



ΒΕΗ

βιομηχανία πλαστικών σωλήνων πολυαιθυλενίου

ΤΕΧΝΙΚΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013



Ευαγγελία Βέη & Σια Ε.Π.Ε.
Νέα Πέραμος – 64007 Καβάλα
Τηλ: +30 2594021285
Fax: +30 2594021636
e-mail: info@vei.gr

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- 1.1 Το προφίλ της επιχείρησης
- 1.2 Τα προϊόντα της επιχείρησης

2.0 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ-ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.

- 2.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά πολυαιθυλενίου.
- 2.2 Φυσικές και μηχανικές Ιδιότητες
- 2.3 Χημικές ιδιότητες.
- 2.4 Εφαρμογές.

3.0 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ-ΓΚΑΜΑ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

- 3.1 Περιγραφή παραγωγικής διαδικασίας
- 3.2 Έλεγχος ποιότητας
- 3.3 Ανάλυση και παρουσίαση των προϊόντων
- 3.4 Συσκευασία, αποθήκευση, μεταφορά και εγκατάσταση
- 3.5 Συνδεσμολογία.
- 3.6 Προτερήματα προϊόντων

4.0 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- 4.1 Επίλογος

5.0 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 5.1 ΕΛΟΤ 840: Συνδέσεις μεταξύ εξαρτημάτων και σωλήνων πίεσης από Πολυαιθυλένιο- Δοκιμή στεγανότητας σε εσωτερική πίεση**

6.0 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

6.1 Σχεδιασμός σωλήνων.

6.2 Μαθηματικοί υπολογισμοί

6.2.1 υδραυλικό πλήγμα.

6.2.2 Ροή με πίεση.

6.2.3 Ροή με βαρύτητα.

6.2.4 Νομογράφημα.

6.2.5 Γραμμική διαστολή.

1.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΤΟ ΠΡΟΦΙΛ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

Η εταιρεία **ΒΕΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ** ιδρύθηκε το 1981 και ασχολήθηκε αποκλειστικά με εμπορία πλαστικών σωλήνων. Το 1992 μεταφέρθηκε σε ιδιόκτητο χώρο 10000 m² στη Νέα Πέραμο Καβάλας. Η εταιρεία είναι οικογενειακού χαρακτήρα, ξεκίνησε με πολύ αγάπη και μεράκι για το αντικείμενο με μία γραμμή παραγωγής. Το 1997 μετατράπηκε σε Ε.Π.Ε. και λόγω της συνεχούς αύξησης της ζήτησης εγκαταστάθηκαν άλλες δύο γραμμές παραγωγής. Σήμερα λειτουργούν τρεις ολοκληρωμένες γραμμές παραγωγής, με μια μεγάλη γκάμα προϊόντων. Άμεσο ενδιαφέρον της επιχείρησης αποτελεί η επέκταση της ήδη υπάρχουσας παραγωγικής μονάδας και η προσθήκη νέων προϊόντων.

Ο στόχος της εταιρείας είναι να παράγει προϊόντα ποιότητας και αξιοπιστίας, που όχι μόνο να ικανοποιούν τις ποιοτικές απαιτήσεις των πελατών της, αλλά και να ξεπερνούν τις προσδοκίες τους. Αυτό το επιβεβαιώνει και ο Γερμανικός φορέας TUV CERT με την αξιολόγηση και την απονομή του πιστοποιητικού ISO9001. Όλο το προσωπικό της εταιρείας είναι άρτια εκπαιδευμένο, εφαρμόζει τις τεκμηριωμένες διαδικασίες του ISO9001 και παράγει προϊόντα σταθερής ποιότητας.

1.2 ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΜΑΣ ΚΑΙ ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥΣ

Η εταιρεία μας πιστεύει στην ποιότητα, η οποία έχει καταστεί κρίσιμης σημασίας παράγων ανταγωνιστικότητας για το πλήθος των προϊόντων που παράγει. Κυρίως η εταιρεία μας παράγει πλαστικούς σωλήνες από πολυαιθυλένιο (PE) και συγχρόνως εμπορεύεται και εξαρτήματα που συνδυάζονται με τους σωλήνες.

1.2.1 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ

Συνοπτικά τα προϊόντα που παράγονται είναι αυτά του πίνακα 1.1

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 Παραγωγή σωλήνων και οι χρήσεις τους

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΧΡΗΣΗ
Σωλήνες LD PE από 12mm-32mm	ΑΡΔΕΥΣΗ
Σωλήνες HD PE από 40mm-400mm	ΑΡΔΕΥΣΗ / ΥΔΡΕΥΣΗ
Σωλήνες MD PE από 75mm-125mm	ΓΙΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥΣ ΑΡΔΕΥΤΕΣ
Σωλήνες TUBO (μη δικτυωμένο πολυαιθυλένιο) από 18mm-32mm	ΥΔΡΕΥΣΗ

1.2.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

α) Οι σωλήνες LDPE, HDPE, MDPE είναι κατάλληλοι για:

- Υπόγεια ή επιφανειακά δίκτυα μεταφοράς και διανομής νερού για άρδευση
- Συστήματα τοπικής άρδευσης (μικροεκτοξευτήρες, σταλλάκτες)

β) Οι σωλήνες HDPE ύδρευσης είναι κατάλληλοι για:

- Δίκτυα ύδρευσης
- Δίκτυα άρδευσης
- Δίκτυα υπονόμων
- Δίκτυα αποστράγγισης προστασίας καλωδίων
- Δίκτυα υποθαλάσσιων αγωγών
- Δίκτυα περισυλλογής ακαθάρτων
- Δίκτυα όμβριων υδάτων
- Δίκτυα μεταφοράς νερού
- Δίκτυα μεταφοράς καυσίμων κλπ.

2.0 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΟΥ-ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

2.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ

Το πολυαιθυλένιο παράγεται με πολυμερισμό του αιθυλενίου C_2H_4 υπό την επίδραση θερμοκρασίας και πίεσης με την βοήθεια καταλυτών. Η αντίδραση είναι εξωθερμική και έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι παραγωγής (Ziegler, Phillips, Standard Oil, Imperial Chemical Industries). Παράγονται τρεις ποιότητες πολυαιθυλενίου με διαφορετικές ιδιότητες:

- Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (PE-LD ή LDPE), $\rho=0,915-0,930 [g/m^3]$
- Πολυαιθυλένιο μέσης πυκνότητας (PE-MD ή MDPE), $\rho=0,930-0,948 [g/m^3]$
- Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (PE-HD ή HDPE), $\rho=0,948 [g/m^3]$

Το πολυαιθυλένιο στην καθαρή του μορφή είναι ένα διαφανές και σκληρό υλικό. Είναι ευαίσθητο στη θερμοκρασία, αλλά και στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Για τον λόγο αυτό προστίθενται στην μάζα του πρόσθετες βελτιωτικές ουσίες.

2.2 ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ

Το πολυαιθυλένιο είναι ένα υλικό εν μέρει κρυσταλλικό και εν μέρει άμορφο. Οι μηχανικές και χημικές ιδιότητες εξαρτώνται από την κρυσταλλικότητα και τον βαθμό πολυμερισμού, ο οποίος χαρακτηρίζεται από τον δείκτη ροής τήξης MFI (Melt Flow Index, DIN 16776).

Η κρυσταλλικότητα χαρακτηρίζεται από την πυκνότητα. Αυξημένη πυκνότητα σημαίνει αυξημένη κρυσταλλικότητα και άρα αυξημένο μέτρο ελαστικότητας, αυξημένη σκληρότητα, αυξημένη αντοχή σε εφελκυσμό και κάμψη, αυξημένη χημική αντοχή, αυξημένη αδιαπερατότητα έναντι των αερίων και ατμών και αυξημένη αντοχή στην θερμότητα.

Αυξημένη μοριακή μάζα σημαίνει, αυξημένο βαθμό πολυμερισμού και άρα αυξημένη αντοχή σε κρούση, σε σχηματισμό ρωγμών τάσης και σε χάραξη. Με αύξηση του βαθμού πολυμερισμού μειώνεται ο δείκτης MFI.

Πίνακας 2.1 Φυσικές, μηχανικές και λοιπές ιδιότητες του HDPE.

Ιδιότητα	τιμή	Μονάδα SI:	Μέθοδος δοκιμής κατά DIN:
Μέση πυκνότητα	0,94-0,95	g/m ³	53497
Συντελεστής θερμικής διαστολής	~1,3·10 ⁻⁴	K ⁻¹	52328
Συντελεστής θερμ. αγωγιμότητας	~0,45	mK/W	52612
Μέτρο ελαστικότητας	~1200	N/mm ²	53457
Επιφανειακή αντίσταση	>10 ¹²	Ω	53482
Δείκτης τήξης MFI	0,45	g/10 min	53735 MFI 1900C/50N
Περιοχή κρυσταλλικής τήξης	~125-135	°C	Μικροσκόπιο πόλωσης
Τάση εφελκυσμού	>20	N/mm ²	53455
Αντοχή χάραξης	~30	N/mm ²	53455

Πίνακας 2.2: Συγκριτικές τιμές των διαφόρων ειδών πολυαιθυλενίου

Ιδιότητα	MDPE	HDPE	HPPE	Μονάδα SI
Μέση πυκνότητα	0,93-0,94	0,94-0,95	0,95-0,965	g/m ³
Μέτρο ελαστικότητας	1000	1200	1300	N/mm ²
Συντελεστής θερμικής διαστολής	2·10 ⁻⁴	1,3·10 ⁻⁴	1,3·10 ⁻⁴	K ⁻¹
Συντελεστής θερμ. αγωγιμότητας	0,38	0,45	0,43	mK/W
Δείκτης τήξης MFI	0,35	0,45	0,5	g/10 min

2.2.1 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου έχουν :

- υψηλή αντοχή στην ταχεία διάδοση ρήγματος και την ψαθυρή θραύση, ιδιότητες οι οποίες συντέλεσαν στην ευρεία διάδοσή τους.
- υψηλό συντελεστή θερμικής διαστολής, 10 έως 20 φορές μεγαλύτερο από εκείνους των χαλύβων. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψιν κατά την εγκατάσταση των πλαστικών σωλήνων, ιδιαίτερα το καλοκαίρι.

Στην πράξη, σημαντική είναι η συμπεριφορά αντοχής για μια αποδεκτή διάρκεια χρήσης 50 ετών.

Πίνακας 2.3: Ονομαστική πίεση λειτουργίας για διάφορες θερμοκρασίες.

Θερμοκρασία	Έτη λειτουργίας	1	2	3	4	5	6
		PN 2,5	PN 3,2	PN 4	PN 6	PN 10	PN16
		Επιτρεπτή πίεση λειτουργίας					
10	1	3,4	4,3	5,4	8	1,4	21,4
	5	3,2	4,1	5,1	7,7	12,8	20,5
	10	3,2	4	5	7,6	12,6	20,2
	25	3,1	3,9	4,9	7,3	12,2	19,5
	50	3	3,8	4,8	7,2	12	19,2
20	1	2,9	3,6	4,6	6,8	11,4	18,2
	5	2,7	3,5	4,3	6,5	10,8	17,3
	10	2,7	3,4	4,2	6,4	10,6	17
	25	2,6	3,3	4,2	6,2	10,4	16,6
	50	2,5	3,2	4	6	10	16
30	1	2,5	3,1	3,9	5,9	9,8	15,7
	5	2,4	3,	3,8	5,6	9,4	15
	10	2,3	2,9	3,7	5,5	9,2	14,7
	25	2	2,5	3,1	4,7	7,8	12,5
	50	1,7	2,2	2,7	4,1	6,8	10,9
40	1	2,1	2,7	3,4	5	8	13,4
	5	1,8	2,3	2,9	4,3	7,2	11,5
	10	1,6	2	2,5	3,7	6,2	9,9
	25	1,3	1,7	2,1	3,1	5,2	8,3
	50	1,2	1,5	1,8	2,8	4,6	7,4
50	1	1,7	2,2	2,7	4,1	6,8	10,9
	5	1,2	1,5	1,9	2,9	4,8	7,7
	10	1,1	1,3	1,7	2,5	4,2	6,7
	15	1	1,3	1,6	2,4	4	6,4
60	1	1,2	1,5	1,9	2,9	4,8	7,7
	5	-	1,1	1,4	2	3,4	5,4
70	1	-	1	1,3	1,9	3,2	5,1

2.2.2 Οι επιπλέον ιδιότητες του πολυαιθυλενίου είναι:

- Άριστη ηλεκτρική αντίσταση
- Μεγάλη αντοχή στους περισσότερους διαλύτες και χημικά αντιδραστήρια
- Μεγάλη δυνατότητα μορφώσεως (από πολύ εύκαμπτες μεμβράνες μέχρι σκληρά και χυτά αντικείμενα)
- Καλή ικανότητα χρωματισμού

2.3 ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ

Οι σωλήνες από πολυαιθυλένιο έχουν πολύ καλή αντοχή σε αρκετές χημικές ουσίες μερικές από τις οποίες φαίνονται στον πίνακα 2.4. Σε αυτόν τον πίνακα φαίνεται και η επίδραση της θερμοκρασίας στην αντοχή των σωληνών όταν οι σωλήνες διαρρέονται από διάφορες χημικές ουσίες.

