

ΜΕΡΟΣ Α΄

ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ

ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελίς
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	III
ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	V
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	XI
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	XVII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΛΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....	XIX
ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ.....	XXI
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΕΙΣ ΤΗΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΝ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 2 ΕΙΔΗ ΡΟΗΣ ΕΝΤΟΣ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ..	9

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 3	ΕΞΙΣΩΣΙΣ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ ΤΗΣ ΜΑΖΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΞΙΣΩΣΙΣ ΤΟΥ ΒΕΡΝΟΥΛΙ ΕΙΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ...	15
3.1	Εξίσωσις συνεχείας της μάζης.....	15
3.2	Εξίσωσις του ΒΕΡΝΟΥΛΛΙ.....	17
3.3	Η ενεργειακή εξίσωσις εις τους ανοικτούς αγωγούς.....	20
3.4	Υδροστατική και μή-υδροστατική κατανομή πίεσεως.....	21
3.5	Διόρθωσις της ενεργειακής εξισώσεως και της εξισώσεως ορμής.....	25
3.6	Απώλειαι ενεργείας.....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 4	ΣΤΑΘΕΡΑ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΟΣ ΡΟΗ.....	31
4.1	Εξισορρόπησις δυνάμεων.....	31
4.2	Εξίσωσις κατά Chezy... ..	36
4.3	Εξίσωσις κατά Manning.....	37
4.4	Έκφρασις του συντελεστού C.....	39
4.5	Λύσις προβλημάτων ομοιομόρφου ροής.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 5	ΤΟ ΟΡΙΑΚΟΝ ΣΤΡΩΜΑ ΕΙΣ ΤΟΥΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ.....	57
5.1	Περιγραφή του οριακού στρώματος.....	57
5.2	Εξισώσεις οριακού στρώματος.....	59
5.2.1	Στρωτή ροή εντός οριακού στρώματος.....	62
5.2.2	Τυρβώδης ροή εντός οριακού στρώματος.....	63
5.3	Το οριακόν στρώμα εις τους ανοικτούς αγωγούς.....	67
5.4	Υδραυλικώς ήπια και τραχεία στερεά	

	όρια.....	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 6	ΔΙΑΤΟΜΑΙ ΕΠΙΦΕΡΟΥΣΑΙ ΤΗΝ ΜΕΓΙΣΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗΝ Ή ΤΗΝ ΕΛΑΧΙΣΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΝ ΡΟΗΣ.....	73
6.1	Θεωρητικόν υπόβαθρον μεγίστης παροχής.....	73
6.2	Λύσις προβλημάτων μεγίστης παροχής.....	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 7	ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΤΑΣΙΣ.....	83
7.1	Θεωρητικόν υπόβαθρον διατμητικής τάσεως.....	83
7.2	Απλάι εξισώσεις υπολογισμού κρίσιμου διατμητικής τάσεως.....	85
7.3	Επίδρασις των πρηνών.....	86
7.4	Λύσις προβλημάτων ροής κρίσιμου διατμητικής τάσεως.....	88
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 8	ΡΟΗ ΕΝΤΟΣ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΥΠΟ ΜΕΡΙΚΗΝ ΠΛΗΡΩΣΙΝ.....	95
8.1	Κυκλικής διατομής κλειστοί αγωγοί.....	95
8.2	Άλλαι διατομαί κλειστών αγωγών.....	99
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 9	ΕΙΔΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΡΟΗ, ΕΚΧΕΙΛΙΣΤΑΙ.....	103
9.1	Ορισμός ειδικής ενεργείας.....	103
9.2	Ορθογωνικής διατομής ανοικτοί αγωγοί.....	106
9.2.1	Διάγραμμα $h - E$ διά σταθεράν παροχήν q	107
9.2.2	Διάγραμμα $h - q$ διά σταθεράν ειδικήν	

ενέργειαν E109

- 9.3 Κρίσιμον βάθος εις μη – ορθογωνι-
κής διατομής ανοικτούς αγωγούς.....111
- 9.4 Κλίσις αγωγού και εναλλακτικά βάθη
ροής.....114
- 9.5 Λύσις προβλημάτων ειδικής
ενεργείας και κρίσιμου ροής.....116
- 9.6 Κρίσιμαί συνθήκαι ροής.....127
- 9.7 Εκχειλιστής πλατέας στέψεως.....129
- 9.8 Βυθισμένος εκχειλιστής.....132
- 9.9 Χειμαρρώδης ροή προσεγγίζουσα
αναβαθμόν.....134
- 9.10 Υδαταγωγός Venturi.....137
- 9.11 Λύσις προβλημάτων εκχειλιστών.....141
- 9.12 Εφαρμογαί ενεργειακής εξισώσεως
Bernoulli.....145
 - 9.12.1 Γενικά.....145
 - 9.12.2 Ροή διά μέσωσ στομίων.....146
 - 9.12.3 Βυθισμένον στόμιον.....150
 - 9.12.4 Ορθογωνικοί εκχειλισταί.....151
 - 9.12.5 Τριγωνικοί εκχειλισταί.....155

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 10 ΔΙΑΤΗΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΟΡΜΗΣ ΕΝΤΟΣ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ, ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΝ ΑΛΜΑ.....161

- 10.1 Κυμάνσεις και ωθήσεις εις
ανοικτούς αγωγούς.....161
- 10.2 Υδραυλικά άλματα εντός οριζοντίων
ανοικτών αγωγών.....167
- 10.3 Υδραυλικά άλματα εντός ανοικτών
αγωγών με κλίσιν πυθμένοσ.....173
- 10.4 Ειδική δύναμις. Δράσις δυνάμεων
επί αναβαθμού.....177
- 10.5 Λύσις προβλημάτων με χρήσιν της
θεωρίας της ορμής.....183

