

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### I. ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

#### 1 ΓΕΝΙΚΑ

- 1.1 Ανάθεση Μελέτης
- 1.2 Αντικείμενο της Μελέτης
- 1.3 Συλλογή στοιχείων
- 1.4 Στοιχεία της Μελέτης
- 1.5 Στοιχεία απασχόλησης και χρήσεων γης

#### 2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΩΝ

- 2.1 Περιγραφή υφιστάμενων έργων
- 2.2 Προτεινόμενα έργα δικτύων άρδευσης  
Παροχή σχεδιασμού  
Χωροσταθμική διάταξη
- 2.3 Περιγραφή νέων έργων  
Προτεινόμενα έργα δικτύου άρδευσης
- 2.4 Δεδομένα σωλήνων
- 2.5 Επίλυσεις
- 2.6 Τεχνικά έργα δικτύων
- 2.7 Επιμέρους εργασίες για την κατασκευή των έργων

### II. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Στοιχεία θεωρίας

Υδραυλική Επίλυση Αρδευτικών Δικτύων

Υδραυλική Επίλυση αγωγών άρδευσης

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

# **I. ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ**

## **1. ΓΕΝΙΚΑ**

### **1.1 Ανάθεση Μελέτης**

Η Οριστική Μελέτη «Κατασκευή δικτύου άρδευσης των οικισμών «Λαπαχάδες – Μανδριά – Γιαλισκάρι» από το φράγμα στην περιοχή Βαθές» ανατέθηκε στον μελετητή Συμεών Τσιμπίδη με την 125/2009 Απόφαση Δ.Σ. Ραχών και την 2212 / 15-9-2009 υπογραφείσα σύμβαση.

Σύμφωνα με την Σύμβαση θα παραδοθεί:

- Οριστική Μελέτη Υδραυλικών Έργων δικτύων μεταφοράς νερού για άρδευση.
- Τοπογραφικές Εργασίες για τις ανάγκες της Μελέτης των δικτύων άρδευσης από το φράγμα Βαθές.

### **1.2 Αντικείμενο της Μελέτης**

Αντικείμενο της μελέτης είναι ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός των αγωγών μεταφοράς αρδευτικού νερού από το φράγμα στις Βαθές Ραχών Ικαρίας.

Για τον σκοπό αυτό σχεδιάζονται τα νέα τμήματα των αγωγών και γίνονται επεκτάσεις όπου απαιτούνται. Το φράγμα στις Βαθές είναι υφιστάμενο, θα τροφοδοτείται από νέο φράγμα στις Οτές και έχει τη δυνατότητα να καλύπτει τις αρδευτικές ανάγκες των κατάντη οικισμών Λαπαχάδες – Μανδριά - Γιαλισκάρι.

### **1.3 Συλλογή στοιχείων**

Στα πλαίσια εκπόνησης της μελέτης ο Μελετητής επισκέφθηκε επιτόπου την περιοχή μελέτης για συλλογή στοιχείων και συζητήσεις με τους ενδιαφερόμενους φορείς. Τον Ιούνιο 2009 οι μελετητές πραγματοποίησαν επίσκεψη και συνέλεξαν στοιχεία σχετικά με την περιοχή μελέτης, τις υδατικές ανάγκες και τα υφιστάμενα έργα. Οι πληροφορίες αφορούσαν σε παλιότερες μελέτες που έχουν εκπονηθεί στην ίδια

περιοχή, στοιχεία των υφιστάμενων έργων, προτάσεις και προοπτικές για νέα έργα και γενικά σε οτιδήποτε είναι δυνατόν να βοηθήσει στην εκπόνηση της παρούσας μελέτης. Τον Αύγουστο του 2009 ο μελετητής επισκέφθηκε την περιοχή μελέτης για λεπτομερέστερη αναγνώριση, για διερεύνηση των δυνατοτήτων αξιοποίησης υφιστάμενων έργων και για καθορισμό των χώρων όπου θα εγκατασταθούν οι δεξαμενές. Τον Σεπτέμβριο 2009 με την ολοκλήρωση της τοπογραφικής αποτύπωσης, επιβεβαιώθηκαν οι θέσεις των δεξαμενών.

#### **1.4 Στοιχεία της Μελέτης**

Για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα στοιχεία:

- Τοπογραφικά διαγράμματα σε κλίμακα 1:5000 της περιοχής μελέτης του φράγματος που χορηγήθηκαν από το Δήμο Ραχών.
- Στοιχεία υφιστάμενων δεξαμενών και δικτύων που χορηγήθηκαν από τους τοπικούς φορείς.
- Πρόγραμμα Envireg, Ικαρία - Φούρνοι: Ειδική Χωροταξική Μελέτη, Γ! Φάση, ΥΠΕΧΩΔΕ, 1994.
- Τοπογραφικές Εργασίες για την λεπτομερέστερη οριζοντιογραφική και υψομετρική αποτύπωση της περιοχής διέλευσης του αγωγού.

#### **1.5 Στοιχεία απασχόλησης και χρήσεων γης**

Ο Δήμος Ραχών, ο μεγαλύτερος σε έκταση Δήμος της Ικαρίας, καταλαμβάνει το 39,87% της συνολικής έκτασης του νησιού. Το Δ.Δ. Καρκιναγρίου είναι το μεγαλύτερο σε έκταση (44%) ενώ το μικρότερο είναι το Δ.Δ. του Αγίου Πολυκάρπου (20% της συνολικής έκτασης του Δήμου).

Σύμφωνα με στοιχεία του 2001 ο αριθμός των οικονομικά ενεργών κατοίκων του νησιού ανέρχεται σε 2.966 άτομα (ΕΣΥΕ), που αποτελεί το 35,5% του συνολικού πληθυσμού του νησιού. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα και πλέον πρόσφατα στοιχεία των επίσημων στατιστικών (ΕΣΥΕ, 2001) ο αριθμός των απασχολούμενων ανέρχεται σε

2.600 άτομα, ενώ το ποσοστό ανεργίας στο νησί υπερβαίνει το 12% υψηλότερο από το αντίστοιχο μέσο εθνικό (11,12%) αλλά και αυτό του νομού Σάμου (10.07%).