Πίνακας 2.4: Επίδραση της θερμοκρασίας στην αντοχή των σωληνών από PE καθώς διαρρέονται από διάφορες χημικές ουσίες

ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ	ΥΛΙΚΟ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)		
			20	40	60
Αιθέρια έλαια		LDPE	3	3	3
		HDPE	2	2	2
Αιθυλική αλκοόλη	96%	LDPE	2	2	3
		HDPE	1	1	1
Ακετόνη	100%	LDPE	2	2	3
		HDPE	2	2	3
Ακετόνη	ίχνη	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Άλμη κεκορεσμένη		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Αμμωνία αέρια		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Αμμωνία υγρή	100%	LDPE	1	1	3
		HDPE	1	1	1
Άμυλο		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Ανθρακικό νάτριο		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Απορρυπαντικά		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Βενζίνη		LDPE	2	2	3
		HDPE	1	1	2
Βενζόλιο		LDPE	3	3	3
		HDPE	2	2	2
Βόρακας		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1

Βορικό κάλιο	υ.δ. 1%	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Βορικό οξύ		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Βουτανόλη		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Βρωμιούχο κάλιο		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Γαλακτικό οξύ		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Γλυκερίνη		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Γλυκόζη		LDPE	3	3	3
		HDPE	3	3	3
Δεξτρίνη	υ.δ. 18%	LDPE	1	1	2
		HDPE	1	1	1
Διαιθυλαιθέρας		LDPE	3	3	3
		HDPE	2	2	2
Διθειάνθρακας		LDPE	3	3	3
		HDPE	2	2	3
Διθειώδες νάτριο	α.υ.δ.	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Διοξειδίο άνθρακα		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Διοξειδίο του θείου	χ.σ.	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Διχλωροαιθάνιο		LDPE	2	2	2
		HDPE	2	2	2
Διχλωροαιθυλένιο		LDPE	3	3	3
		HDPE	3	3	3
Διχρωμικό κάλιο	υ.δ. 40%	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Έλαια ζωικά-φυτικά		LDPE	3	1	1
		HDPE	1	1	2
Έλαια μετασηματιστών		LDPE	3	1	1
		HDPE	2	2	1
Θειικά άλατα διαφόρων μετάλλων		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Θειικό οξύ	υ.δ. 40%	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Θειικό οξύ	98%	LDPE	2	2	3
		HDPE	2	2	3
Θειικό οξύ	ατμίζον	LDPE	3	3	3
		HDPE	3	3	3

Θειώδες οξύ		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Καυστικό κάλιο (ποτάσα)		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Καυστικό νάτριο (σόδα)		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Κετόνες		LDPE	2	2	3
		HDPE	1	1	2
Κιτρικό οξύ		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Λιπαρά οξέα		LDPE	1	1	2
		HDPE	1	1	2
Μεθανόλη		LDPE	1	1	2
		HDPE	1	1	1
Μελάσσα		LDPE	3	3	3
		HDPE	1	1	1
Μονοξειδίο άνθρακα		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Μπύρα		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Μυρμηγκικό οξύ		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Νάφθα		LDPE	1	1	2
		HDPE	1	1	2
Ναφθαλίνη		LDPE	1	1	2
		HDPE	1	1	2
Νιτρικά άλατα φιαφόρων μετάλλων		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Νιτρικό οξύ	υ.δ. 25%	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Νιτρικό οξύ	υ.δ. 50%	LDPE	2	2	3
		HDPE	2	2	3
Νιτροβενζόλιο		LDPE	2	2	3
		HDPE	1	1	2
Νιτρώδεις ατμοί	ίχνη	LDPE	1	1	3
		HDPE	1	1	1
Όζον		LDPE	2	2	3
		HDPE	2	2	3
Οξεικό οξύ	υ.δ. 10%	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Οξεικό οξύ	υ.δ. 100%	LDPE	2	2	3
		HDPE	1	1	2
Οξεικός αιθυλεστερας		LDPE	2	2	3
		HDPE	2	2	3

Οξείκος ανυδρίτης		LDPE	2	2	3
		HDPE	1	1	2
Όξος εμπορίου		LDPE	3	3	3
		HDPE	1	1	1
Ορυκτέλαια		LDPE	2	2	3
		HDPE	1	1	2
Ουρία	υ.δ. 33%	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Παραφινέλαιο		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Πετρελαϊκός αιθέρας		LDPE	2	2	3
		HDPE	1	1	2
Πετρέλαιο αργό		LDPE	2	2	3
		HDPE	1	1	2
Πετρέλαιο ντήζελ		LDPE	2	2	3
		HDPE	1	1	2
Προπανάλη		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Προπυλενογλυκόλη		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Πυριτικό νάτριο		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Στεατικό οξύ		LDPE	1	1	3
		HDPE	1	1	2
Στυπτηρίες		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Ταννικό οξύ	υ.δ. 10%	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Τερεβινθέλαιο (νέφτι)		LDPE	2	2	3
		HDPE	2	2	3
Τετραχλωράνθρακας		LDPE	3	3	3
		HDPE	3	3	3
Τετραχλωροαιθάνιο		LDPE	3	3	3
		HDPE	3	3	3
Τολουόλιο		LDPE	3	3	3
		HDPE	3	3	3
Τριχλωριούχος σίδηρος		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Τριχλωροαιθυλένιο		LDPE	3	3	3
		HDPE	3	3	3
Τρυγικό οξύ		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Υδράργυρος		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1

Υδροβρώμιο	50%	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Υδρογόνο		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Υδρόθειο		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Υδροφθόριο	ίχνη	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Υδροχλωρικό οξύ	υ.δ. 36%	LDPE	1	1	2
		HDPE	1	1	1
Υδροχλώριο		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Υπερμαγγανικό κάλιο	υ.δ.κ.	LDPE	1	1	2
		HDPE	1	1	2
Υπεροξειδίο υδρογόνου	υ.δ. 30%	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Υπεροξειδίο υδρογόνου	υ.δ. 90%	LDPE	1	1	3
		HDPE	1	1	3
Υπερχλωρικό οξύ	υ.δ. 20%	LDPE	1	1	3
		HDPE	1	1	1
Υποχλωριώδες ασβέστιο		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Υποχλωριώδες νάτριο (χλωρίνη)		LDPE	2	2	3
		HDPE	1	1	1
Φαινόλη		LDPE	2	2	3
		HDPE	1	1	2
Φορμαλδεύδη	υ.δ. 40%	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Φοσφωρικό οξύ	υ.δ. 25%	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Φοσφωρικό οξύ	υ.δ. 50%	LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Φοσφωρικό οξύ	υ.δ. 85%	LDPE	1	1	2
		HDPE	1	1	2
Φωτογραφικό γαλάκτωμα στερεωτ.		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	3
Χλώριο αέριο ξηρό		LDPE	2	2	3
		HDPE	3	3	3
Χλωριοξεικό οξύ		LDPE	3	3	3
		HDPE	1	1	1
Χλωριούχα άλατα διαφόρων μετάλλων		LDPE	1	1	1
		HDPE	1	1	1
Χλωριούχο μεθυλένιο		LDPE	3	3	3
		HDPE	2	2	2

3.0 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ-ΓΚΑΜΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Η παραγωγική διαδικασία ακολουθεί το πρόγραμμα ποιότητας που εφαρμόστηκε στο σύστημα διαχείρισης ποιότητας. Πίνακας 3.1 δείχνει την πορεία της παραγωγικής διαδικασίας με τους κωδικούς των οδηγιών εργασίας και ελέγχου ποιότητας

	ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΟΔΗΓΙΑΣ
<input type="radio"/>	Αλλαγή μήτρας	WI – 01
<input type="radio"/>	Ρυθμίσεις: Ανέμη, μηνύματος, θερμοκρασίες	WI – 02
<input type="radio"/>	Δημιουργία μίγματος βάσει προδιαγραφής	WI – 03
<input type="radio"/>	Εκκίνηση έναρξης εξοπλισμού παραγωγής	WI – 04
<input checked="" type="checkbox"/>	Ρυθμίσεις παραγωγής. Ταχύτητας, στροφές μηχανής	WI – 05
<input type="radio"/>	Έναρξη λειτουργίας Vacuum	WI – 06
<input checked="" type="checkbox"/>	Αρχικός έλεγχος ποιότητας υλικών	QC – 01
<input type="radio"/>	Πέρασμα σωλήνας στην ανέμη και έναρξη ...	WI – 07
<input checked="" type="checkbox"/>	Παρακολούθηση παραγωγής	WI – 08
<input type="checkbox"/>	Διαστασιακός έλεγχος + συσκευασία	QC – 02
<input type="checkbox"/>	Έλεγχος πίεσης	QC – 03
<input type="radio"/>	Παλετοποίηση σωλήνων σε κουλούρα	WI – 09
<input type="checkbox"/>	Αποθήκευση	WI – 10
<input type="radio"/>	Φόρτωση	WI – 11
<input type="radio"/>	Μεταφορά στον πελάτη	WI – 12

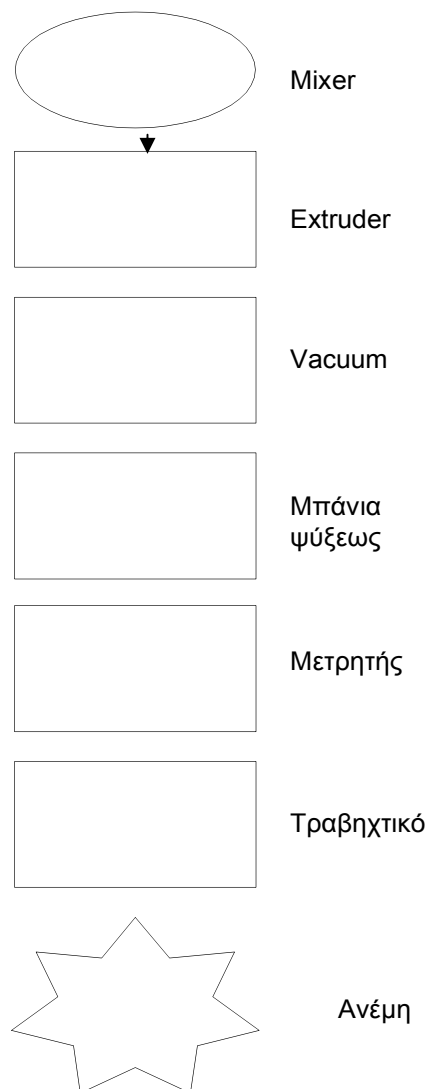
Πίνακας 3.1: Παραγωγική διαδικασία

Ο πιο ενδεδειγμένος τρόπος κατασκευής, των σωλήνων PE είναι η εξέλαση.

