPMENT DATA															
NUMBER	SIZE (in)	NUMBER	CLASS	LINE EQUIPMENT No.	OR	OPERATING TEMP. (°C)	DESIGN CONDITIONS		INSULATION		TIE-IN TYPE	SHUT DOWN REQ'D	TEST FLUID	TEST PRESS. (kg/cm ² g)	EPD No.	REMARKS	Rev. No.		
							TEMP. (°C)	PRESS. (kg/cm ² g)	TYPE	THICK (mm)									
8828-03	8"	882820	A2	P-87838		38	66	18.0	NI	-	COLD	Y	W	27.8	28		0		
8828-04	3"	882827	A2	P-87836		38	66	18.0	NI	-	COLD	Y	W	27.8	28		0		
8828-05	8"	882826	A2	P-87844		38	66	18.0	NI	-	COLD	Y	W	27.8	28		0		
8828-06	8"	882829	A2	882803		38	66	18.0	NI	-	COLD	Y	W	27.8	28		0		
8828-07	1"	882832	A2	EXISTING HEADER 1 1/2"		38	66	18.0	NI	-	COLD	Y	W	27.8	28		0		
8828-08	1"	882834	A2	EXISTING HEADER 1 1/2"		38	66	18.0	NI	-	COLD	Y	W	27.8	28		0		
8828-09	3"	882824	A2	P-87834		38	66	18.0	NI	-	COLD	Y	W	27.8	28		0		
8828-10	3"	882825	A2	P-87834		38	66	18.0	NI	-	COLD	Y	W	27.8	28		0		
8828-11	12"		A2	882803		38	66	18.0	NI	-	COLD	Y	W	27.8	28		0		
8828-01	8"	882820	A2	P-87848		38	66	18.0	NI	-	COLD	Y	W	27.8	28		0		
8828-02	8"	882820	A2	P-87848		38	66	18.0	NI	-	COLD	Y	W	27.8	28		0		

Εικόνα 4.5:tie in list of project

Τα παραπάνω δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν ως βασικά εργαλεία για την έναρξη της μελέτης και ακόλουθος από τον "job leader" του τμήματος μελετών σωληνώσεων διαμορφώθηκε το **SCOPE LAY OUT PLAN** το οποίο παρουσιάζει σε μια ολοκληρωμένη γενική εικόνα πάνω στο τοπογραφικό του διυλιστηρίου (plot plan) την όδευση που θα πρέπει να ακολουθήσουν οι σωληνογραμμές. Δηλαδή από τις δεξαμενές που θα είναι και ο τελικός χώρος αποθήκευσης του προϊόντος έως και την προβλήτα όπου εκεί θα στηθεί η μονάδα ανάκτησης ατμών VRU μοιράζοντας δύο

σωληνώσεις προς την παλιά και την νέα προβλήτα όπου θα καταλήγουν στα skid της DSU που θα βρίσκονται κοντά στους σταθμούς φόρτωσης των πλοίων.



Εικόνα 4.5: Scop lay out plan 1



Εικόνα 4.7: Scop lay out plan 3

4.7.4. Βημα Τεταρτο (Λεπτομερης Σχεδιασμος)

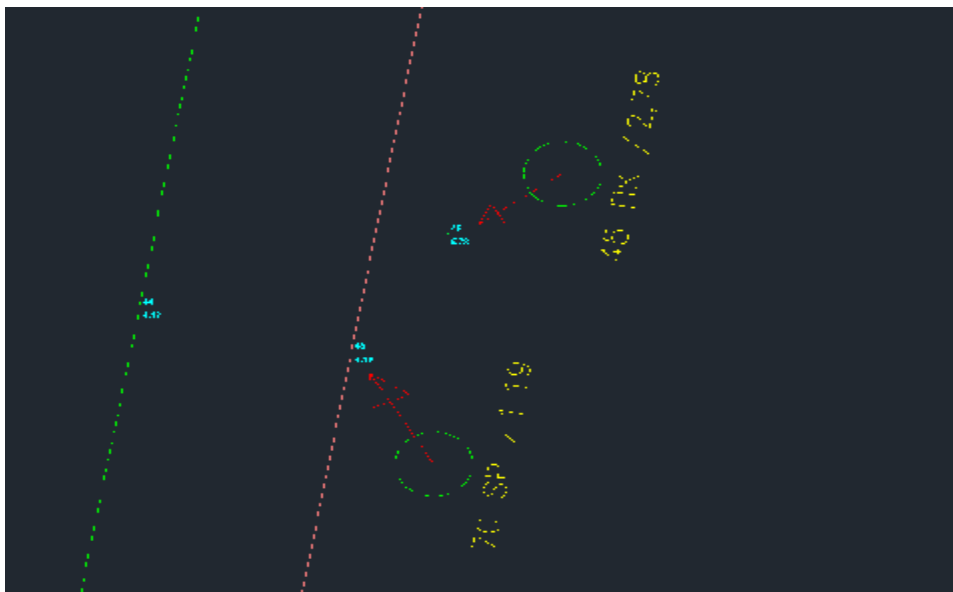
Η φάση του λεπτομερούς σχεδιασμού λαμβάνει την έγγραφη τεκμηρίωση της φάσης του βασικού σχεδιασμού ως βάση για τον σχεδιασμό του έργου, και το έργο στην συνέχεια οριστικοποιείται και τεκμηριώνεται πλήρως. Στο λεπτομερή σχεδιασμό ο job leader, αναθέτει την μελέτη ευθύνης στους υφιστάμενους μελετητές μηχανικούς. Η ομάδα μηχανικών της κάθε περιοχής ευθύνης απαρτίζεται από τον Senior piping designer τον assistant Piping designer και τον draftsman designer. Στην ομάδα αυτή συμμετέχουν, πολιτικός μηχανικός και ο μηχανικός ανάλυσης τάσεων. Αρχικά λοιπόν θα βγουν στην περιοχή μελέτης ευθύνης τους και χρησιμοποιώντας μετροταινία ή λέιζερ θα αρχίσουν να κάνουν αποτύπωση της περιοχής σχεδιάζοντας σε σκαρίφημα και κάνοντας μία αρχική προμελέτη για την ακριβή όδευση της σωληνογραμμής. Στην

