

ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ

ΥΠ' ΑΡ. Δ. 22.200 / 30-7-1977.

ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ
ΜΕΛΕΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΤΩΝ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΥΚΤΥΩΝ



Ε. Αθανασόπουλος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
1. Μεταξόμενα προβλήματα	1
2. Τύπος υδραυλικών υπολογισμών:	"
2.1 Χρήση του τύπου του COLEBROOK,	"
2.2 Θερμοκρασία νερού,	2
2.3 Τουξύναμη απόλυτη τραχύτητα,	"
2.4 Τοπικές απώλειες φορτίου.	3
3. Παροχές υδραυλικού υπολογισμού και συσκευές —	"
3.1 Χρήση του τύπου του CLEMENT,	"
3.2 Πιθανότητα λειτουργίας των στόμιων υδροληψίας,	4
3.3 Έλεύθερη ή με περιορισμούς ζήτηση νερού,	5
3.4 Συσκευές υδροληψίας.	6α
4. Επιτρεπόμενες ταχύτητες	7
5. Κλάση σωλήνων:	"
5.1 Επιλογή κλάσεως και έλεγχος,	7
5.2 Έλεγχος στατικής έπαρκείας της κλάσεως,	9
5.3 Έλαχίστη επιτρεπτή κλάση.	9α
6. Σώματα άγκυρώσεως	"
7. Έκλογή του υλικού κατασκευής των σωλήνων:	"
7.1 Χρήση του κριτηρίου κόστους,	"
7.2 Έξέταση ιδιοτήτων εδάφους και νερού,	"
7.3 Δυνατότητα υποβολής προσφορών με διαφορετικά υλικά,	10
8. Περιορισμός του πλήθους των διαμέτρων, που θά χρησιμοποιηθούν στο δίκτυο.	"
9. Εγκατάσταση των σωλήνων:	12
9.1 Κλίσεις και βάθος τοποθετήσεως,	"
9.2 Έδραση σωλήνων,	13
9.3 Διασταύρωση σωλήνων τάφρους,	"
9.4 Ύνδεση σωλήνων στις θέσεις τεχνικών έργων και δυνατότητα αποσυναρμολογήσεως συσκευών.	14
10. Δοκιμασίες άγωγών:	"
10.1 Επαρκεία δικτύου στις δοκιμασίες,	"
10.2 Υδραυλική δοκιμασία σε μικρό μήκος άγωγού,	"
10.3 Υδραυλική δοκιμασία σε μεγάλα τμήματα δικτύου,	15
10.4 Καθολική δοκιμασία δικτύων.	15

11.	Πληγήματα άντλιοστασίου καταθλίψιως	15
12.	Πληγήματα στό δίκτυο από χειρισμό δικλείδων έλέγχου ροής και ύδροληψιών:	16
12.1	Γενικότητες,	"
12.2	Έναλλακτικές λύσεις για μείωση ύδραυλικών κληγμάτων,	"
12.3	Υπολογισμός υπερπιέσεων,	17
12.4	Ταχύτητα μεταδόσεως ελαστικών κυμάτων,	18
12.5	Άπλουστευτικές παραδοχές,	19
12.6	Ένεργός χρόνος διακοπής της ροής,	21
12.7	Άντιπληγματικές συσκευές-άποφορτίσεως.	"
13.	Έξαγωγή και είσαγωγή άερος στό δίκτυο:	22
13.1	Γενικότητες,	"
13.2	Άπαγόρευση χρησιμοποίησεως ύδροληψιών σάν στομίων έξαγωγής άερος	"
13.3	Θέσεις έγκαταστάσεως συσκευών έξαγωγής άερος	23
13.4	Έπιλογή συσκευών έξαγωγής άερος	"
13.5	Έπιλογή συσκευών είσαγωγής άερος	"
13.6	Είσαγωγή άερος για άντιμετώπιση υπόπιέσεων ύδραυλικού κληγματος.	24
14.	Βελτιστοποίηση σωληνωτού άρδευτικού δικτύου:	"
14.1	Μέθοδος βελτιστοποίησεως,	"
14.2	Δαπάνες τών άγωγών,	25
14.3	Δαπάνες άντλιοστασίου,	"
14.4	Δαπάνες ήλεκτρικής ένεργείας,	26
14.5	Έτήσιες δαπάνες συντηρήσεως τών έργων	"
14.6	Άναγωγή δαπανών σέ άρχικό κεφάλαιο,	27
14.7	Διάρκεια ζωής και κατασκευής τών έργων.	"



Εξετάσιμα προβλήματα

Με το κείμενο που ακολουθεί επισημαίνονται τα επί μέρους προβλήματα των μελετών σωληνωτών αρδευτικών δικτύων. Με την επισημάνση επιδιώκεται να εξετασθούν στη μελέτη τα υπόψη προβλήματα σε βάθος, ώστε να δοθούν σωστός τεχνικές λύσεις, που να ανταποκρίνονται στην ιδιομορφία κάθε περιοχής, να εξυπηρετούν τον καλλιεργητή, να απαιτούν μικρές κατά το δυνατόν δαπάνες εκενδύσεων, να έχουν μικρές δαπάνες λειτουργίας, και να παρουσιάζουν επαρκή ασφαλεία.

Ετό κείμενο αυτό δέν περιλαμβάνονται οδηγίες για τα προβλήματα επιλογής των όριων του δικτύου κάθε άντλιοστασίου, χάραξης των άγωγών μέσα στα όρια κάθε δικτύου, ρυθμίσεως της λειτουργίας κάθε άντλιοστασίου. Επσημαίνονται μόνον ότι:

- η επιλογή των όριων κάθε δικτύου κρέκει να γίνεται ύστερα από έρευνα βελτιστοποιήσεως της όλικής δαπάνης κατασκευής και λειτουργίας, μετά από άναγωγή των επί μέρους δαπανών σε παρούσα αξία, λαμβανομένης υπόψη και της τοπογραφίας της περιοχής.
- η χάραξη των άγωγών μέσα στα όρια κάθε δικτύου έξαρτάται από τό μέγεθος των άγροτεμαχίων και την έφαρμογή ή μή άναδασμού των άγροτικών ιδιοκτησιών ή από τις έκτιμώμένες δυσχέρειες στην κατασκευή των έργων, σε συνδυασμό με τη μέθοδο άρδεύσεως και τις ιδιότητες του έδάφους.
- ό τρόπος ρυθμίσεως της λειτουργίας κάθε άντλιοστασίου πρέπει να καθορίζεται ύστερα από εξέταση των τοπικών συνθηκών (μεταξύ των οποίων ή ύπαρξη ύψηλών σημείων έδάφους για έγκατάσταση δεξαμενών ύδροϋσθήσεως του δικτύου ή ρυθμίσεως της λειτουργίας άντλιοστασίων, είτε ή δυνατότητα κατασκευής ύδατοπύργων κλπ), ώστε ό συνδυασμός δαπανών εκενδύσεως και λειτουργίας να είναι ό βέλτιστος.

2. Τύπος ύδραυλικών υπολογισμών

2.1 Χρήση του τύπου του COLEBROOK:

Για όλα τα ύλικά σωλήνων, οι ανά μονάδα μήκους γραμμικές απώλειες φορτίου (σε στήλη νερού) υπολογίζονται με τον τύπο

$$h_f = \frac{\lambda \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

.. // ..

όπου: D = ή έσωτερική (καθαρή, δηλαδή ή διάμετρος τής ύγρης διατομής) διάμετρος του άγωγού,

V = ή ταχύτητα του νερού,

g = ή έπιτάχυνση τής βαρύτητας,

λ = ό συντελεστής τριβών, που σε στροβιλώδη ροή και σωλήνες έτερογενούς τραχύτητας ύπολογίζεται από τή σχέση του COLEBROOK,

$$\frac{1}{\lambda} = -2 \log \left(\frac{K}{3,7D} + \frac{2,51}{R/\lambda} \right),$$

R = ό άριθμός του REYNOLDS,

K = ή ισοδύναμη απόλυτη τραχύτητα τής έσωτερικής έπιφανείας του σωλήνα.

Πιο πέρα από τό όριο τής μεταβατικής ροής (δηλαδή για μεγαλύτερες τιμές του R) έπιτρέπεται στή σχέση αυτή του COLEBROOK νά παραλείπεται ό προσθετός που έξαρτάται από τό R.

2.2 θερμοκρασία νερού:

Γιά τόν ύπολογισμό τής τιμής του άριθμού του REYNOLDS είναι εύλογο για τή χώρα μας νά λαμβάνεται θερμοκρασία νερού από 10 μέχρι 20 βαθμούς Κελσίου. Εέ κάθε περίπτωση πρέπει νά λαμβάνεται ή σωστή αντίστοιχη θερμοκρασία.

2.3 Ισοδύναμη απόλυτη τραχύτητα:

Οι τιμές τής ισοδύναμης απόλυτης τραχύτητας (K) έξαρτώνται από τό ύλικό, τόν τρόπο κατασκευής, τήν τυχόν έσωτερική προστασία τών σωλήνων, και όρίζονται ύστερα από παράλληλη έξέταση τών φυσικοχημικών ιδιοτήτων του νερού, που σχετίζονται με τή διάβρωση ή τήν έναπόθεση ίζημάτων στους σωλήνες.

Ευνιστάται (άν' συντρέχουν οι προϋποθέσεις) νά λαμβάνονται οι ακόλουθες τιμές ισοδύναμης απόλυτης τραχύτητας σωλήνων:

- Άγωγοί από σωλήνες σκληρού PVC, ύστερα από χρήση: K=0,05 μέχρι 0,1mm

- Άγωγοί από σωλήνες άμιαντοτσιμέντου, ύστερα από χρήση..... :K=0,2 μέχρι 0,5mm

- Άγωγοί συγκολλημένοι χαλύβδινοι, ύστερα από χρήση:K=0,4 μέχρι 2 mm

- Άγωγοί από σωλήνες χυτοσιδήρου, ύστερα από χρήση: K=1 μέχρι 1,5mm

- Άγωγοί από σωλήνες σκυροδέματος, ύστερα από χρήση:K=0,5 μέχρι 2,5mm

Επίς ύπολογιζόμενες γραμμικές άπώλειες φορτίου, με έφαρμο-

.. // ..



των ανωτέρω τιμών του Κ, περιλαμβάνονται οι απώλειες στους αρ-
 συνδέσεως των σωλήνων. Ο Μελετητής μπορεί να προτείνει και
 ορτικές τιμές για το συντελεστή Κ, εάν η πρόταση στηρίζεται
 κατάλληλες μετρήσεις που να αναφέρονται στις συνθήκες λειτουρ-
 του συγκεκριμένου δικτύου. Πάντως σχετικά θα έγκρινει η Υπή-
 α του Έργοδότη. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να εκλέγεται και
 τιολογείται η σωστή τιμή του Κ, για λειτουργία του έργου σ' ό-
 τή διάρκεια ζωής του.

τικές απώλειες φορτίου:

υπόψη γραμμικές απώλειες αυξάνονται κατά ένα ποσοστό, για συνυπο-
 λομό των τοπικών απωλειών φορτίου. Το ποσοστό αυτό δεν πρέπει να
 βάνεται μικρότερο από 10 μέχρι 15%. Το ποσοστό αυτό μπορεί να
 τιμηθεί σε αντιπροσωπευτικά μεγάλη διαδρομή, κατά μήκος του κυρί-
 ή των κυρίων άγωγών του δικτύου, ύστερα από υπολογισμό των τοπι-
 απωλειών.