Στο Δήμο Ραχών, ο αριθμός των οικονομικά ενεργών είναι 640 άτομα, εκ των οποίων 80 καταγράφονται ως «επισήμως» άνεργοι (ή ποσοστό 11,11%). Αξίζει να σημειωθεί ότι στο Δ. Δ. Καρκιναγρίου το ποσοστό ανεργίας το 2001 ανέρχεται μόλις σε 0.84% που αντιστοιχεί σε 1 άνεργο.

Στους Πίνακες που ακολουθούν δίνονται αναλυτικά τα διαθέσιμα στοιχεία αναφορικά με τον πληθυσμό, την απασχόληση και τις βασικές κατηγορίες χρήσης σε επίπεδο Δήμου και Δημοτικού Διαμερίσματος.

### **Γεωργική γη**

Στο σύνολο του νησιού το 39% της έκτασης της καλλιεργειών είναι ελαιόδενδρα, το 13% κτηνοτροφικά φυτά, το 6,7% αμπέλια οινοποιήσιμα, το 5% κηπευτικά υπαίθρου, το 19% βρίσκεται σε αγρανάπαυση και το υπόλοιπο 17% περίπου κατανέμεται στις διάφορες άλλες καλλιέργειες.

### **Σκοπιμότητα έργων**

Σήμερα, οι προς γεωργική εκμετάλλευση εκτάσεις γης της ευρύτερης περιοχής μελέτης, αρδεύονται μέσω του υφιστάμενου παραδοσιακού δικτύου από αύλακες που οδηγούν το νερό στην καλλιεργούμενη γη. Όμως, η ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται για τον σκοπό αυτό, δεν επαρκεί, με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών και την παρεμπόδιση της εξέλιξης του τομέα της γεωργίας και κτηνοτροφίας, οι οποίοι αποτελούν και τους κύριους παραγωγικούς κλάδους και αποφέρουν το μεγαλύτερο μέρος των εισοδημάτων στην περιοχή.

Για τους λόγους αυτούς η κάλυψη των αρδευτικών αναγκών από το φράγμα αποτελεί πάγιο αίτημα των κατοίκων της περιοχής.

Σύμφωνα με τη μελέτη του φράγματος Οτές, με την κατασκευή του αγωγού άρδευσης και την τροφοδοσία των κατάντη περιοχών προβλέπεται να συστηματοποιηθούν οι καλλιέργειες και να αυξηθεί η απόδοσή τους. Το δίκτυο άρδευσης θα εξυπηρετήσει τις αρδευτικές ανάγκες των οικισμών Λαφαχάδες, Μαντριά και Γιαλισκάρι.

**ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΠΡΩΗΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ ΡΑΧΩΝ**

<b>Οικισμός</b>	<b>1961</b>	<b>1971</b>	<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>40ετία</b>
Χριστός	359	282	244	342	418
Αγ. Δημήτριος	225	176	166	106	130
Αρμενιστής	33	19	43	67	82
Βρακάδες	129	99	89	132	161
Κουινιάδοι	77	51	38	46	56
Προεσπέρα	49	46	27	17	21
Πρ. Ηλίας	162	163	141	164	201
Καρές			54	20	25
Κ. Ράχες			41	48	59
Νάνουρας			22	68	83
Μαυριανός				1	1
Ξήντα				43	53
Τσακάδες				104	127
<b>Σύνολο</b>	<b>1034</b>	<b>836</b>	<b>865</b>	<b>1158</b>	<b>1414</b>

**ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΠΡΩΗΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ ΑΓ. ΠΟΛΥΚΑΡΠΟΥ**

<b>Οικισμός</b>	<b>1961</b>	<b>1971</b>	<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>40ετία</b>
Αγ. Πολύκαρπος	259	222	145	162	198
Γιαλισκάρι	88	77	100	103	126
Λαφαχάδες	46	30	30	31	38
Μαντριά	112	95	108	102	125
Μουντέ	3	2	1	1	1
Τραγοστάσι	97	110	134	129	158
Αγ. Παντελεήμων			51	43	53
Λομβαρδάδες			30	28	34
<b>Σύνολο</b>	<b>605</b>	<b>536</b>	<b>599</b>	<b>599</b>	<b>731</b>

**ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΩΗΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ**

<b>ΟΤΑ</b>	<b>1920</b>	<b>1928</b>	<b>1940</b>	<b>1951</b>	<b>1961</b>	<b>1971</b>	<b>1981</b>	<b>1991</b>
Κ. Ραχών	1458	1210	1359	1499	1034	836	865	1158
Κ. Αγίου Πολυκάρπου	461	489	635	672	605	536	599	599
Κ. Καρκιναγρίου	388	600	793	694	555	365	292	298
<b>Σ Υ Ν Ο Λ Ο</b>	<b>2307</b>	<b>2299</b>	<b>2787</b>	<b>2865</b>	<b>2194</b>	<b>1737</b>	<b>1756</b>	<b>2055</b>

Στον Πίνακα που ακολουθεί δίνονται αναλυτικά στοιχεία για τη διαχρονική μεταβολή των πληθυσμιακών μεγεθών του Δήμου και των Δημοτικών Διαμερισμάτων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ : Πληθυσμιακή εξέλιξη Δήμου και Δημοτικών Διαμερισμάτων κατά την περίοδο 1971-2001**

<b>ΔΗΜΟΣ και Δημοτικά Διαμερίσματα</b>	<b>Πληθυσμός</b>				<b>Πληθυσμιακή Μεταβολή (%)</b>			
	<b>1971</b>	<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>1971 - 1981</b>	<b>1981 - 1991</b>	<b>1991 - 2001</b>	<b>1971 - 2001</b>
<b>ΔΗΜΟΣ ΡΑΧΩΝ</b>	<b>1.737</b>	<b>1.756</b>	<b>2.055</b>	<b>2.238</b>	<b>1,09</b>	<b>17,03</b>	<b>8,91</b>	<b>28,84</b>
Δ.Δ. Ραχών	836	865	1.158	1.238	3,47	33,87	6,91	48,09
Δ.Δ. Αγίου Πολυκάρπου	536	599	599	649	11,75	0,00	8,35	21,08
Δ.Δ. Καρκιναγρίου	365	292	298	351	-20,00	2,05	17,79	-3,84

Πηγή: ΕΣΥΕ, Απογραφές Πληθυσμού και Κατοικιών 1971, 1981, 1991, 2001 - Επεξεργασία Ομάδα Μελέτης