Τα κυριότερα μέρη του εξελαστήρα είναι οι αντιστάσεις, ο κοχλίας, το χωνί και ο κινητήρας . Ο κινητήρας δίνει κίνηση στον κοχλία. Η πρώτη ύλη, αφού αναμειχθεί στο Mixer, πέφτει από το χωνί και συμπαρασύρεται από τον κοχλία. Συγχρόνως ανάβουν οι αντιστάσεις, ώστε να διατηρηθεί η θερμοκρασία στην θερμοκρασία τήξεως. Το υλικό προωθείται στην κεφαλή και στη συνέχεια στην μήτρα για να αποκτήσει τις επιθυμητές διαστάσεις. Βγαίνοντας από την μήτρα περνάει διαδοχικά από τα μπάνια κενού (Vacuum)

ψύξεως και τελικά κόβεται στο απαιτούμενο μήκος μετά τον μετρητή. Η γραμμική ταχύτητα παραγωγής επιτυγχάνεται με το τραβηχτικό μηχάνημα. Τέλος ο σωλήνας τυλίγεται στην ανέμη. Η κάτοψη του χώρου φαίνεται στο διάγραμμα ροής 3.1:

3.1 Διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας



3.2 ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Η εταιρία ΒΕΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ & ΣΙΑ χρησιμοποιεί ελέγχους ποιότητας δια μέσου ειδικού μηχανήματος το οποίο ελέγχει κάθε στιγμή την ομοιογένεια του υλικού που παράγεται, την πίεση του υλικού, την περιστροφή του κοχλία, την μορφή και τις διαστάσεις του σωλήνα που παράγεται καθώς και λειτουργίες της γραμμής παραγωγής που επηρεάζουν την ποιότητα του προϊόντος. Κάθε σημείο της παραγωγικής διαδικασίας, από την είσοδο των πρώτων υλών μέχρι την έξοδο του έτοιμου προϊόντος, ελέγχεται με τις τεκμηριωμένες διαδικασίες του ISO9001, για να υπάρχει διασφάλιση της ποιότητας. Επιπλέον, το προσωπικό εκπαιδεύεται συνεχώς σε θέματα που αφορούν αποκλειστικά την ποιότητα.

Ε.ΒΕΗ & ΣΙΑ ΕΠΕ

3.3.0 ΣΩΛΗΝΕΣ ΗΔΡΕ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ 4.14Γ-2/97

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 Πίεση λειτουργίας έναντι εξωτερικής διαμέτρου.

ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ atm	PN 6		PN 8		PN 10	
	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg / m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg / m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg / m
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ mm						
32	1,9	0,186	2,4	0,227	3,0	0,277
40	2,0	0,242	3,0	0,355	3,7	0,428
50	2,4	0,366	3,7	0,54	4,6	0,662
63	3,0	0,568	4,7	0,861	5,8	1,050
75	3,6	0,813	5,6	1,220	6,9	1,480
90	4,3	1,170	6,7	1,750	8,2	2,110

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

α) Τα συνήθη μήκη των σωλήνων είναι

- από Φ 32 έως Φ 90 σε ρολά των 100,200 & 500 m

β) Οι παραπάνω σωλήνες παράγονται από πολυαιθυλένιο μαύρου χρώματος.

γ) Εφαρμογές :

- Μεταφορά και προστασία οπτικών ινών.

Ε.ΒΕΗ & ΣΙΑ ΕΠΕ

3.3.1 ΣΩΛΗΝΕΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ PE 3^{ης} γενιάς (σ 80, MRS 10, PE 100) Pr EN 12201-2

Πίνακας 3.2 πίεση λειτουργίας για κάθε αντίστοιχη διάμετρο σωλήνος

ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ atm	PN 10		PN 12,5		PN 16		PN 20		PN 25		PN 32	
	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m
16							2,0	0,088	2,3	0,100	3,0	0,122
20					2,0	0,114	2,3	0,130	3,0	0,160	3,4	0,177
25			2,0	0,146	2,3	0,167	3,0	0,207	3,5	0,237	4,2	0,274
32	2,0	0,191	2,4	0,227	3,0	0,274	3,6	0,322	4,4	0,381	5,4	0,448
40	2,4	0,289	3,0	0,355	3,7	0,423	4,5	0,502	5,5	0,593	6,7	0,693
50	3,0	0,445	3,7	0,540	4,6	0,656	5,6	0,445	6,9	0,925	8,3	1,08
63	3,8	0,709	4,7	0,861	5,8	1,04	7,1	1,24	8,6	1,46	10,5	1,71
75	4,5	1,00	5,6	1,22	6,8	1,45	8,4	1,75	10,3	2,07	12,5	2,42
90	5,4	1,44	6,7	1,75	8,2	2,10	10,1	2,52	12,3	0,97	15,0	3,49
110	6,6	2,14	8,1	2,59	10,0	3,11	12,3	3,74	15,1	4,45	18,3	5,20
125	7,4	2,73	9,2	3,34	11,4	4,04	14,0	4,84	17,1	5,73	20,8	6,70
140	8,3	3,43	10,3	4,18	12,7	5,04	15,7	6,07	19,2	7,20	23,3	8,41
160	9,5	4,47	11,8	5,45	14,6	6,61	17,9	7,90	21,9	9,37	26,6	11,0
180	10,7	5,66	13,3	6,92	16,4	8,36	20,1	9,99	24,6	11,8	29,9	13,9
200	11,9	6,98	14,7	8,49	18,2	10,3	22,4	12,4	27,4	14,7	33,2	17,1
225	13,4	8,86	16,6	10,8	20,5	13,0	25,2	15,6	30,8	18,5	37,4	21,7
250	14,8	10,90	18,4	13,3	22,4	16,0	27,9	19,2	34,2	22,9	41,5	26,7
280	16,6	13,60	20,6	16,6	25,4	20,1	31,3	24,2	38,3	28,7	46,5	33,5
315	18,7	17,30	23,2	21,1	28,6	25,5	35,2	30,6	43,1	36,3	52,3	42,5
355	21,1	22,00	26,1	26,7	32,2	32,3	39,7	38,8	48,5	46	4	
400	23,7	27,80	29,4	33,9	36,3	41,00	44,7	49,3	54,7	58,5		

Ε.ΒΕΗ & ΣΙΑ ΕΠΕ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

α) Τα συνήθη μήκη των σωλήνων είναι :

- από Φ32 έως Φ125, ρολλά των 100 μέτρων
- από Φ140 και πάνω, ευθέα μήκη έως 12 μέτρα

β) Οι παραπάνω σωλήνες παράγονται από πολυαιθυλένιο μπλε και μαύρου χρώματος:

- το μπλε χρώμα χρησιμοποιείται σε υπόγεια δίκτυα νερού.
- το μαύρο χρώμα για επιφανειακά δίκτυα κατόπιν παραγγελίας.

γ) Εφαρμογές:

- Εγκαταστάσεις υπογείων δικτύων ποσίμου νερού
- Σε δίκτυα μεταφοράς νερού υπό πίεση

3.3.2 ΣΩΛΗΝΕΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ PE 2^{ης} γενιάς (σ 63, MRS 8, PE 80) κατά prEN 12201-2

Πίνακας 3.3 Πίεση λειτουργίας έναντι εξωτερικής διαμέτρου

ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ atm	PN 6		PN 10		PN 12,5		PN 16	
	ΠΑΧΟΣ	ΒΑΡΟΣ	ΠΑΧΟΣ	ΒΑΡΟΣ	ΠΑΧΟΣ	ΒΑΡΟΣ	ΠΑΧΟΣ	ΒΑΡΟΣ
	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m
16							2,0	0,088
20					2,0	0,114	2,3	0,130
25			2,0	0,146	2,3	0,167	3,0	0,207
32			2,4	0,227	3,0	0,274	3,6	0,322
40	2,0	0,242	3,0	0,355	3,7	0,423	4,5	0,502
50	2,4	0,366	3,7	0,540	4,6	0,656	5,6	0,445
63	3,0	0,568	4,7	0,861	5,8	1,04	7,1	1,24
75	3,6	0,813	5,6	1,22	6,8	1,45	8,4	1,75
90	4,3	1,17	6,7	1,75	8,2	2,10	10,1	2,52
110	5,3	1,75	8,1	2,59	10,0	3,11	12,3	3,74
125	6,0	2,24	9,2	3,34	11,4	4,04	14,0	4,84
140	6,7	2,80	10,3	4,18	12,7	5,04	15,7	6,07
160	7,7	3,67	11,8	5,45	14,6	6,61	17,9	7,90
180	8,6	4,62	13,3	6,92	16,4	8,36	20,1	9,99
200	9,6	5,70	14,7	8,49	18,2	10,3	22,4	12,4
225	10,8	7,20	16,6	10,8	20,5	13,0	25,2	15,6
250	11,9	8,80	18,4	13,3	22,7	16,0	27,9	19,2
280	13,4	11,20	20,6	16,6	25,4	20,1	31,3	24,2
315	15,0	14,00	23,2	21,1	28,6	25,5	35,2	30,6
355	16,9	17,80	26,1	26,7	32,2	32,3	39,7	38,8
400	19,1	22,7	29,4	33,9	36,3	41,0	44,7	49,3

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

α) Τα συνήθη μήκη των σωλήνων είναι

- από Φ32 έως Φ125, ρολλά των 100 μέτρων
- από Φ140 και πάνω, ευθέα μήκη έως 12 μέτρα

β) Οι παραπάνω σωλήνες παράγονται από πολυαιθυλένιο μπλε και μαύρου χρώματος.

γ) Εφαρμογές:

- Εγκαταστάσεις υπογείων δικτύων ποσίμου νερού
- Σε δίκτυα μεταφοράς νερού υπό πίεση
- Υποθαλάσσιοι αγωγοί (υδροδότηση νησιών, απόρριψη λυμάτων βαθιά μέσα στην θάλασσα, προστασία υποβρύχιων καλωδίων κ.α.)
- Υπόγεια δίκτυα αποχέτευσης
- Ιχθυοκλωβοί
- Προστασία καλωδίων σε οδοποιίες

3.3.3 ΣΩΛΗΝΕΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ PE 2^{ης} γενιάς (σ 63, MRS 8, PE 80) κατά DIN 8074/8075

Πίνακας 3.4 Πίεση λειτουργίας έναντι εξωτερικής διαμέτρου

ΣΕΙΡΑ	4		5		6	
ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ atm	PN 6		PN 10		PN 16	
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ mm	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m
10					1,8	0,048
12					1,8	0,059
16			1,8	0,083	2,3	0,102
20	1,8	0,107	1,9	0,112	2,8	0,153
25	1,8	0,137	2,3	0,170	3,5	0,239
32	1,9	0,186	3,0	0,277	4,5	0,391
40	2,3	0,284	3,7	0,428	5,6	0,606
50	2,9	0,438	4,6	0,662	6,9	0,931
63	3,6	0,684	5,8	1,05	8,7	1,48
75	4,3	0,971	6,9	1,48	10,4	2,10
90	5,1	1,38	8,2	2,11	12,5	3,02
110	6,3	2,07	10,0	3,13	15,2	4,49
125	7,1	2,35	11,4	4,06	17,3	5,80
140	8,0	3,32	12,8	5,09	19,4	7,27
160	9,1	4,33	14,6	6,63	22,1	9,47
180	10,2	5,45	16,4	8,38	24,9	12,0
200	11,4	6,75	18,2	10,3	27,6	14,8
225	12,8	8,51	20,5	13,1	31,1	18,7
250	14,2	10,5	22,8	16,1	34,5	23,1
280	15,9	13,1	25,5	20,2	38,7	28,9
315	17,9	16,6	28,7	25,6	43,5	36,6
355	20,1	21,1	32,3	32,4	49,0	46,4
400	22,7	26,70	36,4	41,2	55,2	59,0

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

α) Τα συνήθη μήκη των σωλήνων είναι

- από Φ32 έως Φ125, ρολλά των 100 μέτρων
- από Φ140 και πάνω, ευθέα μήκη έως 12 μέτρα

β) Οι παραπάνω σωλήνες παράγονται από πολυαιθυλένιο μπλε και μαύρου χρώματος.