συνέχεια θα περάσουν το σκαρίφημα πάνω στο υφιστάμενο τοπογραφικό σχέδιο που τους έχει υψωθεί για τον λόγο που περιγράφεται παρακάτω:

Συνήθως το σχέδιο μελέτης που παραδίδεται δεν είναι πλήρως ενημερωμένο και για τον λόγο αυτό θα πρέπει να τοποθετηθούν απάνω τα φυσικά εμπόδια που διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν στο πεδίο με σκοπό να αλλάξει η όδευση της γραμμής σε περίπτωση που αυτά τα εμπόδια δεν γίνεται να μετακινηθούν. Τα εμπόδια αυτά μπορεί να είναι μία παροχή ατμού για παράδειγμα στην οποία δεν μπορεί να γίνει διακοπή λειτουργίας στο δίκτυο ώστε να ξηλωθεί και να μετακινηθεί. Ή κάποιος άλλος ειδικός εξοπλισμός (όπως πυροσβεστικοί κρουνοί ή δίκτυα πυρόσβεσης) του διυλιστηρίου ο οποίος για διάφορους σοβαρούς λόγους δεν μπορεί να αλλάξει θέση. Εμπόδια όμως όπως σκάλες, ή και σωληνώσεις που είναι ανενεργές, κιγκλιδώματα, ή στηρίγματα για τα οποία το τμήμα πολιτικών μηχανικών θα μπορούσε να τα μεταφέρει σε άλλη θέση.

Μόλις τοποθετηθούν τα φυσικά εμπόδια στο σχέδιο γίνεται εκτίμηση αυτών που μπορούν να μετακινηθούν και αυτών που δεν μπορούν. Σε αυτό το στάδιο πλέον ορίζεται ο καθαρός χώρος από τον οποίο μπορεί να περάσει η σωληνογραμμή. Μετά από αυτό, τα εμπόδια τα οποία στην συγκεκριμένη περίπτωση δεν μπορούσαν να μετακινηθούν ήταν κατά κύριο λόγο οι πυροσβεστικοί κρουνοί και μία πλατφόρμα στην περιοχή φόρτωσης του αερίου (LPG).

Στην περίπτωση αυτή αποφασίστηκε να έρθει ο τοπογράφος και να πάρει τα ύψη των πυροσβεστικών κρουनों και της πλατφόρμας φόρτωσης του αερίου ώστε να οριστεί το αρχικό ύψος από το οποίο θα ξεκίναγε η σωληνογραμμή για να φτάσει στην μονάδα DSU. Ο λόγος που έγινε αυτή η διαδικασία είναι επειδή η σωληνογραμμή πρέπει να έχει κλίση 2/1000 από το ανώτερο σημείο μέχρι την DSU όπως αυτό έχει οριστεί από το τμήμα διεργασιών του process analysis για να βρίσκεται πιο ψηλά από όλα τα εμπόδια με απόσταση ασφαλείας 1300mm από το υψηλότερο σημείο. Μελετήθηκαν οι αποστάσεις έτσι ώστε να γίνει εύρεση του υψηλότερου σημείου από όπου μπορεί να ξεκινήσει η σωληνογραμμή χωρίς να υπάρχει περίπτωση να χτυπήσει σε κάποιο εμπόδιο.



Εικόνα 4.8: Τοπογραφικό σχέδιο πυροσβεστικών κρουών

Έπειτα από τις παραπάνω διαδικασίες το αμέσως επόμενο πρόβλημα ήταν τα σημεία στήριξης της σωληνογραμμής όπου θα έπρεπε να τοποθετηθούν νέα δοκάρια στήριξης σε σημεία όπου υπήρχε ο περιορισμός του χώρου ελευθερίας. Το μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος στήριξης από δοκάρι σε δοκάρι στήριξης της σωλήνας 14" για την οποία έγινε και η μελέτη ήταν 14200 mm. Για τον λόγο αυτόν έπρεπε να γίνει εκ νέου λεπτομερής καταμέτρηση των αποστάσεων μεταξύ των υφιστάμενων δοκαριών στήριξης της κεντρικής πλατφόρμας που οδηγούσε στον σταθμό φόρτωσης όπου και θα κατέληγε η σωληνογραμμή. Σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιήθηκε μετροταινία (μεζούρα) μετρώντας τις αποστάσεις ανά υφιστάμενο δοκάρι στήριξης τύπου HEB 300 στο μέσον του (center line) από το πρώτο όπου ξεκίναγε η πλατφόρμα έως και το τελευταίο που κατέληγε στον σταθμό φόρτωσης. Διαπιστώθηκε έπειτα από αυτήν την ενέργεια πως τα δοκάρια δεν τηρούσαν όμοιες αποστάσεις μεταξύ τους και το εύρος απόστασης τους κυμαινόταν μεταξύ (2000-3600) mm.

Α	Β	Γ	Δ	Ε	ΣΤ	Ζ	Η	Θ	Ι	Κ	Λ	Μ	Ν	Ξ	Ο	Π	Ρ	Σ	Τ	Υ	Φ	Χ	Ψ	Ω	Α	Β	Γ	Δ	Ε	ΣΤ	Ζ	Η	Θ	Ι	Κ	Λ	Μ	Ν	Ξ	Ο	Π	Ρ	Σ	Τ	Υ	Φ	Χ	Ψ	Ω																													
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Εικόνα 4.8: πίνακας λεπτομερούς αναφοράς αποστάσεων για σωληνώσεις και εξαρτήματα διαφόρων ιστών συμπεριλαμβάνοντας την 14" σωλήνα της μελέτης

