

**ΤΙΤΛΟΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ:**

Εκπόνηση μελέτης και τευχών δημοπράτησης για την επισκευή χωρίς ανοικτή εκσκαφή των δίδυμων ωθητικών αγωγών των αντλιοστασίων αποχέτευσης ΑΑ06 και ΑΑ09 και σύνταξη μελέτης σκοπιμότητας χρήσης τεχνολογιών χωρίς εκσκαφή σε έργα της ΕΥΑΘ ΑΕ

**ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ:**

Μελέτη για την επισκευή χωρίς ανοικτή εκσκαφή των δίδυμων ωθητικών αγωγών του αντλιοστασίου αποχέτευσης ΑΑ06 (Αντλιοστάσιο Λευκού Πύργου)

**ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ:** ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ  
**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ:** ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ

**ΤΙΤΛΟΣ ΤΕΥΧΟΥΣ:**

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΕΥΧΟΥΣ**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:** ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2026

2


ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΑΔΟΧΟ

10 - 02 - 2026

**ΑΝΑΔΟΧΟΣ**

  
**ΥΔΡΟΑΚΤΟΤΕΧΝΙΚΗ Ι.Κ.Ε.**  
ΜΕΛΕΤΕΣ-ΕΠΙΒΛΕΨΕΙΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ  
Λ. ΣΟΦΟΥ 20 Τ.Κ. 57001 Τ.Θ. 60812 ΘΕΡΜΗ  
ΑΦΜ: 064007146 - ΔΟΥ: Ζ' ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

**Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣ**

  
**ΗΡΑΚΛΗΣ ΜΠΙΜΠΑΣ**  
Δρ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ  
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΑΡ.Μ.Μ.Ε.Ε. 61826  
Ο.Ν.Τ.Ε.Α. 25103097007 - Α.Α.Τ. ΑΚ 255152  
Α.Ο.Μ. 042051402 Ε.Ο.Υ. Υ.ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΥΔΡΟΑΚΤΟΤΕΧΝΙΚΗ Ι.Κ.Ε.

**ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΣ**  
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

**ΗΡΑΚΛΗΣ ΜΠΙΜΠΑΣ**  
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΟΙ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ

10 - 03 - 2026



**ΣΩΤΗΡΙΑ ΚΑΡΑΠΕΤΡΟΥ**  
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ



**ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΠΑΣΧΑΛΙΔΟΥ**  
ΑΓΡ. ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

**Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ**  
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΠΡΟΚΗΡΥΞΕΩΝ  
ΚΑΙ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΩΝ ΤΗΣ ΕΥΑΘ Α.Ε.

10 - 03 - 2026



**ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΠΑΣΧΑΛΙΔΟΥ**  
ΑΓΡ. ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

**Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ**  
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΕΥΑΘ Α.Ε.

10 - 03 - 2026

  
**ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΜΕΝΤΕΣ**  
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

**ΕΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ:**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΩΝ ΑΓΩΓΩΝ .....	1
1.1	Αντλιοστάσιο Βασιλικού Θεάτρου .....	1
1.2	Καταθλιπτικοί αγωγοί – τμήμα από Βασιλικό Θέατρο ως φρεάτιο Λευκού Πύργου .....	3
1.3	Καταθλιπτικοί αγωγοί – τμήμα από σημείο 4 ως το φρεάτιο εισόδου του θαλάμου υπερχειλίσης του ΚΑΑ.....	5
2.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΧΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ CIPP .....	9
3.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΠΛΗΓΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΩΝ ΑΓΩΓΩΝ .....	12
4.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΕΡΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΦΡΕΑΤΙΟ ΤΟΥ ΒΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ .....	13
5.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	15

## 1. ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

### 1.1 Αντλιοστάσιο Βασιλικού Θεάτρου

Το αντλιοστάσιο παραλαμβάνει λύματα μέσω βαρυτικού αγωγού από την οδό Παύλου Μελά που εισέρχονται στο φρεάτιο εισόδου του αντλιοστασίου και στη συνέχεια μέσω τεσσάρων καναλιών διανομής λυμάτων οδηγούνται σε δύο υγρούς θαλάμους. Από εκεί αναρροφούν πέντε (5) αντλίες λυμάτων εκ των οποίων οι τέσσερις (4) είναι κύριες και μία (1) εφεδρική και τροφοδοτούν ανά δύο τους δύο καταθλιπτικούς χαλύβδινους αγωγούς διαμέτρου DN350.

#### Υπολογισμός απαιτούμενου μανομετρικού Αντλίας

Υπολογίζεται από τη σχέση :

$$H_M = H_A + H_K + H_\Gamma + H_T \quad (1.1)$$

όπου

$H_M$ : το μανομετρικό της αντλίας (συνολικές απώλειες ενέργειας)

$H_A$ : η στάθμη αναρρόφησης της αντλίας

$H_K$ : η στάθμη κατάθλιψης

$H_\Gamma$ : οι γραμμικές απώλειες ενέργειας

$H_T$ : οι τοπικές απώλειες ενέργειας  $\frac{\sum k_i V_i}{2g}$ ,  $k$  συντελεστής τοπικών απωλειών

$$H_{ολ} = H_\Gamma + H_T$$

Η απαιτούμενη ισχύς  $P$  της αντλίας σε kW υπολογίζεται από τον τύπο:

$$P = \frac{\rho g H_M Q}{\eta_A \eta_M} \quad (1.2)$$

Ο συντελεστής απόδοσης της αντλίας μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ίσος με  $\eta_A=0,84$  και του ηλεκτροκινητήρα ίσος με  $\eta_M=0,9$

Ο υπολογισμός του μανομετρικού και της ισχύος της αντλίας δίνονται στους παρακάτω πίνακες.