γ) Εφαρμογές:

- Εγκαταστάσεις υπογείων δικτύων ποσίμου νερού
- Σε δίκτυα μεταφοράς νερού υπό πίεση
- Υποθαλάσσιοι αγωγοί (υδροδότηση νησιών, απόρριψη λυμάτων βαθιά μέσα στην θάλασσα, προστασία υποβρύχιων καλωδίων κ.α.)
- Υπόγεια δίκτυα αποχέτευσης
- Ιχθυοκλωβοί
- Προστασία καλωδίων σε οδοποιίες

3.3.4 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ PE 2^{ης} γενιάς (σ 63, MRS 8, PE 80) κατά prEN 12201-2

Πίνακας 3.5 Πίεση λειτουργίας έναντι εξωτερικής διαμέτρου

ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ atm	PN 4		PN 5		PN 6		PN 10		PN 12,5		PN 16	
	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m
16											2,0	0,088
20									2,0	0,114	2,3	0,130
25							2,0	0,146	2,3	0,167	3,0	0,207
32							2,4	0,227	3,0	0,274	3,6	0,322
40					2,0	0,242	3,0	0,355	3,7	0,423	4,5	0,502
50			2,0	0,305	2,4	0,366	3,7	0,540	4,6	0,656	5,6	0,778
63			2,5	0,483	3,0	0,568	4,7	0,861	5,8	1,04	7,1	1,24
75	2,3	0,538	2,9	0,662	3,6	0,813	5,6	1,22	6,8	1,45	8,4	1,75
90	2,8	0,775	3,5	0,960	4,3	1,17	6,7	1,75	8,2	2,10	10,1	2,52
110	3,4	1,15	4,2	1,41	5,3	1,75	8,1	2,59	10,0	3,11	12,3	3,74
125	3,9	1,49	4,8	1,82	6,0	2,24	9,2	3,34	11,4	4,04	14,0	4,84
140	4,3	1,85	5,4	2,29	6,7	2,80	10,3	4,18	12,7	5,04	15,7	6,07
160	4,9	2,39	6,2	3,01	7,7	3,67	11,8	5,45	14,6	6,61	17,9	7,9
180	5,5	3,02	6,9	3,74	8,6	4,62	13,3	6,92	16,4	8,36	20,1	9,99
200	6,2	3,79	7,7	4,64	9,6	5,72	14,7	8,49	18,2	10,3	22,4	12,4
225	6,9	4,72	8,6	5,83	10,8	7,23	16,6	10,8	20,5	13,0	25,2	15,6
250	7,7	5,85	9,6	7,23	11,9	8,85	28,4	13,3	22,7	1,0	27,9	19,2
280	8,6	7,32	10,7	9,01	13,4	11,2	20,6	16,6	25,4	20,1	31,3	24,2
315	9,7	9,27	12,1	11,5	15,0	14,0	23,2	21,1	28,6	25,5	35,2	30,6
355	10,9	11,7	13,6	14,5	16,9	17,8	26,1	26,7	32,2	32,3	39,7	38,8
400					19,1	22,7	29,4	33,9	36,3	41,0	44,7	49,3

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

α) Τα συνήθη μήκη των σωλήνων είναι

- από Φ32 έως Φ125, ρολλά των 100 μέτρων
- από Φ140 και πάνω, ευθέα μήκη έως 12 μέτρα

β) Οι παραπάνω σωλήνες παράγονται από πολυαιθυλένιο μαύρου χρώματος.

γ) Εφαρμογές:

- Σε δίκτυα μεταφοράς νερού άρδευσης
- Υποθαλάσσιοι αγωγοί (υδροδότηση νησιών, απόρριψη λυμάτων βαθιά μέσα στην θάλασσα, προστασία υποβρύχιων καλωδίων κ.α.)
- Υπόγεια δίκτυα αποχέτευσης
- Ιχθυοκλωβοί
- Προστασία καλωδίων σε οδοποιίες

3.3.5 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ PE 2^{ης} γενιάς (σ 63, MRS 8, PE 80) κατά DIN 8074/8075

Πίνακας 3.6 Πίεση λειτουργίας έναντι εξωτερικής διαμέτρου

ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ atm	PN 2,5		PN 3,2		PN 4		PN 5		PN 6		PN 10		PN 16	
	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m
10													1,8	0,048
12													1,8	0,059
16											1,8	0,083	2,3	0,102
20									1,8	0,107	1,9	0,112	2,8	0,153
25									1,8	0,137	2,3	0,170	3,5	0,239
32					1,8	0,178	1,8	0,178	1,9	0,186	3,0	0,277	4,5	0,391
40					1,8	0,226	2,0	0,252	2,3	0,284	3,7	0,428	5,6	0,606
50			1,8	0,285	2,0	0,319	2,4	0,373	2,9	0,438	4,6	0,662	6,9	0,931
63	1,8	0,362	2,0	0,406	2,5	0,492	3,0	0,585	3,6	0,684	5,8	1,05	8,7	1,48
75	1,9	0,454	2,4	0,569	2,9	0,672	3,6	0,823	4,3	0,971	6,9	1,48	10,4	2,10
90	2,2	0,637	2,8	0,787	3,5	0,972	4,3	1,18	5,1	1,38	8,2	2,11	12,5	3,02
110	2,7	0,938	3,5	1,20	4,3	1,45	5,3	1,76	6,3	2,07	10,0	3,13	15,2	4,49
125	3,1	1,23	3,9	1,51	4,9	1,87	6,0	2,27	7,1	2,65	11,4	4,06	17,3	5,80
140	3,5	1,54	4,4	1,91	5,3	2,31	6,7	2,82	8,0	3,32	12,8	5,09	19,4	7,27
160	3,9	1,94	5,0	2,46	6,2	3,03	7,7	3,70	9,1	4,33	14,6	6,63	22,1	9,47
180	4,4	2,47	5,6	3,10	7,0	3,82	8,6	4,64	10,2	5,45	16,4	8,38	24,9	12,0
200	4,9	3,04	6,2	3,82	7,7	4,67	9,6	5,75	11,4	6,75	18,2	10,3	27,6	14,8
225	5,5	3,84	7,0	4,81	8,7	5,93	10,8	7,26	12,8	8,51	20,5	13,1	31,1	18,7
250	6,1	4,73	7,8	5,96	9,7	7,33	12,0	8,98	14,2	10,5	22,8	16,1	34,5	23,1
280	6,9	5,95	8,7	7,44	10,8	9,13	13,4	11,2	15,9	13,1	25,5	20,2	38,7	28,9
315	7,7	7,47	9,8	9,41	12,2	11,6	15,0	14,1	17,9	16,6	28,7	25,6	43,5	36,6
355	8,7	9,5	11,1	12,0	13,7	14,7	17,0	18,0	20,1	21,1	32,3	32,4	49,0	46,4
400									19,1	22,7	29,4	33,9	44,7	49,3

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

α) Τα συνήθη μήκη των σωλήνων είναι

- από Φ32 έως Φ125, ρολλά των 100 μέτρων
- από Φ140 και πάνω, ευθέα μήκη έως 12 μέτρα

β) Οι παραπάνω σωλήνες παράγονται από πολυαιθυλένιο μαύρου χρώματος.

γ) Εφαρμογές:

- Σε δίκτυα μεταφοράς νερού άρδευσης
- Υποθαλάσσιοι αγωγοί (υδροδότηση νησιών, απόρριψη λυμάτων βαθιά μέσα στην θάλασσα, προστασία υποβρύχιων καλωδίων κ.α.)
- Υπόγεια δίκτυα αποχέτευσης
- Ιχθυοκλωβοί
- Προστασία καλωδίων σε οδοποιίες

3.3.6 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΑΡΔΕΥΤΩΝ ΑΠΟ MD PE

Πίνακας 3.7 Πίεση λειτουργίας έναντι εξωτερικής διαμέτρου

ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ atm	PN 8		PN 9		PN 10	
	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ Mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m	ΠΑΧΟΣ mm	ΒΑΡΟΣ Kg/m
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ mm						
75	5,6	1,23	6,2	1,35	6,9	1,48
80	6,0	1,40	6,7	1,55	7,3	1,67
82	6,1	1,47	6,8	1,61	7,5	1,76
90	6,7	1,76	7,5	1,95	8,2	2,11
100	7,5	2,19	8,3	2,39	9,1	2,60
110	8,2	2,63	9,1	2,89	10,0	3,13
125	9,3	3,38	10,4	3,74	11,4	4,06

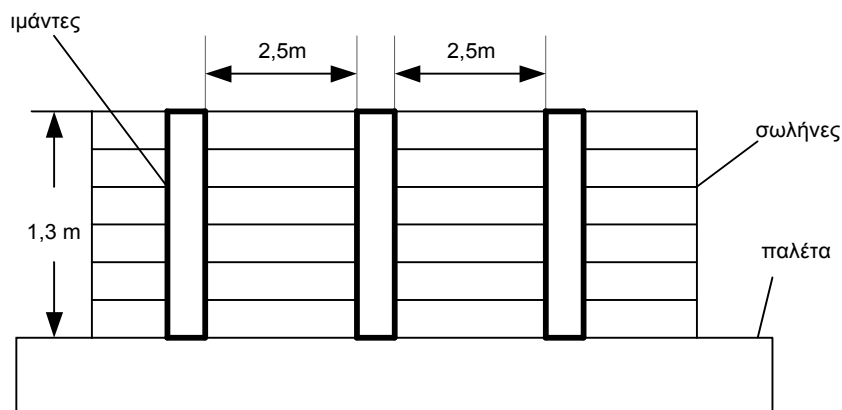
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- α) Η συσκευασία γίνεται σε ρολλά των 300 μέτρων. Είναι δυνατόν να παραχθούν ρολλά μεγαλύτερου ή μικρότερου μήκους μετά από συνεννόηση.
- β) Οι παραπάνω σωλήνες παράγονται από πολυαιθυλένιο μαύρου χρώματος.
- γ) Παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή σε εξωτερική τριβή και ευκαμψία. Επίσης αντέχουν στις συνεχόμενες εκτρίξεις και περιτυλίξεις.
- δ) Εφαρμογές:
- Σε αυτόματες αρδευτικές μηχανές «καρούλια»

3.4 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ-ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ-ΜΕΤΑΦΟΡΑ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

3.4.1 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου συσκευάζονται σε ρολλά μήκους 250 m για διαμέτρους μέχρι 32 mm, σε ρολλά μήκους 100 m για διαμέτρους από 32-125 mm και σε ευθέα μήκη μέχρι 12 m για μεγαλύτερες διαμέτρους. Συνίσταται τα ευθέα μήκη να στοιβάζονται πάνω σε παλέτες. Επίσης πρέπει να δένονται γερά μεταξύ τους με ειδικούς ιμάντες οι οποίοι να απέχουν 2,5 m ο ένας από τον άλλο, όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Το μέγιστο ύψος της στοιβάξης των σωλήνων δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 1,3 m.



Σχήμα 1

3.4.2 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Κατά την μεταφορά και την αποθήκευση των σωληνών από πολυαιθυλένιο πρέπει οι υπεύθυνοι να ακολουθήσουν ορισμένους κανόνες, ώστε να διατηρηθούν οι ιδιότητές τους και το σημαντικότερο να μην προκληθούν ζημιές και αχρηστευτούν οι σωλήνες. Οι κανόνες που πρέπει να ακολουθούνται πιστά είναι:

- Πρέπει να αποφεύγεται η επαφή των σωληνών με πηγές υψηλής θερμοκρασίας. Η παραμονή των σωληνών σε υψηλή θερμοκρασία μπορεί να προκαλέσει στρέβλωση στην επιφάνεια του σωλήνα. Επίσης ο σωλήνας μπορεί να διασταλεί τόσο κατά το μήκος (εγκάρσια διαστολή), όσο και διαμετρικά (πλάτυνση). Τέτοιου είδους διαστολές συνήθως είναι μόνιμες και γι' αυτό πρέπει να αποφεύγονται.
- Δεν πρέπει οι σωλήνες να έρχονται σε επαφή με αιχμηρά αντικείμενα. Όσον αφορά την μεταφορά οι σωλήνες δεν πρέπει να σέρνονται ούτε να πετούνται και επίσης πρέπει να προστατεύονται ιδιαίτερα αν η μεταφορά γίνεται με γερανούς ή κλαρκ. Μεγάλη προσοχή

να επιδεικνύεται όταν τα άκρα του σωλήνα είναι τορναρισμένα για να μην χτυπηθούν και αχρηστευτούν. Στην αποθήκευση μία πολύ καλή στείβαξη σε σειρά και σε επίπεδες επιφάνειες ή πάνω σε παλέτες οδηγεί στην διατήρηση της αρχικής ποιότητας της επιφάνειας. Επιπλέον, να αποφεύγεται η τοποθέτηση σωληνών ο ένας μέσα στον άλλο.