παροχές υδραυλικού υπολογισμού και συσκευές υδροληψίας

ηση του τύπου του CLEMENT:

περίπτωση λειτουργίας "κατά ζήτηση", οι παροχές στο δίκτυο υπολο-
 ονται από τον αριθμό των εγκατεστημένων στοιμίων υδροληψίας βάσει
 ο στατιστικού τύπου

$$N \cdot p + u \sqrt{N \cdot p(1-p)} \quad (\text{1ος τύπος του CLEMENT})$$

ου: Χ = ο αριθμός των στοιμίων που λειτουργούν ταυτόχρονα,

N = ο συνολικός αριθμός των εγκατεστημένων στοιμίων,

p = η μέση πιθανότητα λειτουργίας των στοιμίων,

u = συντελεστής που εξαρτάται από την ποιότητα λειτουργίας
 του δικτύου.

ιότητα λειτουργίας του δικτύου είναι η πιθανότητα να λειτουργούν
 πολύ τὰ υπολογιζόμενα, με τον ανωτέρω τύπο, Χ στόμια υδροληψίας.

έφαρμογή του τύπου αυτού σε ένα τυχόν σημείο του δικτύου έχει σαν

οτέλεσμα τον περιορισμό της διοχετευτικότητας, και μειώνει την

ιότητα λειτουργίας στην κεφαλή του δικτύου. Ο αριθμός των περιορι-

ων δεν πρέπει να γίνεται πολύ μεγάλος, για να μην έχει σαν αποτέ-

σμα τή μείωση της ποιότητας λειτουργίας στην κεφαλή ή σε οποιοδή-

ποτε άλλο σημείο του δικτύου κάτω από το 90%.

πό θεωρητικές εφαρμογές προέκυψε ότι, για 20 περιορισμούς (δηλαδή

ο εφαρμογές του τύπου) με ποιότητα λειτουργίας 99% (δηλ. τιμή

2,324) η ποιότητα στην κεφαλή δεν πέφτει συνήθως κάτω από το

98%. Αν οι περιορισμοί γίνουν 40, τότε η ποιότητα λειτουργίας στην

κεφαλή του δικτύου παραμένει πάνω από 90%, αν ο τύπος εφαρμοσθεί με

ποιότητα λειτουργίας 99,9% (δηλ. τιμή u = 3,09).

τά τὰ πρώτα από το τέρμα του δικτύου 10 μέχρι 12 τουλάχιστο στόμια

υδροληψίας, η παροχή των άγωγών υπολογίζεται προσθετικά.

3.2 Πιθανότητα λειτουργίας των στομιών ύδροληψίας:

Η μέση πιθανότητα (p) λειτουργίας των στομιών ύδροληψίας, που υπάρχει στον τύπο του CLEMENT, πρέπει να ορίζεται βάσει των ειδικών κατά περίπτωση συνθηκών. Υπολογίζονται οι απαιτήσεις σε νερό της περιοχής του άρδευτικού δικτύου κατά τους μήνες της άρδευτικής περιόδου, βάσει του προγράμματος καλλιεργειών. Χρησιμοποιούνται προς τούτο έδαφολογικά και γεωπονικά κριτήρια και λαμβάνονται υπόψη η μέθοδος διανομής του νερού στον άγρο (όπως ο καταλιονισμός ή έπιφανειακή άρδευση, ή κατά σταγόνες άρδευση) και οι εκτιμώμενες απώλειές του. Οι απώλειες νερού στον άγρο εκτιμώνται συνήθως στα εξής ποσοστά της παρεχόμενης ποσότητας

- στην περίπτωση καταλιονισμού ποσοστό 15%.

- στην περίπτωση έπιφανειακής άρδευσεως ποσοστό 25%.

Δέν πρέπει όμως να αποκλείονται διαφορετικές εκτιμήσεις. Αντίθετα πρέπει να ορίζονται τά ποσοστά αυτά ύστερα από έρευνα των έδαφικών συνθηκών, και να γίνεται σχετική δικαιολόγηση.

Γιά τό μήνα της μεγαλύτερης απαιτήσεως νερού:

α) Εκτιμάται ο μεγαλύτερος εύλογος χρόνος (T) των άρδευσεων, δηλαδή από τή χρονική διάρκεια του μήνα αφαιρούνται τά χρονικά διαστήματα, για τά οποια είναι εύλογο να γίνει δεκτό ότι δέν γίνεται άρδευση. Εξετάζονται π.χ (χωρίς να έπιπροστίθενται υποχρεωτικά) οι ήμέρες άργίας, οι ήμέρες ισχυρών ανέμων, οι καύσωνες, ο χρόνος που απαιτείται για μετάβαση στους άγρους από τον τόπο κατοικίας, ο χρόνος μεταφοράς του κινητού ύλικου. Έπισημαίνεται έδώ ότι η άρδευση γίνεται κατά "άρδευτικούς κύκλους", που η διάρκειά τους έξαρτάται, έκτός από τίς απαιτήσεις νερού, από τήν ικανότητα του έδάφους να συγκρατεί νερό και ^{από} τό πάχος του ριζοστρώματος (δηλαδή από τό είδος της καλλιεργείας). Συνήθως γίνεται δεκτή μέση διάρκεια άρδευσεως 16 ή 18 ώρων κατά τό 24ωρο. Δέν πρέπει όμως να αποκλείεται η παραδοχή μεγαλύτερου αριθμού ώρων. Αντιθέτως πρέπει να έρευνάται ποιά είναι η σωστή διάρκεια, για τήν υπόψη μέθοδο άρδευσεως, διότι η διάρκεια αυτή σχετίζεται με τό μέθος των απαιτούμενων επενδύσεων κατασκευής των έργων.

β) Υπολογίζεται η μέση συνεχής καροχή (Q) κάθε στομιού, βάσει της απαιτούμενης ποσότητας νερού, του άνωτέρω χρόνου T, και του κλάδους των στομιών του δικτύου.

γ) Υπολογίζεται ο απαιτούμενος χρόνος συνεχούς και ταυτόχρονης λειτουργίας (T) όλων μαζί των στομιών του δικτύου, με τήν πραγμα-

ή τους (έγκατεστημένη-ΕΟΡΗΠ.Ε) παροχή (α), που απαιτείται για κάλυψη των απαιτήσεων κατά τον υπόψη κρίσιμο για τις άρδεύ-
σε μήνα.

μέση πιθανότητα λειτουργίας (p) του κάθε στομίου, για τό μήνα
μεγαλυτέρων απαιτήσεων, ορίζεται ο λόγος $\mu = \frac{\tau}{\bar{t}} = \frac{d_0}{d}$, όπου οι
υπολογισμοί έχουν τη σημασία που τους δόθηκε στα άνωτέρω έδάφια
β, γ.

έγκατεστημένη παροχή α πρέπει να είναι μεγαλύτερη της
της συνεχούς παροχής δσ του στομίου, και δη έπαρκώς ώστε να δια-
στέλλεται η άδόμευτη και ζήτηση λειτουργία και η δυνατότητα έπι-
γής καλλιεργείας, από τό όλο πρόγραμμα των καλλιεργειών. Η πα-
ρή αυτή α πρέπει όπωσδήποτε να έπαρκει για την άρδευση της πιο
αιτητικής καλλιεργείας τού προγράμματος.

ήν περίπτωση κατατόνισμού η παροχή α πρέπει επίσης να έπαρ-
ει για τη λειτουργία των έκτοξευτών. Έπομένως πρέπει να έξετά-
νται και τά χαρακτηριστικά στοιχεία τού κινητού όλικού (διάτα-
ξη, αριθμός, παροχή έκτοξευτών ή ένταση βροχής, που σχετίζεται
τή φύση τού έδάφους).

ήν περίπτωση έπιφανειακής ή άλλης μεόδου διανομής τού νερού
πρός άγρους, πρέπει η παροχή α να άνταϊκρίνεται στις απαιτήσεις
της μεόδου.

ο άντίστροφο της μέσης πιθανότητας p (δηλαδή τό $\frac{1}{p}$) είναι μέτρο της
λευθερίας των καλλιεργητών στό να έκλέγουν τό χρόνο άρδέυσεως
και τό είδος της καλλιεργείας. Σε μεγαλύτερες τιμές τού $\frac{1}{p}$ άντι-
τοιχεί μεγαλύτερη έλευθερία των καλλιεργητών.

λευθερία ή με περιορισμούς ζήτηση νερού:

έν πρέπει να λαμβάνεται ως ύποχρεωτική ή έλεύθερη από περιορι-
σμούς ζήτηση.

ήν περίπτωση έλεύθερης ζήτησεως νερού, η καλή άνταϊόκριση τού
δικτύου έξαρτάται:

α) από την ευστοχη έπιλογή των καλλιεργειών και τό σωστό ύπολο-
γισμό των απαιτήσεων νερού (βάσει έδαφολογικών και γεωπονικών
κριτηρίων)

β) από τόν ευστοχο καθορισμό της μέσης πιθανότητας λειτουργίας
των στομίων, ύστερα από παράλληλη έξέταση:

- των συγγραίων στις δαπάνες κατασκευής τού δικτύου (μεγαλύτε-
ρη τμήση τού α έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερες αρχικές δαπά-
νες επενδύσεών),
του μεγέθους της άρδευτικής μονάδας,

- των συνηθειών των καλλιεργητών,
- της καλώς έννοουμένης εύκολιάς στις άρδεύσεις.

(γ) Από τη μέτρηση της καταναλώσεως νερού και την βάση του δικού επιβάρυνση των καλλιεργητών.

3.3.2 Στην περίπτωση που επιδιώκεται οπωσδήποτε οικονομία στις άρχικες επενδύσεις εστω και σε βάρος της εύκολιάς των άρδεύσεων ή/ούντρέχουν άλλοι λόγοι, (όπως αν εκτιμάται ως βραδεία ή εξέλιξη χρησιμοποίησεως του δικτύου) συνιστάται να προβλέπονται περιορισμοί στη ζήτηση. Η έγκατεστημένη παροχή α (δηλαδή τό MODULE) πρέπει οπωσδήποτε να έπαρκει για την άρδευση της πιο απαιτητικής καλλιεργείας του προγράμματος. Οι παροχές όμως των άγωγών και του άντλιοστασίου συνιστάται να όρίζονται βάσει προγραμματισμένης λειτουργίας των στομιών, ικανής να άνταποκριθεϊ σε ένα εύλογο καλλιεργητικό πρόγραμμα (που δεν πρέπει να ταυτίζεται υποχρεωτικά με τό μέσο πρόγραμμα της ευρύτερης περιοχής), με σωστά έκλεγμένη χρονική διάρκεια των άρδεύσεων. Επισημαίνεται έδω η άβεβαιότητα που υπάρχει στην εκτίμηση των απαιτήσεων των φυτών και στο οπωσδήποτε πρόγραμμα καλλιεργειών και τη μελλοντική τεχνική των άρδεύσεων. Όπως είναι προφανές, οι περιορισμοί παροχής και συνεπώς έλευθερίας του καλλιεργητού, που επιβάλλονται για τό μήνα των μεγάλων απαιτήσεων νερού σε καθεστώς πλήρους ανάπτυξεως των άρδεύσεων στην περιοχή του ύπόψη δικτύου, άμβλύνονται στους άλλους μήνες της άρδευτικής περιόδου και μάλιστα στα πρώτα χρόνια από την κατασκευή του δικτύου. Η αύξηση χρησιμοποίησεως των άρδευτικών δικτύων καταιονισμού, σε πολλές περιπτώσεις, υπήρξε τόσο βραδεία ώστε να έχουν απαιτηθεϊ 10 με 15 χρόνια για χρησιμοποίηση της έγκατεστημένης δυναμικότητας σε ποσοστό 80%.