**1.2 Καταθλιπτικοί αγωγοί – τμήμα από Βασιλικό Θέατρο ως φρεάτιο Λευκού Πύργου**

Η διαστασιολόγηση των δύο καταθλιπτικών αγωγών (ανατολικός και δυτικός), γίνεται με βάση τις παρακάτω σχέσεις:

Εξίσωση συνέχειας

$$Q=U \times A \quad (1.3)$$

Εξίσωση γραμμικών απωλειών ενέργειας Darcy-Weisbach

$$\Delta h = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = Li \quad (1.4)$$

όπου

Q: η παροχή του αγωγού

λ: ο συντελεστής απωλειών,

V: η ταχύτητα ροής,

D: η διάμετρος του αγωγού

i: η κλίση της γραμμής ενέργειας

L: το μήκος του αγωγού

Δh: οι γραμμικές απώλειες

Ο συντελεστής γραμμικών απωλειών λ, υπολογίζεται από τη σχέση Colebrook -White

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left( \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k_s}{3,71D} \right) \quad (1.5)$$

όπου  $Re = \frac{UD}{\nu}$  ο αριθμός Reynolds και  $k_s$  η τραχύτητα του αγωγού που θεωρήθηκε ίση με 0,05mm για πολυαιθυλένιο (τόσο στο τμήμα Β.Θ – φρ. Λ.Π., όσο και στο τμήμα φρ. Λ.Π. – φρ. θαλ. ΚΑΑ, όπου μπαίνει η επένδυση με ΡΕ της μεθόδου CIPP), ν το κινηματικό ιξώδες του νερού  $\nu = 1,01 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ .

Η παραπάνω εξίσωση επιλύεται με δοκιμές.

Η εξίσωση της ενέργειας  $H_{ολ}$

$$H_{ολ} = z + \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\rho g}$$

όπου

z: το υψόμετρο στάθμης

p: η πίεση

Το θεώρημα Bernoulli

$$H_1 = z_1 + \frac{U_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} = H_2 = z_2 + \frac{U_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + h_f$$

Οι υπολογισμοί των υδραυλικών στοιχείων για τον ανατολικό και δυτικό καταθλιπτικό αγωγό δίνονται στους παρακάτω πίνακες.

## Αγωγός δυτικός

D<sub>ε</sub>450 HDPE, s=26,7mm

Σημεία	z <sub>1</sub>	p <sub>1</sub> /pg	v <sub>12</sub> /2g	H <sub>10Λ</sub>	z <sub>2</sub>	p <sub>2</sub> /pg	v <sub>22</sub> /2g	Δh	H <sub>20Λ</sub>	z+p/pg	κλίση	L	H <sub>εδ</sub>	D <sub>εσ</sub>
1-2	-0,89	18,67	0,107	17,89	-0,845	18,62	0,107	0,011	17,89	17,78	-0,0035	2,83	2,55	0,397
2-3	-0,85	18,62	0,107	17,88	-0,475	18,17	0,107	0,080	17,88	17,77	-0,0039	20,45	0,75	0,397
3 3α	-0,48	18,17	0,107	17,80	0,175	17,22	0,107	0,300	17,80	17,69	-0,0038	76,74	2,2	0,397
3α-4	0,18	17,22	0,107	17,51	-0,630	17,93	0,107	0,099	17,51	17,40	-0,0040	25,26	2,1	0,397
	-0,63	17,93	0,107	17,41						17,30			1,95	

## Αγωγός ανατολικός

D<sub>ε</sub>450 HDPE, s=26,7mm

Σημεία	z <sub>1</sub>	p <sub>1</sub> /pg	v <sub>12</sub> /2g	H <sub>10Λ</sub>	z <sub>2</sub>	p <sub>2</sub> /pg	v <sub>22</sub> /2g	Δh	H <sub>20Λ</sub>	z+p/pg	κλίση	L	H <sub>εδ</sub>	D <sub>εσ</sub>
1' 2'	-0,89	18,67	0,107	17,89	-0,845	18,62	0,107	0,008	17,89	17,78	-0,0050	2,01	2,55	0,397
2' 3'	-0,85	18,62	0,107	17,88	-0,475	18,17	0,107	0,074	17,88	17,77	-0,0042	18,90	0,75	0,397
3' 3α'	-0,48	18,17	0,107	17,80	0,175	17,22	0,107	0,300	17,80	17,69	-0,0038	76,74	2,2	0,397
3α' 4'	0,18	17,22	0,107	17,51	-0,630	17,93	0,107	0,099	17,51	17,40	-0,0040	25,26	2,1	0,397
	-0,63	17,93	0,107	17,41	0,000					17,30			1,95	