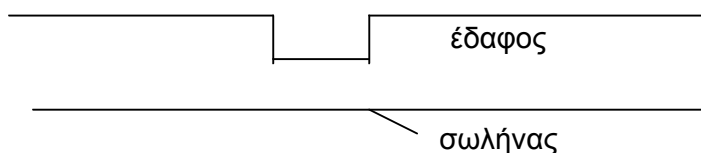
- Δεν πρέπει να τοποθετούνται βαριά φορτία πάνω στους σωλήνες. Αν τοποθετηθούν βαριά φορτία, τότε υπάρχει ο κίνδυνος ο σωλήνας να παραμορφωθεί. Γι' αυτόν τον λόγο κατά την αποθήκευση οι βαρύτεροι σωλήνες τοποθετούνται από κάτω και από πάνω οι ελαφρότεροι.

Ενδεικτικοί τρόποι αποθήκευσης και μεταφοράς φαίνονται στο σχήμα 2

3.4.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΩΛΗΝΩΝ

Η εγκατάσταση των σωληνώσεων ακολουθεί την προσεκτική επιλογή του είδους των σωληνών, των λοιπών στοιχείων και των οργάνων με στόχο την ασφαλή και χωρίς προβλήματα λειτουργία. Γίνεται βάσει κατασκευαστικών σχεδίων, στα οποία φαίνονται οι διαστάσεις (μήκη, διαμέτροι) των στοιχείων, όπως έχουν προκύψει από την μελέτη διαστασιολόγησης.

Οι σωλήνες πρέπει κατά το δυνατόν να έχουν ευθύγραμμες οδηγήσεις . Πρέπει να οδεύουν παράλληλα προς το έδαφος (Σχήμα 3). Επίσης πρέπει να αποφεύγονται μη αναγκαίες διασταυρώσεις με άλλες σωληνώσεις. Δεν πρέπει να υπάρχουν συνδέσεις σωληνών μέσα σε διελεύσεις τοίχων ή σε οροφές. Η εγκατάσταση πρέπει να γίνεται υπό την επίβλεψη κατάλληλου προσωπικού.



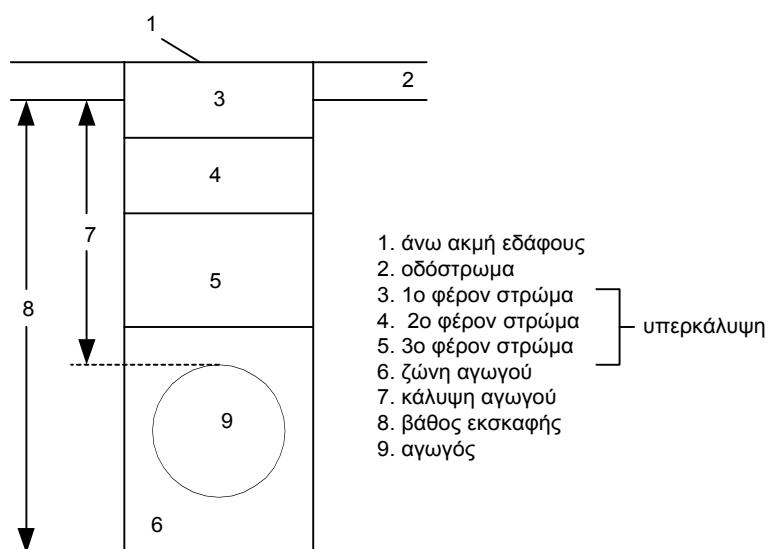
Σχήμα 3

Εγκατάσταση εξωτερικών σωληνώσεων

Οι εξωτερικές σωληνώσεις είναι συνήθως θαμμένες. Δεν αποκλείεται πάντως να είναι και υπέργειες. Οι θαμμένες σωληνώσεις πρέπει να επιμετρώνται και να διατηρούνται σε σχέδια. Τούτο έχει ιδιαίτερη σημασία, για να αποφευχθούν πιθανές μελλοντικές καταστροφές, π.χ. λόγω εκσκαπτικών εργασιών. Επίσης όχι μόνο δεν επιτρέπεται να καλύπτονται με κτίσματα, αλλά η εγκατάσταση να προβλέπει και μεταγενέστερη ανέγερση ή επέκταση κτιρίου.

Πέρα από τους γενικούς προκαταρκτικούς κανόνες για την εγκατάσταση, υπάρχουν και κανόνες που αναφέρονται στο όρυγμα και στον τρόπο εγκατάστασης των σωληνών και οι οποίοι πρέπει

να ακολουθούνται αυστηρά. Συγκεκριμένα το όρυγμα πρέπει να έχει τέτοιες διαστάσεις, ώστε να γίνεται εύκολα και άνετα η εργασία (ύψος 0,6-1,5 m, άνοιγμα περίπου 0,8 m). Ο σωλήνας πρέπει να ακουμπάει στο έδαφος σε όλο του το μήκος. Αν το έδαφος είναι ανώμαλο και πετρώδες πρέπει να επιχωματωθεί ο πυθμένας με μαλακό χώμα και να πατηθεί γερά. Έτσι ο σωλήνας τοποθετείται πάνω σε μαλακό έδαφος. Στην συνέχεια τοποθετείται ο σωλήνας και καλύπτεται ολος με διάφορες επιστρώσεις χώματος. Οι πρώτες επιστρώσεις καλύτερα είναι να γίνονται με τα χέρια, για να μην τραυματιστεί ο σωλήνας από βίαιη πρόσπτωση του χώματος πάνω στην επιφάνειά του. Κατά την επιχωμάτωση των υπόλοιπων στρωμάτων χώματος καλό είναι να συμπιέζεται το χώμα με τις ειδικές δονητικές μηχανές. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται ένα σχέδιο ορύγματος (Σχήμα 4). Προσοχή το ανώτερο στρώμα να μην ξεπερνά την στάθμη της επιφάνειας.



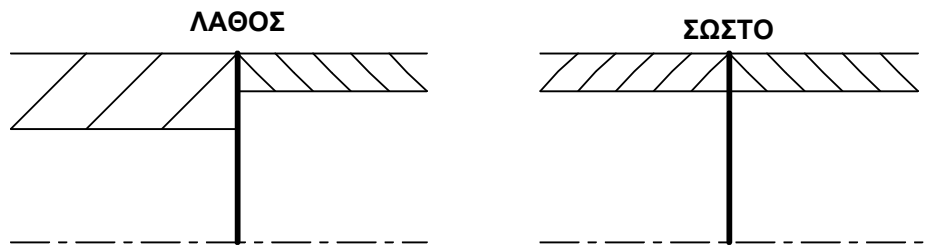
Σχήμα 4

3.5 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ

Οι πλαστικοί σωλήνες από πολυαιθυλένιο μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους με

- συγκολλήσεις
- κλέμμες και
- φλάντζες

Γενικά πρέπει να προτιμούνται οι συγκολλητές συνδέσεις. Συνδέσεις με κολλήσεις δεν επιτρέπονται για λόγους στεγανότητας. Οι συγκολλητές συνδέσεις γίνονται είτε με μετωπική συγκόλληση είτε με ηλεκτροσυγκόλληση και μόνο σε τεμάχια με το ίδιο πάχος για να αποφευχθούν απώλειες. Αν πρέπει να αλλάξει η διατομή πρέπει να μπουν τα κατάλληλα εξαρτήματα (Δες σχήμα 5). Κατά την θερμική συγκόλληση επιτυγχάνεται η κατανομή των φορτίων σε όλο το μήκος της σωληνογραμμής, η διατήρηση της λείας εσωτερικής επιφάνειας και η ομαλή συνέχεια του υλικού. Οι δύο μέθοδοι θερμικής συγκόλλησης περιγράφονται παρακάτω.



Σχήμα 5

Μετωπική συγκόλληση

Το είδος αυτό της συγκόλλησης γίνεται με την βοήθεια μιας θερμαντικής πλάκας. Μια θερμαινόμενη πλάκα εισάγεται εγκάρσια ανάμεσα στα άκρα των προς σύνδεση σωλήνων. Η πλάκα θερμαίνει και τήκει το υλικό των σωλήνων, στην συνέχεια αφαιρείται και τα δύο άκρα πιέζονται το ένα πάνω στο άλλο δημιουργώντας την συγκόλληση. Στην συνέχεια με ειδικό κοπτικό εργαλείο αφαιρείται το υλικό υπερχειλίσης.

Για να πραγματοποιηθεί σωστά αυτή η συγκόλληση πρέπει τα άκρα που πρόκειται να συγκολληθούν να προετοιμαστούν και να τοποθετηθούν στην σωστή θέση, ώστε να δώσουν σωστή ευθυγράμμιση και να μην συγκολληθούν στραβά. Επιπλέον, τα άκρα πρέπει να πλαναριστούν πριν την κόλληση και να καθαριστούν με απορρυπαντικό (ασετόν), ώστε να απμακρυνθούν σκόνες, έλαια, υγρασία και ξένες ουσίες. Ο ίδιος καθαρισμός να γίνεται και στην θερμαντική πλάκα. Μετά την χρήση της πλάκας πρέπει να τοποθετείται στην ειδική θήκη της.

Πριν την εκκίνηση της διαδικασίας πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν η ελάχιστη πίεση που απαιτείται για την έλξη του βάρους των σωληνών. Η τιμή αυτής της πίεσης πρέπει να προστίθεται στις τιμές που αναγράφονται πάνω στους πίνακες της θερμαντικής πλάκας.

Παρακάτω περιγράφεται όλη η διαδικασία της συγκόλλησης.

α) Ανάπτυξη πίεσης:

Η συγκόλληση πρέπει να γίνει σε ξηρό περιβάλλον χωρίς υγρασία και ρεύματα αέρα. Γι' αυτόν τον λόγο θερμαίνονται τόσο η πλάκα όσο και τα άκρα των σωληνών στους 200-220 °C. Συγχρόνως η θέρμανση πρέπει να είναι και ομοιόμορφη, ώστε η πλάκα να καλύπτει ομοιόμορφα τα άκρα των σωλήνων. Όταν γίνει αυτή η εργασία, τότε μεταφέρονται τα άκρα και προσαρμόζονται στην πλάκα με πίεση που εξαρτάται από την διάμετρο και το πάχος του τοιχώματος. Για το πολυαιθυλένιο η πίεση που πρέπει να εφαρμοστεί σε αυτήν την φάση είναι 0,15 [N/mm²] και εφαρμόζεται για τόσο χρόνο, ώστε να σχηματιστεί μία αναδίπλωση τηγμένου υλικού (κορδόνι) στο άκρο του σωλήνα. Και ο χρόνος εξαρτάται από τις διαστάσεις του σωλήνα.

β) Θέρμανση χωρίς πίεση:

Την στιγμή που σχηματιστεί το κορδόνι στα άκρα των σωληνών, μειώνουμε την θερμοκρασία σε $0,01 \text{ [N/mm}^2\text{]}$, για να αποφευχθεί η υπερχειλίση του υλικού. Διατηρώντας σταθερή την πίεση η θέρμανση συνεχίζεται χωρίς να γίνεται υπερχειλίση.

γ) Απομάκρυνση της θερμαντικής πλάκας:

Όταν η θερμοκρασία στα άκρα των σωληνών φτάσει στην επιθυμητή τιμή, απομακρύνεται η πλάκα και τα άκρα πλησιάζουν ξανά για την σύνδεση. Η σύνδεση πρέπει να γίνει με την ακριβώς απαιτούμενη δύναμη. Μεγαλύτερη δύναμη θα προκαλέσει «κρύωμα» του τηγμένου υλικού και θα αποτύχει η κόλληση, ενώ μικρότερη δύναμη θα οδηγήσει σε κόλληση μόνο των τηγμένων τμημάτων με αποτέλεσμα την μη ολοκληρωμένη κόλληση.