Τα παραπάνω αποτελέσματα έφεραν μεγάλο προβληματισμό στα σημεία στήριξης του σωλήνα και για την καλύτερη μορφοποίηση του σχεδίου σε συνεννόηση με τον job leader piping designer αποφασίστηκε να μην γίνει η μελέτη πάνω στο αρχικό τοπογραφικό που είχε δοθεί αλλά να ξεκινήσει η μελέτη σε νέο σχέδιο που θα επανασχεδιαζόταν από την αρχή. Ο λόγος αυτής της ενέργειας ήταν οι πολυάριθμες αποκλίσεις σε πολλά μέρη του σχεδίου για τα οποία η διόρθωση τους φάνηκε πως θα είναι αρκετά χρονοβόρα. Στο νέο σχέδιο λοιπόν που διαμορφώθηκε σχεδιάστηκαν πάνω μόνο τα σημεία ενδιαφέροντος που βρισκότουσαν κοντά στην περιοχή της

μελέτης ευθύνης σύμφωνα με τις ακριβείς αποστάσεις που πάρθηκαν στο πεδίο στα αντίστοιχα σκαριφήματα. Τα σημεία αυτά αποτελούσαν ουσιαστικά τα κρίσιμα σημεία ενδιαφέροντος όπως οι αποστάσεις των υφιστάμενων δοκαριών και των σημείων που θα μπορούσαν να σταθούν εμπόδιο στην όδευση όπως προαναφέρθηκαν παραπάνω.

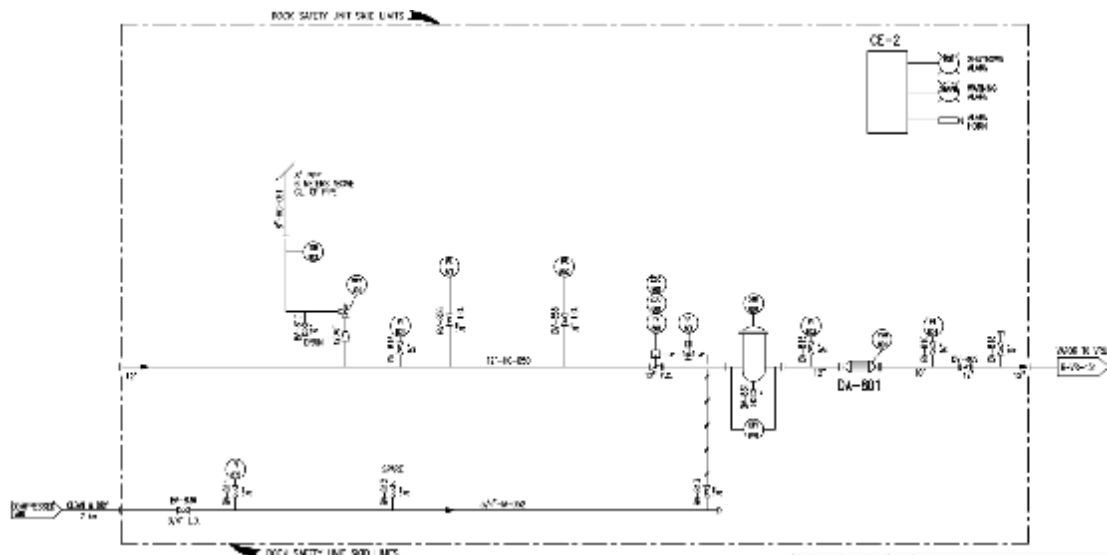
Πλέον ο επανακαθορισμός για την μελέτη τοποθέτησης έγινε αρκετά πιο εύκολος κατά το μήκος της πλατφόρμας. Η αρχική προμελέτη σχεδίασης που βρισκόταν σε πρώιμο στάδιο στο αρχικό σχέδιο ακυρώθηκε και άρχισε να επαναπροσδιορίζεται στο καινούριο. Η διαδικασία σχεδιασμού της όδευσης έως και το τελευταίο υφιστάμενο δοκάρι στήριξης της πλατφόρμας διήρκησε περίπου 10 εργάσιμες μέρες στο γραφείο εργασίας του τμήματος μελετών πάνω στο σχεδιαστικό πρόγραμμα AUTO CAD 2D. Στο διάστημα αυτό χρειάστηκε να τραβηχτεί φωτογραφικό υλικό από την περιοχή της μελέτης ευθύνης με την άδεια του προϊστάμενου της περιοχής (καπετάνιος προβλήτας) καθώς και η συνεχής επαναεπισκέψεις στο πεδίο μελέτης από τον assistant riping designer για πιθανά σημεία αμφιβολίας που απαιτούσαν επιβεβαίωση των αποστάσεων μέτρησης. Σε τέτοιου είδους έργα όπου η περιοχή της μελέτης ευθύνης δεν αποτελείται από "καθαρό" χώρο πράγμα που θα έκανε πολύ πιο εύκολη την συνολική διαδικασία η λήψη φωτογραφικού υλικού αποτελεί βοηθητικό εργαλείο καθώς η προβολή τους από τον χώρο εργασίας του γραφείου δίνει άμεσα στους μελετητές την εξωτερική εικόνα της περιοχής και πάλι σε σημεία πιθανών αμφιβολιών που προκύπτουν.

Αφού ολοκληρώθηκε σχεδιαστικά το "ripping drafting" με την όδευση της 14" σωληνογραμμής έως και το τελευταίο υφιστάμενο δοκάρι στήριξης της πλατφόρμας και ορίστηκε το τελικό ύψος στήριξης με βάση το κατώτερο σημείο του σωλήνα BOP (bottom of pipe) το επόμενο βήμα που ακολούθησε ήταν ο τρόπος δομής των δοκαριών στήριξης σε σχηματισμό "Π". Η ένδειξη του σημείου τοποθέτησης για τα κάθετα ειδικά διαμορφωμένα στηρίγματα ορίστηκε από τον "Senior riping designer" σε συνεννόηση με τον πολιτικό μηχανικό του έργου. Ο πολιτικός μηχανικός έλαβε το σχέδιο με την όδευση της γραμμής από την ομάδα μελετών σωληνώσεων και εφαρμόζοντας μελέτη στατικού ελέγχου διαμόρφωσε το δικτύωμα στήριξης σχήματος "Π" το οποίο απαρτιζόταν από συγκολλημένα δοκάρια τύπου HEA 160 και HEA 180.