Τό με προγραμματισμένη λειτουργία σύστημα καταιονισμού πρέπει να έχει σχεδιαστεϊ ούτως ώστε να είναι εύχερης ή ένί-σχυση του για έπαρεια στην κατά ζήτηση λειτουργία.

3.3.3 Εάν γίνει αποδεκτό, ότι η παροχή εύκολιών στον καλλιεργητή θα επιταχύνει την εξέλιξη των άρδεύσεων, τότε η πρόκριση μεταξύ των λύσεων έλευθερης ή με περιορισμούς ζήτησεως είναι εύλογο να αποτελέσει άγτικείμενο τεχνικο-οικονομικής διερευνήσεως.

Η εξέλιξη, όμως, των άρδεύσεων εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, που μπορούν να έχουν ανασταλτική επίδραση.

4. Συσκευές ύδροληψίας:

(α) Η πίεση που πρέπει να εξασφαλιστεί στα ανάντη των ύδροληψιών εξαρτάται:

- από τις απώλειες στους κινητούς ή μόνιμους αγωγούς μεταφοράς μέχρι τις θέσεις χρησιμοποίησης του νερού,
- από την απαιτούμενη πίεση για εφαρμογή της μεθόδου άρδεύσεως, όπως π.χ. η απαιτούμενη μέση πίεση για την καλή λειτουργία των έκτοξευτών στην περίπτωση εφαρμογής συστήματος καταιονισμού.



- από τις ύψομετρικές διαφορές στην αρδευτική μονάδα,
 - από τις τοπικές απώλειες στις-συσκευές ύδροληψίας.
- Υδροληψίες με διατάξεις όγκομετρήσεως και αυτόματοποιημένης ρυθμίσεως (πιέσεως και παροχής) πρέπει να προβλέπονται ύστερα από στάθμιση των πλεονεκτημάτων από τη χρησιμοποίηση αυτών των συσκευών σε σχέση με την οικονομική επιβάρυνση που προκαλούν. Ρύθμιση πιέσεως πρέπει να προβλέπεται μόνο εάν απαιτείται για τη λειτουργία του περιοριστού παροχής ή για την καλή λειτουργία των συστημάτων διανομής του νερού στους αγρούς.

Θά μπορεί να ληφθούν και δυσμενέστερες παραδοχές, όσον αφορά στη διαθέσιμη πίεση για τις υψηλότερα κείμενες αρδευτικές μονάδες, εάν έτσι προκύπτει αξιόλογη οικονομία στην κατασκευή του δικτύου και στη λειτουργία του.

Επιτρεπόμενες ταχύτητες

Οι μέγιστες κατά έσωτερική διάμετρο επιτρεπόμενες ταχύτητες λαμβάνονται οι ίδιες για όλα τα υλικά των σωλήνων.

Οι συνήθεις τιμές τους είναι οι εξής:

- μέχρι και 125 χλστ.....	ταχύτητα 1,55 μ/δλ
- από 125 μέχρι και 175 χλστ.....	" 1,85 "
- από 175 μέχρι και 350 χλστ.....	" 2,00 "
- από 350 μέχρι και 450 χλστ.....	" 2,10 "
- από 450 μέχρι και 600 χλστ.....	" 2,20 "
- από 600 μέχρι και 800 χλστ.....	" 2,30 "
- από 800 μέχρι και 1000 χλστ.....	" 2,40 "
- άνω των 1000 χλστ.....	" 2,50 "

Οι επιτρεπόμενες ελάχιστες ταχύτητες λαμβάνονται κατά κανόνα για όλες τις διαμέτρους ίσες με 0,50 μ/δλ. Για διαμέτρους μεγαλύτερες των 600 χλστ. μπορεί να γίνουν δεκτές ελάχιστες ταχύτητες ίσες με 0,70 μ/δλ.

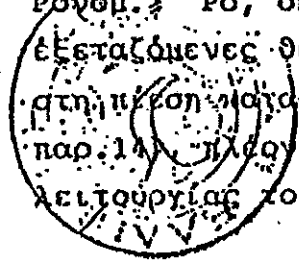
Κλάση σωλήνων

1. Επιλογή κλάσεως και έλεγχος:

1.1 Η ονομαστική πίεση (Ρονομ.), δηλαδή η μέγιστη πίεση που μπορεί συνεχώς να υφίσταται ο σωλήνας, ή αλλιώς η κλάση των σωλήνων, πρέπει κατ'άρχην να πληροί τη σχέση:

$$P_{\text{ονομ.}} \geq P_0$$

όπου P_0 είναι η μέγιστη υδροστατική πίεση στις εξέταζόμενες θέσεις των σωλήνων, ή οποία αντιστοιχεί στη βελτιστή πίεση για αθλίψης του δικτύου (που καθορίζεται βάσει της παρ. 1.4.1) ή την πίεση που απαιτείται για τη ρύθμιση της λειτουργίας του αντλιοστασίου.



(β) Εάν η υπερπίεση οφείλεται σε δικλείδα διακοπής της ροής, στην περίπτωση ρυθμιζομένου με παροχόμετρο άντλιοστασίου, αντί της υδροστατικής πίεσης P_0 χρησιμοποιείται, αναλόγως της διακοπιτομένης παροχής, η πίεση P_0 ή η υδροστατική πίεση P'_0 , που αντιστοιχεί στη μέγιστη πίεση λειτουργίας των κυρίων άντλιών.

5.1.3 Πρέπει επίσης η άντοχή των σωλήνων να είναι έπαρκής για τις δοκιμασίες της παραγράφου 10.

5.2 Έλεγχος στατικής έπαρκειας της κλάσεως:

Ετήν περίπτωση που υπάρχουν αμφιβολίες για την από στατικής άποψως (άντοχής) έπαρκεια της κλάσεως των σωλήνων που προέκυψε ως άνωτέρω (έδαφιο 5.1), ή έκλογή της κλάσεως (κυρίως για τους σωλήνες μεγάλης διαμέτρου) θα όριστικοποιηθεί αφού γίνει και ο έλεγχος αυτός από άποψων άντοχής και κρημορφώσεως.

Κατά τόν έλεγχο αυτό.

(α) συνεχετάζονται η έσωτερική υδραυλική πίεση (έδαφιο 5.1) και οι έξωτερικές φορτίσεις από μόνιμα και κινητά φορτία (π.χ. φόρτιση γαιών όρύγματος, επιφόρτιση γαιών, επιφόρτιση κινητών φορτίων).

(β) λαμβάνονται υπόψη

- η έλαστική συμπεριφορά των σωλήνων σε συνδυασμό με την έλαστική συμπεριφορά της έδράσεως και του έδαφικού ύλικου έγκλιωτισμού,
- τά γεωμετρικά στοιχεία του όρύγματος,
- οι ιδιότητες του έδαφικού ύλικου, που σχετίζονται με την πρόκληση ή μεταβίβαση φορτίσεων,
- η έποχιακή μεταβολή στάθμης του ύπογειου νερού,
- η άντοχή του έδάφους και τό ένδεχόμενο διαφορικών καθιζήσεών.



(γ) Έρευνάται η παραμόρφωση της κυκλικής διατομής:

- για να διαπιστωθεί ότι δεν θα προκύψουν δυσμενή αποτελέσματα από τις επαναλαμβανόμενες μεταβολές της εσωτερικής υδραυλικής φορτίσεως,
- για να διαπιστωθεί ότι συντρέχουν οι προϋποθέσεις άντοχής των προστατευτικών επενδύσεων των σωλήνων (όπου προβλέπονται).

Ελαχίστη επιτρεπτή κλάση:

Δέν εκλέγεται, συνήθως, κλάση μικρότερη των 10 ατμοσφαιρών.

Έκ παραλλήλου προς τὰ άνωτέρω, για να εκλεγεί η κλάση των σωλήνων, έξετάζονται η θερμοκρασία του νερού και του εδάφους (όπου συντρέχει περίπτωση).

Σώματα άγκυρώσεως

Τά σώματα άγκυρώσεως και γενικά η άγκύρωση των άγωγών πρέπει να έπαρκοyn τόσο σε συνθήκες λειτουργίας, όσο και σε συνθήκες δοκιμασίας.

Έκλογή του ύλικου κατασκευής των σωλήνων

Χρήση του κριτηρίου κόστους:

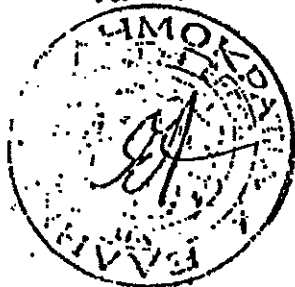
Για την έπιλογή του ύλικου κατασκευής των σωλήνων γίνεται χρήση του κριτηρίου κόστους, (για τό όποιο γίνεται λόγος στην παρ:β), και έξετάζονται έκ παραλλήλου οι ιδιότητες εδάφους και νερού.

Έξέταση ιδιοτήτων εδάφους και νερού:

Παράλληλα με τό κόστος έξετάζονται οι ιδιότητες εδάφους και νερού όπως:

- Τό ένδεχόμενο χημικής προσβολής του ύλικου των σωλήνων από τό έδαφος, για την αντιμετώπιση του όποιου δυνατόν να άπαιτούνται σημαντικές δαπάνες για προστατευτικά μέτρα,

.. // ..



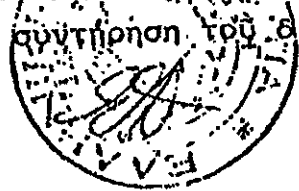
- οι έδαφομηχανικές ιδιότητες του έδαφους για άσφαλή έδραση τών άγωγών και παραλαβή τών δυνάμεων πού αναπτύσσονται στά σημεΐα άλλαγής κατευθύνσεως ή διατομής,
- τό ένδεχόμενο διαφορετικών καθιζήσεων ή ο κίνδυνος σοβαρών καθιζήσεων σέ περίπτωση διαφυγών νερού,
- ή στάθμη του ύπογειου νερού και ή θερμοκρασία κατά τό χρόνο έγκαταστάσεως,
- ή τάση του νερού για διάβρωση του ύλικού ή έναπόθεση ίζημάτων.

7.3 Δυνατότητα ύποβολής προσφορών με διαφορετικά ύλικά:

Άνεξάρτητα από τά συμπεράσματα της άνωτέρω έρευνας για την έκλογή του ύλικού, τά οικονομικά τεύχη της μελέτης (περιλαμβανομένων τών προδιαγραφών) πρέπει νά συντάσσονται έτσι ώστε, κατά τή δημοπράτηση τών έργων, νά είναι έπιτρεπτή ή ύποβολή προσφορών με διαφορετική έπιλογή ύλικών από την προβλεπόμενη στό τεχνικό μέρος της μελέτης, για δοκιμα ύλικά, πού οι ιδιότητές τους τά καθιστούν κατάλληλα και άποδοτικά για την έκείναι περίπτωση.