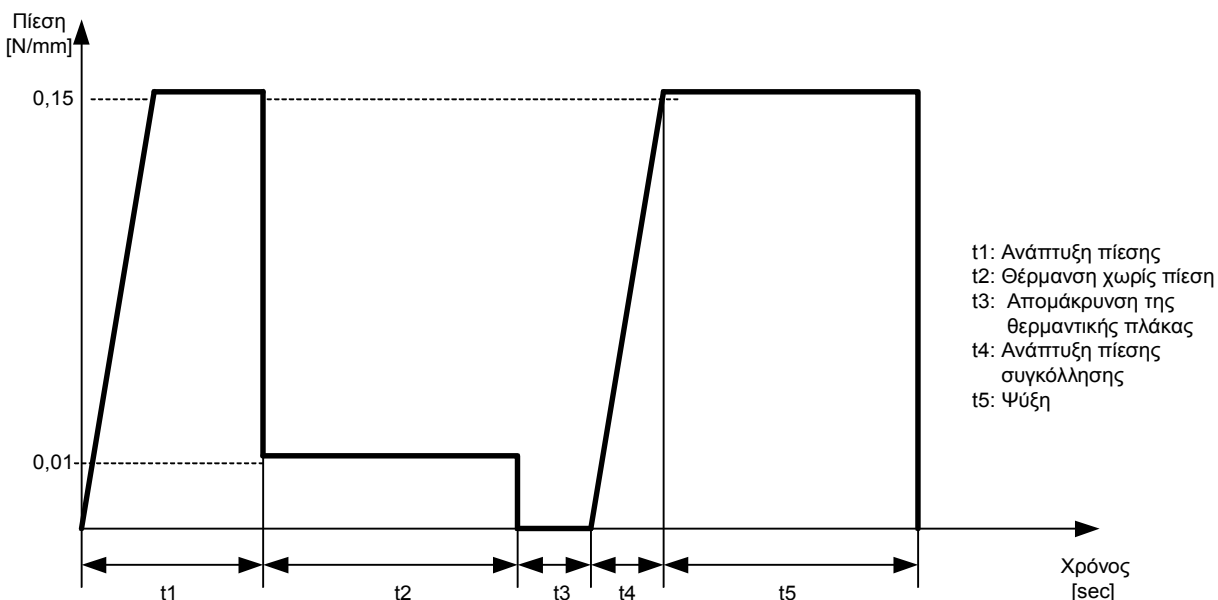
δ) Συγκόλληση υπό πίεση

Η απαιτούμενη πίεση ανέρχεται στην αρχική τιμή, δηλαδή $0,15 \text{ [N/mm}^2\text{]}$. Αν η πίεση είναι μεγαλύτερη, τότε πρέπει να επανέρθει στην απαιτούμενη τιμή της χωρίς όμως απότομες αλλαγές.

ε) Ψύξη

Όταν βεβαιωθείτε ότι ολοκληρώθηκε η συγκόλληση, τότε σταματήστε την επιρροή της πίεσης και αφήστε τους σωλήνες να κρυώσουν. Προσοχή η ψύξη να μην επιτευχθεί με απότομες μεθόδους (π.χ. με πεπιεσμένο αέρα, νερό κτλ.).

Ολόκληρη η διαδικασία φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 1: Διαδικασία συγκόλλησης με πίεση

Ηλεκτροσυγκόλληση

Και σε αυτήν την μέθοδο πρέπει να καθαριστούν οι άκρες των σωλήνων. Ο καθαρισμός γίνεται είτε χρησιμοποιώντας το ειδικό όργανο απόξεσης που συνοδεύει το μηχάνημα (μούφα) είτε διάφορα άλλα μηχανήματα απόξεσης. Προσοχή οι σωλήνες να καθαριστούν ομοιόμορφα και ολοκληρωτικά και σε ορισμένο μήκος (πάνω από 10 mm). Αν δεν γίνει σωστός καθαρισμός, τότε και η σύνδεση θα αστοχήσει. Μην χρησιμοποιηθούν υλικά απόξεσης, όπως γυαλόχαρτο, λίμα, τροχό λείανσης.

Όμοια με την προηγούμενη διαδικασία το απορρυπαντικό που θα χρησιμοποιηθεί δεν πρέπει να είναι διαβρωτικό. Καλύτερο για αυτήν την περίπτωση είναι το ασετόν. Σε καμμία περίπτωση να μην χρησιμοποιηθούν βεζίνη, διαλυτικά, ονόπνευμα, τριχλωροαιθυλένιο.

Τα στάδια της διαδικασίας συγκόλλησης περιγράφονται παρακάτω.

α) Τοποθέτηση μούφας:

Αφού βγάλετε την μούφα από το περιτύλιγμά της και μόνο όταν έρθει η ώρα να χρησιμοποιηθεί, καθαρίστε την εξωτερική και την εσωτερική επιφάνεια με ασετόν. Στη συνέχεια τοποθετήστε τους σωλήνες ομοαξονικά. Ελέγξτε τον ομοαξονικότητα των σωληνών με τον ειδικό συσφιγκτήρα.

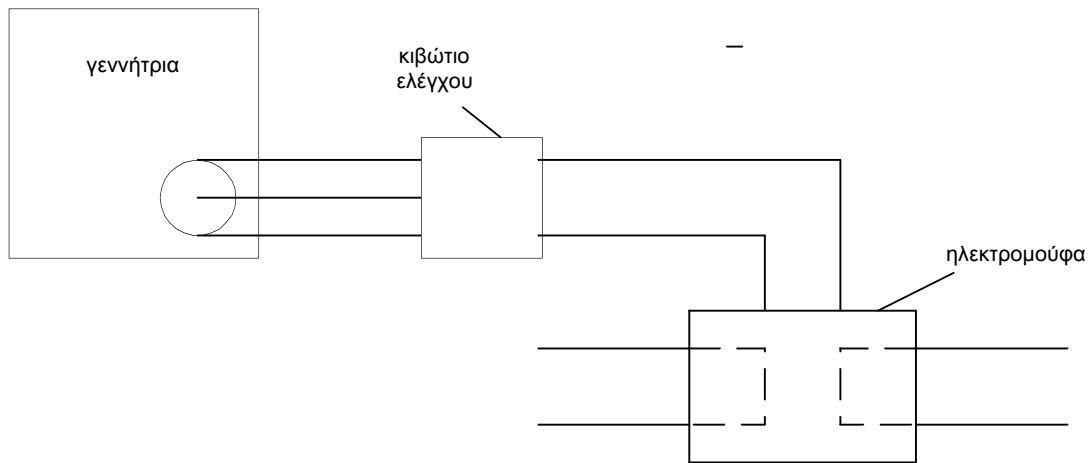
β) Τήξη:

Μεταφέрте την μονάδα ηλεκτροσυγκόλλησης και ρυθμίστε την ανάλογα με τις διαστάσεις που πρόκειται να συγκολληθούν. Η εισαγωγή των δεδομένων γίνεται με την μέθοδο του barcode ή της μαγνητικής κάρτας.

γ) Πτώση θερμοκρασίας-ψύξη

Μετά από ορισμένο χρόνο και όταν τελειώσει η συγκόλληση, κρατήστε το σύστημα σε πίεση χωρίς να μετακινήσετε την σύνδεση μέχρι να κρυώσει (περίπου 10-30 min). Αποφύετε την απότομη ψύξη με νερό ή αέρα. Αν θέλετε να δοκιμάσετε την σύνδεση, τότε να την επιτελέσετε μετά από τρεις (3) ώρες από την ψύξη της σύνδεσης.

Παρακάτω φαίνεται σχηματικά η διαδικασία ηλεκτροσυγκόλλησης.



Σχήμα 6

3.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΩΛΗΝΩΝ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ

Η μεγάλη ποικιλία στην χρήση των σωλήνων PE οφείλεται στον συνδυασμό των ιδιοτήτων που προαναφέρθηκαν με τα πλεονεκτήματά τους έναντι των σωληνώσεων από άλλα υλικά (π.χ. χάλυβας). Συγκεκριμένα το πολυαιθυλένιο έχει :

α) Μεγάλη ευκαμψία και μικρό βάρος. Επομένως μειώνεται σημαντικά το κόστος μεταφοράς και ταυτόχρονα η εγκατάστασή μπορεί να γίνει πολύ εύκολα και γρήγορα με μικρό αριθμό συνδέσεων και σε θέσεις με ανώμαλο έδαφος. Συχνόνως και η συντήρηση των δικτύων γίνεται πολύ εύκολα με σύγχρονες μεθόδους (squeeze-off).

β) Αντοχή σε σεισμούς . Από στατιστικά στοιχεία αποδεικνύεται ότι οι σωλήνες από πολυαιθυλένιο αντέχουν περισσότερο στους σεισμούς παρά οι σωλήνες από άλλο υλικό λόγω των πολύ καλών αντικρουστικών ιδιοτήτων και της ευκαμψίας. Επίσης σε περίπτωση σεισμών είναι σημαντικό να λειτουργούν τα διάφορα δίκτυα κοινής ωφέλειας (δίκτυο ύδρευσης, δίκτυο πυρόσβεσης κ.α.).

γ) Μικρό συντελεστής τριβής. Αυτό σημαίνει ότι κατά την ροή του ρευστού στον σωλήνα δεν αναπτύσσονται μεγάλες υδραυλικές απώλειες και επομένως μειώνονται και οι ενεργειακές απώλειες, διότι χρησιμοποιούνται αντλίες μικρότερης ισχύος.

δ) Υψηλή αντοχή σε χημική διάβρωση. Επομένως δεν παρουσιάζει εύκολα διαρροές. Γι' αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν άφοβα στην μεταφορά αερίων και χημικών.

ε) Υψηλή ποιότητα δικτύου. Δεν εναποτίθενται στα τοιχώματα των σωληνών στερεά υπολείματα εξαιτίας του χαμηλού συντελεστή τριβής και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μεταφορά πόσιμου νερού.

στ) Πολύ καλή συμπεριφορά στο υδραυλικό πλήγμα. Από πειράματα έχει διαπιστωθεί ότι η μέγιστη πίεση κατά την εμφάνιση του φαινομένου του υδραυλικού πλήγματος παίρνει τιμές από 1,6-4 atm, ενώ σε ανάλογους χαλύβδινους σωλήνες η πίεση κυμαίνεται από 9-13 atm.

4.0 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η ολοένα αυξημένη ζήτηση των σωληνών πολυαιθυλενίου οφείλεται στον αποδεδειγμένα πολύ καλό συνδυασμό φυσικών, χημικών και μηχανικών ιδιοτήτων γεγονός το οποίο προσδίδει στο πολυαιθυλένιο πλεονεκτική θέση έναντι των άλλων υλικών.

Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην διάδοση και χρήση του πολυαιθυλενίου παίζουν η μεγάλη διάρκεια ζωής των προϊόντων (περίπου 50 έτη συνεχούς λειτουργίας), η ευκολία στην κατασκευή και επεξεργασία που συνεπάγεται και μικρό κόστος, η μεγάλη γκάμα προϊόντων και γενικά όλες οι ιδιότητες εκείνες που συντελούν στην σωστή λειτουργία του συστήματος.

Το μοναδικό μειονέκτημα είναι ότι δεν αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες και γι' αυτό οι εφαρμογές περιορίζονται στα δίκτυα μεταφοράς νερού (ύδρευση, άρδευση, αποχέτευση), καθώς και στα προστατευτικά μέσα (υποβρύχιες καλωδιώσεις, και παντός είδους προστατευτικές καλωδιώσεις). Οι προσπάθειες βελτίωσης των ιδιοτήτων των προϊόντων από πολυαιθυλένιο δεν έχουν σταματήσει και με την υπάρχουσα τεχνολογία είναι δυνατόν να επιτευχθεί και μάλιστα μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την αντικατάσταση των υπάρχουσών δικτύων με σωλήνες από πολυαιθυλένιο που θα προσδώσουν καλύτερη λειτουργία και παράλληλα μεγαλύτερη ασφάλεια. Δεν είναι καθόλου τυχαίο που συνεχώς στον ελληνικό χώρο πραγματοποιούνται προγράμματα αντικατάστασης των υπάρχουσών δικτύων από πολλούς δήμους και κοινότητες, με αποτέλεσμα την αύξηση της αξιοπιστίας των δικτύων.

