

Οι απώλειες φορτίου και οι παροχές σχεδιασμού σε έσωτερικά δίκτυα ύδρευσης

Του Λάζαρου Λαζαρίδη*

Περίληψη

Στη παρούσα εργασία εξετάζεται η δυνατότητα εφαρμογής στα έσωτερικά δίκτυα ύδρευσης ορισμένων χρήσιμων συμπερασμάτων μιας έρευνας που κάναμε για τα αρδευτικά δίκτυα. Σύμφωνα με αυτή την έρευνα σε ένα αρδευτικό σωληνωτό άκτινωτό ή κλειστό κυκλοφοριακό δίκτυο αν υπολογίσουμε τις απώλειες φορτίου κατά μήκος μιας γραμμής μεταφοράς με κάποιες τιμές παροχών που τις ονομάζουμε «ιδεατές παροχές», θα έχουμε για την επιθυμητή στάθμη πιθανότητας ή ποιότητας λειτουργίας υπολογίσει το αντίστοιχο μέγεθος των απωλειών με πολύ ικανοποιητική προσέγγιση.

Σύμφωνα λοιπόν με τα στοιχεία της παρούσας εργασίας μας είναι αποδεκτή η εφαρμογή των πιο πάνω αποτελεσμάτων, που βγάλαμε για τα αρδευτικά δίκτυα και στα έσωτερικά δίκτυα ύδρευσης. Βέβαια η λειτουργία των έσωτερικών δικτύων διανομής ύδατος έχει πιθανοθεωρητικό χαρακτήρα, αλλά όμως ορισμένα χαρακτηριστικά όπως π.χ. οι παράμετροι της κατανομής παρουσιάζουν ασάφειες και δεν μπορούν να προσδιοριστούν ακριβώς.

Πάντως τελικά με ορισμένες παραδοχές καταλήξαμε ότι οι απώλειες φορτίου και στα έσωτερικά δίκτυα ύδρευσης είναι δυνατό να προσδιορίζονται από τη σχέση :

$$h = \Sigma K_i Q_i^2$$

όπου $K_i =$ Συντελεστής που εξαρτιέται από τη διάμετρο, το μήκος και το συντελεστή τραχύτητας του σωλήνα.
 $Q_i = \mu_i + 1,28\sigma_i$ που ονομάζεται ιδεατή παροχή στο τμήμα i και μ_i, σ_i οι αντίστοιχες τιμές για τη μέση τιμή και τυπική απόκλιση της παροχής στο τμήμα i .

Οι τιμές των μ_i και σ_i μπορούν κάθε φορά να εκτιμούνται από το μελετητή.

Για τις εφαρμογές θεωρήθηκε πρακτικότερο η παροχή Q (Q_i) να εκφράζεται σαν συνάρτηση ενός συντελεστού λ (αίχμης) και μιας μέσης τιμής παροχής Q_m την ημέρα της μέγιστης καταναλώσεως δηλαδή:

$$Q = \lambda \cdot Q_m$$

Με βάση τα στοιχεία της έρευνας δόθηκε η σχέση που εκφράζει το συντελεστή λ .

$$\lambda = \lambda_0 \left[1 + \frac{C}{\sqrt{\pi}} \right] = \lambda_0 \left[1 + \frac{C'}{\sqrt{Q_m}} \right]$$

όπου λ_0, C και C' συντελεστές που πρέπει να προσδιορίζονται σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση ενώ Π είναι ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός και Q_m η αντίστοιχη μέση ημερήσια παροχή την ημέρα της μέγιστης καταναλώσεως. Έπίσης δίνονται και μερικές τιμές για εφαρμογές σε χωριά, κωμοπόλεις και μεγαλύτερες πόλεις του Ελληνικού χώρου.

1. Εισαγωγή

Η λειτουργία των έσωτερικών δικτύων ύδρευσης με τα όποια γίνεται η διανομή του νερού σε διάφορους οικισμούς, έχει πιθανοθεωρητικό χαρακτήρα μια και κάθε στόμιο υδροληψίας (κρουνός), όπως αναφέρουμε και πιο κάτω, μπορεί να δεχθούμε ότι ακολουθεί τη διωνυμική κατανομή.