**ΠΙΝΑΚΑΣ: Οικονομικώς ενεργός, μη ενεργός πληθυσμός και απασχολούμενοι ανά Δήμο και Δημοτικό Διαμέρισμα Νήσου Ικαρίας, 2001 -Απόλυτα μεγέθη**

Περιοχή	Οικονομικώς Ενεργοί							Οικονομικώς μη ενεργοί
	Σύνολο	Απασχολούμενοι					Άνεργοι	
		Σύνολο	Πρωτογενής Τομέας	Δευτερογενής Τομέας	Τριτογενής Τομέας	Δεν δήλωσαν κλάδο οικονομικής δραστηριότητας	Σύνολο	
							1	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΟΣ</b>	4.615.470	4.102.091	591.669	892.189	2.401.831	216.402	513.379	6.318.627
<b>ΝΟΜΟΣ ΣΑΜΟΥ</b>	15.844	14.249	2.713	2.651	8.415	470	1.595	27.997
<b>ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΟΥ ΚΗΡΥΚΟΥ</b>	1.231	1.071	189	217	612	53	160	2.170
Δ.Δ.Αγίου Κηρύκου	1.000	864	87	189	557	31	136	1.688
Δ.Δ.Περδικίου	109	101	46	19	27	9	8	280
Δ.Δ.Χρυσοστόμου	122	106	56	9	28	13	16	202
<b>ΔΗΜΟΣ ΕΥΔΗΛΟΥ</b>	1.015	888	347	173	330	38	127	1.796
Δ.Δ.Ευδήλου	279	258	55	49	148	6	21	469
Δ.Δ.Αρεθούσης	75	61	28	9	21	3	14	114
Δ.Δ.Δάφνης	208	187	103	30	50	4	21	310
Δ.Δ.Καραβοστάμου	152	125	48	27	46	4	27	352
Δ.Δ.Μαγγανίτου	56	53	32	5	13	3	3	131
Δ.Δ.Φραντάτου	245	204	81	53	52	18	41	420
<b>ΔΗΜΟΣ ΡΑΧΩΝ</b>	720	640	239	115	244	42	80	1.422
Δ.Δ.Ραχών	426	376	144	66	156	10	50	745
Δ.Δ.Αγίου Πολυκάρπου	175	146	19	39	57	31	29	453
Δ.Δ.Καρκιναγριου	119	118	76	10	31	1	1	224
<b>ΝΗΣΟΣ ΙΚΑΡΙΑ</b>	2.966	2.599	775	505	1.186	133	367	5.388

Πηγή: ΕΣΥΕ

**ΠΙΝΑΚΑΣ : Κατανομή της έκτασης της περιοχής μελέτης στις βασικές κατηγορίες χρήσεων γης (000 στρ.)**

Περιοχή	Σύνολο εκτάσεων	Καλλιεργούμενες εκτάσεις & αγραναπαύσεις	Βοσκότοποι		Δάση	Εκτάσεις καλυπτόμενες από νερά	Εκτάσεις οικισμών (κτίρια, δρόμοι, κλπ.)	Άλλες εκτάσεις
			Δημοτικοί ή κοινοτικοί	Ιδιωτικοί και άλλοι				
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΟΣ</b>	<b>131.957,4</b>	<b>39.435,9</b>	<b>30.026,1</b>	<b>22.165,4</b>	<b>29.378,1</b>	<b>2.996,0</b>	<b>5.303,2</b>	<b>2.652,8</b>
<b>ΝΟΜΟΣ ΣΑΜΟΥ</b>	<b>778,1</b>	<b>185,8</b>	<b>108,1</b>	<b>290,8</b>	<b>159,6</b>	<b>3,4</b>	<b>22,7</b>	<b>7,7</b>
<b>ΝΗΣΟΣ ΙΚΑΡΙΑ</b>	<b>255,5</b>	<b>32</b>	<b>92,6</b>	<b>68,3</b>	<b>56,2</b>	<b>0,4</b>	<b>3,8</b>	<b>2,2</b>
<b>ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΟΥ ΚΗΡΥΚΟΥ</b>	<b>74,7</b>	<b>10,5</b>	<b>23,2</b>	<b>23</b>	<b>16,3</b>	<b>0,1</b>	<b>1,2</b>	<b>0,4</b>
Δ.Δ.Αγίου Κηρύκου	33,3	5,2	8	10,8	8,3	-	0,8	0,2
Δ.Δ.Περδικίου	27,7	1,5	12,9	9	4	0,1	0,2	-
Δ.Δ.Χρυσοστόμου	13,7	3,8	2,3	3,2	4	-	0,2	0,2
<b>ΔΗΜΟΣ ΕΥΔΗΛΟΥ</b>	<b>79,1</b>	<b>11,5</b>	<b>34</b>	<b>18,7</b>	<b>13,6</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>	<b>0,1</b>
Δ.Δ.Ευδήλου	8,4	2,4	5,7	-	-	-	0,3	-
Δ.Δ.Αρεθούσης	9,9	1,8	4,8	1,6	1,5	-	0,1	0,1
Δ.Δ.Δάφνης	19,9	2,6	7,8	6,6	2,6	-	0,3	-
Δ.Δ.Καραβοστάμου	8,5	1,9	3,1	2,5	0,8	-	0,2	-
Δ.Δ.Μαγγανίτου	14,8	0,7	9,8	3,4	0,8	-	0,1	-
Δ.Δ.Φραντάτου	17,6	2,1	2,8	4,6	7,9	-	0,2	-
<b>ΔΗΜΟΣ ΡΑΧΩΝ</b>	<b>101,7</b>	<b>10</b>	<b>35,4</b>	<b>26,6</b>	<b>26,3</b>	<b>0,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,7</b>
Δ.Δ.Ραχών	44,7	4	10,9	12,3	15,2	0,1	0,7	1,5
Δ.Δ.Αγίου Πολυκάρπου	20,2	3,5	4,3	3	8,8	0,2	0,2	0,2
Δ.Δ.Καρκιναγριου	36,8	2,5	20,2	11,3	2,3	-	0,5	-

Πηγή: ΕΣΥΕ - Επεξεργασία Ομάδας Μελέτης



## **2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΩΝ**

### **2.1 Περιγραφή υφιστάμενων έργων**

Οι οικισμοί Ραχών και Αγ. Πολυκάρπου στην κτηματική περιοχή των οποίων θα κατασκευαστούν οι αγωγοί άρδευσης που θα τροφοδοτούνται από το φράγμα Βαθές, είναι ορεινές και βρίσκονται στο βορειοδυτικό τμήμα του νησιού.