5.0 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

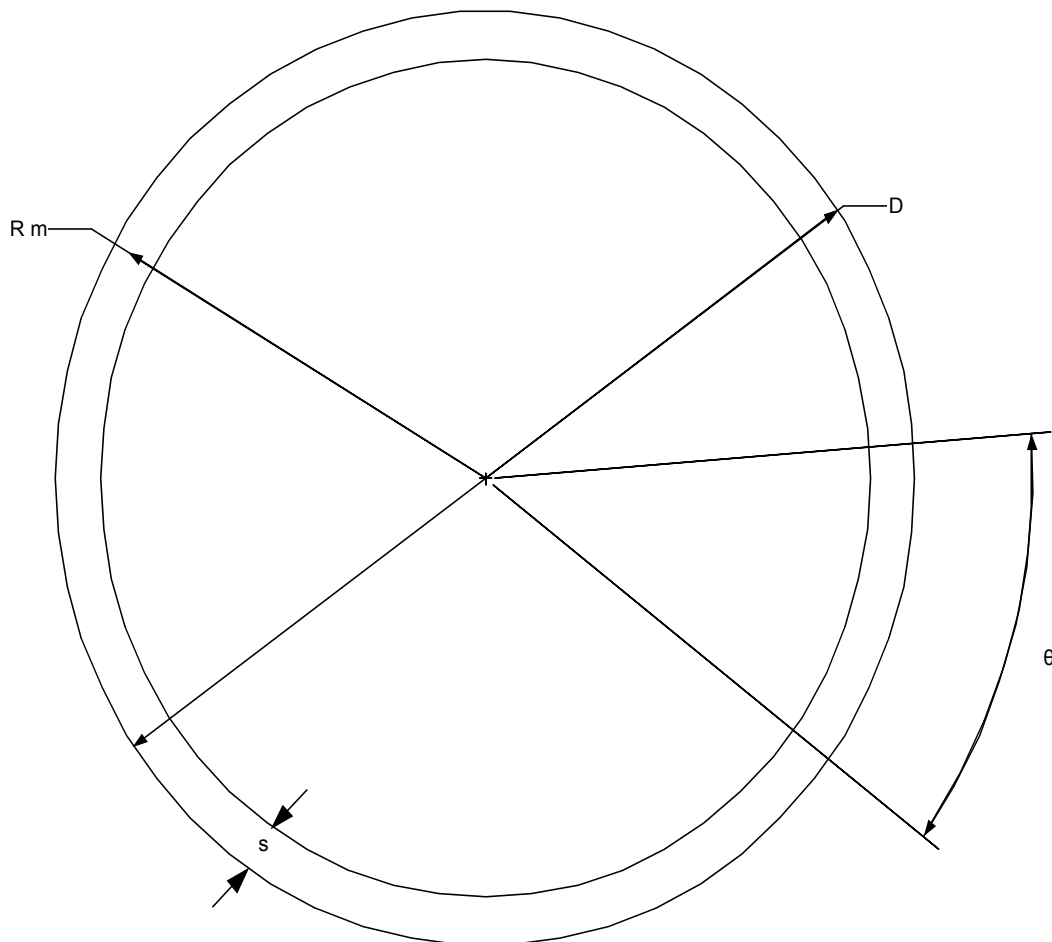
- Γενική χημεία για μηχανικούς, Β. Παπαγεωργίου, Εκδόσεις ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ, Θεσσαλονίκη 1984
- Μηχανική Ρευστών, Α. Γούλας, Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη 1986
- Τεχνολογία Εγκαταστάσεων και Χρήσεων Φυσικού Αερίου, Κ.Γ.Πασπαλάς, Εκδόση Συλλόγου Μηχανολόγων-Ηλεκτρολόγων Βορείου Ελλάδας, Θεσσαλονίκη 1999
- PrEN 12201 : Plastics piping systems for water supply-Polyethylene (PE) – Part 1, General, October 1995
- PrEN 12201 : Plastics piping systems for water supply-Polyethylene (PE) – Part 2, General, October 1995
- DIN 8074 : Pipes in high-density polyethylene (PE-HD) – Dimensions
- DIN 8075: Pipes in high-density polyethylene (PE-HD) General quality requirements-testing
- The complete programme for PE and PVC pressure pipes. Catalogue and application technology , George Fischer, 1995

6.0 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

6.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ

Έστω ότι ο σωλήνας που κατασκευάζεται είναι ο παρακάτω με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Πάχος τοιχώματος s
- Εξωτερική διάμετρος D
- Μήκος L
- Συνισταμένη περιφερειακή τάση σ
- Μέση ακτίνα R_M (η ακτίνα φτάνει μέχρι το σημείο όπου εφαρμόζεται η συνισταμένη περιφερειακή τάση)
- Πίεση λειτουργίας του σωλήνα p (atm)



Εφαρμόζεται η εξίσωση ισορροπίας. Οι ακτινικές δυνάμεις εξουδετερώνονται μεταξύ τους εξαιτίας του άξονα συμμετρίας. Έτσι για τις περιφερειακές δυνάμεις ισχύει:

$$\sum F = -2 \cdot \sigma \cdot L + \int_0^{\pi} p \cdot R_M \cdot (d\theta) \cdot \eta \mu \theta \cdot L \quad (1)$$

Ολοκληρώνοντας την σχέση (1) έχουμε: $2 \cdot s \cdot \sigma \cdot L = -p \cdot R_M \cdot L \cdot [\sigma \nu \theta]_0^{\pi}$ (2)

Από την σχέση (2) παίρνουμε ότι η πίεση θραύσης είναι $p = \frac{s \cdot \sigma}{R_M} = \frac{2 \cdot s \cdot \sigma}{D - s}$ (3)

Επίσης το πάχος του τοιχώματος υπολογίζεται από την σχέση $s = \frac{p \cdot D}{(2 \cdot 10 \cdot \sigma + p)}$ (4)

Επομένως για τον υπολογισμό τόσο της μέγιστης πίεσης θραύσης όσο και του πάχους τοιχώματος χρειάζεται να υπολογιστεί η τάση σ . Ο τύπος που δίνει την τάση είναι

$$\sigma = \frac{[MRS]}{C} \quad (5)$$

όπου MRS είναι η ελάχιστη απαιτούμενη τάση και C ένας συντελεστής που λαμβάνεται υπ' όψιν κατά τον σχεδιασμό και ισούται με 2 στην περίπτωση μεταφοράς φυσικού αερίου και με 1,25 κατά την μεταφορά νερού.

Επειδή έχει αναπτυχθεί αρκετά η τεχνολογία των σωλήνων από πολυαιθυλένιο, το μέγεθος MRS μπορεί να πάρει τιμές μέχρι 10 [Mpa].

Έτσι αντικαθιστώντας την τιμή του σ από την εξίσωση (5) στις εξισώσεις (3),(4) βγαίνουν συνδυασμοί σωληνών με διάφορες διαστάσεις και πίεση λειτουργίας, τα οποία δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6.1 Πίεση λειτουργίας έναντι SDR

SDR (D/s)	Πίεση λειτουργίας PN (atm)		
	PE 63	PE 80	PE 100
41	2,5	3,2	4
33	3,2	4	5
27,6	-	-	6
26	4	5	-
22	-	6	-
21	5	-	8
17,6	6	-	-
17	-	8	10
1,6	8	10	12,5
11	10	12,5	16
9	12,5	16	20
7,4	16	20	25
6	20	25	32

Για παράδειγμα αν χρειαζόμαστε έναν σωλήνα που να συνδεθεί σε δίκτυο στο οποίο η πίεση λειτουργίας να είναι 25 atm πρέπει να επιλέξουμε PE 100 – SDR 7,4 ή

PE 80 – SDR 6. Επιλέγοντας PE 100 – SDR 7,4 έχουμε από την εξίσωση (5) $\sigma = 10,0/1,25 = 8,0$ [Mpa] και υποθέτοντας ότι $D = 180$ [mm] από τον τύπο (4) βρίσκουμε ότι $s = 24,3$ [mm]

6.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

6.2.1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΠΛΗΓΜΑ

Υδραυλικό πλήγμα (ή πλήγμα κριού) ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο αναπτύσσεται ακαριαία υψηλή πίεση εξαιτίας απότομης μεταβολής της ταχύτητας. Πρακτικά υδραυλικό πλήγμα συμβαίνει κατά την απότομη διακοπή της αντλίας ή το απότομο κλείσιμο μιας βάννας. Το υδραυλικό πλήγμα εμφανίζεται με την μορφή κυμάτων πίεσης και είναι τόσο ισχυρό, ώστε υπάρχει πιθανότητα να σπάσει ο σωλήνας στην θέση που θα συμβεί αυτό το φαινόμενο.

Έστω ότι υπάρχει μια δεξαμενή με σταθερή στάθμη. Ένας αγωγός ξεκινάει από την δεξαμενή και μετά από μήκος L η ροή ελέγχεται από μια βάννα. Για τον υπολογισμό της υπερπίεσης εισάγονται δύο είδη χρόνων. Ο ένας εκφράζει τον χρόνο που απαιτείται να κλείσει η βάννα, ονομάζεται χρόνος χειρισμού και συμβολίζεται με T . Ο άλλος χρόνος εκφράζει την συνολική διάρκεια που απαιτείται για να επιστρέψει το υγρό από την δεξαμενή στην θέση της βάννας (έστω ότι αυτό συμβαίνει σε χρόνο τ_1), αφού έχει γίνει ήδη η πρώτη επιστροφή από την βάννα στην δεξαμενή (έστω ότι αυτό συμβαίνει σε χρόνο τ_2). Ονομάζεται χρόνος πορείας και επιστροφής και συμβολίζεται με t . Δηλαδή ισχύει $t = \tau_1 + \tau_2$.

Ο χρόνος πορείας και επιστροφής δίνεται από τον τύπο: $t = \frac{2 \cdot L}{a}$ (1),

όπου a είναι η ταχύτητα μετάδοσης του κύματος πίεσης σε γεμάτο αγωγό. Για την ταχύτητα ισχύει

$$\text{ο τύπος: } a = \sqrt{\frac{g}{\varepsilon \cdot \left(\frac{1}{E_v} + \frac{1}{E_\sigma} \cdot \frac{D}{s} \cdot f \right)}} \quad (2)$$

όπου

- D : εσωτερική διάμετρος του σωλήνα σε m
- s : πάχος τοιχώματος του σωλήνα σε m
- g : επιτάχυνση της βαρύτητας ίση με $9,81 \text{ [m/s}^2\text{]}$
- E_v : μέτρο ελαστικότητας του νερού ίσο με $2,1 \cdot 10^8 \text{ [kg f/m}^2\text{]}$
- E_σ : μέτρο ελαστικότητας του πολυαιθυλενίου ίσο με $0,8 \cdot 10^8 \text{ [kg f/m}^2\text{]}$
- ε : ειδικό βάρος νερού ίσο με $1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$
- f : ίσο με 1,25-ν για ελεύθερους αγωγούς και ίσο με 1 για αγκιστρωμένους
- ν : ο λόγος Poisson. Για το πολυαιθυλένιο $\nu=0,4$

Αν ισχύει ότι $T < t$, τότε η μέγιστη υπερπίεση δίνεται από τον τύπο $\Delta P = \frac{\alpha \cdot \Delta u}{g}$ (3)

όπου Δu η μεταβολή της ταχύτητας. Στην περίπτωση αυτή η υπερπίεση εξαρτάται από το υλικό και τα χαρακτηριστικά του αγωγού (μήκος, διάμετρος, πάχος, μέτρο ελαστικότητας).

Αν $T > t$, τότε $\Delta P = \frac{2 \cdot L}{g} \cdot \frac{\Delta u}{T}$ (4)

Σε αυτήν την περίπτωση η υπερπίεση εξαρτάται μόνο από το μήκος του αγωγού.

Παράδειγμα:

Έστω ότι έχουμε σωλήνα PE 80 με εξωτερική διάμετρο $D=90$ mm και πάχος τοιχώματος $s=8,2$ mm. Ο σωλήνας διαρρέεται από νερό με ταχύτητα $u=1$ m/s. Σε απόσταση 300 m από την δεξαμενή υπάρχει βάννα με χρόνο κλεισίματος $T=2$ s.

Από τον τύπο (2) υπολογίζεται η ταχύτητα. Το αποτέλεσμα είναι $a=313$ m/s.

Από τον τύπο (1) έχουμε ότι $t=1,92$ s. Άρα βλέπουμε ότι $T > t$. Έτσι χρησιμοποιώντας την σχέση (4) έχουμε για την υπερπίεση ότι $\Delta P=30,6$ m = 3,06 atm.