Σε κάθε διαδρομή του νερού που θα την ονομάζουμε «γραμμή μεταφοράς» θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να βρούμε τις απώλειες φορτίου, οι οποίες αντιστοιχούν σε κάποια επιθυμητή στάθμη πιθανότητας (ή ποιότητας λειτουργίας) ϕ .

Τα έσωτερικά δίκτυα διανομής του νερού όμως τα όποια είναι σωληνωτά και λειτουργούν υπό πίεση ομοιάζουν αρκετά προς τα αντίστοιχα αρδευτικά δίκτυα που λειτουργούν με ελεύθερη ζήτηση. Γι' αυτό εδώ εξετάζεται η δυνατότητα εφαρμογής των συμπερασμάτων στα όποια κατέληξε σχετική έρευνα σε αρδευτικά δίκτυα τόσο σε άκτινωτά όσο και σε κλειστά κυκλοφοριακά [5,6].

Στα αρδευτικά δίκτυα αποδείχτηκε, ότι για να βρούμε μέσα σε ένα δίκτυο σωληνωτό υπό πίεση και με ελεύθερη ζήτηση, την απώλεια φορτίου κατά μήκος μιας γραμμής μεταφοράς, που αντιστοιχεί σε στάθμη πιθανότητας ϕ , θα πρέπει η απώλεια να υπολογιστεί με παροχές :

$$Q_i = [\mu_i^2 + \sigma_i^2 + \epsilon(2\rho\mu_i\sigma_i)]^{1/2} = \mu_i [1 + C_{vi} + \epsilon(2\rho C_{vi})]^{1/2}$$

ή περίπου $Q_i \approx \mu_i (1 + \epsilon \cdot 2\rho C_{vi})^{1/2}$

όπου $\rho =$ συντελεστής με τιμές μεγαλύτερες ή ίσες από 0,707 και μικρότερες από 1,00.

Στα άκτινωτά δίκτυα δεχόμαστε τιμές $\rho \approx 1,00$ ενώ στα βροχωτά $\rho \approx 0,75$.

$Q_i =$ Παροχή στο τμήμα i της γραμμής ή όποια ονομάζεται «ιδεατή παροχή».

$\mu_i =$ μέση τιμή της παροχής στο τμήμα i

$\sigma_i =$ τυπική απόκλιση της παροχής στο τμήμα i

$C_{vi} = \frac{\sigma}{\mu} =$ συντελεστής μεταβολής των παροχών στο τμήμα i

$\epsilon =$ τυποποιημένη τυχαία μεταβλητή κανονικής κατανομής (0,1)

Οι απώλειες φορτίου τότε θα είναι :

$$h = \Sigma K_i Q_i^2$$

όπου $K_i =$ συντελεστής που εξαρτιέται από τη διάμετρο, το μήκος και το συντελεστή τραχύτητας του σωλήνα στο τμήμα i .

$\alpha =$ αριθμητικός συντελεστής που συνήθως βρίσκεται ανάμεσα στις τιμές περίπου 1,76 έως 2,00

Για να βρούμε βέβαια τα πιο πάνω αποτελέσματα δεχθήκαμε στα αρδευτικά δίκτυα ότι η παροχή σε μια θέση του δικτύου ακολουθεί διωνυμική κατανομή (Bernouilli) ή με άλλα λόγια δεχθήκαμε ότι η πιθανότητα ϕ να ζητείται παροχή $Q \leq N \cdot q_0$ θα είναι :

$$\phi = \sum_0^{N \cdot R} \binom{N}{N-R} \cdot p^R (1-p)^{N-R}$$

* Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π. 1955. Έργαστηκε στη σεισμόπληκτη περιοχή Μαγνησίας, σε Στρατιωτικά έργα, στην Μηχανική Καλλιέργεια του Υπουργείου Γεωργίας και την Τ.Υ.Δ.Κ. Καρδίτσας. Από το 1961 είναι μελετητής υδραυλικών έργων.