### 1.3 Καταθλιπτικοί αγωγοί – τμήμα από σημείο 4 ως το φρεάτιο εισόδου του θαλάμου υπερχειλίσσης του ΚΑΑ

#### Αγωγός δυτικός

D<sub>ε</sub>355 Χυτοχάλυβας, s=8,8mm και sc<sub>IPP</sub>=6,46mm

Σημεία	z <sub>1</sub>	p <sub>1</sub> /ρg	v <sub>12</sub> /2g	H <sub>10Λ</sub>	z <sub>2</sub>	p <sub>2</sub> /ρg	v <sub>22</sub> /2g	Δh	H <sub>20Λ</sub>	z+p/ρg	κλίση	L	H <sub>εδ</sub>
4-5	-0,68	17,93	0,238	17,49	-0,661	17,74	0,238	0,174	17,49	17,25	-0,0104	16,41	1,95
5-6	-0,66	17,74	0,238	17,32	-0,641	17,69	0,238	0,038	17,32	17,08	-0,0083	3,61	1,79
6-7	-0,64	17,69	0,238	17,29	-0,621	17,35	0,238	0,323	17,29	17,05	-0,0105	30,46	1,76
7-8	-0,62	17,35	0,238	16,97	-0,539	17,16	0,238	0,112	16,97	16,73	-0,0104	10,57	1,78
8-9	-0,54	17,16	0,238	16,86	-0,421	16,95	0,238	0,095	16,86	16,62	-0,0101	8,94	1,955
9-10	-0,42	16,95	0,238	16,77	-0,094	16,37	0,238	0,255	16,77	16,53	-0,0104	24,03	2,074
10-11	-0,09	16,37	0,238	16,52	0,037	16,15	0,238	0,094	16,52	16,28	-0,0101	8,89	2,383
11-12	0,04	16,15	0,238	16,43	0,680	15,26	0,238	0,256	16,43	16,19	-0,0104	24,13	2,514
12-13	0,68	15,26	0,238	16,18	0,947	14,84	0,238	0,157	16,18	15,94	-0,0101	14,82	2,829
13-14	0,947	14,84	0,238	16,03	1,420	14,12	0,238	0,252	16,03	15,79	-0,0105	23,78	2,778
14-15	1,420	14,12	0,238	15,78	1,693	13,68	0,238	0,168	15,78	15,54	-0,0107	15,83	2,981
15-16	1,693	13,68	0,238	15,61	1,804	13,47	0,238	0,102	15,61	15,37	-0,0104	9,63	3,15

D<sub>ε</sub>350 Χυτοσιδήρος, sc<sub>IPP</sub>=6,46mm

Σημεία	z <sub>1</sub>	p <sub>1</sub> /ρg	v <sub>12</sub> /2g	H <sub>10Λ</sub>	z <sub>2</sub>	p <sub>2</sub> /ρg	v <sub>22</sub> /2g	Δh	H <sub>20Λ</sub>	z+p/ρg	κλίση	L	H <sub>εδ</sub>
16-17	1,804	13,47	0,206	15,48	2,160	12,90	0,206	0,213	15,48	15,27	-0,0105	20,04	3,23
17-18	2,160	12,90	0,206	15,27	2,600	12,15	0,206	0,310	15,27	15,06	-0,0106	29,23	3,71
18-19	2,600	12,15	0,206	14,96	2,893	11,63	0,206	0,230	14,96	14,75	-0,0106	21,68	4,228
19-20	2,893	11,63	0,206	14,73	3,097	11,28	0,206	0,148	14,73	14,52	-0,0101	13,92	4,705
20-21	3,097	11,28	0,206	14,58	3,316	10,88	0,206	0,176	14,58	14,38	-0,0108	16,62	4,989

Σημεία	z <sub>1</sub>	p <sub>1</sub> /ρg	v <sub>12</sub> /2g	H <sub>10Λ</sub>	z <sub>2</sub>	p <sub>2</sub> /ρg	v <sub>22</sub> /2g	Δh	H <sub>20Λ</sub>	z+p/ρg	κλίση	L	H <sub>εδ</sub>
21-22	3,316	10,88	0,206	14,40	3,908	9,95	0,206	0,334	14,40	14,20	-0,0108	31,45	5,226
22-23	3,908	9,95	0,206	14,06	4,280	9,41	0,206	0,165	14,06	13,86	-0,0109	15,55	6,035
23-24	4,280	9,41	0,206	13,90	4,752	8,76	0,206	0,186	13,90	13,69	-0,0103	17,55	6,418
24-25	4,752	8,76	0,206	13,72	5,099	8,24	0,206	0,175	13,72	13,51	-0,0103	16,48	6,657
25-26	5,099	8,24	0,206	13,55	5,751	7,33	0,206	0,266	13,55	13,34	-0,0104	25,11	7,11
26-27	5,751	7,33	0,206	13,29	5,948	7,03	0,206	0,106	13,29	13,08	-0,0100	9,96	7,53