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 11	ΒΑΘΜΙΑΙΩΣ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΗ ΡΟΗ...	195
11.1	Εμφάνιςις βαθμιαίως μεταβαλλομένης ροής.....	195
11.2	Αι εξισώσεις της μεταβαλλομένης ροής.....	196
11.3	Μορφαί ελευθέρας επιφανείας της βαθμιαίως μεταβαλλομένης ροής.....	200
11.4	Λύςις προβλημάτων βαθμιαίως μεταβαλλομένης ροής.....	211
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 12	ΕΙΣΡΟΗ-ΕΚΡΟΗ ΕΚ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΟΣ.....	217
12.1	Εξισώσεις εισροής-εκροής.....	217
12.2	Λύςις προβλημάτων ειροής-εκροής..	221
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		227
	Ελληνική.....	227
	Λατινική.....	228

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

	Σελίς	
Σχήμα 2.1	Ομοιόμορφος ροή	11
Σχήμα 2.2	Μή-ομοιόμορφος ή μεταβαλλομένη ή ανομοιόμορφος ροή	11
Σχήμα 2.3	Διάφορα είδη ροής εντός ανοικτών αγωγών	11
Σχήμα 2.4	Στροβιλή ροή	14
Σχήμα 3.1	Στοιχειώδης ροϊκός σωλήν	16
Σχήμα 3.2	Εξισορρόπησις δυνάμεως επί ενός ροϊκού κυλινδρικού στοιχείου	17
Σχήμα 3.3	Υδροστατική πίεσις και ύψος εκ του οριζοντίου επιπέδου	21
Σχήμα 3.4	Ροή επί καμπύλης ροϊκής γραμμής	22
Σχήμα 3.5	Κατανομή πιέσεως της ροής επί κυρτής επιφανείας	23
Σχήμα 3.6	Κατανομή πιέσεως της ροής επί κοίλης επιφανείας	24
Σχήμα 3.7	Κατανομή της ταχύτητος εντός ανοικτού αγωγού τραπεζοειδούς διατομής	27
Σχήμα 3.8	Ενεργειακή κλίσις	28
Σχήμα 4.1	Όγκος ελέγχου διά την απόδειξιν της εξισώσεως της ομοιόμορφου ροής	32
Σχήμα 4.2	Υγρά διατομή A , βρεχομένη περίμετρος P και υδραυλική ακτίς R	35
Σχήμα 4.3	Διαχωρισμός της υγράς συνθέτου διατομής εις επί μέρους διατομάς	42
Σχήμα 4.4	Τραπεζοειδής υγρά διατομή συμμετρικού αγωγού	44

	Σελίς	
Σχήμα 4.5	Ρείθρον πεζοδρομίου	46
Σχήμα 4.6	Τομή της οδού	49
Σχήμα 4.7	Η ανώτατη στάθμη ευρίσκεται εις τα <i>227.60 m</i>	49
Σχήμα 4.8	Σύνθετος διατομή	52
Σχήμα 4.9	Τομή αγωγού με πλήρωσιν ως τα <i>90.0%</i> της διαμέτρου	54
Σχήμα 5.1	Ανάπτυξις οριακής στοιβάδος επί επιπέδου τοιχώματος	58
Σχήμα 5.2	Στρωτή, μεταβατική και τυρβώδης ροή εντός οριακού στρώματος. Στρωτό υπόστρωμα	58
Σχήμα 5.3	Κατανομή ταχυτήτων εντός οριακού στρώματος	60
Σχήμα 5.4	Λογαριθμική μεταβολή του συντελεστού τριβής <i>f</i> με τον λογάριθμον του αριθμού Reynolds διά ανοικτούς αγωγούς εις στρωτήν, μεταβατικήν και τυρβώδην ροήν, Massey (1970), Van Nostrand Reinhold	69
Σχήμα 5.5	Στάδια αναπτύξεως οριακού στρώματος και στρωτή υποστοιβάς	71
Σχήμα 6.1	Υγρά διατομή, συμμετρικόν τραπέζιον	75
Σχήμα 6.2	Συμμετρική τραπεζοειδής διατομή με δοθέν εμβαδόν	77
Σχήμα 6.3	Τραπεζοειδούς διατομή αρδευτική διώρυξ σχεδιασθείσα διά μεγίστην παροχήν	80
Σχήμα 7.1	Μεταβολή της γωνίας ηρεμίας μετά της διαμέτρου προκειμένου περί αδρών μή-συνεκτικών υλικών	87
Σχήμα 7.2	Μεταβολή του συντελεστού <i>K</i> μετά της γωνίας των πρηνών φ μετρομένης εκ του οριζοντίου επιπέδου	88
Σχήμα 8.1	Ροή εντός κλειστών αγωγών κυκλικής διατομής υπό μερικήν πλήρωσιν	96
Σχήμα 8.2	Μεταβολή της μέσης ταχύτητος με το βάθος ροής	

	εντός κλειστών αγωγών κυκλικής διατομής	98
Σχήμα 8.3	Μεταβολή της παροχής (βαθμός πληρώσεως) με το βάθος ροής εντός κλειστών αγωγών κυκλικής διατομής	98
Σχήμα 8.4	Μεταβολή της μέσης ταχύτητος με το βάθος ροής εντός κλειστών αγωγών πεταλοειδούς διατομής	100
Σχήμα 8.5	Μεταβολή της παροχής (βαθμός πληρώσεως) με το βάθος ροής εντός κλειστών αγωγών πεταλοειδούς διατομής	101
Σχήμα 9.1	Ειδική ενέργεια της ροής	105
Σχήμα 9.2	Μεταβολή του βάθους ροής h μετά της ειδικής ενεργείας E διά σταθεράν παροχήν q	107
Σχήμα 9.3	Μεταβολή του βάθους ροής h μετά της παροχής q διά σταθεράν ειδικήν ενέργεια E	109
Σχήμα 9.4	Τυχαία διατομή	112
Σχήμα 9.5	Τριγωνικής διατομής ανοικτός αγωγός	118
Σχήμα 9.6	Τραπεζοειδούς διατομής ανοικτός αγωγός και υπολογισμός κρίσιμου βάθους	121
Σχήμα 9.7	Εμφάνισις κρίσιμων συνθηκών	128
Σχήμα 9.8	Εκχειλιστής πλατέας στέψεως	129
Σχήμα 9.9	Βυθισμένος εκχειλιστής πλατέας στέψεως	132
Σχήμα 9.10	Βυθισμένος εκχειλιστής πλατέας στέψεως προκληθείς υπό δεξαμενής μεγάλου βάθους	133
Σχήμα 9.11	Το θεωρητικόν κρίσιμον βάθος $\sqrt[3]{q^2/g}$ ευρίσκεται εις τα ανάντη της γωνίας	134
Σχήμα 9.12	Χειμαρρώδης ροή προσεγγίζουσα αναβαθμόν	135
Σχήμα 9.13	Το διάγραμμα ειδικής ενεργείας. Περίπτωσης χειμαρρώδους ροής προσεγγιζούσης αναβαθμόν	137
Σχήμα 9.14	Υδαταγωγός Venturi	138
Σχήμα 9.15	Μεταβολή βάθους εις υδαταγωγόν Venturi	138
Σχήμα 9.16	Ροή υπεράνω αναβαθμού	143
Σχήμα 9.17	Ροή διά στομίων	147
Σχήμα 9.18	Βυθισμένον στόμιον	150
Σχήμα 9.19	Ροή υπεράνω ορθογωνικού εκχειλιστού. Πλαγία	