- ϕ = ή πιθανότητα να ζητείται παροχή $Q \leq N \cdot \phi_0$
 N = Μέγιστο πλήθος άνοιχτών ύδροληψιών για στάθμη πιθανότητας ϕ ($N \leq R$)
 R = Συνολικό πλήθος στομιών ύδροληψίας του δικτύου που εξυπηρετείται από την εξεταζόμενη θέση
 P = Πιθανότητα λειτουργίας κάθε στομιού που θεωρείται σταθερή.

Η προσέγγιση της διωνυμικής κατανομής έγινε δεκτό ότι πραγματοποιείται με την κανονική κατανομή από τον R. Clement το 1955 και για πλήθος στομιών μεγαλύτερο από 10-12. Έτσι έγινε παραδεκτό ότι :

$$Q = \mu + \varepsilon \cdot \sigma$$

$$\phi \text{ που } \mu = \sum_{i=1}^m (R_i P_i q_{0i})$$

$$\sigma = \sum_{i=1}^m \left[R_i \cdot P_i (1 - P_i) q_{0i}^2 \right]^{1/2}$$

Οι τιμές R_i , P_i και q_{0i} άνηκουν σε m ομάδες και ή ομάδα i χαρακτηρίζεται από τα μεγέθη R_i , P_i , q_{0i} . (q_{0i} = ή παροχή του στομιού ύδροληψίας i).

Πριν προχωρήσουμε στη διατύπωση όρισμένων απόψεων για τη δυνατότητα καθορισμού των παροχών σχεδιασμού, με βάση τις «ιδεατές παροχές» που χρησιμοποιήσαμε στα υπό πίεση άρδευτικά δίκτυα με ελεύθερη ζήτηση, θέλουμε να επιστημόσουμε τις ασάφειες που παρουσιάζονται κατά το σχεδιασμό τέτοιων δικτύων ύδρευσης.

Πραγματικά ή λειτουργία των έσωτερικών δικτύων παρουσιάζει όρισμένα χαρακτηριστικά που δεν είναι δυνατό να προσδιορισθούν με ακρίβεια. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι κυρίως ή πιθανότητα λειτουργίας κάθε στομιού ύδροληψίας (κρουνοί οικίας, κήπου ή πάρκου, κλπ.), ή αριθμός των στομιών ύδροληψίας που όπωσδήποτε δεν μπορούν να καθορισθούν έπακριβώς και ή παροχή επίσης κάθε κρουνοί ή όποια μπορεί να καθορισθεί, αλλά κατά κάποιο τρόπο ως ποίμε γονδρικό μιά και καθορίζεται προσεγγιστικά μιά μέση τιμή της. Έπίσης ή παροχή του κάθε κρουνοί δεν είναι σταθερή έξαρτώμενη από το πιεζομετρικό φορτίο το όποιο συνήθως μεταβάλλεται από τους χειρισμούς του άνοιγοκλεισίματός του από τους έννοικους και ακόμα από το είδος και τη μορφή του δικτύου σε κάθε κατοικία.

Βέβαια υπάρχουν και όρισμένα άλλα χαρακτηριστικά που επίσης παρουσιάζουν ασάφεια όπως, π.χ. ή απόσταση των ύδροληψιών έπάνω στους δημοτικούς άγωγούς, τα μήκη των οικοδομικών τετραγώνων στους οικισμούς που κι αυτά διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά όμως δεν αποτελούν τα κύρια έμπόδια για τον καθορισμό ιδεατών παροχών. Πράγματι οι ύδροληψίες που υπάρχουν έπάνω στον άγωγό μπορεί να θεωρηθεί ότι συγκεντρώνονται στα άκρα κάθε τμήματος, π.χ. στο κατάντη άκρο του τμήματος ή και διαμοιράζονται άνάλογο με την εκτίμηση του κάθε μελετητή. Έπίσης οι διαφορές που παρουσιάζονται στα μήκη των τμημάτων των άγωγών μέσα σε οικισμούς με σχέδια πόλεων παρουσιάζονται και στα άρδευτικά δίκτυα και δε δημιουργούν ιδιαίτερα προβλήματα.