D<sub>ε</sub>355 PVC, s=16,9mm και s<sub>CIPP</sub>=5,53mm

Σημεία	z <sub>1</sub>	p <sub>1</sub> /ρg	v <sub>12</sub> /2g	H <sub>10Λ</sub>	z <sub>2</sub>	p <sub>2</sub> /ρg	v <sub>22</sub> /2g	Δh	H <sub>20Λ</sub>	z+p/ρg	κλίση	L	H <sub>εδ</sub>
27-28	5,948	7,03	0,286	13,26	6,000	6,92	0,286	0,055	13,26	12,98	-0,0116	5,18	7,75
28-29	6,000	6,92	0,286	13,21	6,210	6,52	0,286	0,191	13,21	12,92	-0,0105	18,02	7,83
29-30	6,210	6,52	0,286	13,02	6,642	5,81	0,286	0,281	13,02	12,73	-0,0106	26,48	8,6
30-31	6,642	5,81	0,286	12,74	6,897	5,34	0,286	0,220	12,74	12,45	-0,0101	20,77	9,08
31-32	6,897	5,34	0,286	12,52	6,937	5,24	0,286	0,054	12,52	12,24	-0,0118	5,07	9,51

D<sub>ε</sub>350 Χυτοσίδηρος, s<sub>CIPP</sub>=6,46mm

Σημεία	z <sub>1</sub>	p <sub>1</sub> /ρg	v <sub>12</sub> /2g	H <sub>10Λ</sub>	z <sub>2</sub>	p <sub>2</sub> /ρg	v <sub>22</sub> /2g	Δh	H <sub>20Λ</sub>	z+p/ρg	κλίση	L	H <sub>εδ</sub>
32-33	6,937	5,24	0,206	12,38	6,987	5,06	0,286	0,049	12,38	12,18	-0,0281	4,63	9,658
33-34	6,987	5,06	0,206	12,25	7,051	4,76	0,206	0,234	12,25	12,05	-0,0109	22,03	9,776
34-35	7,051	4,76	0,206	12,02	7,134	4,40	0,206	0,283	12,02	11,81	-0,0105	26,71	9,957
35-36	7,134	4,40	0,206	11,74	7,202	4,03	0,206	0,300	11,74	11,53	-0,0106	28,26	10,911
36-37	7,202	4,03	0,206	11,44	7,271	3,78	0,206	0,180	11,44	11,23	-0,0106	16,94	11,85
37-38	7,271	3,78	0,206	11,26	7,329	3,51	0,206	0,218	11,26	11,05	-0,0102	20,58	12,29
38-39	7,329	3,51	0,206	11,05	7,662	3,00	0,206	0,180	11,05	10,84	-0,0106	16,94	12,792



Σημεία	z <sub>1</sub>	p <sub>1</sub> /ρg	v <sub>12</sub> /2g	H <sub>10L</sub>	z <sub>2</sub>	p <sub>2</sub> /ρg	v <sub>22</sub> /2g	Δh	H <sub>20L</sub>	z+p/ρg	κλίση	L	H <sub>εδ</sub>
39-40	7,662	3,00	0,206	10,87	7,728	2,80	0,206	0,132	10,87	10,66	-0,0105	12,43	13,395
40-41	7,728	2,80	0,206	10,73	7,775	2,61	0,206	0,142	10,73	10,53	-0,0105	13,35	13,47
	7,775	2,61	0,206	10,59						10,39			13,93

# Αγωγός ανατολικός

D<sub>ε</sub>355 Χυτοχάλυβας, s=8,8mm και s<sub>CIIP</sub>=6,34mm

Σημεία	z <sub>1</sub>	p <sub>1</sub> /ρg	v <sub>12</sub> /2g	H <sub>10L</sub>	z <sub>2</sub>	p <sub>2</sub> /ρg	v <sub>22</sub> /2g	Δh	H <sub>20L</sub>	z+p/ρg	κλίση	L	H <sub>εδ</sub>
4'-5'	-0,68	17,93	0,238	17,49	-0,661	17,73	0,238	0,183	17,49	17,25		17,21	1,95
5'-6'	-0,66	17,73	0,238	17,31	-0,641	17,67	0,238	0,039	17,31	17,07	-0,0110	3,63	1,79
6'-7'	-0,64	17,67	0,238	17,27	-0,621	17,34	0,238	0,315	17,27	17,03	-0,0104	29,71	1,76
7'-8'	-0,62	17,34	0,238	16,96	-0,539	17,15	0,238	0,107	16,96	16,72	-0,0109	10,06	1,78
8'-9'	-0,54	17,15	0,238	16,85	-0,421	16,94	0,238	0,095	16,85	16,61	-0,0101	8,94	1,955
9'-10'	-0,42	16,94	0,238	16,76	-0,094	16,36	0,238	0,255	16,76	16,52	-0,0104	24,03	2,076
10'-11'	-0,09	16,36	0,238	16,51	0,037	16,14	0,238	0,094	16,51	16,27	-0,0101	8,89	2,383
11'-12'	0,04	16,14	0,238	16,42	0,680	15,25	0,238	0,256	16,42	16,18	-0,0104	24,13	2,502
12'-13'	0,68	15,25	0,238	16,17	0,947	14,83	0,238	0,157	16,17	15,93	-0,0101	14,82	2,829
13'-14'	0,947	14,83	0,238	16,02	1,420	14,11	0,238	0,252	16,02	15,78	-0,0105	23,78	2,773
14'-15'	1,420	14,11	0,238	15,77	1,608	13,81	0,238	0,113	15,77	15,53	-0,0104	10,62	2,981
15'-16'	1,608	13,81	0,238	15,66	2,149	12,93	0,238	0,340	15,66	15,42	-0,0106	32,03	3,12
16'-17'	2,149	12,93	0,238	15,32	2,594	12,18	0,238	0,310	15,32	15,08	-0,0106	29,24	3,65
17'-18'	2,594	12,18	0,238	15,01	2,736	11,90	0,238	0,134	15,01	14,77	-0,0103	12,59	4,226
18'-19'	2,736	11,90	0,238	14,87	2,887	11,65	0,238	0,097	14,87	14,64	-0,0110	9,10	4,432
19'-20'	2,887	11,65	0,238	14,78	3,091	11,30	0,238	0,148	14,78	14,54	-0,0108	13,92	4,613