	Σελίς
	152
Σχήμα 9.20	152
Σχήμα 9.21	156
Σχήμα 9.22	157
Σχήμα 10.1	162
Σχήμα 10.2	163
Σχήμα 10.3	172
Σχήμα 10.4	174
Σχήμα 10.5	174
Σχήμα 10.6	178
Σχήμα 10.7	181
Σχήμα 10.8	183
Σχήμα 10.9	190
Σχήμα 11.1	198
Σχήμα 11.2	205
Σχήμα 11.3	206
Σχήμα 11.4	206
Σχήμα 11.5	206
Σχήμα 11.6	207
Σχήμα 11.7	207
Σχήμα 11.8	208
Σχήμα 11.9	208
Σχήμα 11.10	208
Σχήμα 11.11	209
Σχήμα 11.12	209
Σχήμα 11.13	209

Σχήμα 11.14 Καμπύλη A2
Σχήμα 11.15 Καμπύλη A3

Σελίς

210
210

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

	Σελίς
Πίναξ 4.1 Τιμαί του n κατά Manning	38
Πίναξ 4.2 Τιμαί του συντελεστού m κατά Bazin	41
Πίναξ 7.1 Τραπεζοειδής ανοικτός αγωγός και κατανομή των συντελεστών K_M, K'_M εις τον πυθμένα και τα πρανή, αντιστοίχως. Μεγίστη τάσις επί του πυθμένου $\tau_m = K_M \rho g h S_o$, επί των πρανών $\tau'_m = K'_M \rho g h S_o$	89
Πίναξ 7.2 Μέγιστα επιτρεπόμενα ταχύτητα ύδατος διά σχεδιασμόν σταθερών ανοικτών αγωγών (βάθος ροής < 0.9 m), ιδέ Webber (1982)	92
Πίναξ 11.1 Υπολογισμός ανομοιομόρφου ροής (Πρόβλημα 11.1). Τύπος καμπύλης $M2$	213
Πίναξ 11.2 Υπολογισμός καμπύλης καταπτώσεως (Πρόβλημα 11.2)	215

ΜΕΡΟΣ Β΄

ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ

ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΕΙΣ ΤΗΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΝ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

1.1	Γενικά.....	1
1.2	Διεθνές σύστημα μονάδων.....	2
1.3	Ιδιότητες των ρευστών.....	4
	1.3.1 Συμπιεστότης.....	4
	1.3.2 Πυκνότης και ειδικόν βάρος	4
	1.3.3 Ιξώδες ρευστού και διατμητική τάσις.....	5
	1.3.4 Πίεσις.....	6
	1.3.5 Πίεσις τάσεως ατμών.....	7
	1.3.6 Ελαστικότης.....	8
1.4	Είδη ροής.....	9
1.5	Διάρθρωσις ύλης.....	11
1.6	Προβλήματα επί των ιδιοτήτων των ρευστών.....	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 2 ΑΙ ΒΑΣΙΚΑΙ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

2.1	Συνέχεια της μάζης.....	15
	2.1.1 Εξίσωσις της συνεχείας της μάζης κατά την μονοδιάστατον ροήν.....	15
	2.1.2 Διαφορική μορφή της εξισώσεως της συνεχείας.....	17
	2.1.3 Προβλήματα επί της συνεχείας της μάζης.....	20
2.2	Διατήρησις της ορμής	22
	2.2.1 Εξίσωσις της γραμμικής ορμής κατά την μονοδιάστατον ροήν.....	22
	2.2.2 Διαφορική μορφή της εξισώσεως της γραμμικής ορμής.....	24
	2.2.3 Προβλήματα επί της γραμμικής ορμής.....	29
2.3	Διατήρησις της ενεργείας.....	35
	2.3.1 Εξίσωσις της διατηρήσεως της ενεργείας κατά την μονοδιάστατον ροήν.....	35
	2.3.2 Πρόβλημα επί της διατηρήσεως της ενεργείας.....	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 3 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ, ΘΕΩΡΙΑ ΟΡΙΑΚΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

3.1	Ιδεατά και πραγματικά ρευστά.....	41
3.2	Ιξώδης ή διατμητική ροή	42
3.3	Στρωτή, μεταβατική και τυρβώδης ροή. Πείραμα <i>Reynolds</i>	45
3.4	Υπόθεσις μήκους αναμείξεως κατά <i>Prandtl</i>	49
3.5	Το οριακόν στρώμα.....	53
	3.5.1 Περιγραφή οριακού στρώματος.....	53
	3.5.2 Εξισώσεις οριακού στρώματος.....	54
	3.5.3 Στρωτή ροή εντός οριακού στρώματος.....	57
	3.5.4 Τυρβώδης ροή εντός οριακού στρώματος.....	58
	3.5.5 Αποκόλλησις οριακής στοιβάδος.....	58
	3.5.6 Τραχύτης επιφανείας και διατμητική ροή.....	59
	3.5.7 Δυνάμεις αντιστάσεως.....	60
3.6	Διατμητική τάσις εντός αγωγών κυκλικής διατομής.....	61
3.7	Προβλήματα επί του πραγματικών ρευστών και του οριακού στρώματος.....	66