Πάντως όμως είναι δυνατό έστω και με τις ασάφειες που υπάρχουν να δεχθούμε ότι ή θεωρία των πιθανοτήτων είναι δυνατό [7.11] να εφαρμοσθεί και στην προκειμένη περίπτωση, και μάλιστα να δεχθούμε όπως και στα υπό πίεση άρδευτικά δίκτυα με ελεύθερη ζήτηση, ότι ή λειτουργία κάθε κρουνοί ακολουθεί τη διωνυμική κατανομή. Βέβαια πιο πάνω έχουμε διατυπώσει τις ασάφειες που υπάρχουν στα δίκτυα διωνομής ύδατος ύδρευσης αλλά προς το παρόν τουλάχιστον δεν υπάρχει ή δυνατότητα να εφαρμοσθεί κάποιο άλλο μοντέλο λειτουργίας των κρουνοί.

Σάν συνέπεια αυτής της παραδοχής προκύπτει το έρώτημα αν μπορεί να εφαρμοσθεί το κριτήριο της άπώλειας φορτίου σε έσωτερικά δίκτυα ύδρευσης και να καθορισθεί έτσι κατά τρόπο παρόμοιο προς τα άρδευτικά ένα αιτιοκρατικό σχήμα επίλυσώς τους με βάση τις «ιδεατές παροχές σχεδιασμού». Στο έρώτημα αυτό ή άπάντηση μπορεί να είναι θετική, έστω και με τις γενικές επιφυλάξεις για τον τρόπο της πραγματικής λειτουργίας τέτοιων δικτύων ύδρευσης και για τις ασάφειες που υπάρχουν στον προσδιορισμό των παραμέτρων της κανονικής κατανομής με την όποια προσεγγίζεται ή διωνυμική.

Πρέπει έδω να τονισθεί ότι με όρισμένες λογικές παραδοχές είναι δυνατό να καθορισθεί τουλάχιστον ένα προσεγγιστικό αιτιοκρατικό πρότυπο, το όποιο δίδει τα στοιχεία ενός όσο το δυνατό πιο σωστού σχεδιασμού των έσωτερικών δικτύων ύδρευσης.

Αφού λοιπόν δεχθούμε τις ιδεατές παροχές σχεδιασμού με τις εκφράσεις που έχουν βρεθεί στις έργασίες [5,6] των άκτινωτών και των βροχωτών άρδευτικών δικτύων, πρέπει στη συνέχεια να αναφερθούμε στις παραμέτρους της κατανομής και στον τρόπο εκτίμησώς τους.

Βέβαια πρέπει να παρατηρήσουμε σχετικά ότι ή σχεδιασμός των έσωτερικών δικτύων ύδρευσης άπαιτεί τον καθορισμό της σχέσεως της μέγιστης ώριαίας παροχής καταναλώσεως προς την αντίστοιχη μέγιστη ήμερήσια παροχή που ήνομάζεται συντελεστής ώριαίας αίχμης. Έτσι τελικά θα πρέπει μετά από όποιαδήποτε έπεξεργασία του προβλήματος προσδιορισμού των παραμέτρων της κατανομής και στη συνέχεια της μέγιστης ώριαίας παροχής, να καταλήξουμε στη διατύπωση κατάλληλης εκφράσεως του συντελεστού ώριαίας αίχμης. Για το σκοπό αυτό αν και το αντίκειμενο της παρούσας δεν είναι παρά ή εξέταση της δυνατότητας εφαρμογής των συμπερασμάτων που βγήκαν για τα άρδευτικά δίκτυα [5,6] σε δίκτυα ύδρευσης, είμαστε άναγκασμένοι να δώσουμε και μερικά συνοπτικά στοιχεία του συντελεστού ώριαίας αίχμης. Τα στοιχεία αυτά αναφέρονται στη βιβλιογραφία ή σε σχετικές οδηγίες άρμοδιών Έπιχειρήσεων ή ακόμα και σε σχετικές έρευνες και έπομένως έχουν ενδιαφέρον για κείνον που μελετά δίκτυα διωνομής του ύδατος ύδρευσης.

Έτσι στο έπόμενο κεφάλαιο 2 διατυπώνονται συνοπτικά μερικές πληροφορίες σχετικές με τις τιμές που μπορεί να λάβει ή συντελεστής ώριαίας αίχμης.