Σημεία	z <sub>1</sub>	p <sub>1</sub> /ρg	v <sub>12</sub> /2g	H <sub>10Λ</sub>	z <sub>2</sub>	p <sub>2</sub> /ρg	v <sub>22</sub> /2g	Δh	H <sub>20Λ</sub>	z+p/ρg	κλίση	L	H <sub>εδ</sub>
20'-21'	3,091	11,30	0,238	14,63	3,310	10,91	0,238	0,176	14,63	14,39	-0,0102	16,62	4,881
21'-22'	3,310	10,91	0,238	14,46	3,902	9,99	0,238	0,334	14,46	14,22	-0,0105	31,45	5,235
22'-23'	3,902	9,99	0,238	14,13	4,274	9,45	0,238	0,165	14,13	13,89	-0,0109	15,55	5,978
23'-24'	4,274	9,45	0,238	13,96	4,746	8,79	0,238	0,186	13,96	13,72	-0,0103	17,55	6,33
24'-25'	4,746	8,79	0,238	13,77	5,093	8,26	0,238	0,175	13,77	13,54	-0,0115	16,48	6,68
25'-26'	5,093	8,26	0,238	13,59	5,748	7,34	0,238	0,267	13,59	13,35	-0,0103	25,15	6,971
26'-27'	5,748	7,34	0,238	13,33	5,996	6,96	0,238	0,135	13,33	13,09	-0,0102	12,77	7,638
27'-28'	5,996	6,96	0,238	13,19	6,201	6,55	0,238	0,200	13,19	12,96	-0,0111	18,89	8
28'-29'	6,201	6,55	0,238	12,99	6,636	5,84	0,238	0,281	12,99	12,75	-0,0102	26,48	8,441
29'-30'	6,636	5,84	0,238	12,71	6,981	5,19	0,238	0,300	12,71	12,48	-0,0109	28,32	9,045
30'-31'	6,981	5,19	0,238	12,41	7,045	4,89	0,238	0,234	12,41	12,17	-0,0104	22,04	9,772
31'-32'	7,045	4,89	0,238	12,17	7,128	4,52	0,238	0,289	12,17	11,94	-0,0106	27,27	10,277
32'-33'	7,128	4,52	0,238	11,89	7,196	4,16	0,238	0,300	11,89	11,65	-0,0103	28,27	10,973
33'-34'	7,196	4,16	0,238	11,59	7,265	3,91	0,238	0,180	11,59	11,36	-0,0106	16,95	11,69
34'-35'	7,265	3,91	0,238	11,41	7,323	3,63	0,238	0,216	11,41	11,18	-0,0113	20,32	12,196
35'-36'	7,323	3,63	0,238	11,19	7,656	3,12	0,238	0,180	11,19	10,95	-0,0100	16,94	12,679
36'-37'	7,656	3,12	0,238	11,01	7,722	2,91	0,238	0,140	11,01	10,78	-0,0114	13,19	13,151
37'-38'	7,722	2,91	0,238	10,87	7,769	2,77	0,238	0,098	10,87	10,63	-0,0098	9,21	13,395
	7,769	2,77	0,238	10,78						10,54			13,93

## 2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΧΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ CIPP

Το σύστημα CIPP για τους μελετώμενους καταθλιπτικούς αγωγούς, περιλαμβάνει την στρώση ενίσχυσης κατάλληλου πάχους, αποτελούμενη από υαλοβάμβακα, που είναι η συνηθέστερη επιλογή, ή από ανθρακονήματα για την παραλαβή των στατικών και δυναμικών φορτίων που ασκούνται στον αγωγό. Ο αναλυτικός υπολογισμός του πάχους για στρώση υαλοβάμβακα, δίνεται παρακάτω. Για τον υπολογισμό του πάχους εφαρμόζονται οι Αμερικανικοί Κανονισμοί ASTM-F1216-09.