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 4 ΣΤΡΩΤΗ ΡΟΗ ΕΝΤΟΣ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

4.1	Στρωτή, σταθερά ροή εντός αγωγών κυκλικής διατομής..	73
	4.1.1 Κατανομή ταχυτήτων και διατμητικών τάσεων.....	73
	4.1.2 Υπολογισμός παροχής.....	76
	4.1.3 Απώλειαι φορτίου.....	78
4.2	Στρωτή, σταθερή ροή μεταξύ παραλλων επιφανειών.....	79
	4.2.1 Κατανομή ταχυτήτων και διατμητικών τάσεων.....	79
	4.2.2 Υπολογισμός παροχής.....	82
	4.2.3 Απώλειαι φορτίου.....	84
4.3	Προβλήματα στρωτής ροής εντός κλειστών αγωγών.....	85

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 5 ΤΥΡΒΩΔΗΣ ΡΟΗ ΕΝΤΟΣ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

5.1	Γενικά.....	89
5.2	Κατανομή ταχυτήτων εντός τυρβώδους οριακού Στρώματος.....	90
5.3	Λεία τοιχώματα και αγωγοί.....	94
5.3.1	Κατανομή ταχύτητας και πάχους υποστοιβάδος.....	94
5.3.2	Κατανομή ταχύτητας υπεράνω επιπέδου λείου τοιχώματος.....	96
5.3.3	Κατανομή ταχύτητας εντός λείων αγωγών κυκλικής διατομής.....	97
5.4	Τραχέα τοιχώματα και αγωγοί.....	99
5.4.1	Κατανομή ταχύτητας υπεράνω επιπέδου τραχέως τοιχώματος.....	99
5.4.2	Κατανομή ταχύτητας εντός τραχέων αγωγών κυκλικής διατομής.....	100
5.5	Ενδιάμεσος περιοχή μεταξύ λείων και τραχέων τοιχωμάτων (<i>Colebrook -White</i>).....	102
5.6	Διάγραμμα του <i>Moody</i>	103
5.7	Γήρανσις αγωγών και αντίστασις ροής.....	105
5.8	Εξίσωσις <i>Hazen-Williams</i>	108
5.9	Εξίσωσις κατά <i>Blasius</i>	109
5.10	Εξίσωσις κατά <i>Manning</i>	109
5.11	Συγκεντρωτικός πίναξ εμπειρικών τύπων αντιστάσεως ροής.....	111
5.12	Προβλήματα επί της τυρβώδους ροής εντός κλειστών αγωγών.....	113

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 6 ΤΟΠΙΚΑΙ ΑΠΩΛΕΙΑΙ ΡΟΗΣ

6.1	Γενικά.....	125
6.2	Απότομος διεύρυνσις διατομής.....	126
6.3	Απότομος στένωσις διατομής.....	129
6.4	Βαθμιαία διεύρυνσις.....	130
6.5	Αλλαγή κατευθύνσεως ροής (γωνία).....	131
6.6	Απώλειαι εισόδου.....	132
6.7	Απώλειαι εξόδου.....	135
6.8	Δεικλίδαι-θυροφράγματα.....	136
6.9	Διακλαδώσεις αγωγών-συνενώσεις.....	138
6.10	Προβλήματα επί των τοπικών απωλειών φορτίου.....	140

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 7 ΓΡΑΜΜΙΚΑΙ ΑΠΩΛΕΙΑΙ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΓΡΑΜΜΗ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΗ ΠΙΕΣΕΩΣ

7.1	Γενικά.....	145
7.2	Ενεργειακή γραμμή.....	147
7.3	Γραμμή πίεσεως.....	150
7.4	Παρατηρήσεις επί της γραμμής ενεργείας και της γραμμής πίεσεως.....	153
7.5	Προβλήματα επί των γραμμικών απωλειών φορτίου, ενεργειακής γραμμής και γραμμής πίεσεως.....	154

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 8 ΑΝΤΛΙΑΙ

8.1	Είδη αντλιών	165
8.2	Ακτινικής ροής αντλία (κεντρόφυγαι).....	167
	8.2.1 Εισαγωγή.....	167
	8.2.2 Μετάδοση ενεργείας.....	169
	8.2.3 Απώλειαι λειτουργίας.....	171
	8.2.4 Χαρακτηριστικά διαγράμματα λειτουργίας.....	174
8.3	Αξονικής ροής αντλία.....	177
	8.3.1 Μετάδοση ενεργείας.....	177
	8.3.2 Χαρακτηριστικά διαγράμματα λειτουργίας.....	181
8.4	Ύψη αντλίας.....	183
8.5	Καθορισμός σημείου λειτουργίας.....	186
8.6	Αντλία εν σειρά και εν παραλλήλω.....	188
	8.6.1 Σύνδεσις εν σειρά.....	188
	8.6.2 Σύνδεσις εν παραλλήλω.....	190
8.7	Επιλογή αντλιών.....	192
8.8	Σπηλαίωσις αντλιών.....	195
	8.8.1 Σπηλαίωσις και επιπτώσεις επί της λειτουργίας. ..	195
	8.8.2 Καθαρόν ύψος αναρροφήσεως (<i>NPSH</i>).....	195
	8.8.3 Συντελεστής σπηλαιώσεως σ κατά <i>Thoma</i>	196
	8.8.4 Μέτρα προστασίας εκ του φαινομένου της σπηλαιώσεως.....	198
8.9	Προβλήματα επί των αντλιών.....	199

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 9 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΩΝ

9.1	Εν σειρά αγωγοί.....	209
9.2	Εν παράλληλω αγωγοί.....	211
9.3	Διακλάδωσις αγωγών.....	214
	9.3.1 Σύνδεσις δεξαμενών και διακλάδωσις.....	214
	9.3.2 Διακλάδωσις αγωγών.....	217
9.4	Μετάδοσις ισχύος.....	218
9.5	Γραμμικώς μεταβαλλομένη παροχή κατά μήκος αγωγού.....	220
9.6	Παροχή υπό μεταβαλλόμενον φορτίον.....	221
9.7	Προβλήματα επί των συστημάτων αγωγών.....	224