Στον τομέα της άρδευσης τα οργανωμένα δίκτυα που υπάρχουν τροφοδοτούνται από το φράγμα Πέζι. Η άρδευση μέρους των υφιστάμενων καλλιεργειών του Αγ. Πολυκάρπου γίνεται με τη βοήθεια δυο μικρών φραγμάτων που βρίσκονται στο ρέμα Μύρσονας στην περιοχή της Μονής Μουντέ. Από τα φράγματα αυτά θα ξεκινά αγωγός μεταφοράς αρδευτικού νερού που θα τροφοδοτεί την κατάντη περιοχή για την κάλυψη των αναγκών άρδευσης.

Οι σημερινές υδρευτικές ανάγκες των κοινοτήτων Ραχών και Αγ. Πολυκάρπου καλύπτονται κατά το μεγαλύτερο μέρος από το φράγμα Πέζι, και δευτερευόντως από τοπικές πηγές και γεωτρήσεις. Σημαντικό πρόβλημα ύδρευσης παρουσιάζεται κατά το δίμηνο Ιουλίου - Αυγούστου της θερινής αιχμής. Στα έργα υποδομής μπορούν να συμπεριληφθούν και τα έργα ύδρευσης των οικισμών που αποτελούνται από τοπικά υδραγωγεία μεταφοράς του νερού των διαφόρων πηγών στις αντίστοιχες δεξαμενές ύδρευσης του κάθε οικισμού.

### **2.2 Προτεινόμενα έργα δικτύων άρδευσης**

#### **Παροχή σχεδιασμού**

Θεωρώντας ότι το μικρό φράγμα στις Βαθές θα τροφοδοτείται από το μελετημένο φράγμα στις Οτές, λαμβάνουμε σαν δεδομένο ότι η ποσότητα που είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί είναι η ωφέλιμη χωρητικότητα του φράγματος Οτές δηλαδή 139000 m<sup>3</sup> ανά έτος. Με το προτεινόμενο δίκτυο, η παροχή τροφοδοσίας προκύπτει ίση με 14 l/s. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε κάλυψη ημερήσιων αναγκών 907 m<sup>3</sup>/ημ (για 18ωρη λειτουργία) ή σε 5μηνες ανάγκες 136000 m<sup>3</sup>. Η ποσότητα αυτή προσεγγίζει τη χωρητικότητα του φράγματος Οτές.

### **Χωροσταθμική διάταξη**

Από τους χάρτες και την οριζοντιογραφία γίνεται φανερό ότι η περιοχή μελέτης εκτείνεται σε μεγάλη επιφάνεια όπου το ανάγλυφο παρουσιάζει σημαντικές εναλλαγές ανάμεσα σε υψώματα και ρεματιές.

Το υψόμετρο στη στέψη του φράγματος Βαθές είναι +494μ. περίπου από την επιφάνεια της θάλασσας. Θεωρούμε ότι η υδροληψία γίνεται από υψόμετρο +488μ περίπου.

Το δίκτυο μεταφοράς νερού εγκαταλείπει την κοίτη του ρέματος μετά από 450μ, μπαίνει σε μονοπάτι σε υψόμετρο +460μ και ακολουθεί κατεύθυνση προς Λαψαχάδες. Μετά από 1700μ περίπου, στο σημείο όπου το μονοπάτι συναντά τον δρόμο προς Λαψαχάδες υπάρχει ύψωμα όπου προτείνεται να τοποθετηθεί δεξαμενή DX1 σε υψόμετρο +409μ.

Στη συνέχεια ο αγωγός συνεχίζει για 1300μ περίπου προς Μαντριά. Στις παρυφές του υψώματος πριν τον οικισμό Μαντριά, σε υψόμετρο +304μ, προτείνεται να τοποθετηθεί η δεξαμενή DX2 από την οποία θα τροφοδοτούνται τα Μαντριά.

Τα χαμηλότερα σημεία των αγωγών μεταφοράς είναι πριν τη δεξαμενή Λαψαχάδων με υψόμετρο +388μ και πριν τη δεξαμενή στα Μαντριά με υψόμετρο +300μ.

### **2.3 Περιγραφή νέων έργων**

Το δίκτυο μεταφοράς νερού για άρδευση προβλέπεται να τροφοδοτήσει την κτηματική περιοχή των οικισμών μέσω κλειστών αγωγών υπό πίεση.

#### **Περιγραφή δικτύου μεταφοράς νερού για άρδευση**

Για την κατασκευή του δικτύου άρδευσης επιλέγονται σε όλο το μήκος σωλήνες από πολυαιθυλένιο HDPE 100 κλάσης 16 ατμοσφαιρών. Εξάλλου οι σωλήνες πολυαιθυλενίου είναι πλέον ελάχιστα ακριβότεροι σε σχέση με τους σωλήνες από PVC και τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν ειδικά για αγωγούς άρδευσης μας οδηγούν στην επιλογή αυτή (καλύτερη συμπεριφορά έναντι του πλήγματος που είναι πολύ σημαντική παράμετρος σχεδιασμού ειδικά στα αρδευτικά δίκτυα, καλύτερη δυνατότητα μεταφοράς νερού με φερτά κλπ, βλ. και Κεφάλαιο «Δεδομένα σωλήνων»).

Το μελετώμενο τμήμα του δικτύου μεταφοράς νερού για άρδευση ξεκινά από το φρεάτιο δικλείδων του Φράγματος Βαθές. Το συνολικό μήκος των μελετώμενων αγωγών μεταφοράς αρδευτικού νερού είναι 3318μ και προβλέπεται να κατασκευαστεί από σωλήνες πολυαιθυλενίου HDPE 100 κλάσης 16atm και διαμέτρων Φ75 μέχρι Φ110. Τα πρώτα 138μ θεωρείται ότι έχουν ήδη κατασκευαστεί στα πλαίσια άλλης εργολαβίας με αγωγό από χαλυβοσωλήνα Φ200. Στη διασταύρωση του δρόμου προς Λαφαχάδες (σε υψόμετρο +460μ.) και σε μήκος 2150μ από το φράγμα Βαθές θα κατασκευαστεί νέα δεξαμενή DX1. Η δεξαμενή DX1 θα είναι μονοθάλαμη συνολικού ωφέλιμου όγκου 30κμ, με κάτοψη 4.50\*3.35 και διαφορά ανώτατης (Α.Σ.Υ.) και κατώτατης (Κ.Σ.Υ.) στάθμης νερού 2μ.. Η ελεύθερη στάθμη θα ορίζεται μέσω φλοτεροβάννας και πιλότου που βρίσκονται στο φρεάτιο δικλείδας εισόδου αμέσως ανάντη της δεξαμενής. Για λόγους ασφαλείας η στάθμη νερού της DX1 προτείνεται να διατηρείται ένα μέτρο πάνω από την Κ.Σ.Υ. (πχ απαιτούμενος όγκος νερού για λειτουργία ενός κρουνού πυρόσβεσης παροχής 5l/s κατάντη της δεξαμενής επί μια ώρα περίπου).