Σύμφωνα με τους παραπάνω Κανονισμούς το πάχος επένδυσης με την μέθοδο CIPP για αγωγό υπό πίεση υπολογίζεται με την μέγιστη τιμή των εξισώσεων X1.1, X.1.3, X1.4, X1.7. Οι τύποι των εξισώσεων αυτών είναι:

### i) Εξίσωση X.1.1

Υπολογισμός πάχους σωλήνα βαρύτητας για φορτία εδάφους και υπόγειων υδάτων:

$$t = \frac{D}{\left( \left[ \frac{2 \cdot K \cdot E_L \cdot C}{[(1-\nu^2) \cdot N \cdot (P_w + P_v)]} \right]^{\frac{1}{3}} \right) + 1} \quad (2.1)$$

όπου

D Εσωτερική διάμετρος σωλήνα υποδοχής (m)

Δ Ποσοστό ελλειπτικότητας του αγωγού, Δ=2,0%

C Συντελεστής μείωσης ελλειπτικότητας,  $C = \left( \left[ 1 - \frac{\Delta}{100} \right] / \left[ 1 + \frac{\Delta}{100} \right]^2 \right)^3$

E<sub>L</sub> Μακροπρόθεσμο μέτρο ελαστικότητας επένδυσης, E<sub>L</sub>=16.119Mpa (για υαλοβάμβακα)

E<sub>s</sub> Μέτρο συμπίεστότητας εδάφους, E<sub>s</sub>=50Mpa (εκτίμηση)

K Συντελεστής ενίσχυσης K=7,0

ν Συντελεστής Poisson ν=0,3

N Συντελεστής ασφαλείας N=2,0

P<sub>w</sub> Υδροστατική πίεση (Mpa) P<sub>w</sub> = γ<sub>w</sub>·H<sub>w</sub> = 0,01 MPa

H<sub>w</sub> Στάθμη νερού πάνω από τον σωλήνα (m) H<sub>w</sub> = 1,0m (εκτίμηση)

P<sub>v</sub> Φορτίο εδάφους για μέσο βάθος σωλήνα H= 4,0m

w Ειδικό βάρος εδάφους, w=20 kN/m<sup>3</sup> (εκτίμηση)

P<sub>v</sub> = w·H = 0,08 MPa

### ii) Εξίσωση X.1.2

Υπολογισμός πάχους σωλήνα βαρύτητας όταν δεν είναι απολύτως κυκλικός

$$1.5 \frac{\Delta}{100} \left( 1 + \frac{\Delta}{100} \right) DR^2 - 0.5 \left( 1 + \frac{\Delta}{100} \right) DR = \frac{\sigma_L}{PN} \quad (2.2)$$

όπου

DR D/t, t πάχος σωλήνα

σ<sub>L</sub> Εφελκυστική αντοχή επένδυσης ρητίνης (Mpa) (Μακροπρόθεσμη)

iii) Εξίσωση X.1.3

Υπολογισμός πάχους σωλήνα βαρύτητας για φορτία εδάφους, υπόγειων υδάτων και κινητών φορτίων οχημάτων:

$$t = \left( \frac{(q_t N)^2 D^3 12}{32 R_w B' E_s E_L C} \right)^{1/3} \quad (2.3)$$

όπου

$q_t$  Συνολική εξωτερική πίεση στον σωλήνα (Mpa),  $q_t = 0,00981 H_w + w H R_w + W_s$

$H$  Ύψος του εδάφους πάνω από τον αγωγό (m)  $H=4,0m$  (μέση τιμή)

$R_w$  Συντελεστής άνωσης,  $R_w = 1 - 0,33 \frac{H_w}{H}$

$W_s$  κινητό φορτίο οχημάτων σε βάθος  $H$  (MPa),  $W_s = \frac{P I_f}{144 A_{LL}}$  (psi), H20 Calculations (Highway Loads -AASHO)

$P$  Συνολικό επιφανειακό φορτίο τροχού (lb),  $P=48.000$  lbs

$I_f$  Συντελεστής επιρροής κυκλοφοριακού φόρτου,  $I_f=1$

$A_{LL}$  Επιφάνεια διανομής φορτίου στον αγωγό σε βάθος  $H$  (ft<sup>3</sup>),  $A_{LL}=(4,83+1,75H)(5,67+1,75H)$

$B'$  Συντελεστής ελαστικής στήριξης,  $B' = \frac{1}{(1+4e^{-0,21})}$

iv) Εξίσωση X.1.4

Υπολογισμός ελάχιστου πάχους σωλήνα βαρύτητας για φορτία εδάφους, υπόγειων υδάτων και κινητών φορτίων οχημάτων:

$$t = D_{εξ} \left( \frac{0,00064 \cdot 12}{E_L} \right)^{1/3} \quad (2.4)$$

v) Εξίσωση X.1.7

Υπολογισμός ελάχιστου πάχους σωλήνα υπό πίεση:

$$t = \frac{P}{\frac{2\sigma_{TL}}{P \cdot N} + 2} \quad (2.5)$$

όπου

$P$  Εσωτερική πίεση (Mpa)  $P_v = 0,18$  MPa (μέγιστη τιμή, από την επίλυση του δικτύου)