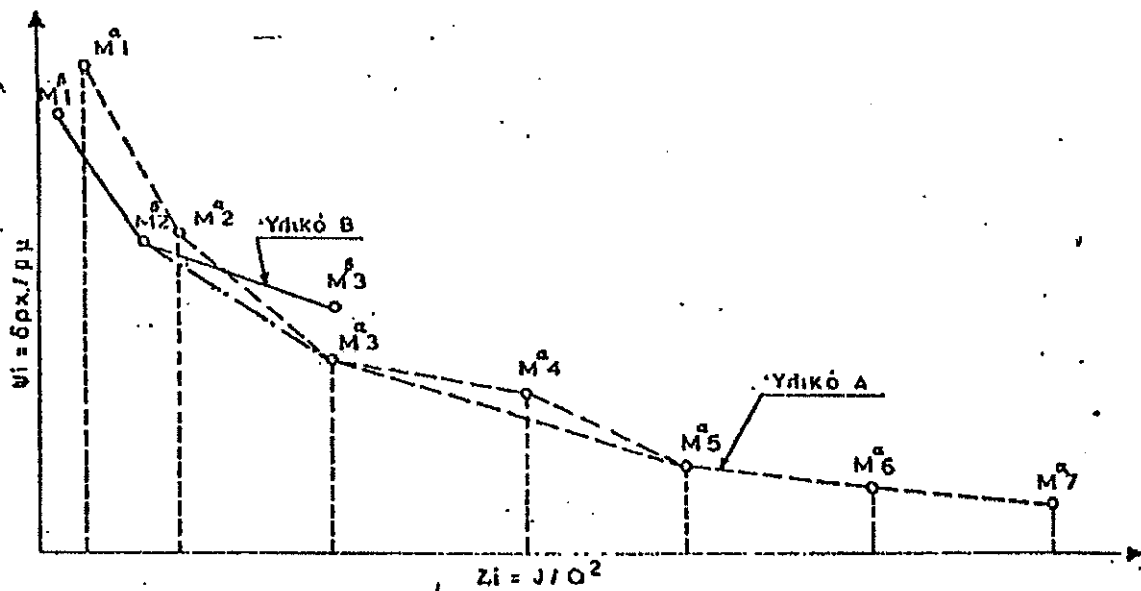
8. Περιορισμός του πλήθους τών σωλήνων, πού θά χρησιμοποιηθούν στό δίκτυο.

Κάθε σωλήνας (M1) χαρακτηρίζεται από την καθαρή έσωτερική διάμετρο D1, τό ύλικό, την κλάση, τό είδος έπενδύσεως, τό νόμο ύπολογισμού τών άπωλειών φορτίου ανά τρέχον μέτρο J1 (Q) πού είναι συνάρτηση της παροχής Q, και τέλος από τό ανά μέτρο μήκος κόστος (Ψ1) της σωληνώσεως. Στό κόστος Ψ1 περιλαμβάνονται οι δαπάνες προμηθείας σωλήνων και συνδέσμων, ή δαπάνη άλλης τυχόν απαιτούμενης προστασίας, ή δαπάνη έγκαταστάσεως τών σωλήνων (πλήν της δαπάνης τών χωματιμών, πού έξαρτάται από τό μεταβλήτό βάθος έγκαταστάσεως και τή φύση τών έδαφών και συνεπώς μπορεί νά οδηγήσει σέ άνεδαφικά συμπεράσματα). Όπου ή χρήση σωλήνων πού δέν μεταβιβάζουν κατά μήκος του άγωγού έφελκυστικές άξονικές δυνάμεις έχει σαν αποτέλεσμα σημαντική δαπάνη για άγκυρώσεις, ή δαπάνη αυτή συνεντιμᾶται, ώστε νά είναι δυνατή ή σύγκριση με τούς σωλήνες πού μπορούν νά μεταβιβάζουν τίς άξονικές αυτές δυνάμεις. Η χρήση μεγάλου πλήθους σωλήνων (με την άνωτέρω σημασία) στό δίκτυο είναι τελικά άντιοικονομική, διότι έχει ως αποτέλεσμα τή χρήση μεγάλης ποικιλίας ειδικών τεμαχίων και έξαρτημάτων, και έτσι τόν πολλαπλασιασμό τών κατασκευαστικών προβλημάτων, την άπώλεια χρόνου στην κατασκευή και τέλος τή διατήρηση μεγάλων άποθεμάτων ύλικού για συντήρηση του δικτύου.



Από το μεγάλο πλήθος των τυποποιημένων σωλήνων, που μπορεί να χρησιμοποιηθούν στο δίκτυο που μελετάται (σύνολο ή μέρος περιλήψης ενός δικτύου), πρέπει να εκλέγεται ένας αριθμός σωλήνων, αφού αποκλειστούν οι σωλήνες που η χρήση τους δεν έχει αξιόλογο οικονομικό αποτέλεσμα στο κόστος του δικτύου.

Για την επιλογή της σειράς (S) των σωλήνων, που θα χρησιμοποιηθεί τόν υπολογισμό βελτιστοποίησης του δικτύου υποδεικνύεται η κατωτέρω μέθοδος, χωρίς να αποκλείεται η χρησιμοποίηση (ύστερα από επαρκή αιτιολόγηση) οποιασδήποτε άλλης δοκιμής μεθοδολογίας. Για την επιλογή της σειράς S των σωλήνων, τόν περιορισμό τού πλήθους των σωλήνων και τόν καθορισμό των όρων χρησιμοποίησης κάθε ύλιου, κατασκευάζεται τό κατωτέρω διάγραμμα. Με τεταγμένες τις τιμές κόστους Ψ_i ανά μέτρο μήκους σωληνώσεως και τετημένες τις τιμές της παραμέτρου $Z_i = \frac{J}{Q^2}$, απεικονίζονται τά παραστατικά σημεία M_i κάθε σωλήνα M_i της σειράς σωλήνων S, όπως φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Ακολούθως χαράσσεται για κάθε ύλικό ή πολυγωνική γραμμή που όριζεται από τά διαδοχικά σημεία M_i . Η άνωτέρω πολυγωνική έχει τά κοίλα της προς τά πάνω.

Για τις διαμέτρους που τελικά θα εκλεγούν, όλες οι κλίσεις τών διαδοχικών τμημάτων της πολυγωνικής πρέπει να είναι φθίνουσες. Ένα σημείο (διάμετρος) ικανοποιεί τόν άνωτέρω κανόνα σημείο M_4^a π.χ. στο διάγραμμα τότε η διάμετρος αυτή δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί, διότι για τήν ίδια τιμή της παραμέτρου Z χρησιμοποιώντας τούς σωλήνες M_3^a και M_5^a επιτυγχάνουμε τό μικρότερο δυνατό κόστος.

.. // ..

*Όπου οι κλίσεις δύο διαδοχικών εύθυγράμων τμημάτων της υπόψη πολυγωνικής γραμμής διαφέρουν ελάχιστα μεταξύ τους, ο ενδιάμεσος σωλήνας μπορεί να παραλείπεται (π.χ. ο σωλήνας M_5^A , στο διάγραμμα). Οι υπόψη πολυγωνικές γραμμές προσδιορίζουν επίσης από κοινή διάμετρο και μετά πρέπει να αλλάξει το υλικό.

Για τις συνθήκες π.χ. του διαγράμματος το υλικό Β χρησιμοποιείται στις διαμέτρους M_1 και M_2 ενώ το Α χρησιμοποιείται για τις μικρότερες διαμέτρους. Επειδή, σε περίπτωση υπολογισμού των γραμμικών απωλειών με τον τύπο του COLEBROOK, οι τιμές της παραμέτρου λ δεν είναι παντελώς ανεξάρτητες της παροχής, πρέπει οι τιμές αυτές να υπολογίζονται για τη μέγιστη επιτρεπτή ταχύτητα.

Εγκατάσταση των σωλήνων

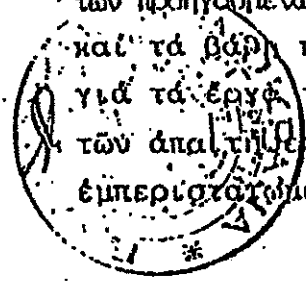
Κλίσεις και βάθος τοποθέτησεως:

(α) Για να διευκολύνεται ή μετακίνηση των φυσαλίδων αέρος πρέπει να επιδιωκούνται, σε συνδυασμό με την απαίτηση του εδάφους (β), κατά μήκος κλίσεις των αγωγών όχι μικρότερες από τις εξής, αναλόγως με την περίπτωση φορᾶς:

- Άνερχόμενοι αγωγοί κατά τη φορά ροῆς
ελάχιστη κλίση..... 1^ο/100,
- Κατερχόμενοι αγωγοί κατά τη φορά ροῆς
ελάχιστη κλίση..... 4^ο/100,
- Άγωγοί, όπου το νερό προβλέπεται να κυκλοφορεί κατά τις δύο φορές, ελάχιστη κλίση..... 4^ο/100.

(β) Πρέπει επίσης να επιδιώκεται μικρό βάθος εγκαταστάσεως των αγωγών. Σε δυσμενεῖς, για τις έκσκαφές, εδαφικές συνθήκες ή σε υψηλή στάθμη υπογείου νερού, το βάθος έκσκαφῆς δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2,20 έως 2,50 μέτρα, με επικάλυψη πάχους τουλάχιστον 1,00 με 1,20 μέτρων, ώστε να μη παρακωλύεται η ἔργασία των γεωργικών μηχανημάτων και να προστατεύονται οι αγωγοί από κινητά φορτία και παγετό.

(γ) Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να ἔχουν συνεκτιμηθεῖ οι ἀπαιτήσεις των προηγουμένων ἐδαφίων με τις εἰδικές συνθήκες, ὥστε οι κλίσεις και τὰ βάθη που καθορίζονται τελικά νὰ εἶναι τὰ βέλτιστα γιὰ τὰ ἔργα τῆς υπόψη περιοχῆς, (ἔστω και με τροποποίηση τῶν ἀπαιτήσεων τῶν προηγουμένων ἐδαφίων, ὕστερα ὁμως ἀπὸ ἐμπεριστατωμένη αἰτιολόγηση).



Έδραση σωλήνων:

(α) Ετόν κυψίλινα τοῦ ὀρύγματος διαστρώνεται ἄμιος σέ πάχος 10 ἢ 20 ἐπι, εἴτε τὸ ἔδαφος εἶναι γαιῶδες εἴτε βραχώδες (σέ γαιῶδες ἔδαφος τὸ πάχος τοῦτο δέν ὑπερβαίνει συνήθως τὰ 10 ἐπι).

Ἐπιπλέον τὸ ὀρυγμα ἐπιχωματώνεται σέ διαδοχικὲς στρώσεις, μέχρι 30 ἕως 50 ἐπι. ἀνεξόχως τῆς διαμέτρου πάνω ἀπὸ τὸν σωλήνα, μὲ χῶμα χωρὶς πέτρες ἢ μὲ ἄμμο, ἐάν τὸ χῶμα εἶναι ἀκατάλληλο.