Το τμήμα του αγωγού από το φράγμα Βαθές μέχρι τον Κόμβο N36 έχει μήκος 238μ και προβλέπεται να κατασκευαστεί από χαλυβοσωλήνες διαμέτρου Φ200. Το τμήμα του αγωγού από τον Κόμβο N36 έως τη δεξαμενή DX1 έχει μήκος 1900μ και προβλέπεται να κατασκευαστεί από σωλήνες πολυαιθυλενίου PE 100 κλάσης 16atm και διαμέτρων Φ110. Στον Κόμβο N29 προβλέπεται να εγκατασταθεί κρουνός πυρόσβεσης 5l/s.

Το τμήμα του αγωγού από δεξαμενή DX1 μέχρι δεξαμενή DX2 έχει μήκος 1318μ και προβλέπεται να κατασκευαστεί από σωλήνες πολυαιθυλενίου PE 100 κλάσης 16atm και διαμέτρων Φ110 έως Φ75. Συγκεκριμένα το τμήμα DX1-N1 μήκους 297μ κατασκευάζεται με Φ110. Στο τμήμα αυτό υπάρχουν δυο υδροληψίες, μια στο N11 και μια δεύτερη στο N1 που θα λειτουργούν εναλλάξ. Στη συνέχεια τμήμα N1-DX2 μήκους 1021μ κατασκευάζεται με Φ75. Πριν τα Μανδριά το τμήμα αυτό καταλήγει στη δεξαμενή DX2. Η στατική πίεση του δικτύου δεν υπερβαίνει τις 16atm. Σε αντίθετη περίπτωση θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν σωλήνες μεγαλύτερης αντοχής στο δίκτυο μεταφοράς αλλά και στα δίκτυα διανομής μέσα στην αρδευτική περιοχή. Η δεξαμενή DX2 θα είναι κι αυτή μονοθάλαμη συνολικού ωφέλιμου όγκου 30κμ, με χαρακτηριστικά όμοια με αυτά που διαθέτει η DX1.

Σε κάθε στόμιο υδροληψίας εξασφαλίζεται παροχή 5l/s.

Κατά την εκπόνηση της Οριστικής Μελέτης η χάραξη του αγωγού μελετήθηκε υδραυλικά με στόχο να εξασφαλίζονται επαρκείς πιέσεις σε κάθε κόμβο και να είναι ταυτόχρονα δυνατή η προσπέλαση για την εύκολη κατασκευή του αγωγού. Ειδικότερα στο πρώτο τμήμα μήκους 550μ και με βάση το κριτήριο αυτό, η προτεινόμενη χάραξη δεν είναι δυνατόν να υπερβεί τα υψόμετρα που παρουσιάζονται στο Σχέδιο της Οριζοντιογραφίας που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

## **2.4 Δεδομένα σωλήνων**

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των σωλήνων πολυαιθυλενίου είναι ότι σε σχέση με τα άλλα πλαστικά ή συμβατικά υλικά σωλήνων έχουν τον μικρότερο συντελεστή τριβής ( $k=0.01\text{mm}$  έναντι π.χ.  $k=0.1\text{mm}$  για σωλήνες από PVC), με αποτέλεσμα μικρές ενεργειακές απώλειες και μείωση των αποθέσεων στα τοιχώματα των σωλήνων. Έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε περιπτώσεις μεταφοράς νερού με υψηλή περιεκτικότητα σε φερτά υλικά (π.χ. νερό με άμμο κλπ.).

Οι σωλήνες πίεσης PE (πολυαιθυλενίου) είναι σχεδιασμένοι για να διατηρούν τις χαρακτηριστικές μηχανικές τους ιδιότητες, όπως είναι η πίεση λειτουργίας, για πενήντα χρόνια σε  $20^{\circ}\text{C}$ .

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου χαρακτηρίζονται από μεγάλη ευκαμψία, που έχει ως αποτέλεσμα την εύκολη και γρήγορη τοποθέτηση καθώς και την παράκαμψη εμποδίων σύνδεσης κατά την εγκατάσταση. Η τοποθέτηση είναι γρήγορη, εύκολη και οικονομική, με μικρό αριθμό συνδέσεων ακόμη και σε περιοχές με ιδιόμορφο έδαφος.

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου έχουν μεγάλη αντοχή σε κρούση και πολύ καλή συμπεριφορά έναντι μεγάλου αριθμού χημικών ενώσεων.

Για τις περιπτώσεις αλλαγής κατεύθυνσης κλπ, υπάρχει πλήρης σειρά εξαρτημάτων από PE πλήρως συμβατών με τους σωλήνες.

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου διατηρούν την αρχική ποιότητα του νερού λόγω μηδενικών εναποθέσεων στερεών υπολειμμάτων και μηδενικής μετανάστευσης ουσιών από και προς το νερό.

Οι μαύροι σωλήνες πολυαιθυλενίου από HDPE έχουν αντοχή στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία U-V και στον παγετό και για το λόγο αυτόν είναι κατάλληλοι και για επιφανειακή εγκατάσταση.

Το πολυαιθυλένιο είναι θερμοπλαστικό υλικό και παρουσιάζει μια κατά μήκος μεταβολή με την αύξηση της θερμοκρασίας. Για το λόγο αυτόν πρέπει να δίνεται προσοχή στην εγκατάσταση και κατασκευή των δικτύων όταν προβλέπονται σημαντικές μεταβολές θερμοκρασίας (π.χ. επιφανειακή εγκατάσταση) με τη χρήση ειδικών εξαρτημάτων (τύπου Π και Ω) και με τη μέθοδο της αγκύρωσης στις απότομες αλλαγές διεύθυνσης της ροής (γωνίες, καμπύλες κλπ.).