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 10 ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΥΠΟ ΠΙΕΣΙΝ

10.1	Γενικάί αρχαί σχεδιασμού.....	237
10.2	Υδραυλική ανάλυσις.....	239
10.3	Η μέθοδος <i>Hardy Cross</i>	242
	10.3.1 Γενικά.....	242
	10.3.2 Εξισορρόπισις φορτίου.....	243
	10.3.3 Εξισορρόπισις παροχής.....	247
10.4	Προβλήματα επί των δικτύων διανομής υπό πίεσιν.....	249

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 11 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΡΟΗΣ

11.1	Γενικά.....	261
	11.1.1 Μέτρησις.....	261
	11.1.2 Βαθμονόμησις.....	262
11.2	Ανάλυσις δεδομένων μετρήσεων.....	267
	11.2.1 Γενικά.....	267
	11.2.2 Μέση τιμή, σταθερά απόκλισις και συνάρτησις πυκνότητος πιθανότητος	270
	11.2.3 Συσχέτισις και αυτοσυσχέτισις.....	275
	11.2.4 Ισχύς φάσματος.....	282
11.3	Μετρήσεις πιέσεως.....	286
	11.3.1 Μετρήσεις στατικής πιέσεως.....	286
	11.3.2 Μετρήσεις ολικής πιέσεως.....	289
	11.3.3 Μανόμετρα.....	294
	11.3.4 Ηλεκτρικοί μετρηταί πιέσεως (<i>pressure transducers</i>).....	297

X

11.4	Μετρήσεις ταχύτητας.....	299
11.4.1	Σωληνίσκος <i>Pitot</i> -στατικής πίεσεως.....	299
11.4.2	Θερμικόν ανεμόμετρον.....	301
11.4.3	Ανεμόμετρον <i>Doppler</i>	303
11.5	Μετρήσεις παροχής.....	305
11.5.1	Ογκομετρική μέθοδος διά του καθορισμού ταχυτήτων.....	305
11.5.2	Μετρηταί παροχής με διαφοροποίησιν της πίεσεως.....	307
11.5.3	Άλλοι μετρηταί παροχής.....	311

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική.....	313
Λατινική.....	314

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1	Στοιχειώδης ροϊκός σωλήν.....	16
Σχήμα 2.2	Ροή διά στοιχειώδους όγκου ελέγχου.....	18
Σχήμα 2.3	Σταθερά ροή εις διακλάδωσιν δικτύου υδρεύσεως....	20
Σχήμα 2.4	Ροή διά στοιχειώδους όγκου ελέγχου. Επιφανειακαί τάσεις.....	24
Σχήμα 2.5	Δυνάμεις επί αγωγού εις στροφήν.....	31
Σχήμα 2.6	Δυνάμεις εις διακλάδωσιν τύπου T	33
Σχήμα 2.7	Εξισορρόπησις δυνάμεων επί ενός ροϊκού κυλινδρικού στοιχείου.....	36
Σχήμα 2.8	Σταθερή ροή δι' ακροφυσίου. Υπολογισμός καθέτου τάσεως.....	39
Σχήμα 3.1	Ιδεατή ή μή-συνεκτική ή μή-ιζώδης ροή και πραγματική ή συνεκτική ή ιζώδης ροή πέριξ κατασκευής.....	42
Σχήμα 3.2	Η κίνησις του ιμάντος γίνεται εντός μή-συνεκτικού ρευστού το οποίον δεν υφίσταται παραμορφώσεσις....	43
Σχήμα 3.3	Η κίνησις του ιμάντος γίνεται εντός συνεκτικού ρευστού. Διάτμησις.....	43
Σχήμα 3.4	Κατανομή ταχύτητος εις διατμητικήν ροήν.....	44
Σχήμα 3.5	Σχηματική διάταξις πειράματος <i>Reynolds</i>	46
Σχήμα 3.6	Στρωτή, μεταβατική και τυρβώδης ροή.....	48
Σχήμα 3.7	Ταχύτης, μέση τιμή αυτής και διακύμανσις.....	51
Σχήμα 3.8	Διακυμάνσεις ταχύτητος, στρώσεις 1, 2 και μήκος αναμείξεως l	52
Σχήμα 3.9	Ανάπτυξις οριακής στοιβάδος επί επιπέδου τοιχώματος.....	54
Σχήμα 3.10	Στρωτή, μεταβατική και τυρβώδης ροή εντός οριακού στρώματος. Στρωτόν υπόστρωμα.....	54
Σχήμα 3.11	Κατανομή ταχυτήτων εντός οριακού στρώματος.....	55
Σχήμα 3.12	Αποκόλλησις οριακής στοιβάδος.....	60
Σχήμα 3.13	Όγκος ελέγχου διά τον υπολογισμόν της διατμητικής τάσεως επί των τοιχωμάτων αγωγού....	62
Σχήμα 3.14	Διατμητική τάσις επί δακτυλίου ακτίνοσ r	63
Σχήμα 3.15	Κατανομή διατμητικής τάσεως εντός σωλήνοσ.....	65
Σχήμα 3.16	Ροή εις την είσοδοσ. Πλήρωσ αναπτυχθείσα ροή εντός αγωγού.....	65
Σχήμα 3.17	Στρωτή διατμητική ροή μεταξύ παραλλήλων πλακών.....	66