Τὸ χῶμα συμπιέζεται κατὰ στρώσεις στή μιὰ καὶ τὴν ἄλλη πλευρὰ τοῦ σωλήνα, ὥστε τὸ καλὰ συμπιωνώμενο ὑλικὸ νὰ περιορίζει τὴν παραμόρφωση ἀπὸ τὰ κατακόρυφα φορτία τῆς κυκλικῆς διατομῆς (κυρίως στήν περίπτωση εὐκάμπτων σωλήνων).

Ἐπὶ τὴν περίπτωση καὶ ἀπαιτεῖται βελτίωση τοῦ ἔδαφους ἐδράσεως, κάτω ἀπὸ τὸ ὑπόστρωμα τῆς ἄμμου διαστρώνεται ἀμμοχάλικο καὶ σταθεροποιεῖται μὲ συσκευὴ συμπιωνώσεως κατάλληλου τύπου.

Τὸ ὑπόλοιπο τοῦ ὀρύγματος γεμίζεται μὲ κατάλληλα προϊόντα ἐκσκαφῆς. Ἐπὶ τὴν περίπτωση ἰλυωδῶν ἢ τυρφοδῶν ἔδαφῶν μὲ μεταβλητὴ στάθμη ὑπογείου νεροῦ, ἀν ὑπάρχουν ἀμφιβολίες, πρέπει νὰ ἐξετάζεται ἡ σκοπιμότητα χρησιμοποίησεως διαβαθμισμένης ἄμμου.

(β) Σέ κάθε περίπτωση συνεξετάζονται οἱ ἀπαιτήσεις γιὰ τὴ στατική συμπεριφορὰ τῶν σωλήνων (ἀντοχὴ καὶ παραμόρφωση) μὲ τὴν ἰδιότητα τοῦ ἔδαφους (στήν ἔδραση καὶ τὴν παρείς τοῦ ὀρύγματος) καὶ τὴν στάθμη τοῦ ὑπογείου νεροῦ καὶ προτείνεται ὁ σωστός τρόπος ἐδράσεως τῶν σωλήνων, ἔστω καὶ κατὰ τροποποίηση τῶν ὑποδείξεων τοῦ ἔδαφίου (α).

Ἐκκαθάριση σωλήνων μὲ τάφρους:

Πρέπει γενικὰ νὰ προτείνονται λύσεις ποὺ δέν ἔχουν σάν ἀποτελέσματα μεγάλα βάθη ἐκσκαφῆς γιὰ τὴν ἐγκατάσταση τῶν ἀγωγῶν.

Ἐπὶ τὴν περιοχὴ διέλευσεως κάτω ἀπὸ τάφρο πρέπει νὰ ἐπενδύεται ἡ τάφρος μὲ σκυρόδεμα στόν κυψίλινα.

Ἐάν ὑπόγειος ἀγωγὸς εἶναι ἐγκατεστημένος παράλληλα σέ τάφρο καὶ ἔχει διακλάδωση ὑδροδοτήσεως ὑδροληψίας ἐκεῖθεν τῆς τάφρου, πρέπει νὰ ἀποφύγεται (κατὰ τὸ δυνατό) ἡ διέλευση μὲ μορφὴ

ἄκονα. Πρέπει σὲ τὴν περίπτωση αὐτὴ νὰ ἐκτιμηθοῦν οἱ κίνδυνοι

ἐμφράξεως τοῦ ἄκονα ἀπὸ τὴν καθίζηση τῶν αἰωρουμένων φερτῶν ὑλῶν. Γιὰ τάφρους μὲ μικρὸ βάθος, μπορεῖ νὰ γίνει ἡ γεφύρωση

της τάφρου με το κινητό ύλικό. Για τάφρους με μεγάλο βάθος, πρέπει να εξειιάζεται αν είναι πιο οικονομική ή διέλευση κάτω από την τάφρο ή η πρόβλεψη υπογείων άγωγών παράλληλα σε κάθε τάφρο.

9.4. Σύνδεση σωλήνων στις θέσεις τεχνικών έργων και δυνατότητα αποσυναρμολογήσεως συσκευών:

9.4.1. Για την αντιμετώπιση διαφορικών καθιζήσεων μεταξύ σωλήνων και τεχνικών έργων (π.χ. φρεατίων δικλείδων, σωμάτων άγκυρώσεως, κλι), όταν προ- κείται για σωλήνες από άμμαντοτσιμέντο ή από άλλο ύλικό αναλόγου ελαστικής συμπεριφοράς, πρέπει να παρεμβάλλεται τεμάχιο σωλήνα μικρού μήκους (π.χ. 1 μέτρου), μεταξύ του τμήματος του σωλήνα που εξέχει από το τεχνικό έργο και του υπολοίπου άγωγού (για πρόσδοση εύκαμψίας στη σύνδεση).

9.4.2. Η όλη διάταξη της έγκαταστάσεως των συσκευών στα φρεάτια πρέπει να επιτρέπει την εύχερη άποσυναρμολόγηση για επίσκευές. Οι δικλείδες, σε σωληνώσεις που μπορούν να παραλαμβάνουν άξονικές δυνάμεις, πρέπει να έφοδιάζονται με τεμάχια αποσυναρμολογήσεως που να είναι επίσης ικανά να μεταφέρουν άξονικές δυνάμεις.

10. Δοκιμασίες άγωγών

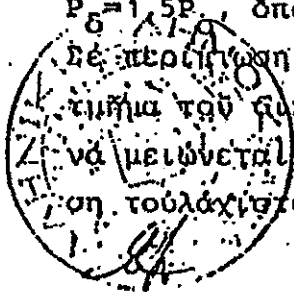
10.1. Έπάρκεια δικτύου στις δοκιμασίες:

Η έκλογή των σωλήνων και ο ύπολογισμός των σωμάτων άγκυρώσεων πρέπει να επιτρέπουν δοκιμασίες των άγωγών, που έκτελούνται σύμφωνα με τα Έθνικά Πρότυπα, ή (αν δεν υπάρχουν Έθνικά Πρότυπα και αν έγκριθεϊ για την έξεταζόμενη περίπτωση) δοκιμασίες βάσει των διεθνών κανονισμών ISO. Άλλοιώς οι δοκιμασίες έκτελούνται όπως κατωτέρω ορίζεται.

10.2. Υδραυλική δοκιμασία σε μικρό μήκος άγωγού:

Οι άγωγοί δοκιμάζονται σε έγκατεστημένα τμήματα 500 μέτρων περίπου. Πρίν από τη δοκιμασία, κατασκευάζονται τά σώματα άγκυρώσεως και επικωμάτώνεται τμηματικά (κατά την έννοια του μήκους του) ο άγωγός.

Η πρόσθετη πίεση, που επιβάλλεται για τη δοκιμασία, πρέπει να είναι τόσο, ώστε στο χαμηλότερο σημείο να προκαλεϊται πίεση $P_δ = 1,5P_ο$, όπου $P_ο$ είναι η μεγίστη ύδροστατική πίεση (έδάφιο 5.1). Δε πρέπει να παρατηρηθούν σημαντικών ύψομετρικών διαφορών στο δοκιμαζόμενο τμήμα του δικτύου, τό μήκος (έπί του οποίου η δοκιμασία) πρέπει να μειώνεται, ώστε τά ύψηλότερα σημεία να δοκιμάζονται σε πίεση τουλάχιστο $1,40P_ο$.



Υδραυλική δοκιμασία σε μεγάλα τμήματα δικτύου:
Μεγάλα τμήματα δικτύου ολικού μήκους 5 με 10 χιλιομέτρων, που έχουν πλήρως κατασκευασθεί και επιχωθεί, δοκιμάζονται με επιβαλλόμενη πρόσθετη πίεση για τή δοκιμασία τόση, ώστε στο χαμηλότερο σημείο να προκαλείται πίεση

$P = P_{\text{νομι.}} + \text{άτιμόσφαιρα,}$

όπου $P_{\text{νομι.}}$ είναι η πίεση που καθορίζεται σύμφωνα με την παρ. 5, βάσει των υδραυλικών και μόνον απαιτήσεων (εάν για άλλους λόγους έγινε έκλογή ανώτερης κλάσεως, δεν θα γίνει η δοκιμασία βάσει της ανώτερης κλάσεως).

Καθολική δοκιμασία των δικτύων:

Μετά την περάτωση της κατασκευής ενός αντλιοστασίου και του δικτύου του και τόν πλήρη εξοπλισμό του δικτύου (μέσους συσκευές άρρισμού, συσκευές αποφορτίσεων, υδροληψίες κλπ), το δίκτυο δοκιμάζεται για συνθήκες ανάλογες με τις συνθήκες κανονικής λειτουργίας.

Πλήγματα αντλιοστασίου καταθλίψεως

Στή μελέτη πρέπει να περιλαμβάνονται υπολογισμοί των συστημάτων προστασίας των έργων (αντλιοστασίου και δικτύου) από πλήγματα που προκαλούνται στο αντλιοστάσιο. Πρέπει να αποδεικνύεται η καταλληλότητα της μεθόδου υπολογισμού που θα χρησιμοποιηθεί. Τα κατωτέρω είναι απλώς υποδείξεις για έρευνα.

Έρευνάται η πιο δυσμενής περίπτωση ανάπτυξεως υδραυλικού πλήγματος στο αντλιοστάσιο, όταν διακοπεί το ηλεκτρικό ρεύμα.

Με συνυπολογισμό της συμβολής των αντιπληγματικών συστημάτων, υπολογίζονται οι μέγιστες αναμενόμενες υποπίεσεις και υπερπίεσεις στον καταθλιπτικό αγωγό. Σε ειδικές περιπτώσεις ελέγχεται και ο αγωγός αναρροφήσεως. Έρευνάται κατά πόσο είναι αποτελεσματική η προστασία του αντλιοστασίου και του δικτύου.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για τα ύψη σημεία των κυρίων αγωγών του δικτύου, όπου υπάρχει ο κίνδυνος ανάπτυξεως πιέσεων μικρότερων της ατμοσφαιρικής (κίνδυνος θραύσεως από εξωτερική πίεση και σπηλαιώσεως του υλικού).
Απότομη διακοπή της λειτουργίας των αντλιών προκαλεί, σε

πρώτη φάση, ύποκλιση στην έξοδο των άντλιών, ή διοία μετα-
βίδεται στους άγωγούς.

Κε περίπτωση που υπάρχουν ανταγωνιστικά φορτία στο δίκτυο,
πρέπει να αναμένεται ή ανάπτυξη υπερπιέσεων σε δεύτερη φά-
ση. Οί υπερπίεσεις αυτές πρέπει να έκτιμηθοῦν καί, εάν
απαιτείται, να περιορισθοῦν.

Επιτρέπονται απλουστευτικές παραδοχές για έξομοίωση του
δικτύου με δίκτυο απλούστερης μορφής ή με άγωγό πρακτικά
ισοθύναμης συμπεριφοράς.

Όταν γίνονται απλουστευτικές παραδοχές, να λαμβάνεται υπό-
ψη ότι τό φαινόμενο του υδραυλικού πλήγματος στο δίκτυο
είναι τόσο περίπλοκο, ώστε να μή επιτρέπεται ή διατύπωση
απλουστευτικών κανόνων γενικής έφαρμογής. Σε κάθε περί-
πτωση πρέπει να έξετάζεται αν είναι επιτρεπτές οί απλου-
στευτικές παραδοχές, άλλως πρέπει να γίνεται έφαρμογή της
άκριβους αναλυτικής μεθόδου ή της γραφικής μεθόδου του
BERGERON.