Συνιστάται σε νεοεγκατεστημένο δίκτυο να γίνονται οι τελικές συνδέσεις αφού ο σωλήνας βρίσκεται σε συμφωνία με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Η μεταφορά και αποθήκευση των σωλήνων πρέπει να γίνεται με προσοχή ώστε να διατηρήσουν ακέραια τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Πρέπει λοιπόν να προστατεύονται από υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με φορτίσεις, να μην σύρονται και να μην στοιβάζονται σε ανώμαλες επιφάνειες.

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου συνδέονται με θερμική κόλληση, με ηλεκτροσυγκόλληση (χρήση τεμαχίων ηλεκτρομούφας) και με μηχανικό τρόπο. Η μηχανική σύνδεση επιτυγχάνεται με τη χρήση διαφόρων εξαρτημάτων όπως είναι: τα εξαρτήματα συμπίεσης (compression), τα εξαρτήματα PUSH-FAST, τα εξαρτήματα τύπου ζιμπώ και η σύνδεση με λαιμούς από PE και φλάντζες με κοχλίες και παρεμβύσματα. Σε κάθε περίπτωση η μεθοδολογία σύνδεσης πρέπει να είναι σύμφωνη με τις οδηγίες των κατασκευαστών των σωλήνων PE.

## 2.5 Επιλύσεις

Τα δίκτυα άρδευσης επιλύθηκαν με τη βοήθεια Ηλεκτρονικού Υπολογιστή.

Το Δίκτυο Άρδευσης επιλύθηκε με το πακέτο λογισμικού EPANET. Στις επιλύσεις του δικτύου ύδρευσης έχουν γίνει σενάρια με τροφοδοσία από την ΑΣΥ ή την ΚΣΥ του φράγματος (βλ. Υδραυλικούς Υπολογισμούς) ώστε να εξασφαλίζεται η λειτουργία του δικτύου σε όλες τις περιπτώσεις χωρίς να έχουμε αρνητικές πιέσεις ή υπερβολικές ταχύτητες.

Για την άρτια επίλυση των δικτύων δοκιμάστηκαν σενάρια:

- με στάθμη φράγματος στα +494μ.
- με στάθμη φράγματος στα +488μ.

- με το σύνολο της ζήτησης και με μεμονωμένες ζητήσεις στο δίκτυο άρδευσης, ώστε τελικά να βρεθεί μια «περιβάλλουσα λύσεων» και να γίνει έλεγχος των δικτύων με εναλλαγή της λειτουργίας στις υδροληψίες ή/και στη λειτουργία κρουνού πυρόσβεσης.

## 2.6 Τεχνικά έργα δικτύων

Το σύνολο των αγωγών θα κατασκευαστεί από σωλήνες πολυαιθυλενίου PE 100. Οι σωλήνες εγκιβωτίζονται σε άμμο μέσα σε σκάμμα μέσου βάθους 1.30μ..

Για την διευκόλυνση της συγκέντρωσης των φυσαλίδων αέρα στα ψηλά σημεία του δικτύου τηρούνται οι ελάχιστες κατά μήκος κλίσεις των αγωγών:

- 0.1% για τα ανερχόμενα τμήματα των κλάδων κατά τη διεύθυνση της ροής του ύδατος, και
- 0.25% για τα κατερχόμενα τμήματα.

Τα χυτοσιδηρά ειδικά τεμάχια (συστολές, απλά ταυ, σταυροί), τα πλαστικά τεμάχια αλλαγής διεύθυνσης (καμπύλες, ταυ) θα αγκυρωθούν με ειδικούς όγκους από σκυρόδεμα C12/15 διαστάσεων κατάλληλων για τις δυνάμεις ώθησης που αναπτύσσονται στα σημεία αυτά και σύμφωνα με τις οδηγίες των εργοστασίων κατασκευής σωλήνων και ειδικών τεμαχίων.

Στα τμήματα ευθειών μεγαλύτερων από 80μ. ο αγωγός θα αγκυρώνεται επίσης με σώμα αγκύρωσης από σκυρόδεμα C12/15.

Στα σημεία διαβάσεως των αγωγών από ρέματα ή τεχνικά έργα ο αγωγός επιχώνεται και εγκιβωτίζεται σε σκυρόδεμα ανάλογα με το διαθέσιμο ύψος επίχωσης.

Εάν το ύψος επίχωσης του τεχνικού είναι μέχρι 0.5μ ο αγωγός μπορεί να περνάει πάνω στο τεχνικό έργο με τμήμα από χαλβοσωλήνες και να στηρίζεται απευθείας στο σώμα του τεχνικού με γαλβανισμένα μεταλλικά ελάσματα στήριξης σωληνώσεων και κοιλίες διαστελόμενου άκρου ανά 1.50μ περίπου. Αν η περιοχή του τεχνικού παρουσιάζει ασυνέχειες ή μικρορηγματώσεις θα πρέπει να γίνουν τοπικές ενισχύσεις με εποξειδική ρητίνη.

Εάν το ύψος επίχωσης του τεχνικού είναι 0.5μ – 1μ, ο αγωγός περνάει αν είναι δυνατόν εκτός ζώνης κυκλοφορίας και εγκιβωτίζεται σε σκυρόδεμα προστασίας (τύπου E).

Εάν το ύψος επίχωσης είναι 1 – 1.8μ, ο αγωγός συνεχίζει πάνω από το τεχνικό μέσα στο τυπικό του σκάμμα.

Σε κάθε άλλη περίπτωση ο αγωγός περνάει δίπλα στο τεχνικό κάτω από το υψόμετρο πυθμένα του οχετού, επιχώνεται και εγκιβωτίζεται σε σώμα σκυροδέματος προστασίας (τύπου E).

Οι συνδέσεις των σωλήνων πολυαιθυλενίου PE 100 γίνονται με θερμική κόλληση και γενικά με τη μεθοδολογία που προτείνεται και είναι αποδεκτή από τους κατασκευαστές των σωλήνων.

Για τη σωστή λειτουργία του δικτύου στα χαμηλά σημεία τοποθετούνται φρεάτια εκκενωτών, και στα υψηλά σημεία φρεάτια αεροεξαγωγών με βαλβίδες διπλής ενέργειας. Οι εκκενωτές και αεροεξαγωγοί θα είναι εγκατεστημένοι σε φρεάτια από οπλισμένο σκυρόδεμα με κατάλληλες διαστάσεις. Οι δικλείδες και οι συσκευές των δικτύων εντός φρεατίων θα αγκυρωθούν με ειδικούς όγκους από σκυρόδεμα C12/15 κατάλληλων διαστάσεων.