$\sigma_L$  Εφελκυστική αντοχή επένδυσης (Mpa),  $\sigma_{TL}=149,96$ MPa

α)  $D_{εξ}=355,6mm$  (χυτοχάλυβας)

$t_{x1.1}$ (mm)	$t_{x1.2}$ (mm)	$t_{x1.3}$ (mm)	$t_{x1.4}$ (mm)	$t_{x1.7}$ (mm)
3,34	1,91	1,75	2,53	0,43

Επιλέγεται πάχος  $t=3,34mm$

Συνολικό πάχος

$t_{ολ} = 3,34mm + 2,00mm$  (υφασμάτινη επένδυση - liner)  $+ 1,0mm$  (επικάλυψη από PE)  $= 6,34mm$

β)  $D_{εσ}=350\text{mm}$  (χυτοσίδηρος)

$t_{x1.1}$ (mm)	$t_{x1.2}$ (mm)	$t_{x1.3}$ (mm)	$t_{x1.4}$ (mm)	$t_{x1.7}$ (mm)
3,46	1,91	2,04	2,49	0,42

Επιλέγεται πάχος  $t=3,46\text{mm}$

Συνολικό πάχος

$t_{ολ} = 3,46\text{mm} + 2,00\text{mm}$  (υφασμάτινη επένδυση - liner)  $+ 1,0\text{mm}$  (επικάλυψη από PE)  $= 6,46\text{mm}$

γ)  $D_{εσ}=322\text{mm}$  (PVC)

$t_{x1.1}$ (mm)	$t_{x1.2}$ (mm)	$t_{x1.3}$ (mm)	$t_{x1.4}$ (mm)	$t_{x1.7}$ (mm)
2,44	1,91	0,43	2,53	1,64

Επιλέγεται πάχος  $t=2,53\text{mm}$

Συνολικό πάχος

$t_{ολ} = 2,53\text{mm} + 2,00\text{mm}$  (υφασμάτινη επένδυση - liner)  $+ 1,0\text{mm}$  (επικάλυψη από PE)  $= 5,53\text{mm}$



### 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΠΛΗΓΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

Για τον υπολογισμό του υδραυλικού πλήγματος χρησιμοποιείται ο τύπος του Joukowski με την εφαρμογή του μονοδιάστατου δευτέρου νόμου του Νεύτωνα σε ένα όγκο ελέγχου :

$$\Delta H_{υπ} = \frac{\Delta V \alpha}{g} \quad (3.1)$$

όπου

$\Delta H_{υπ}$  η αύξηση της πίεσης εξαιτίας του υδραυλικού πλήγματος

$\Delta V$  η μεταβολή της ταχύτητας

$$\alpha = \sqrt{\frac{E_v}{\rho}} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{E_v}{E_t}\right) \left(\frac{D_{εσ}}{s}\right)^2 c}}$$

$E_L$  Μακροπρόθεσμο μέτρο ελαστικότητας επένδυσης,  $E_L = 1,6 \times 10^7$  Pa (για υαλοβάμβακα)

$E_{PE}$  Μέτρο ελαστικότητας του νερού  $E_v = 2,11 \times 10^9$  Pa

$E_v$  Μέτρο ελαστικότητας του PE  $E_{PE} = 8,0 \times 10^8$  Pa

$E_t$  Ισοδύναμο μέτρο ελαστικότητας του PE και του υαλοβάμβακα  $E_t = 8,005 \times 10^8$  Pa

$D_{εσ}$  Εσωτερική διάμετρος αγωγού (m)

$s$  Πάχος σωλήνα (m)

$c$  Συντελεστής τοποθέτησης αγωγού  $c = 1-0,5 \chi \mu$

$\nu$  Συντελεστής Poisson  $\nu = 0,4$  για PE

$t_\delta$  χρόνος μεταβολής της πίεσης  $t_\delta = 0,5$  s

$$L_{ισοδ} \text{ Ισοδύναμο μήκος } L_{ισοδ} = L_1 + \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 L_2 + \left(\frac{D_2}{D_3}\right)^2 L_3 + \left(\frac{D_3}{D_4}\right)^2 L_4$$

Ο χαρακτηριστικός χρόνος μετάδοσης του κύματος  $t_c$  δίνεται από τη σχέση:  $t_c = \frac{2L}{\alpha}$

Αν  $t_c \geq t_\delta$  η αύξηση της πίεσης εξαιτίας του υδραυλικού πλήγματος δίνεται από την 3.1

Αν  $t_c < t_\delta$  η αύξηση της πίεσης εξαιτίας του υδραυλικού πλήγματος είναι  $\Delta H_{υπ} = \frac{2L\Delta V}{gt_\delta}$