Σχήμα 4.1	Όγκος ελέγχου διά τον υπολογισμόν κατανομής ταχυτήτων στρωτής εντός αγωγού κυκλικής διατομής.....	74
Σχήμα 4.2	Κατανομή ταχύτητος επί κυκλικής διατομής αγωγού κατά την στρωτήν ροήν.....	76
Σχήμα 4.3	Όγκος ελέγχου διά τον υπολογισμόν κατανομής..... ταχυτήτων στρωτής ροής διά παραλλήλων πλακών..	80
Σχήμα 4.4	Κατανομή ταχύτητος μεταξύ παραλλήλων πλακών κατά την στρωτήν ροήν.....	83
Σχήμα 4.5	Η μία εκ των παραλλήλων πλακών κινείται με ταχύτητα U	87
Σχήμα 5.1	Τυπική κατανομή ταχύτητος εντός τυρβώδους οριακής στοιβάδος υπεράνω λείας επιφανείας (δ το αντίστοιχον πάχος του οριακού στρώματος εις την υπ' όψιν θέσιν).....	91
Σχήμα 5.2	Τυπική κατανομή διατμητικής τάσεως εντός τυρβώδους οριακής στοιβάδος υπεράνω λείας επιφανείας (δ το αντίστοιχον πάχος του οριακού στρώματος εις την υπ' όψιν θέσιν).....	92
Σχήμα 5.3	Κατανομή ταχυτήτων διά τυρβώδη ροήν και λεία τοιχώματα.....	93
Σχήμα 5.4	Τραχύτης k και κατανομή ταχύτητος πλησίον λείου τοιχώματος.....	95
Σχήμα 5.5	Μεταβολή του συντελεστού τριβής f μετά του αριθμού Re εις διαφόρους λόγους σχετικής τραχύτητος k/D εις τεχνηέντως τραχυθέντας αγωγούς κυκλικής διατομής. Διάγραμμα <i>Nikuradse</i>	104
Σχήμα 5.6	Διάγραμμα κατά <i>Moody, Massey</i> (1970).....	107
Σχήμα 6.1	Ροή εις απότομον διεύρυνσιν.....	128
Σχήμα 6.2	Οδηγά πτερύγια εις απότομον διεύρυνσιν.....	128
Σχήμα 6.3	Ροή εις απότομον στένωσιν.....	129
Σχήμα 6.4	Γραμμή ενεργείας και πιεζομετρική γραμμή.....	130
Σχήμα 6.5	Ροή εντός κωνικής προσαρμογής.....	
Σχήμα 6.6	Συντελεστής τοπικών απωλειών φορτίου K εις κωνικήν προσαρμογήν.....	131
Σχήμα 6.7	Αλλαγή κατευθύνσεως αγωγού κυκλικής διατομής..	132
Σχήμα 6.8	Απότομος είσοδος ροής εις αγωγόν μεταφοράς.....	132
Σχήμα 6.9	Εισέχουσα είσοδος αγωγού μεταφοράς.....	134
Σχήμα 6.10	Κωδωνοειδής είσοδος αγωγού μεταφοράς.....	134

XIV

Σχήμα 6.11	Έξοδος αγωγού μεταφοράς εντός μεγάλης δεξαμενής.....	135
Σχήμα 6.12	Ολισθαίνουσα βαλβίς εντός αγωγού μεταφοράς κυκλικής διατομής.....	136
Σχήμα 6.13	Θυρόφραγμα εντός αγωγού προσαγωγής ύδατος υδροδυναμικού έργου.....	137
Σχήμα 6.14	Τοξωτόν θυρόφραγμα εντός αγωγού προσαγωγής ύδατος υδροδυναμικού έργου.....	137
Σχήμα 6.15	Συνένωσις αγωγών.....	139
Σχήμα 7.1	Γραμμή ενεργείας και γραμμή πίεσεως. Σύνδεσις των δεξαμενών με αγωγούς διαφορετικής διαμέτρου.....	148
Σχήμα 7.2	Γραμμή ενεργείας και γραμμή πίεσεως Υδροστροβίλου.....	150
Σχήμα 7.3	Γραμμή ενεργείας και γραμμή πίεσεως Αντλιοστασίου.....	151
Σχήμα 7.4	Σιφώνιον. Εις το υψηλότερον σημείον του αγωγού δημιουργείται αρνητική πίεσις.....	152
Σχήμα 7.5	Διεύρυνσις αγωγού παρά την θέσιν Γ. Γραμμή πίεσεως και γραμμή ενεργείας.....	155
Σχήμα 7.6	Αρνητική πίεσις εις το σημείον 2.....	161
Σχήμα 8.1	Αντλία ακτινικής ροής.....	168
Σχήμα 8.2	Τρίγωνα ταχυτήτων αντλίας ακτινικής ροής.....	170
Σχήμα 8.3	Ιδεατή και πραγματική ταχύτης εξόδου V_{t2} αντλίας ακτινικής ροής.....	172
Σχήμα 8.4	Τυπική χαρακτηριστική καμπύλη φορτίου-παροχής υπό σταθεράν γωνιακήν ταχύτητα. Αντλία ακτινικής ροής, γωνία $\beta_2 > 90^\circ$	175
Σχήμα 8.5	Τυπική χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος-παροχής υπό σταθεράν γωνιακήν ταχύτητα. Αντλία ακτινικής ροής, γωνία $\beta_2 > 90^\circ$	176
Σχήμα 8.6	Τυπική χαρακτηριστική καμπύλη αποδόσεως-παροχής υπό σταθεράν γωνιακήν ταχύτητα. Αντλία ακτινικής ροής, γωνία $\beta_2 > 90^\circ$	176
Σχήμα 8.7	Τυπικαί χαρακτηριστικαί καμπύλαι ίσης αποδόσεως-παροχής υπό μεταβαλλομένην γωνιακήν ταχύτητα. Αντλία ακτινικής ροής.....	177
Σχήμα 8.8	Τυπική μορφή αξονικής αντλίας.....	178