Το έντονο ανάγλυφο επιβάλλει, την ύπαρξη των δεξαμενών που έχουν και το ρόλο πιεζοθραυστικών φρεατίων, για τον έλεγχο των πιέσεων.

Στα σημεία που είναι απαραίτητο προβλέπονται δικλείδες ώστε κατά το δυνατόν να απομονώνονται τμήματα των δικτύων και να είναι δυνατή η εκκένωση, η επισκευή και γενικά ο έλεγχός τους.

Προτείνεται επίσης, μετά την ολοκλήρωση των εργασιών σε κάθε τμήμα των δικτύων, οι αγωγοί άρδευσης να σημαίνονται επιφανειακά με ξεχωριστό τρόπο και κατά διαστήματα, ώστε να διακρίνονται και να εντοπίζονται ευκολότερα. Με τον τρόπο αυτόν διευκολύνονται ο έλεγχος και οι επισκευές των δικτύων.

Για τον έλεγχο της στάθμης, στις δυο δεξαμενές του δικτύου θα τοποθετηθεί φλοτεροβάνα με πιλότο (και εναλλακτικά χειροκίνητη λειτουργία). Η φλοτεροβάνα θα διαθέτει αντιπληγματική προστασία και μηχανισμό σταδιακού ανοίγματος-κλεισίματος.

## **2.7 Επιμέρους εργασίες για την κατασκευή των έργων**

Ο εξοπλισμός του δικτύου θα περιλαμβάνει τις δικλείδες εκκένωσης, τους αεροεξαγωγούς (βαλβίδες διπλής ενέργειας), τις βαλβίδες αντεπιστροφής και τις δικλείδες ελέγχου. Όλες οι δικλείδες που προβλέπονται είναι τύπου σύρτου ελαστικής

έμφραξης με ονομαστική αντοχή τουλάχιστον ίση με την ονομαστική αντοχή των σωλήνων των δικτύων. Η διάμετρος φλαντζών των δικλίδων κυμαίνεται από DN80 για διάμετρο Φ90, μέχρι DN200 για διάμετρο Φ200.

Οι δικλίδες εκκένωσης του δικτύου, είναι DN80 για αγωγούς Φ90 και DN100 για όλους τους αγωγούς με διάμετρο μεγαλύτερη από Φ90. Οι βαλβίδες διπλής ενέργειας θα είναι τύπου Glenfield DN80 για αγωγούς Φ90 και DN100 για όλους τους αγωγούς με διάμετρο μεγαλύτερη από Φ90.

Τα στόμια πυρκαγιάς που θα εγκατασταθούν, είναι υπέργεια, και αποτελούνται από το κύριο σιδερένιο τύμπανο, που καταλήγει σε μορφή κώδωνα στον πυθμένα για να συνδεθεί με τους αγωγούς, από μια δικλίδα στην κορυφή, και από ένα στόμιο λήψης. Επίσης θα είναι εφοδιασμένα με διάταξη για την αυτόματη εκκένωση του τύμπανου από το νερό μετά την χρήση, ώστε να αποφεύγεται η θραύση τους από τον παγετό. Τα στόμια της πυρκαγιάς πρέπει να είναι κατασκευασμένα για πίεση λειτουργίας όχι κατώτερη των σωλήνων τροφοδοσίας.

Οι εργασίες που απαιτούνται για την ολοκλήρωση των έργων είναι:

- Οι εκσκαφές τάφρων και ορυγμάτων σε πάσης φύσεως εδάφη, για την τοποθέτηση του αγωγού και την κατασκευή των φρεατίων.
- Οι φορτώσεις, μεταφορές, εκφορτώσεις, απορρίψεις και διαστρώσεις των προϊόντων εκσκαφής.
- Η προμήθεια, φόρτωση, μεταφορά, εκφόρτωση και πλήρης τοποθέτηση των αγωγών και των χυτοσιδηρών ειδικών τεμαχίων.
- Η προμήθεια, μεταφορά και πλήρης εγκατάσταση των συσκευών ελέγχου και καλής λειτουργίας του αγωγού (εκκενωτές, δικλίδες, αεροβαλβίδες κ.λ.π.).
- Η πλήρης κατασκευή των φρεατίων δικλίδων, εκκενωτών, αεροβαλβίδων και αντιπληγματικών βαλβίδων που απαιτούνται για την συντήρηση, τον έλεγχο και τον χειρισμό των συσκευών.
- Η πλήρης κατασκευή σωμάτων αγκύρωσης των χυτοσιδηρών ειδικών τεμαχίων (συστολές, απλά ταυ, σταυροί), των πλαστικών τεμαχίων αλλαγής διεύθυνσης (καμπύλες, ταυ) και των συσκευών εντός φρεατίων.
- Η πλήρης κατασκευή (εκσκαφή σε πάσης φύσεως εδάφη, φορτοεκφορτώσεις και μεταφορές προϊόντων εκσκαφής, ξυλότυποι-σκυροδέματα-οπλισμοί, προμήθεια,



μεταφορά και τοποθέτηση συσκευών και σωλήνων κ.λ.π.) των πιεζοθραυστικών φρεατίων και των δεξαμενών των δικτύων άρδευσης και ύδρευσης.

- Η πλήρης κατασκευή (εκσκαφή σε πάσης φύσεως εδάφη, φορτοεκφορτώσεις και μεταφορές προϊόντων εκσκαφής, προμήθεια, μεταφορά και τοποθέτηση των σωλήνων κ.λ.π.) των αγωγών εκκένωσης του δικτύου.
- Η κατασκευή των απαιτούμενων ειδικών έργων, για την τοποθέτηση και λειτουργία του αγωγού (σώματα αγκύρωσης, διαβάσεις εμποδίων, ρεμάτων, προστασίες του αγωγού σε θέσεις μειωμένης επικάλυψης κ.λ.π.).
- Οι έλεγχοι και οι δοκιμές πίεσης που απαιτείται να γίνουν στους αγωγούς, μετά την τοποθέτηση των αερεξαγωγών και των δικλείδων.
- Η επανεπίχωση των τάφρων και ορυγμάτων, μετά την τοποθέτηση των αγωγών και την κατασκευή των φρεατίων, με αμμοχάλικο και επιλεγμένα γαιώδη προϊόντα εκσκαφής.
- Οι απαιτούμενες ανακατασκευές δρόμων, λιθόστρωτων ή τσιμεντοστρωμένων μονοπατιών, ξηρολιθοδομών κλπ, και ο καθαρισμός του χώρου του εργοταξίου και της ευρύτερης περιοχής ώστε να αποκατασταθούν και να επανέλθουν στην κατάσταση που βρίσκονταν πριν την έναρξη των εργασιών.