Η μέγιστη πίεση λόγω κανονικής λειτουργίας και εμφάνισης πλήγματος είναι:

$$\Delta H_{max} = H_M + \Delta H_{υπ} \quad (3.2)$$

#### Ανατολικός αγωγός

$\Delta H_{υπ}$ (m)	$\Delta H_{max}$ (m)	$\Delta V$ (m/s)	$t_c$ (s)	$\alpha$ (m/s)	$t_\delta$ (s)	$L_1$ (m)	$L_2$ (m)	$L_{ισοδ}$ (m)	$D_{ικ}$ (m)	$s_{ικ}$ (m)
29,14	52,24	1,71	11,76	166,8	0,5	105,8	585,6	981,08	0,335	0,00946

#### Δυτικός αγωγός

$\Delta H_{υπ}$ (m)	$\Delta H_{max}$ (m)	$\Delta V$ (m/s)	$t_c$ (s)	$\alpha$ (m/s)	$t_\delta$ (s)	$L_1$ (m)	$L_2$ (m)
28,88	51,98	1,68	10,14	168	0,5	125,28	191,1

$L_3$ (m)	$L_4$ (m)	$L_{ισοδ}$ (m)	$D_{ικ}$ (m)	$s_{ικ}$ (m)
379,47	75,52	851,578	0,341	0,00963

**4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΕΡΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΦΡΕΑΤΙΟ ΤΟΥ ΒΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ**

Η άνωση  $A_{\beta\alpha\nu}$  του φρεατίου του βανοστάσιου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$A_{\beta\alpha\nu} = V\varepsilon \quad (3.1)$$

όπου

$V$  ο όγκος του φρεατίου που βρίσκεται κάτω από τον υπόγειο ορίζοντα που είναι 1m κάτω από την επιφάνεια (εκτίμηση)

$\varepsilon$  το ειδικό βάρος του θαλασσινού νερού  $\varepsilon = \rho g = 1025 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 10,06 \text{ kN/m}^3$

Το βάρος της πλάκας (2,0 x 2,0m) του έρματος από άοπλο σκυρόδεμα  $B_{\varepsilon\rho\mu}$ , μαζί με το βάρος των εξαρτημάτων των σωληνώσεων (δικλείδες, φλάντζες, βαλβίδες)  $B_{\varepsilon\xi}$  θα πρέπει να είναι  $B_{\varepsilon\rho\mu} + B_{\varepsilon\xi} > A_{\beta\alpha\nu}$ . Το βάρος του πλαστικού φρεατίου (2,0 x 2,0 x 2,0m) και των πλαστικών σωληνώσεων είναι πολύ μικρό και δεν συνυπολογίζεται.

Τα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

$A_{\beta\alpha\nu}$ (kN)	$V$ (m <sup>3</sup> )	$B_{\varepsilon\rho\mu}$ (kN)	$B_{\varepsilon\xi}$ (kN)	$h_{\varepsilon\rho\mu}$ (m)
45,05	4,48	45,4	16	0,3

Το απαραίτητο πάχος της πλάκας του έρματος είναι  $h = 0,3\text{m}$

ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΑΔΟΧΟ

Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣ

  
**ΥΔΡΟΑΚΤΟΤΕΧΝΙΚΗ Ι.Κ.Ε.**  
ΜΕΛΕΤΕΣ-ΕΠΙΒΛΕΨΕΙΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ  
Λ. ΣΟΦΟΥ 20 Τ.Κ. 57001 Τ.Θ. 60812 ΘΕΡΜΗ  
ΑΦΜ: 084007146 - ΔΟΥ: Ζ' ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

**ΗΡΑΚΛΗΣ Ν. ΜΠΙΜΠΑΣ**  
Αρ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ  
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΑΡΙΘ. ΜΗΤΡΟΥ 61836  
6. ΝΑΤΣΙΝΑ 35 Τ.Κ. 2257 - ΘΕΣ/ΝΙΚΗ  
ΤΗΛ. 2310 309/307 - Α.Δ.Τ. ΑΚ 255152  
Α.Φ.Μ. 046306120 - Δ.Ο.Υ. Η' ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ

ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΣ  
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΗΡΑΚΛΗΣ ΜΠΙΜΠΑΣ  
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΟΙ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ

10-03-2026



ΣΩΤΗΡΙΑ ΚΑΡΑΠΕΤΡΟΥ  
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ



ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΠΑΣΧΑΛΙΔΟΥ  
ΑΓΡΟΝ. ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ  
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΠΡΟΚΗΡΥΞΕΩΝ  
ΚΑΙ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΩΝ ΤΗΣ ΕΥΑΘ Α.Ε.

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ  
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΕΥΑΘ Α.Ε.

10-03-2026



ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΠΑΣΧΑΛΙΔΟΥ  
ΑΓΡΟΝ. ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ



## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εφαρμοσμένη Υδραυλική, Ι. Δημητρίου, ΕΜΠ Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα 2001
2. Αντλιοστάσια, Κ. Οικονόμου, Υδραυλικές και Ηλεκτρομηχανολογικές εφαρμογές, Θεσσαλονίκη 1993.
3. Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Inversion and Curing of a Resin-Impregnated Tube, Designation: F1216 – 09, ASTM International.