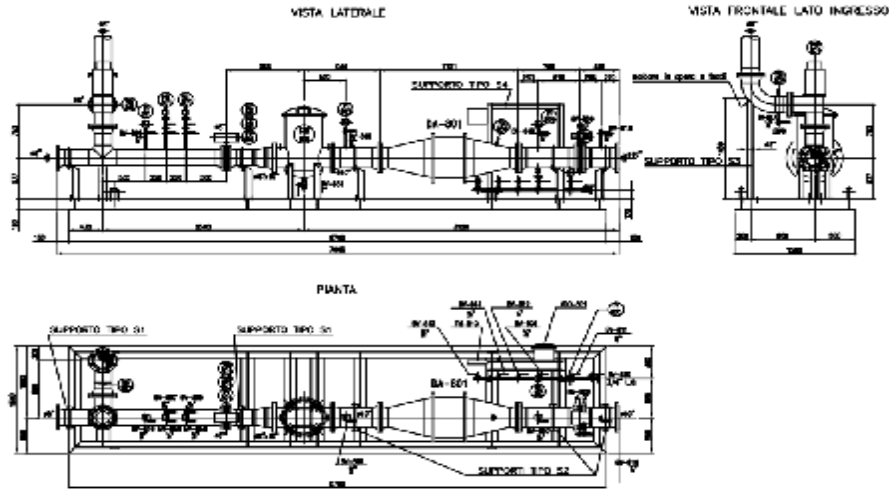
Τα στηρίγματα αυτά δεν ακολουθούν σταθερό ύψος κατασκευής καθόλη την πορεία όδευσης γιατί όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως η σωληνογραμμή ακολουθούσε καθοδική πορεία όδευσης 2/1000 προς την DSU. Σε αυτό το σημείο παίρνει ενεργό δράση ο "draftsman designer" ο οποίος σχεδιάζει με απόλυτη λεπτομέρεια σε τομή κάθε δοκάρι στήριξης μαζί με το "bottom of pipe" και αναγράφει πάνω στο σχέδιο τα διάφορα ύψη και αποστάσεις του συστήματος για να μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητό από τον μηχανικό του εργολάβου που θα κατασκευάσει το έργο. Στο σημείο αυτό το πρώτο μέρος της λεπτομερούς μελέτης σχεδιασμού ολοκληρώνεται και θα ακολουθήσει η συνέχεια της μελέτης όδευσης για την συνδεσμολογία με το skid της μονάδας DSU που θα πρέπει να τοποθετηθεί στο τέλος της προβλήτας κοντά στον σταθμό φόρτωσης από την έξοδο της οποίας και θα μοιράζονται δύο παροχές με σωλήνες των 8" οι οποίοι θα καταλήγουν στους δυο σταθμούς φόρτωσης των πλοίων για να πραγματοποιείται η ανάκτηση ατμών κατά την διαδικασία της φόρτωσης.

Η μελέτη για την συνέχεια της όδευσης στην περιοχή του σταθμού φόρτωσης άρχισε αφότου ολοκληρώθηκαν πλήρως τα σχέδια σωληνώσεων μέχρι και το τελευταίο δοκάρι στήριξης της πλατφόρμας. Από το τελευταίο σημείο που σταμάτησε η μελέτη όδευσης του σωλήνα 14" θα έπρεπε να γίνει η συνέχεια ώστε να συνδεθεί με την μονάδα DSU. Αυτό το σημείο έφερε αρκετά μεγάλη δυσκολία αντιμετώπισης για τους μελετητές καθότι επικρατούσε σημαντική ανομοιομορφία του εδάφους σε συνδυασμό με υφιστάμενες σκάλες πρόσβασης και σωληνώσεις. Η αποτύπωση της περιοχής αυτής στάθηκε πολύ χρονοβόρα ώστε να περαστεί στο σχέδιο η υφιστάμενη κατάσταση της περιοχής με τον ίδιο τρόπο που διεξάχθηκε και στο προηγούμενο μέρος της μελέτης.

Το κυρίαρχο πρόβλημα ήταν ο ορισμός του σημείου τοποθέτησης του skid της DSU για το οποίο δέν μπορούσε εύκολα να τροποποιηθεί η δομή της διάταξης του καθώς αποτελούσε πολύ μεγάλο όγκο και δέσμευε σημαντικό μέρος του χώρου εργασίας των χειριστών φόρτωσης πάνω στην πλατφόρμα. Οι διαστάσεις του skid αυτού δόθηκαν στους μελετητές από τον κατασκευαστή με τις ακριβείς διατάσεις των εξοπλισμών του καθώς και αναγραφόταν και το βάρος τους το οποίο κατά κύριο λόγο θα αποτελούσε βασικό εργαλείο για την μελέτη στήριξης του από τον πολιτικό μηχανικό του έργου.



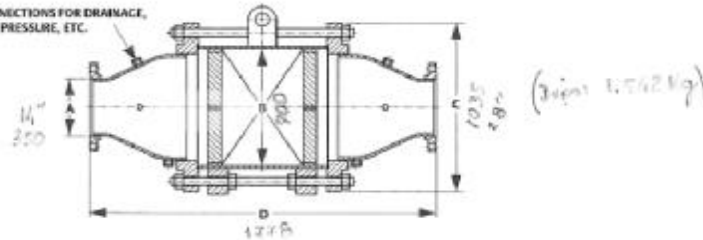
Εικόνα 4.9: DSU diagram by vendor⁵³



Eikóna 4.10: DSU skid details by vendor⁵⁴

ATEX/US Coast Guard Certified Model[®]

OPTIONAL CONNECTIONS FOR DRAINAGE,
TEMPERATURE, PRESSURE, ETC.