6.2.2 ΡΟΗ ΜΕ ΠΙΕΣΗ

Οι απώλειες πίεσης δίνονται από τον τύπο $\Delta P = \xi \frac{L}{D} \cdot \frac{u^2}{2 \cdot g}$ (1).

Ο συντελεστής ξ δίνεται από τον τύπο $\frac{1}{\sqrt{\xi}} = -2 \cdot \log_{10} \left(\frac{k}{3,7 \cdot D} + \frac{2,51}{\text{Re} \cdot \sqrt{\lambda}} \right)$ (2), όπου

- D : εσωτερική διάμετρος σωλήνα (m)
- u : η μέση ταχύτητα του νερού (m/s), ή οποία δίνεται από τον τύπο $u = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$ (3)
- Q : η παροχή του νερού (m³/s)
- k : η απόλυτη ταχύτητα των εσωτερικών τοιχωμάτων του αγωγού (mm). Για αγωγούς με διάμετρο μέχρι 200 mm ισχύει $k=0,01$ και για μεγαλύτερη διάμετρο $k=0,05$
- Re : ο αριθμός Reynolds που δίνεται από τον τύπο $\text{Re} = \frac{u \cdot D}{\mu}$ (4)
- L : το μήκος του αγωγού
- μ : το κινηματικό ιξώδες του νερού (m²/s), οποίος για διάφορες θερμοκρασίες

δίνεται από τον τύπο $\mu = \frac{0,0178}{100 \cdot (1 + 0,0337 \cdot T + 0,000221 \cdot T^2)}$ (5)

Παράδειγμα

Σωλήνας PE 80 με εξωτερική διάμετρο $d=140$ mm και πάχος τοιχώματος $s=8,5$ mm. Το μήκος του είναι $L= 1000$ m. Η ταχύτητα του νερού είναι 1 m/s και η θερμοκρασία είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος (20 °C). Να βρεθούν οι απώλειες πίεσης.

Από τον τύπο (5) έχουμε $\mu=0,000006$ m²/s.

Από τον τύπο (4) έχουμε $Re= 20500000$

Από τον τύπο (2) έχουμε $\xi=0,0186$

Από τον τύπο (1) έχουμε $\Delta P=0,00763$ m/m και σε 1000 m αγωγού $\Delta P=7,63$ m = $0,763$ atm.

Από τον τύπο (3) έχουμε για την παροχή $Q=11,9$ l/s. Για την αποφυγή χρονοβόρων υπολογισμών δίνεται το νομογράφημα απωλειών πίεσεως για τους αγωγούς πολυαιθυλενίου.

6.2.3 ΡΟΗ ΜΕ ΒΑΡΥΤΗΤΑ

α) Πλήρης ροή

Στην περίπτωση που το νερό κινείται μέσα στους αγωγούς με την βαρύτητα, για την ταχύτητα

$$\text{ισχύει ο τύπος: } u = R_H^{2/3} \cdot s^{1/2} \cdot K_{str} \quad (1)$$

όπου

- u η ταχύτητα του αγωγού σε (m/s)
- s η κλίση του αγωγού
- K_{str} η σταθερά του Stickler που για τους σωλήνες πολυαιθυλενίου έχει την τιμή 110
- R_H η υδραυλική ακτίνα, που δίνεται από την σχέση

$$R_H = \frac{\text{Υγρή Διατομή}}{\text{Μήκος Περιβρεχόμενης Διαμέτρου}} \quad (2)$$

$$\text{Για την συγκεκριμένη περίπτωση (πλήρης ροή) ισχύει } R_H = \frac{\pi \cdot R^2}{2 \cdot \pi \cdot R} = \frac{R}{2} \quad (3),$$

όπου R η εσωτερική ακτίνα του αγωγού.

Παράδειγμα

Σωλήνας PE 80 με εξωτερική διάμετρο $D=90$ mm, πάχος τοιχώματος $s'=6$ mm και κλίση 2%. Να βρεθεί η ταχύτητα του νερού στον αγωγό και η παροχή.

Η εσωτερική διάμετρος δίνεται από τον τύπο $d=D-2*s'=90-2*6=78$ mm. Επομένως η εσωτερική ακτίνα είναι $R=78/2=39$ mm.

Από την σχέση (3) έχουμε $R_H=39/2=19,5$ mm.

Από την σχέση (3) έχουμε $u=1,127$ m/s.

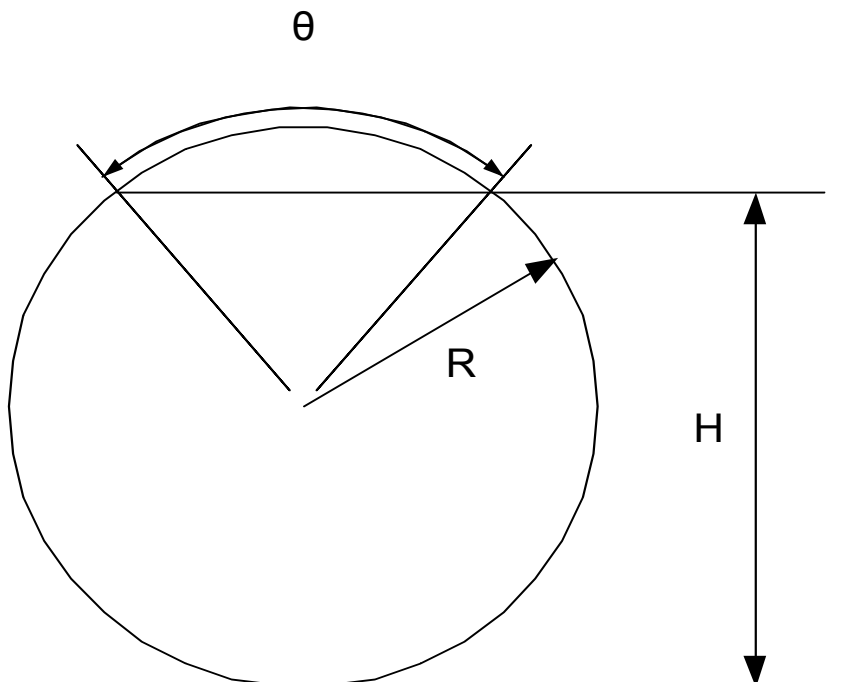
Η διατομή του σωλήνα είναι $A=\pi R^2= \pi 39^2 = 0,004778$ m².

Η Παροχή ισούται με $Q= A u = 0,004778*1,127 = 0,00538$ m³/s = 19,368 m³/h.

β) Μερική ροή

Η σχέση για την ακτίνα είναι ίδια με την (1). Διαφέρει όμως ο υπολογισμός της υδραυλικής ακτίνας. Έστω ότι H είναι το ύψος το οποίο είναι γεμισμένος ο αγωγός με νερό.

β₁) Αν $H>R$ (σχήμα 1)



Σχήμα 1

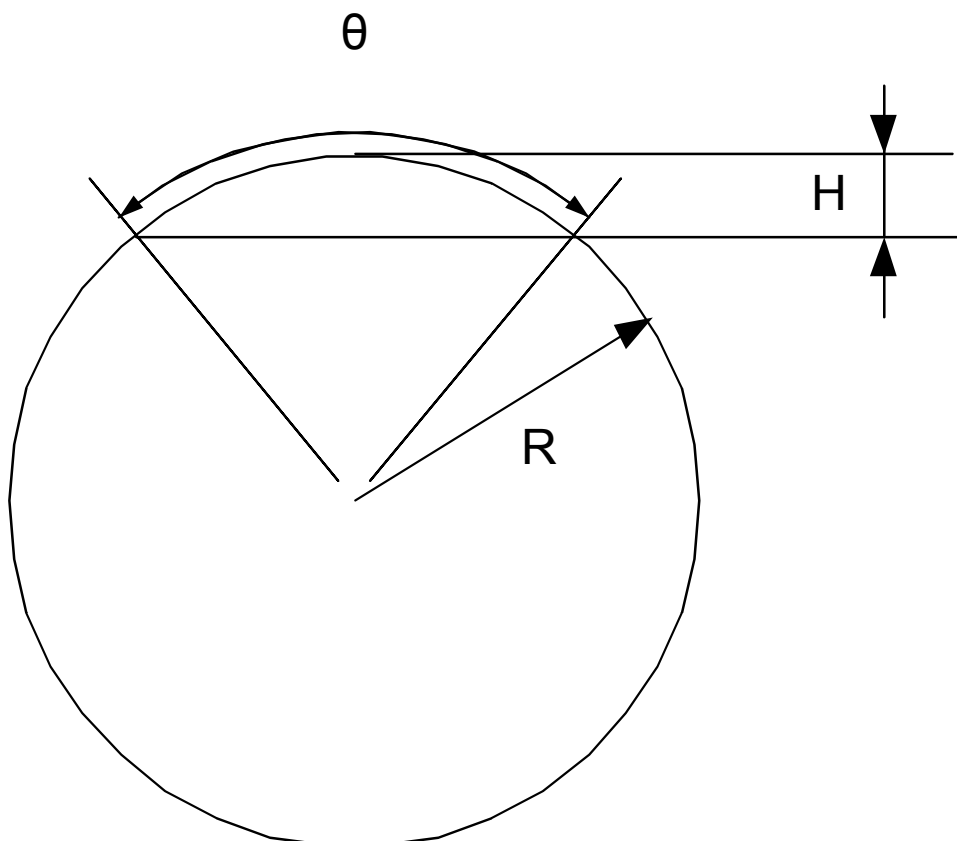
Η υγρή διατομή υπολογίζεται από την εξίσωση $A_{υγρ} = \pi \cdot R^2 - \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot (\hat{\theta} - \eta\mu\hat{\theta})$ (4)

Η γωνία είναι σε ακτίνια.

Η γωνία θ σε αυτήν την περίπτωση είναι $\hat{\theta} = -2 \cdot \sigma\upsilon\nu^{-1}\left(\frac{H-R}{R}\right)$ (5)

Το μήκος της περιβρεχόμενης επιφάνειας είναι $S = 2 \cdot \pi \cdot R - R \cdot \hat{\theta}$ (6).

β₂) Αν H<R (σχήμα 2)



Σχήμα 2

Οι αντίστοιχοι τύποι για αυτήν την περίπτωση είναι

$$A_{υγρ} = \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot (\hat{\theta} - \eta\mu\hat{\theta}) \quad (7)$$

$$\hat{\theta} = 2 \cdot \sigma\upsilon\nu\left(\frac{R-H}{R}\right) \quad (8)$$

$$S = R \cdot \hat{\theta} \quad (9)$$

Παράδειγμα

Σωλήνας PE 80 με εξωτερική διάμετρο 125 mm και πάχος τοιχώματος 7,4 mm. Η κλίση του είναι 1%. Να βρεθεί η ταχύτητα ροής του νερού και η παροχή του όταν το ύψος της ροής είναι 40 mm.

Από την σχέση (8) έχουμε $\theta=2,59$.

Από την σχέση (7) έχουμε $A_{υγρ}=0,0032 \text{ m}^2$.

Από την σχέση (9) έχουμε $S= 0,143 \text{ m}$.

Από την σχέση (2) έχουμε $R_H = 0,0219 \text{ m}$.

Από την σχέση (1) έχουμε $u = 0,86 \text{ m/s}$.

Για την παροχή έχουμε $Q = 9,7 \text{ m}^3/\text{h}$.

6.2.4 ΝΟΜΟΓΡΑΦΗΜΑ

Στο διάγραμμα που ακολουθεί φαίνεται το νομογράφημα απωλειών πίεσης για το πολυαιθυλένιο.

6.2.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΔΙΑΣΤΟΛΗ

Με μεταβολή της θερμοκρασίας μεταβάλλεται και το μήκος των σωλήνων από πολυαιθυλένιο. Σε αυτές τις μεταβολές σπουδαίο ρόλο παίζει ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, ο οποίος είναι υψηλός για το πολυαιθυλένιο. Έτσι ισχύει για την μεταβολή του μήκους.

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot (T_2 - T_1), \text{ όπου}$$

- ΔL η γραμμική διαστολή του σωλήνα
- L το μήκος του σωλήνα (m)
- α συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (για το πολυαιθυλένιο ισούται με $0,09 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$)
- T_2 η τελική θερμοκρασία ($^\circ\text{C}$)
- T_1 η αρχική θερμοκρασία ($^\circ\text{C}$)