Σχήμα 8.9	Τρίγωνα ταχυτήτων εισόδου-εξόδου και συνδυασμένα τρίγωνα αντλίας αξονικής ροής.....	180
Σχήμα 8.10	Τυπική χαρακτηριστική καμπύλη προσδιδομένου φορτίου (WI)(ισχύος)-παροχής υπό σταθεράν γωνιακήν ταχύτητα. Αντλία αξονικής ροής.....	182
Σχήμα 8.11	Τυπική χαρακτηριστική καμπύλη αποδόσεως η – παροχής υπό σταθεράν γωνιακήν ταχύτητα. Αντλία αξονικής ροής.....	182
Σχήμα 8.12	Τυπική χαρακτηριστική καμπύλη αποδόσεως φορτίου ($z_d - z_s$)-παροχής υπό σταθεράν γωνιακήν ταχύτητα. Αντλία αξονικής ροής.....	183
Σχήμα 8.13	Σχηματικόν διάγραμμα αντλίας – αγωγών αναρροφήσεως και καταθλίψεως.....	185
Σχήμα 8.14	Χαρακτηριστικά του συστήματος αντλίας-αγωγών μεταφοράς.....	187
Σχήμα 8.15	Καθορισμός του σημείου λειτουργίας συστήματος αντλίας-αγωγών μεταφοράς.....	188
Σχήμα 8.16	Εν σειρά σύνδεσις αντλιών.....	189
Σχήμα 8.17	Χαρακτηριστικά καμπύλαι $H - Q$ κατά την εν σειρά σύνδεσιν αντλιών.....	190
Σχήμα 8.18	Εν παραλλήλω σύνδεσις αντλιών.....	191
Σχήμα 8.19	Χαρακτηριστικά καμπύλαι $H - Q$ κατά την εν παραλλήλω σύνδεσιν αντλιών.....	191
Σχήμα 8.20	Συσχέτισις του φορτίου μετά της ειδικής ταχύτητος δι' αντλίας	194
Σχήμα 8.21	Μεταβολή του κρισίμου αριθμού σπηλαιώσεως σ_c μετά του αριθμού της ειδικής ταχύτητος n_s	198
Σχήμα 8.22	Υπολογισμός υδραυλικής αποδόσεως αντλίας.....	200
Σχήμα 8.23	Τομή χαρακτηριστικής καμπύλης $H-Q$ αντλίας με την καμπύλην των αγωγών μεταφοράς.....	206
Σχήμα 9.1	Εν σειρά αγωγοί	210
Σχήμα 9.2	Εν παραλλήλω αγωγοί	212
Σχήμα 9.3	Διακλάδωσις αγωγών-σύνδεσις δεξαμενών.....	216
Σχήμα 9.4	Διακλάδωσις αγωγών.....	217
Σχήμα 9.5	Μετάδοσις υδροδυναμικής ισχύος.....	219
Σχήμα 9.6	Τρεις αγωγοί συνδεδεμένοι εν σειρά.....	225
Σχήμα 9.7	Εν παραλλήλω σύνδεσις αγωγών διά την παροχέτευσιν ύδατος προς την δεξαμενήν B	227

XVI

Σχήμα 10.1	Βρόχος και κόμβοι.....	240
Σχήμα 10.2	Δίκτυον διανομής και σχηματισμός βρόχων I και II.....	250
Σχήμα 10.3	Δίκτυον διανομής του Προβλήματος 10.2.....	255
Σχήμα 11.1	Τυπική καμπύλη βαθμονομήσεως.....	262
Σχήμα 11.2	Λάθος υστερήσεως.....	264
Σχήμα 11.3	Λάθος γραμμικότητας.....	266
Σχήμα 11.4	Λάθος ευαισθησίας.....	266
Σχήμα 11.5	Λάθος μηδενισμού.....	267
Σχήμα 11.6	Συνεχές σήμα ληφθέν εξ ηλεκτρικού μετρητού πίεσεως και διακριταί τιμαί ληφθείσαι εις τακτά χρονικά διαστήματα.....	269
Σχήμα 11.7	Κανονική συνάρτησις πυκνότητος πιθανότητος (<i>Gaussian</i>).....	272
Σχήμα 11.8	Τρεις συναρτήσεις πυκνότητος πιθανότητος με αρνητικήν, θετικήν και μηδενική στρέβλωσιν.....	273
Σχήμα 11.9	Τρεις συναρτήσεις πυκνότητος πιθανότητος δεικνύουσai διαφορετικάς κυρτώσεις.....	274
Σχήμα 11.10	Παράδειγμα δύο σημάτων συσχετιζομένων μεταξύ των.....	276
Σχήμα 11.11	Παράδειγμα δύο σημάτων αντι-συσχετιζομένων μεταξύ των.....	277
Σχήμα 11.12	Παράδειγμα δύο σημάτων μή-συσχετιζομένων μεταξύ των.....	278
Σχήμα 11.13	Παράδειγμα υπολογισμού μεταδόσεως του ήχου εις αγωγούς μεταφοράς.....	280
Σχήμα 11.14	Χαρακτηριστική συμπεριφορά ηθμού επιτρέποντος διέλευσιν κύματος πλάτους Δf περίξ της συχνότητος f_0	283
Σχήμα 11.15	Ηθμός και μέτρησις ισχύος φάσματος.....	283
Σχήμα 11.16	Ημιτονοειδές σήμα και η ισχύος του φάσματος...	284
Σχήμα 11.17	Ροή κατάντη εμποδίου, σχεδόν περιοδικόν σήμα και ισχύς φάσματος.....	285
Σχήμα 11.18	Συνήθης τύπος μανομέτρου <i>U</i>	286
Σχήμα 11.19	Μέτρησις στατικής πίεσεως εντός αγωγού.....	287
Σχήμα 11.20	Λάθος τοποθέτησις οπής διά την μέτρησιν στατικής πίεσεως εντός αγωγού.....	287
Σχήμα 11.21	Πιεσομετρικός δακτύλιος δι' ακριβήν μέτρησιν στατικής πίεσεως.....	288
Σχήμα 11.22	Στατικός σωληνίσκος <i>Prandtl</i> προς μέτρησιν πίεσεως εντός του χώρου ροής.....	288