## **II. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ**

## II. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ

#### *ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ*

Οι γραμμικές απώλειες υπολογίζονται με τον τύπο Darcy-Weisbach:

$$h_f = f * (L / D) * (V^2 / 2g) , \text{ όπου:}$$

f συντελεστής γραμμικών απωλειών

L το μήκος του αγωγού σε m

D η διάμετρος του αγωγού σε m

V η ταχύτητα σε m/s

g η επιτάχυνση της βαρύτητας σε m/sec<sup>2</sup>

Ο συντελεστής f στη μεταβατική περιοχή για τραχείς σωλήνες του εμπορίου δίνεται από την ημ εμπειρική σχέση Colebrooke-White

$$1 / f^{1/2} = 1.14 - 2 \log [k_s / D + 9.35 / (R * f^{1/2})]$$

Η σχέση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλη την περιοχή πλήρως αναπτυγμένης τυρβώδους ροής σε σωλήνες του εμπορίου. Λόγω δυσχέρειας στην επίλυσή της, η σχέση αξιοποιείται με τη βοήθεια του διαγράμματος Moody από το οποίο προκύπτει ο συντελεστής τριβών f συναρτήσει της σχετικής τραχύτητας  $k_s/D$  και του αριθμού Reynolds. Ο αριθμός Reynolds δίνεται από τον τύπο

$$R = (V * D) / \nu , \text{ όπου}$$

V η ταχύτητα σε m/s

D η διάμετρος του αγωγού σε m

$\nu$  κινηματική συνεκτικότητα του νερού  $\nu = 1.2 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Για τα σημεία της πιεζομετρικής γραμμής ισχύει:

$$H_2 = H_1 + h_f + h_{\text{τοπ}} , \quad \text{όπου:}$$

$h_f$  γραμμικές απώλειες

$h_{\text{τοπ}}$  τοπικές απώλειες

### **ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΠΛΗΓΜΑ**

Η υπερπίεση λόγω πλήγματος που δημιουργείται με το απότομο κλείσιμο μιας δικλείδας εξαρτάται από τη σχέση του χρόνου  $T$  (χειρισμού της δικλείδας) προς τον χρόνο πορείας και επιστροφής  $u$  ενός πιεστικού κύματος στη θέση της δικλείδας αφού ανακλαστεί στη δεξαμενή.

Λαμβάνονται:

χρόνος κλεισίματος δικλείδας  $T=5\text{sec}$ .

χρόνος κλεισίματος υδροληψίας και κρουνού πυρόσβεσης  $T=3\text{sec}$ .

Ο χρόνος πορείας και επιστροφής  $u$  ισούται με:

$u = (2 \cdot L) / \alpha$ , όπου  $L$  η απόσταση της δικλείδας από την ανάντη δεξαμενή, και  
 $\alpha$ : ταχύτητα μετάδοσης κύματος σε  $\text{m/s}$ , που δίνεται από τον τύπο:

$$\alpha = \left\{ (g/\omega) * 1 / \left[ (1/\epsilon) + d / (e \cdot E) \right] \right\}^{1/2}, \quad \text{όπου:}$$

$g$  επιτάχυνση της βαρύτητας σε  $\text{m/sec}^2$

$\omega$  ειδικό βάρος νερού σε  $\text{kg/m}^3$

$\epsilon$  μέτρο ελαστικότητας νερού  $2.08 \cdot 10^8 \text{ kg/m}^2$

$e$  πάχος τοιχώματος αγωγού σε  $\text{m}$

$E$  μέτρο ελαστικότητας του υλικού του αγωγού (σε  $\text{kg/m}^2$ )

Εάν  $T < u$ , τότε η μέγιστη υπερπίεση  $\Delta P$  εξαρτάται από το υλικό και τα χαρακτηριστικά του αγωγού και δίνεται από τον τύπο Joukowsky:

$$\Delta P = (\alpha * \Delta V) / g , \quad \text{όπου:}$$

$\alpha$  ταχύτητα κύματος σε m/s

$g$  επιτάχυνση της βαρύτητας σε m/sec<sup>2</sup>

$\Delta V$  μεταβολή (περιορισμός) της ταχύτητας του νερού σε m/s (συνήθως  $\Delta V = V - 0$ )

Εάν  $T > u$ , τότε η μέγιστη υπερπίεση  $\Delta P$  εξαρτάται μόνο από το μήκος του αγωγού και δίνεται από τον τύπο Micheaud-Marchetti:

$$\Delta P = (2L/g) * (\Delta V / T).$$

Η συνολική πίεση στην οποία πρέπει να αντέχει τότε ο αγωγός δίνεται από τον τύπο:

$$P_{ολ} = \Delta H + \Delta P + P_{ασφ}$$

## **ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ**

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Μαθήματα Θεωρητικής και Εφαρμοσμένης Υδραυλικής Γ. Κ. Νουτσόπουλου, Αθήναι 1973.
2. Water Resources Engineering & Hydrology Bhagirathlal Gupta, Nai Sarak Delhi, 1st Edition 1979.
3. Δίκτυα Υδρεύσεων-Αρδεύσεων υπό πίεση. Επίλυση-Βελτιστοποίηση. Λυδία Βαμβακερίδου-Λυρούδια, Αθήνα, 1990.
4. Μαθήματα Εγγειοβελτιωτικών Εργων. Γ.Π. Τσακίρη, Δ.Π.Θ. / Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Ξάνθη 1985.
5. Common pipe flow formulas compared with the theory of roughness. American Water Works Association Journal, Peter A. Lamont, 1981.

Σεπτέμβριος 2009

Ο Συντάξας



Συμεών Τσιμπίδης  
Πολιτικός Μηχανικός

Για τον Ανάδοχο



Συμεών Τσιμπίδης  
Πολιτικός Μηχανικός