*Not all models are available with USCG and ATEX certifications. Consult Flame Arrester Certifications Chart for more information.

Figure 3. Standard Enardo[™] DFA Series Dimensions

Table 2. Standard Enardo DFA Series Dimensions⁽¹⁾

MODEL	A (NOMINAL CONNECTION SIZE)		B (HOUSING SIZE)		C (OUTSIDE DIAMETER)		D (OVERALL LENGTH)				APPROXIMATE WEIGHT (GROUP MODELS)	
	In.	mm	In.	mm	In.	mm	Gas Group B/C		Gas Group D		Lbs	kg
							In.	mm	In.	mm		
Enardo DFA-0401	1	25	4	100	8.00	229	25.00	835	21.00	533	90	40.8
Enardo DFA-0602	2	50	6	150	11.00	279	28.00	711	24.00	610	175	79.4
Enardo DFA-0803	3	75	8	200	13.50	343	30.00	762	26.00	666	220	99.8
Enardo DFA-1004	4	100	10	250	16.00	406	32.00	813	32.00	813	430	181.4
Enardo DFA-1206	6	150	12	300	19.00	483	36.00	914	36.00	914	590	226.8
Enardo DFA-1608	8	200	16	400	25.50	648	51.25	1302	51.25	1302	1360	616.9
Enardo DFA-2010	10	250	20	500	36.50	775	62.75	1584	62.75	1584	1945	882.2
Enardo DFA-2412	12	300	24	600	36.00	914	64.50	1638	64.50	1638	3060	1360.8
Enardo DFA-2814	14	350	28	700	40.25	1035	70.00	1778	70.00	1778	3400	1542.2
Enardo DFA-3016	16	400	30	750	43.00	1092	79.00	2007	79.00	2007	3800	1723.7
Enardo DFA-3418	18	450	34	850	47.50	1207	89.00	2261	89.00	2261	4800	2177.2
Enardo DFA-3620	20	500	36	900	50.00	1270	89.00	2261	89.00	2261	5600	2540.1
Enardo DFA-4824	24	600	48	1200	58.50	1511	101.00	2565	101.00	2565	8700	3946.3

1. Dimensions may vary somewhat from those given above. Allow for a tolerance of + 1.00 in. / 25 mm. Specific dimensions available on request.

Eikóna 4.11: 14" flame arrester details of DSU⁵⁵

FB3 SERIES FABRICATED BASKET STRAINERS

SPECIFICATION

Strainer shall be designed and manufactured to meet ASME B31.1, ASME B31.3 or ASME B31.4 and/or ASME Section VIII Div. 1. The Strainer body shall be fabricated steel or other specified material and inlet/outlet connections shall be in line. The Strainer shall have a single basket with a slant top. The Strainer shall have a bottom blowdown outlet. The screen shall be size _____ perforated stainless steel. The Strainer shall have an inlet size of _____ and open area ratio of _____. The Basket Strainer shall be SS1FB _____.

MATERIALS OF CONSTRUCTION (Carbon Steel Strainer)

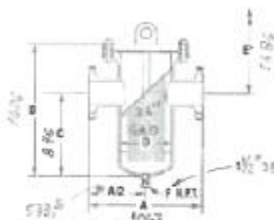
Body	SA53 S/B or SA106-B
Nozzles	SA53S/B or SA106-B
Flanges	SA106
Heads	SA234-WPB or SA516-70
Reinforcement Pads	SA516-70
Couplings	SA106
Plug	SA106
Basket	304 SS
Gasket	304 SS Spiral Wound
Stud	SA193-B7
Nut	SA194-2H

† Other Materials Available. Consult factory.

1. Recommended Spare Parts.

2. When required.

Material specification will change when NACE MR01-75 is specified.



Standard cover is bolted.
Cover flange top standard on 10" sizes and larger.
Class 150# and 300# flanges are standard.
Class 600# and higher available on request.
*Distance required for basket removal.

Connections: 2" - 20"

RF, RF, RTJ Flanged or Buttweld

3. Larger sizes available. Consult Factory.
For Buttweld connections please specify mating pipe schedule.

SCREEN OPENINGS

SIZE	STANDARD SCREEN	MATERIALS
2" - 12"	1/8 Part	304 SS
14" - 24"	3/16 Part	304 SS

FB3 DIMENSIONS inches (mm) AND WEIGHTS pounds (kg)

150# Class Flanges shown (For 300#, 600#, 900# and 1500# dimensions and weights, contact factory)