Σχήμα 11.23	Τα άκρα μέρη του στομίου επιδρούν εις την μέτρησιν της στατικής πιέσεως. Το δεικνυόμενον λάθος αναφέρεται εις την επί τοις εκατόν τιμή του κινητικού ύψους	291
Σχήμα 11.24	Κυκλικού σχήματος κυλινδρικός σωληνίσκος διά την εύρεσιν της διευθύνσεως της ροής.....	292
Σχήμα 11.25	Ροϊκαί γραμμαί πέριξ τομής κυλίνδρου και σημείον στασιμότητος.....	292
Σχήμα 11.26	Σωληνίσκος προσκρύσεως διά την μέτρησιν ολικής πιέσεως.....	293
Σχήμα 11.27	Σωληνίσκος <i>Pitot</i> διά την μέτρησιν ολικής πιέσεως.....	293
Σχήμα 11.28	Μετρητής ολικής πιέσεως τύπου <i>Kiel</i>	294
Σχήμα 11.29	Μέτρησις διαφοράς πιέσεων.....	296
Σχήμα 11.30	Σωληνίσκος <i>Pitot-στατικής πιέσεως</i> χρησιμοποιούμενος διά την μέτρησιν ταχύτητος..	300
Σχήμα 11.31	Αισθήτης τύπου <i>hot-wire</i> διά την μέτρησιν ταχύτητος.....	302
Σχήμα 11.32	Ανεμόμετρον <i>Laser Doppler</i> . Διαχωρισμός μονοχρωματικής ακτίνος εις δύο. Κροσοί συμβολής.....	304
Σχήμα 11.33	Υπολογισμός παροχής διά σωληνωτού αγωγού...305	
Σχήμα 11.34	Υποδιαίρεσις του χώρου ροής και θέσεις μετρήσεων.....	306
Σχήμα 11.35	Ροή εντός μετρητού παροχής τύπου <i>Venturi</i>	307
Σχήμα 11.36	Ροή εντός μετρητού παροχής τύπου ακρο Φυσίου.....	309
Σχήμα 11.37	Ροή εντός μετρητού παροχής τύπου στομίου.....	310

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίναξ 5.1	Τιμαί τραχύτητας υλικών χρησιμοποιουμένων εις την κατασκευήν αγωγών.....	106
Πίναξ 5.2	Τιμαί n κατά <i>Manning</i>	111
Πίναξ 5.3	Εξισώσεις υπολογισμού αντιστάσεως ροής εις αγωγούς κυκλικής διατομής.....	112
Πίναξ 6.1	Τιμαί του συντελεστού K εις απότομον διεύρυνσιν με οδηγά πτερύγια.....	129
Πίναξ 6.2	Τιμαί του συντελεστού K εις απότομον στένωσιν....	
Πίναξ 6.3	Τιμαί των συντελεστών απωλειών φορτίου $K (= K_1 K_2 K_3)$ κατά την αλλαγήν κατευθύνσεως αγωγού κυκλικής διατομής.....	133
Πίναξ 6.4	Τιμαί των συντελεστών απωλειών φορτίου K διά βαλβίδας ολισθήσεως εντός αγωγών κυκλικής διατομής.....	136
Πίναξ 6.5	Τιμαί των συντελεστών απωλειών φορτίου K διά την περίπτωσιν θυροφραγμάτων, ιδέ Σχήματα 6.12 και 6.13, εντός αγωγού προσαγωγής ύδατος υδροδυναμικού έργου.....	138
Πίναξ 6.6	Τιμαί των συντελεστών απωλειών φορτίου K διά την περίπτωσιν συνενώσεως αγωγών με γωνίαν 30° και $A_3 = A_1 + A_2$	139
Πίναξ 9.1	Γεωμετρικά χαρακτηριστικά αγωγών	231
Πίναξ 9.2	Υψόμετρα δεξαμενών και διακλαδώσεις.....	232
Πίναξ 10.1	Γεωμετρικά χαρακτηριστικά και συντελεσταί τριβής των αγωγών του δικτύου του Προβλήματος 10.1...250	
Πίναξ 10.2	Υπολογισμός προσαυξήσεων παροχής εις τους βρόχους I και II κατά την πρώτην επανάληψιν.....	252
Πίναξ 10.3	Υπολογισμός προσαυξήσεων παροχής εις τους βρόχους I και II κατά την δευτέραν επανάληψιν.....	253
Πίναξ 10.4	Υπολογισμός προσαυξήσεων παροχής εις τους βρόχους I και II κατά την τρίτην επανάληψιν.....	254

Πίναξ 10.5	Γεωμετρικά χαρακτηριστικά και συντελεστές τριβής των αγωγών του δικτύου του Προβλήματος 10.2 ...	256
Πίναξ 10.6	Υψόμετρα και ύψη πίεσεως εις κόμβους του δικτύου του Προβλήματος 10.2.....	256
Πίναξ 10.7	Υπολογισμός προσαυξήσεων υδραυλικού φορτίου εις τους κόμβους <i>B</i> και <i>E</i> κατά την πρώτην επανάληψιν.....	258
Πίναξ 10.8	Υπολογισμός προσαυξήσεων υδραυλικού φορτίου εις τους κόμβους <i>B</i> και <i>E</i> κατά την δευτέραν επανάληψιν.....	259
Πίναξ 10.9	Υπολογισμός προσαυξήσεων υδραυλικού φορτίου εις τους κόμβους <i>B</i> και <i>E</i> κατά την τρίτην επανάληψιν.....	259
Πίναξ 10.10	Υπολογισμός προσαυξήσεων υδραυλικού φορτίου εις τους κόμβους <i>B</i> και <i>E</i> κατά την τετάρτην επανάληψιν.....	260

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΛΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

Πρόβλημα 1.1	12
Πρόβλημα 1.2	13
Πρόβλημα 1.3	13
Πρόβλημα 2.1	20
Πρόβλημα 2.2	21
Πρόβλημα 2.3	29
Πρόβλημα 2.4	32
Πρόβλημα 3.1	66
Πρόβλημα 3.2	67
Πρόβλημα 3.3	70
Πρόβλημα 4.1	85
Πρόβλημα 4.2	86
Πρόβλημα 5.1	113
Πρόβλημα 5.2	114
Πρόβλημα 5.3	118
Πρόβλημα 5.4	119
Πρόβλημα 5.5	121
Πρόβλημα 6.1	140
Πρόβλημα 6.2	143
Πρόβλημα 7.1	154
Πρόβλημα 7.2	160
Πρόβλημα 8.1	199
Πρόβλημα 8.2	203
Πρόβλημα 8.3	206
Πρόβλημα 9.1	224
Πρόβλημα 9.2	226
Πρόβλημα 9.3	231
Πρόβλημα 10.1	249
Πρόβλημα 10.2	255