12. Πλήγματα στο δίκτυο από χειρισμό δικλείδων έλέγχου ροής
καί ύδροληψιών

12.1 Γενικότητες:

Στή μελέτη πρέπει να περιλαμβάνονται ύπολογισμοί των συ-
στημάτων προστασίας των έργων από πλήγματα που προκαλούν-
ται στο δίκτυο. Πρέπει να αποδεικνύεται ή καταλληλότητα
της μεθόδου ύπολογισμού που θα χρησιμοποιηθεί. Τά κατωτέ-
ρω είναι απλώς ύποδείξεις για έρευνα.

12.2 Έναλλακτικές λύσεις για μείωση υδραυλικών πληγμάτων:

Για την αντιμετώπιση των προκαλουμένων στο δίκτυο υδραυλι-
κών πληγμάτων, πρέπει να εκλέγονται λύσεις με επίδιωξη μι-
κρού κόστους σε συνδυασμό με στατιστικώς έπαρκή ασφάλεια
στή λειτουργία των έργων.

Πρός τοῦτο, πλέον της λύσεως έγκαταστάσεως αντιπληγματικών
συσκευών (μειώσεως υπερπιέσεων κλπ), πρέπει να έξετάζονται
όλες οί προσφερόμενες δυνατότητες, όπως π.χ.

- (α) ή μείωση ταχύτητας στους άγωγούς κάτω από τά άνώτερα
έπιπέδα ταχύτητας που καθορίζονται στην παράγραφο 4
(μετάλογή μεγαλύτερης διαμέτρου),
- (β) ή έπιλογή σωλήνων άνώτερης κλάσεως,
- (γ) ή μείωση της διακοπτομένης παροχής με πρόβλεψη ύδρο-
ληψιών μικροτέρου αριθμού στομίων ή με πρόβλεψη ύδρο-



.. // ..

ληψιών με δυνατότητα ανεξάρτητης κατά στόμιο διακοπής ροής,
Η μείωση της διακοπιτόμενης παροχής, με πρόβλεψη εγκαταστά-
σεως μικρότερης δικλείδας σε παράλληλη με την κυρία δικλεί-
δα σύνδεση.

Υπολογισμός υπερπιέσεων:

Για την αντιμετώπιση των υδραυλικών κληγμάτων, που προκα-
λούνται από χειρισμό των δικλείδων έλεγχου ροής και των
υδροληψιών, υπολογίζεται ή αξιολογείται η αύξηση πίεσεως που προκαλείται
στούς άγωγούς και επιλέγονται (κατά θέση και είδος) οι ά-
παιτούμενες αντικληγματικές συσκευές, για τον περιορισμό
της πίεσεως στα όρια που καθορίζονται σύμφωνα με την παρά-
γραφο 5.

Για τον υπολογισμό της αύξησεως πίεσεως, που προκαλείται
από τις υδροληψίες, να εξετάζεται ή περίπτωση κλεισίματος
μίας και μόνο υδροληψίας (της δυσμενέστερης από την αντί-
στοιχη ομάδα υδροληψιών), καθ' όσον ή περίπτωση της συμπτώ-
σεως του χρόνου χειρισμού δύο ή περισσότερων γειτονικών
υδροληψιών κρίνεται σπανία.

Για τον υπολογισμό της υπερπίεσεως, πλην ειδικών περιπτώ-
σεων, επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί ή κατωτέρω απλούστευ-
μένη μέθοδος υπολογισμού:

Πρόκειται για την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού της μεγίστης
υπερπίεσεως, που μπορεί να προκληθεί κατά τον χειρισμό δι-
κλείδας που είναι εγκατεστημένη στο τέλος άγωγού, όταν ο
άγωγός αυτός (σε όλο το μήκος του L) έχει σταθερά χαρακτη-
ριστικά (διατομή, υλικό, πάχος) και υδροδοτείται από δεξα-
μενή σταθερής στάθμης.

Η μεγίστη υπερπίεση εξαρτάται από το χρόνο (T_X) χειρισμού
της δικλείδας σε σχέση με το χρόνο (T_{II}) που απαιτείται
για μετάβαση στην αρχή του άγωγού και επιστροφή στη θέση
της δικλείδας του κύματος υπερπίεσεως.

$T_{II} = \frac{2L}{a}$, όπου α είναι ή ταχύτητα μεταδόσεως του κύματος.

Εάν $T_X < T_{II}$, τότε ή μεγίστη υπερπίεση (Δp) προκύπτει από τον τύ-
πο του ΖΟΥΚΩΝΣΚΥ

$\Delta p = \frac{a \cdot \Delta V}{g} \cdot \frac{2L}{T_{II}}$, όπου ΔV είναι ή μεταβολή (περιορισμός
της ταχύτητας) και g ή επιτάχυνση της βαρύτητας.

Στην περίπτωση αυτή, ή υπερπίεση (αύξηση πίεσεως) Δp εξαρ-
τάται από το υλικό, το πάχος, τή διάμετρο του άγωγού και

.. // ..

τις λοιπές παραμέτρους που καθορίζουν την ταχύτητα μεταδόσεως του κύματος. —

Εάν $T_X > T_{II}$, τότε η μέγιστη υπερπίεση ΔP προκύπτει από τον τύπο του ΜΙΣΗΛΙΟΥ (που προϋποθέτει γραμμική μεταβολή της ταχύτητας)

$$\Delta P = \frac{2I_1}{g} \cdot \frac{\Delta V}{T_X}$$

Στην περίπτωση αυτή, η υπερπίεση ΔP δεν εξαρτάται από το ύψος, το πάχος, τη διάμετρο του άγωγου.

Η ταχύτητα (α) μεταδόσεως του κύματος υπολογίζεται όπως αναπτύσσεται στην ακόλουθη παράγραφο 12.4.

12.4 Ταχύτητα μεταδόσεως ελαστικών κυμάτων:

(α) Η ταχύτητα μεταδόσεως των ελαστικών κυμάτων πίεσεως, σε άγωγό από ομοιογενές υλικό με χαρακτηριστικά σταθερά σε όλο το μήκος του, υπολογίζεται με τον τύπο

$$a = \frac{\sqrt{\frac{\epsilon \cdot g}{\gamma}}}{\sqrt{1 + \frac{\epsilon}{E} \cdot \frac{D}{e} \cdot C}}$$

όπου:

g = η επιτάχυνση της βαρύτητας,

γ = το ειδικό βάρος του νερού,

ϵ = το μέτρο ελαστικότητας (δγκου) του νερού,

E = το μέτρο ελαστικότητας του υλικού των σωλήνων,

D = η έσωτερική διάμετρος του σωλήνα,

e = το πάχος του σωλήνα,

C = συντελεστής, που εξαρτάται από τον λόγο του Poisson και τις όριακές συνθήκες παραμορφώσεως του σωλήνα.

(β) Για σωλήνες, των οποίων δεν παρακωλύεται η ελαστική συμπεριφορά εγκάρσιως ή κατά μήκος (άρμοι συνδέσεως, που επιτρέπουν συστολή και διαστολή), και των οποίων το πάχος είναι μικρό ($\frac{D}{e} \geq 25$), ο συντελεστής C είναι ίσος με τη μονάδα.

(γ) Για σωλήνες από όπλισμένο σκυρόδεμα (χαλαρού ή προεντεταμένου όπλισμού), η ταχύτητα μεταδόσεως υπολογίζεται για ελαστικά ισοδύναμο χαλύβδινο σωλήνα (δηλαδή για σωλήνα με πάχος που προκύπτει ύστερα από αναγωγή του πάχους σκυροδέματος σε πάχος χαλύβδινου σωλήνα, βάσει των μέτρων ελαστικότητας, πλέον το άνηγμένο πάχος του όπλισμού).

(δ) Σε άλλες περιπτώσεις (όπως π.χ. στην περίπτωση σωλήνων



μεγάλου μήκους, άγωγών με άσυνεχείς ένισχύσεις, άγωγών μορφής σήραγγας), ή ταχύτητα υπολογίζεται βάσει τών αντίστοιχών τύπων.

Γιά τόν υπολογισμό της ταχύτητας μεταδόσεως πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι συνθήκες που τυχόν έμποδίζουν την έλαστική συμπεριφορά έγκαταίως ή κατά μήκος.

Απλουστευτικές παραδοχές:

Έάν γίνει δεκτή ή χρησιμοποίηση της μεθοδολογίας του έδαφίου (12.3) προκύπτει ότι

- ο τύπος του JOUKOWSKY χρησιμοποιείται για την περίπτωση που $L > \frac{\alpha \cdot T \cdot x}{2}$

- ο τύπος του MICHAUD χρησιμοποιείται για την περίπτωση που $L < \frac{\alpha \cdot T \cdot x}{2}$

Κατά τη χρησιμοποίηση τών τύπων αυτών επιτρέπεται (απλουστευτικά) να λαμβάνεται ως μήκος L ή άπόσταση της έξεταζομένης δικλείδας έλέγχου ροής ή ύδροληψίας άπό τό πλησιέστερο προς τά άνάντη της σημείο έκτονώσεως της υπερπίεσεως.

Ός σημεία έκτονώσεως μπορούν να λαμβάνονται οι αντίπληγματικές συσκευές, δεξαμενές, άεροφυλάκεια, καθώς επίσης και οι θέσεις διακλαδώσεων με άγωγούς σημαντικά μεγαλύτερης διαμέτρου (ή έξασθένση της υπερπίεσεως στη διακλάδωση είναι άνάλογη του τετραγώνου του λόγου τών διαμέτρων).

Έάν ο άγωγός, στό μήκος που έξετάζεται, δέν έχει ένιαία διάμετρο, τότε τό μήκος L, που χρειάζεται για την εφαρμογή του τύπου, υπολογίζεται με άναγωγή τών επί μέρους μηκών σε ίσοδύναμα μήκη και άθροισή τους, όπως σημειώνεται στόν κατωτέρω τύπο.

$$L = L_1 + L_2 \cdot \frac{F_1}{F_2} + L_3 \cdot \frac{F_1}{F_3} + \dots$$

όπου:

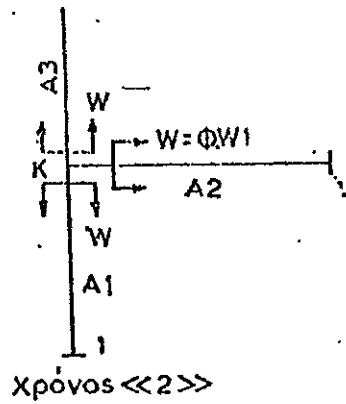
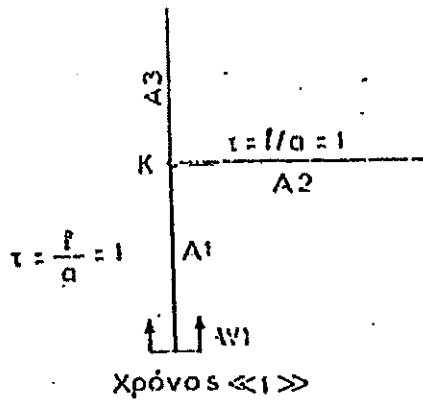
L_1, L_2, L_3, \dots τά επί μέρους μήκη,

F_1, F_2, F_3, \dots οι αντίστοιχες διατομές,

L / τό συνολικό μήκος, άνηγμένο σε διατομή F_1 .