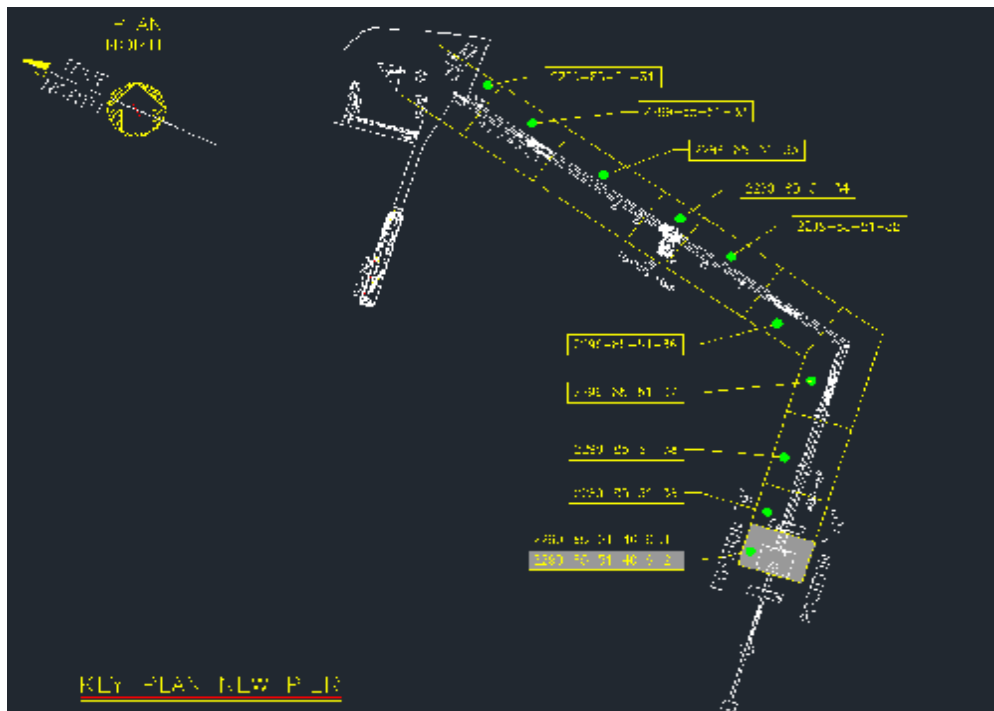
Inlet	Body	A	B	C	D	E	F	Weight-150# Cover Unit
2 (50)	8 (203)	15 (381)	22.4 (569)	14 (356)	8.6 (218)	25.3 (643)	3 (76)	45 (102)
3 (76)	10 (254)	22.4 (569)	30.4 (772)	15.2 (386)	10.6 (270)	32.4 (828)	3 (76)	70 (158)
4 (102)	10 (254)	22.4 (569)	30.4 (772)	15.2 (386)	10.6 (270)	32.4 (828)	3 (76)	70 (158)
6 (152)	12 (305)	25 (635)	32 (813)	21 (533)	12.6 (320)	37.4 (949)	3 (76)	110 (246)
8 (203)	14 (356)	28 (711)	37 (940)	23 (584)	14 (356)	44.6 (1132)	3 (76)	138 (308)
10 (254)	18 (457)	36 (914)	47.4 (1197)	30.4 (772)	16 (406)	53.4 (1364)	3 (76)	226 (507)
12 (305)	20 (508)	37 (940)	46.4 (1179)	31 (787)	20 (508)	62.4 (1583)	3 (76)	285 (632)
14 (356)	24 (609)	40 (1016)	50.4 (1280)	34.4 (876)	24 (609)	70.4 (1766)	3 (76)	430 (947)
18 (457)	30 (762)	50 (1270)	72.4 (1836)	48 (1219)	30 (762)	88.4 (2246)	3 (76)	885 (1960)

Εικόνα 4.12: 14" Filter Of Dsu⁵⁶

Η διαδικασία της μορφοποίησης σε κάτοψη (lay out) στο ηλεκτρονικό σχέδιο διήρκησε περίπου 12 μέρες και τα βήματα που ακολούθησαν στην διεξαγωγή αυτή έγιναν ακριβώς με την ίδια διαδικασία όπως και στο προηγούμενο μέρος της περιοχής μελέτης έως τον σταθμό φόρτωσης. Στο σημείο αυτό επειδή η πολυπλοκότητα του σχεδιασμού ήταν αρκετά μεγάλη απαιτούνταν η απόδοση της κάτοψης σε ισομετρικό σχεδιασμό μόνο για την περιοχή αυτή. Η απόδοση της κάτοψης (lay out) στο αντίστοιχο ισομετρικό σχέδιο ονομάζεται διεθνώς σαν όρος "pick up". Αυτό το κομμάτι εργασίας είναι υπευθυνότητα του μελετητή σχεδιασμού "draftsman". Το ισομετρικό σχέδιο σχεδιάζεται σε x,y,z άξονες και δίνει την μορφή μιας λεπτομερούς τρισδιάστατης αποτύπωσης με όλες τις απαιτούμενες αποστάσεις της μελέτης για σημεία στα οποία εμπεριέχονται εξοπλισμοί, ειδικά εξαρτήματα και συνεχείς αλλαγές στο ύψος (elevation) της όδευσης για την σωληνογραμμή μελέτης. Σε αυτό το σημείο ολοκληρώνεται ο λεπτομερής σχεδιασμός της μελέτης εκπόνησης όσον αφορά τον σχεδιασμό σωληνώσεων και προωθείται στο τμήμα ανάλυσης τάσεων (stress analysis) για πιθανά σχόλια ως προς την μορφοποίηση της όδευσης. Το τμήμα ανάλυσης τάσεων κάνει έλεγχο πιθανόν μη επιτρεπτών φορτίσεων καταπόνησης που ενδέχεται να επηρεάσουν την κατασκευή και να οδηγήσουν το σύστημα σε αστοχία.

Στο τέλος της μελέτης τα σχέδια της συνολικής μελέτης για την περιοχή ευθύνης χωρίζονται σε μέρη σχεδίων τα οποία αναγράφονται σε ένα key plan σχέδιο ο οποίο λειτουργεί ως σχέδιο των περιεχόμενων όλων των σχεδίων και αναγράφεται πάνω σε κάθε μεμονωμένο ξεχωριστό σχέδιο για τον καλύτερο προσδιορισμό της περιοχής που αφορά το συγκεκριμένο σχέδιο από τον κατασκευαστή εργολάβο που

θα αναλάβει την κατασκευή στο πεδίο. Στο σημείο αυτό τα σχέδια εκδίδονται και παραδίδονται προς την διεύθυνση της μελετητικής εταιρίας ως IFC DRAWINGS (issue for construction drawings) και αναμένουν τις υπογραφές από τους ανωτέρους μηχανικούς του συνολικού έργου και της διεύθυνσης της εταιρίας.



Εικόνα 4.13: key plan σχέδιο των επιμέρους σχεδίων της μελέτης περίπτωσης⁵⁷

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΑΤΜΩΝ (VAPOR RECOVERY UNIT)-ΜΟΝΑΔΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΠΟΒΑΘΡΑΣ (DSU)

Ο σκοπός της μελέτης τοποθέτησης της μονάδας VRU είχε ως αποτέλεσμα την ασφαλή και αποτελεσματική καταστροφή των εκρηκτικών ατμών από τα θαλάσσια φορτία των πλοίων κατά τις δραστηριότητες φόρτωσης-εκφόρτωσης υδρογονανθράκων. Η DSU μονάδα η οποία αποτέλεσε μέρος του έργου για την VSU βρίσκεται κοντά στη σύνδεση ατμού της εγκατάστασης και πρόκειται ουσιαστικά για ένα σύστημα ασφαλείας τοποθετημένο σε κλίση με ανοδική κατεύθυνση προς την μονάδα (VRU).