Έάν ένας άγωγός A διακλαδίζεται σε άλλους άγωγούς π.χ. τους A_2 και A_3 , τότε ένα κύμα υπερπίεσεως W_1 που δημιουργήθηκε στό άγωγό A_1 σε χρόνο έστω "1".

.. // ..



φθάνει στον κόμβο Κ, σε χρόνο $\ll 2 \gg$, με τιμή που μπορεί να υπολογισθεί από τη σχέση $W = \Phi W_1$, όπου Φ ο συντελεστής μεταβίβασης του πλήγματος

$$\Phi = \frac{2F_1/a_1}{F_1/a_1 + F_2/a_2 + F_3/a_3}$$

όπου F_1, F_2, F_3 είναι οι διατομές των αγωγών $\Lambda_1, \Lambda_2, \Lambda_3$

a_1, a_2, a_3 είναι οι αντίστοιχες ταχύτητες διαδόσεως του κύματος.

Στόν χρόνο $\ll 2 \gg$ το κύμα W εισέρχεται στους σωλήνες A_2 και A_3 και ανακλάται στον κόμβο μέσα στον σωλήνα A_1 .

Εάν το άκρο του σωλήνα A_2 είναι τυφλό (μηδενική παροχή) τότε το κύμα W φτάνει στο άκρο με τιμή $2W$ σε χρόνο $\ll 3 \gg$.

Από τη στοιχειώδη αυτή ανάλυση προκύπτει, ότι η ύπαρξη κόμβων ανάντη του σημείου γενέσεως του κλήγματος έχει πάντοτε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σημαντικών υπερπίεσεων στο τυφλό άκρο. Το γεγονός, ότι κατά τις πρώτες φάσεις του πλήγματος η υπερπίεση στο τυφλό άκρο 2 εμφανίζεται ίση προς το διπλάσιο της υπερπίεσης στον κόμβο, δεν σημαίνει ότι και η απόλυτως μέγιστη υπερπίεση στο τυφλό άκρο θα είναι αναγκαστικά ίση προς το διπλάσιο της υπερπίεσης στο σημείο του κόμβου, διότι το φαινόμενο στις ακόλουθες φάσεις του πλήγματος περιπλέκεται.

Συνήθως τα πλήγματα που έχουν προκληθεί στον ίδιο το σωλήνα είναι μεγαλύτερα από τα εξελισσόμενα στο σωλήνα ύστερα από μεταβίβαση. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, όπως το κλείσιμο δικλείδας σε κεντρικό αγωγό με χειτνίαση βραχίονα μικρής διαμέτρου χωρίς αντιπληγματική βελβίδα, επιβάλλεται προσεκτικότερη μελέτη.

.. // ..

6. Ένεργός χρόνος διακοπής τής ροής:

Για κάθε περίπτωση διακοπής τής ροής, εκλέγεται ένεργός χρόνος διακοπής, έναρξη-ορισμένος με τό ύλικό που προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί για τό έργο και τίς συνθήκες πίεσεως του δικτύου.

Ο ένεργός χρόνος είναι διαφορετικός από τό όλικό χρονικό διάστημα του χειρισμοϋ. Το χρονικό διάστημα διακοπής ύδροληψίας (με ρυθμιστή πίεσεως και περιοριστή παροχής) εξαρτάται, εκτός από τή διάρκεια χειρισμοϋ, επίσης από τόν τρόπο χρησιμοποιήσεως του στομίου (μέσω άρδευτικής πτέρυγος ή ύχι) και από τήν άνάντη πίεση στό δίκτυο.

Ένδεικτικές τιμές ένεργού χρόνου, που είναι εύλογο να χρησιμοποιηθοϋν (μετά διερεύνηση), είναι οι έξης:

- επί ύδροληψιών: 3 δευτερόλεπτα
- επί δικλείδων έλέγχου ροής (χειροκινήτων με σύρτη τύπου σφήνας)
 - (α) για διαμέτρους 100 μέχρι 300 χλομ. : 5 δευτερόλεπτα
 - (β) για διαμέτρους 350 χλομ. και άνω...: 10 "
- επί δικλείδων έλέγχου ροής άλλων τύπων : κατά περίπτωση.

7. Αντιπληγματικές συσκευές άποφορτίσεως:

(α) Οι συσκευές άποφορτίσεως τοποθετοϋνται, ύστερα από διερεύνηση, εκεί όπου ύπάρχει περίπτωση άνωτύξεως σημαντικών ύπερπιέσεων όπως:

- στό άντλιοστάσιο (όταν ύπάρχουν άνταγωνιστικά φορτία στό δίκτυο)
- στους κυρίους κόμβους του δικτύου άνάντη τών δικλείδων,
- στά χαμηλά σημεία άγωγών μεγάλης διαμέτρου (όταν ή μηκοτομή έχει μεγάλες άνωμαλίες),

κατά μήκος τών κύριων άγωγών, στις κατάλληλες άποστάσεις, γιατί από τή λειτουργία τών συσκευών άποφορτίσεως στά πέρατα του κυρίου άγωγού προκαλείται διαδοχικά (άπό συσκευή σε συσκευή προς τήν άρχή του άγωγού) ύπερύψωση τής πιεζομετρικής γραμμής, σε βαρυκεντρικά σημεία ομάδας ύδροληψιών.

Είναι σφάλμα να έκλαμβάνεται, ότι σε κάθε σημείο τής προστατευομένης περιοχής του δικτύου έξασφαλίζεται τό ίδιο άνώτερο όριο πίεσεως, που έξασφαλίζει ή συσκευή άποφορτίσεως στό σημείο έγκαταστάσεως της.



(β) Για την επίλογή των αντιπληγματικών συσκευών αποφορτίσεως λαμβάνονται υπόψη:

- η μέγιστη υδροστατική πίεση συνήθους (χωρίς πλήγμα) λειτουργίας, όπως η πίεση αυτή καθορίζεται στην παράγραφο 5 (πίεση P_0).
- πάσει της πίεσεως αυτής ορίζεται η πίεση στεγανότητας της συσκευής (π.χ. κατά 5% μεγαλύτερη της P_0),
- η παροχή αποφορτίσεως,
- η επιτρεπτή επαύξηση της πίεσεως κατά τη διαφυγή της παροχής αποφορτίσεως. (σχετικό είναι το έδαφιο 5.2)

(γ) Στο έργο έγκαταστάσεως αντιπληγματικής συσκευής αποφορτίσεως πρέπει να περιλαμβάνονται:

- δικλείδα ασφαλείας, με δυνατότητα χειρισμού σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας,
- διάταξη μετρήσεως πίεσεως,
- έργο αμιαγωγής των υδάτων.

13. Έξαγωγή και είσαγωγή αέρος στο δίκτυο

13.1 Γενικότητες:

Η ασφάλεια λειτουργίας του δικτύου απαιτεί

(α) την έξαγωγή του αέρος (πού συσσωρεύεται στο δίκτυο κατά τη κανονική έμμετάλλευση ή κατά τη διάρκεια επανακινηρώσεώς του),

(β) την είσαγωγή αέρος (κατά την προγραμματισμένη ή την λόγω θραύσεως κένωση) στις θέσεις που χρειάζεται για τον περιορισμό των υποπίεσεων (πίεσεων μικροτέρων της ατμοσφαιρικής) σε άνεκτά όρια. Η ανάγκη αυτή παρουσιάζεται στην περίπτωση σημαντικών ύψομετρικών διαφορών μεταξύ έγκατεστημένης συσκευής και των δύο εκατέρωθεν χαμηλών σημείων.

Οι συσκευές που θα έπιλεγούν δεν πρέπει να αποτελούν άοθενή σημεία από απόψεως άντοχής, ή δέ αντικατάστασή τους πρέπει να είναι δυνατή χωρίς διακοπή της λειτουργίας του δικτύου.

13.2 Απαγόρευση χρησιμοποίησεως υδροληψιών σαν στομίων έξαγωγής αέρος:

Δεν πρέπει να τοποθετούνται υδροληψίες για να λειτουργήσουν ως στόμια έξαγωγής αέρος. Για να μη συσσωρεύεται αέρας στο κορμό, οι υδροληψίες πρέπει να τοποθετούνται σε διακλάδωση του υδροδοτικού άγωγού (τό σκέλος του ΤΑΥ προς

την υδροληψία να είναι οριζόντιο).

είσοδος εγκαταστάσεως συσκευών εξαγωγής αέρος:

Οι συσκευές εξαγωγής τοποθετούνται στα πιθανά σημεία συσώρευσης αέρος, όπως

- (α) στα ύψηλά σημεία των αγωγών,
- (β) στα ύψηλά σημεία προιοντικής μηχανομηής αγωγού,
- (γ) στα σημεία σημαντικής αλλαγής κλίσεως της μηχανομηής με τά κυρτά προς τα πάνω (φαινομενικά ύψηλά σημεία),
- (δ) στις τερματικές υδροληψίες ανερχόμενου κλάδου (πρός τα άνω κωνία στην υδροληψία ή τό σώμα της υδροληψίας, εάν κοστίζει λιγότερο),
- (ε) στην περιοχή των δικλίδων έλέγχου ροής (στην πλευρά που είναι πιθανή ή συσώρευση αέρος)

Επιλογή συσκευών εξαγωγής αέρος:

Για την επιλογή της συσκευής εξαγωγής αέρος λαμβάνονται υπόψη:

- (α) η μέγιστη υδραυλική πίεση στο σημείο εγκαταστάσεως,
- (β) η διάμετρος του αγωγού.

Η διάμετρος της όπης διαφυγής του αέρος στην ατμόσφαιρα πρέπει να είναι περίπου ίση με τό $1/63$ της διαμέτρου του αγωγού (ώστε κατά τη στιγμή διακοπής της διαφυγής, ή λόγω πλήγματος υπερπίεση στον αγωγό να έχει μικρή τιμή, θεωρητικά 5 μέτρα).

Εάν επιδιώκεται μείωση του χρόνου επαναπληρώσεως του δικτύου, πρέπει να προβλέπονται συσκευές με μεγάλες δυνατότητες εξαγωγής αέρος κατά τό χρόνο επαναπληρώσεως, και με τις περιορισμένες δυνατότητες εξαγωγής αέρος, που απαιτούνται για την ασφάλεια του έργου μετά την αποκατάσταση των πιέσεων λειτουργίας.

Συσκευές του τύπου αυτού επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται και ως συσκευές εισαγωγής αέρος, σε περιπτώσεις έπαρκως μικρών απαιτήσεων εισαγωγής.

Επισημαίνεται ότι δεν είναι άσκοπος ο έλεγχος της θέσεως της πιεζομετρικής γραμμής για τη διαπίστωση υπάρξεως συνθηκών καλής λειτουργίας των συσκευών.

Επιλογή συσκευών εισαγωγής αέρος:

Για την επιλογή των συσκευών εισαγωγής αέρος, που απαιτούνται για την αντιμετώπιση των σπινθηρικών κενώσεως του δικτύου, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη

- (α) η μέγιστη επιτρεπτή ύψωση (σε σχέση με την ατμοσφαιρική) στον αγωγό, ώστε να διατηρηθούν οι σύνδεσμοι στεγανότητας σε καλή κατάσταση και να προστατευτεί ο αγωγός από σύνθλιψη,

(β) η απαιτούμενη παροχή αέρος (για τη διατήρηση της υποπίεσεως στα άνω όρια).