Στο παρελθόν κατά την φόρτωση των πλοίων εκπέμπονταν στην ατμόσφαιρα επιβλαβείς αναθυμιάσεις ατμών με αρνητικές επιπτώσεις στην χλωρίδα και πανίδα

των γειτονικών περιοχών. Το περιβάλλον εργασίας για τους χειριστές της προβλήτας ήταν εξαιρετικά ανθυγιεινό προσβάλλοντας μακροχρόνια το βιολογικό τους σύστημα. Πλέον η μονάδα DSU δέχεται τους ατμούς από τις θαλάσσιες αποθήκες φορτίου των πλοίων περιλαμβάνοντας ασφαλιστικές διεργασίες στην διεξαγωγή της φόρτωσης, οι συλλέκτες εκπυροσκόρπησης (flame arrestor) και τα σύστημα εμπλουτισμού των αερίων, ώστε να διασφαλίζεται ότι οι ατμοί διατηρούνται εκτός της περιοχής εκρηκτικών συνθηκών, προτού κατευθυνθούν στη μονάδα καταστροφής ατμού.

Όσον αφορά την μελέτη εκπόνησης των μηχανικών καθώς και τον συνεργαζόμενων τμημάτων υπήρχε άρρητη συνεργασία μεταξύ τους όσον αφορά την διεξαγωγή του συγκεκριμένου έργου. Το χρονοδιάγραμμα της μελέτης σχεδιασμού που είχε οριστεί από το διυλιστήριο (πελάτης) ήταν εύρους 60 ημερών και επιτεύχθηκε με απόλυτη επιτυχία στον χρόνο παράδοσης του έργου συνολικής διάρκειας 50 ημερών σε IFC σχέδια. Είναι μεγάλης σημασίας οι χρόνοι παράδοσης του έργου για μια μελετητική εταιρία όσον αφορά την μελέτη παράδοσης μέσα στους χρόνους παράδοσης διότι σε αντίθετη περίπτωση επιβάλλονται κυρώσεις με χρηματικές ποινές (ρήτρες) από το διυλιστήριο.

Το piping Design σαν μελέτη αποτελεί εξειδίκευση για έναν μηχανικό και είναι μια γνώση ενός κλειστού επαγγέλματος για την οποία δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη εκπαίδευση σε κάποιο πρόγραμμα σπουδών παρά μόνο μια γνώση η οποία μεταδίδεται στο εργασιακό περιβάλλον από τους έμπειρους μηχανικούς μελετητές αυτής της ειδικότητας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Rutger Botermans & Peter Smith, "Process Piping Design Handbook", Advanced Piping Design Vol 1

Roy A. Parisher & Robert A. Rhea, Rip Weaver, "Pipe Drafting & Design", Process Piping Design, Vol 1 & Vol 2

Ed. Bausbacher & Roger Hunt, "Process Plant Layout And Piping Design" Handbook, 2001

McGraw-Hill, "Piping Handbook", Seventh Edition Education, Handbook for piping designer, New York, Toronto, 2000

“Power Piping”, ASME B31.1 Process Piping Guide, Revision 2 from Los Alamos National Laboratory Engineering Standards Manual OST220-03-01-ESM

“Piping Design And Pipe Stress Analysis Software - AutoPIPE”. www.bentley.com. Archived from the original on 9 November 2016. Retrieved 22 December 2017.

McKetta, John J, “Piping Design Handbook. Marcel Dekker”, Inc., 1992

“Engineering and Design, Liquid Process Piping”. Engineer manual, entire document U.S. Army Corps of Engineers, EM 1110-I-4008, May 1999

“Pipeline Safety”, CONSOL Energy, 2015
Waldman, Jonathan, "How the Oil Pipeline Began". Nautilus (science magazine) 2017.

"Oil & Gas Pipeline Construction in the U.S.: Market Research Report," November 2012, IBISWorld.

ANSI/ASME Standard B31.1, Standard for Power Piping. 2004. New York City:

ANSI/ASME Standard B31.3, Standard for Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping. 2002.

ANSI/ASME Standard B31.4, Standard for Liquid Transportation Systems for Hydrocarbons, Liquid Petroleum Gas, Anhydrous Ammonia, and Alcohols. 2002. New York City

ANSI/ASME Standard B31.8, Standard for Gas Transmission and Distribution Piping Systems. 1999.

API RP14E, Recommended Practice for the Design and Installation of Offshore Production Platform Systems. 1991. Washington, DC: API.

ANSI/ASME Standard B16.5, Standard for Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 through NPS 24 Metric/Inch. 2003.

API Spec. 6A, Specification for Wellhead and Christmas Tree Equipment, nineteenth edition. 2004. Washington, DC: API.

ANSI/ASME Standard B16.11, Standard for Forged Steel Fittings, Socket Welding, and Threaded. 2001. New York City: ANSI/ASME.

NACE Standard MR-01-75, Standard Material Requirements—Metals for Sulfide Stress Cracking and Stress Corrosion Cracking Resistance in Sour Oilfield Environments for Sulfide Stress Cracking Resistant Metallic Material for Oilfield Equipment, Sec. 3 and 5. 2003. Houston, Texas: NACE.

The 2004 ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX: Welding and Brazing Qualifications. 2004. Fairfield, New Jersey: ASME.

API Spec. 6F, Technical Report on Performance of API and ANSI End Connections in a Fire Test According to API Specification 6F, third edition. 1999. Washington

API Spec. 6FA, Specification for Fire Testing Valves, third edition. 1999. Washington, DC: API.

API RP14J, Recommended Practice for Design and Hazard Analysis of Offshore Production Facilities, second edition. 2001. Washington, DC: API.

API RP14C, Recommended Practice for Analysis, Design, Installation, and Testing of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Facilities," seventh edition. 2001. Washington, DC, 2001

Επιπρόσθετα, μεγάλο μέρος της εργασίας αυτής, έχει γραφτεί από εμπειρικές γνώσεις που αποκωμήθηκαν κατά την διάρκεια της πρακτικής άσκησης του συγγραφέα.

¹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Piping>

²

https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSpEiyrDJyQ10at8YOAPwtMGhiA_2fgKXFBzN5tpPm01_YyTnsC

³ <https://5.imimg.com/data5/AF/OF/MY-104308/seamless-pipes-500x500.png>

⁴ <https://5.imimg.com/data5/TV/DL/MY-375657/threaded-pipe-500x500.jpg>

⁵ <http://sandco-stainlesssteelpipes.in/product/buttweld-miter-pipe-bend-manufacturer-supplier-india>

⁶ https://www.austenitex.com/ts104s_v1b.jpg

⁷ http://n-steelpipe.com/upload/2692/b/19_4_pipe_cross_1.jpg

⁸ <https://5.imimg.com/data5/SD/WE/MY-9280142/pipe-swage-500x500.jpg>

⁹ <https://5.imimg.com/data5/GQ/CB/MY-1485745/union-forged-pipe-fittings-500x500.jpg>

¹⁰ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

¹¹ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

¹² <https://www.chemicals-technology.com/wp-content/uploads/sites/25/2017/12/1-amine-process.jpg>

¹³ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

¹⁴ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

¹⁵ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

¹⁶ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

¹⁷ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

¹⁸ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

¹⁹ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

²⁰ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

²¹ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

²² <https://www.adwhit.com/uploads/misc/170721/4edd6ec45011dc3e2539ba8e52d42a7f.jpg>

²³ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

²⁴ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

²⁵ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα

²⁶ <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSUskQiY-SpXrtDJxwCvX3IKL97MUBJ2PDfTYuDajFdaffZNIxKWw>

²⁷ <https://imgaws.ehowcdn.com/340x221p/photos.demandstudios.com/getty/article/129/55/87466224.jpg>

²⁸ Rutger Botermans & Peter Smith, «Process piping design handbook», Advanced piping design, σελ. 197 - 217

²⁹ <https://epcengineering.files.wordpress.com/2014/02/flare-piping.jpg>

³⁰ [http://4.bp.blogspot.com/-](http://4.bp.blogspot.com/-Uw2oHJZeC9U/UwirmXsiB2I/AAAAAAAAAkg/ApxCdnRrZHw/s1600/Slide13.GIF)

[Uw2oHJZeC9U/UwirmXsiB2I/AAAAAAAAAkg/ApxCdnRrZHw/s1600/Slide13.GIF](http://4.bp.blogspot.com/-Uw2oHJZeC9U/UwirmXsiB2I/AAAAAAAAAkg/ApxCdnRrZHw/s1600/Slide13.GIF)

-
- ³¹ <https://5.imimg.com/data5/CO/FO/MY-2632460/gate-valve-500x500.jpg>
- ³² <https://4.imimg.com/data4/HI/KE/MY-30066902/globe-valve-500x500.jpg>
- ³³ https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRSZeKmlJtaazuT_32nxzhuxaCGp5SP7MxKV3G-1TWm_oD75NV8
- ³⁴ <http://jdvalves.com/jdv/wp-content/uploads/2017/01/SWING-CHECK.png>
- ³⁵ <https://www.vietphat.com/vietphat/files/ab/abaf418e-548d-48f4-a7a1-2a192503cd58.jpg>
- ³⁶ <https://4.imimg.com/data4/TG/DQ/GLADMIN-11164725/25-250x250.jpg>
- ³⁷ http://www.wermac.org/images/prv_bellow.jpg
- ³⁸ <https://4.imimg.com/data4/AO/AO/MY-9970964/butterfly-valve-250x250.jpg>
<http://www.dezurik.com/products/product-line/butterfly-valves/oncenter-resilient-seated-butterfly-valves-boscl/2/10/>
- ³⁹ Flow orifice σε τομή http://www.dwyer-inst.com/images/uploads/images/Orifice_Plate-300x268.gif
- ⁴⁰ <http://inditechvalves.com/assets/img/bg/PRS-Station.png>
- ⁴¹ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα
- ⁴² http://www.straightlineinsulation.com/images/st_img1.png
- ⁴³ <https://5.imimg.com/data5/UC/KN/GLADMIN-37678580/heat-tracing-system-500x500.jp>
- ⁴⁴ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα
- ⁴⁵ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα
- ⁴⁶ <http://www.whatispiping.com/wp-content/uploads/2014/12/Components-of-a-Jacketed-Piping-System.jpg>
- ⁴⁷ <http://www.piping-engineering.com/wp-content/uploads/2013/11/Fig-9-Centering-Guides-for-Jacket.jpg>
- ⁴⁸ Rutger Botermans & Peter Smith, Process piping design handbook, Advanced piping design vol 2, σελίδα 83-109
- ⁴⁹ Rutger Botermans & Peter Smith, Process piping design handbook, Advanced piping design vol 2, σελίδα 83-109
- ⁵⁰ Rutger Botermans & Peter Smith, Process piping design handbook, Advanced piping design vol 2, σελίδα 83-109
- ⁵¹ Rutger Botermans & Peter Smith, Process piping design handbook, Advanced piping design vol 2, σελίδα 83-109
- ⁵² Rutger Botermans & Peter Smith, Process piping design handbook, Advanced piping design vol 2, σελίδα 83-109
- ⁵³ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα
- ⁵⁴ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα
- ⁵⁵ ANSI/ASME Standard B31.4, Standard for Liquid Transportation Systems for Hydrocarbons, Liquid Petroleum Gas, Anhydrous Ammonia, and Alcohols. 2002. New York City
- ⁵⁶ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα
- ⁵⁷ Εικόνα από την πρακτική άσκηση του συγγραφέα