Για την κερύτωση θραύσεως του άγωγού στο χαμηλότερο σημείο, η παροχή αυτή εκτιμάται βάσει της διαμέτρου του άγωγού και της μεγαλύτερης από τις δύο, εκατέρωθεν της συσκευής, κλίσεις του άγωγού μέχρι τη θέση θραύσεως,

(γ) οι δυναμότητες της συσκευής για εισαγωγή αέρος,

(δ) ότι λόγω απαιτηθεί εγκατάσταση συσκευών ένδριαμείωσης μεταξύ ύψηλου και χαμηλού σημείου, εάν οι συνθήκες ροής κατά τη θραύση έχουν ως αποτέλεσμα να τέμνει η πιεζομετρική γραμμή τον άγωγό.

13.6 Είσαγωγή αέρος για αντιμετώπιση υποπίεσεων υδραυλικού πλήγματος:

Εάν προβλέπεται είσαγωγή αέρος για την αντιμετώπιση υποπίεσεων υδραυλικού πλήγματος, απαιτείται διερεύνηση της εξέλιξης του πλήγματος, διότι διακόπτεται η συνέχεια και δημιουργούνται εκατέρωθεν του σημείου είσαγωγής δύο στήλες νερού, που συμπεριφέρονται βάσει των όριαιών τους συνθηκών,

14. Βελτιστοποίηση σωληνωτού άρδευτικού δικτύου

14.1 Μέθοδος βελτιστοποίησης:

Τό βέλτιστο ύψος καταθλίψεως στα άρδευτικά άντλιοστάσια και η βελτίστη έπιλογή διαμέτρων του σωληνωτού άρδευτικού δικτύου πρέπει να υπολογίζονται.

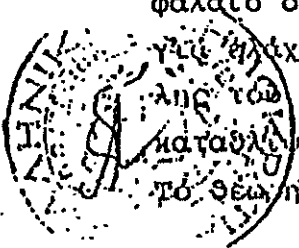
Για τόν υπολογισμό αυτό λαμβάνονται υπόψη όλα τά στοιχεία που συνθέτουν τό όλικό κόστος της κατασκευής του έργου και της λειτουργίας του σ' όλη τη διάρκεια της ζωής του, δηλαδή

- ή άρχική δαπάνη κατασκευής του δικτύου σωληνώσεων,
- οι έτήσιες δαπάνες συντηρήσεως του δικτύου σωληνώσεων,
- ή άρχική δαπάνη μηχανολογικού έξοπλισμού,
- οι έτήσιες δαπάνες μηχανολογικού έξοπλισμού,
- οι δαπάνες άνανεώσεως του μηχανολογικού έξοπλισμού,
- οι έτήσιες δαπάνες καταναλώσεως ήλεκτρικής ένεργείας.

Οι άνωτέρω δαπάνες πραγματοποιούνται σε διάφορες χρονικές περιόδους, και έπομένως πρέπει να γίνει άναγωγή τους σε δαπάνες άρχικού κεφαλαίου. Η σύνθεση όλων των άνηγμένων σε άρχικό κεφάλαιο δαπανών, μετά έφαρμογή της άσυνεχούς μεθόδου του LBYE

για ήλάχιστο κόστος δικτύου, έπιτρέπει τη σχεδίαση της καμπύλης του ήλάχιστου άνηγμένου κόστους σε συνάρτηση με τό ύψος καταθλίψεως.

Τό θεωρητικά βέλτιστο ύψος καταθλίψεως, που προκύπτει από αύ-



τή τη χαρακτηριστική καμπύλη, δεν πρέπει να είναι υποχρεω-
τικό κριτήριο. Για τη μελέτη του έργου πρέπει να λαμβάνουν-
ται υπόψη και άλλοι εξίσου σημαντικοί παράγοντες, που δεν
μπορούν να περιγραφούν με μαθηματικά πρότυπα.

Με έπιλογή ύψους καταβίψεως από την περιοχή του ελάχιστου
κόστου της άσφαιρω χορηγηθείσας καμπύλης, πρέπει να έπι-
δεικνύεται ή τυποποίηση των άντλητικών μονάδων και γενικά του
μηχανολογικού εξοπλισμού, έστω και με εύλογες αποκλίσεις από
τη θεωρητική σωστή παροχή.

Συνειπώς, για άρδευτική περίμετρο με περισσότερα άντλιοστάσια,
θά είναι δυνατή ή τυποποίηση του μηχανολογικού εξοπλισμού με
τά γνωστά πλεονεκτήματα στη συντήρηση και λειτουργία.

Έπίσης θά είναι δυνατή ή έπιλογή κινητήρων, από άποψη ισχύος,
μεταξύ των τυποποιημένων, για να μή γίνεται σπατάλη έγνιατεστή-
μένης ισχύος.

Για τις παραμέτρους που εισέρχονται στους ύπολογισμούς βελτι-
στοποιησέως πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τά κατωτέρω.

Δαπάνες άγωγών:

(α) 'Η ανά μέτρο μήκους δαπάνη των άγωγών πρέπει να περιλαμβά-
νει δαπάνες για

- προμήθεια σωλήνων και συνδέσμων, μεταφορά, φθορές, το-
ποθέτηση, δοκιμασίες,
- δρυγμα, βάση έδράσεως, έπαναπλήρωση.

(β) 'Η δαπάνη των ειδικών τεμαχίων, δικλείδων, συσκευών άσφα-
λείας, φρεατίων, σωμάτων άγχυρώσεως, ύδροληψιών πρέπει
πάντοτε να εισάγεται στους ύπολογισμούς.

Δαπάνες άντλιοσταίου:

(α) Οι δαπάνες των ήλεκτρομηχανολογικών έγκαταστάσεων του
άντλιοσταίου μπορούν να ύπολογίζονται από τη σχέση

$$\Psi_{\text{II}} = \sigma \cdot \frac{Q \cdot \text{II}}{75 \cdot \eta_1} \cdot \delta_{\text{II}}$$

όπου σ = συντελεστής με τιμή 1,10 μέχρι 1,15,

Q = παροχή σε λίτρα ανά δλ,

II = μανομετρικό ύψος σε μέτρα,

η_1 = συντελεστής άποδόσεως άντλητικού ζεύγους,

δ_{II} = δαπάνη έγκαταστάσεως ενός HP (που μεταβάλλεται
με τό μέγεθος του άντλιοσταίου).

(β) 'Η δαπάνη του δομικού μέρους του άντλιοσταίου πρέπει
πάντοτε να εισάγεται στους ύπολογισμούς, ώστε να έξά-

.. // ..

γονται συμπράγματα για τη βελτίστη έκταση των άρδευτικών δικτύων.

14.4 Δαπάνες ηλεκτρικής ενέργειας:

(α) Η έτησια δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να υπολογίζεται από τη σχέση

$$\Psi_{\epsilon} = \frac{\alpha_{\nu} \cdot \Pi \cdot \Omega \cdot \Pi}{367 \cdot \eta_2} \cdot \delta_{\epsilon}$$

όπου Π = η καθαρή άρδευσιμη επιφάνεια σε στρέμματα,
 α_{ν} = τό ποσοστό της Π που άρδύεται στο νυοστό έτος,

Ω = ό απαιτούμενος όγκος νερού για μία άρδευτική έτήσια περίοδο, σε μέτρα κυβικά ανά στρέμμα καθαρής άρδύσιμης επιφανείας,

Π = τό μανομετρικό ύψος σε μέτρα,

η_2 = ό μέσος συντελεστής απόδοσης του άντλιοστασίου, που έξαρτάται από τόν τρόπο ρυθμίσεως της λειτουργίας του,

δ_{ϵ} = τό κόστος ενέργειας σε δραχμές ανά κwh.

(β) Για τόν υπολογισμό τών έτησίων δαπανών ηλεκτρικής ενέργειας, και περαιτέρω για τήν άναγωγή τους σε άρχική δαπάνη, έκτιμώνται τά προαναφερθέντα ποσοστά άρδύσεως α_{ν} .

Γι' αυτό, σε κάθε περίπτωση μελέτης, έκτιμάται ή χρονική εξέλιξη τών άρδύσεων ύστερα από εξέταση τών είδικών συνθηκών (όπως είναι τό μέγεθος τών ιδιοκτησιών, ή έμπειρία που υπάρχει σχετικά με τήν άρδευση και τίς μεθόδους έφαρμογής της, ή έπάρκεια έργατικών χειρών, οι έπιβαλλόμενες άμειψισπορές, οι έπισπορες καλλιέργειες, οι παραδοσιακές καλλιέργειες που πρέπει να αντικατασταθούν, οι δυνατότητες άπορροφήσεως τών προϊόντων) . (για τόν άνωτέρω σκοπό)

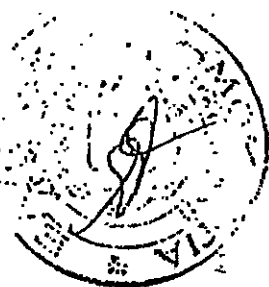
Είναι εύλογο/νά δεχόμεστε, (πλήν είδικών περιπτώσεων) ότι για τήν πλήρη άνάπτυξη τών άρδύσεων θά χρειασθί περίοδος μέχρις 6 έτών, χωρίς τουτο να σημαίνει ότι θά άρδύεται τό σύνολο της περιοχής του υπόψη δικτύου.

14.5 Έτήσιες δαπάνες συντηρήσεως τών έργων:

Οι έτήσιες δαπάνες συντηρήσεως πρέπει να λαμβάνονται

(α) τών σωληνωτών δικτύων ως ποσοστό 1% της δαπάνης κατασκευής των,

.. // ..



(β) του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του άντλιοστασίου ως ποσοστό 2% της δαπάνης προμήθειας και έργαταστώσεως.
Αναγωγή δαπανών σε άρχικό κεφάλαιο:

(α) Για την άναγωγή των δαπανών σε άρχικό κεφάλαιο πρέπει να λαμβάνεται ως επιτόκιο τó "πραγματικό (κοινωνικό επιτόκιο".

Εάν δέν είναι δυνατός άκριβέστερος ύπολογισμός του, επιτρέπεται να λαμβάνεται ως πραγματικό επιτόκιο τó ανώτατο θεσμιτό όριο τού τραπεζικού επιτοκίου μακροπρόθεσμου δανειοδοτήσεως της βιομηχανίας.

(β) Η άξία τού χρήματος πρέπει να λαμβάνεται σταθερά, όπως και οι τιμές έργασίας, ύλικών, και ένεργείας.

Διάρκεια ζωής και κατασκευής των έργων:

(α) Ως διάρκεια ζωής συνιστάται να λαμβάνονται

- για έργα πολιτικού μηχανικού τά 50 χρόνια,
- για έργα μηχανολόγου-ηλεκτρολόγου τά 17 χρόνια.

(β) Οι δαπάνες που γίνονται κατά τή διάρκεια κατασκευής των έργων πρέπει να λαμβάνονται αύτούσιες ως δαπάνες άρχικού κεφαλαίου (δηλ. χωρίς άναγωγή).

ΑΚΡΙΒΕΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟΝ
21/8/1976
Σ. Παπαχριστοπούλου