Στη συνέχεια στο κεφάλαιο 3 διατυπώνονται οι εξισώσεις της άπώλειας φορτίου και οι «ιδεατές παροχές» σχεδιασμού που είναι δυνατό να εφαρμοσθούν στα έσωτερικά δίκτυα και με τις όποιες όπως είναι γνωστό προσεγγίζεται το πιθανοθεωρητικό σχήμα λειτουργίας τέτοιων δικτύων και επίλυεται και το αντίστοιχο πρόβλημα σχεδιασμού τους. Στο ίδιο κεφάλαιο υποδεικνύεται κάποια γενική σχέση καθορισμού του συντελεστού ώριαίας αίχμης και υποδεικνύονται επίσης και μερικές τιμές που μπορεί να εφαρμοσθούν σε έσωτερικά δίκτυα που σχεδιάζονται στη χώρα μας.

Ο κύριος στόχος της παρούσας είναι να υποδείξει στον άναγνώστη τον τρόπο εφαρμογής των ώριαίων παροχών αίχμης οι όποιες ύπολογίζονται σε κάθε θέση του δικτύου με κάποια ύπολογιστική πολλαπλασιασμένη έπάνω στη θεωρία των πιθανοτήτων. Βέβαια ταυτόχρονα από τα συμπεράσματα [5,6] των άκτινωτών και βροχωτών άρδευτικών δικτύων γίνονται ύποδείξεις και για τον καθορισμό των μέγιστων ώριαίων παροχών και των αντίστοιχων τιμών των συντελεστών ώριαίας αίχμης.

Πρέπει τέλος να σημειωθεί ότι σήμερα συνηθίζεται οι παροχές σχεδιασμού να ύπολογίζονται με βάση τη μέγιστη ήμερήσια παροχή πολλαπλασιασμένη με κάποιον ένιατο συντελεστή ώριαίας αίχμης για όλο το δίκτυο. Αυτός βέβαια ή ύπολογισμός όπωσδήποτε ύποτιμά τις παροχές των άγωγών τελευταίας τάξεως, ένδεχομένως δε και των μεγαλύτερων άγωγών αν ή συντελεστής αίχμης έκλεγει με μικρή τιμή.

Υπάρχουν επίσης όρισμένες προτάσεις [11] για μιά έμπειρική κατανομή της όλικής παροχής των πρωτεύοντων άγωγών που αποτελούν τους βρόχους του δικτύου, κατά άναλογοία προς τα έφαρμοζόμενα σε άρδευτικά δίκτυα. Έτσι ύπολογίζονται οι παροχές αίχμης, σε κάθε θέση των δευτερευόντων κλάδων και άθροίζονται αυτές, από τα κατάντη προς τα άνάτη, μεχρις ότου το άθροισμά τους να εξισωθεί με τη συνολική παροχή του πρωτεύοντος άγωγού, όποτε πλέον λαμβάνεται σταθερή. Αυτός ή τρόπος βέβαια καθορισμού των παροχών όπως είναι έννοητο δημιουργεί ένα ύπερσχεδιασμό του δικτύου. Έξυπακούεται επίσης ότι αν οι παροχές συγκεντρώνονται στις πλέον δυσμενείς θέσεις του δικτύου (πρόταση του R. Clement) τότε ή πραγματοποιούμενος ύπερσχεδιασμός του δικτύου θα είναι πολύ μεγαλύτερος.

2. Συντελεστής ώριαίας αίχμης

Όπως είναι γνωστό σήμερα για το σχεδιασμό των έσωτερικών δικτύων ύδρευσης καθορίζεται σε μιά θέση του δικτύου

ή σχέση :

$$Q = \lambda \cdot Q_{\mu} \quad (1)$$

όπου $Q_{\mu} = \Pi \cdot q_{\mu} \quad (1\alpha)$

Q = ή μέγιστη ωριαία παροχή στην εξεταζόμενη θέση του δικτύου

Q_{μ} και q_{μ} = Οι μέσες τιμές των παροχών καταναλώσεως στην εξεταζόμενη θέση οι αντίστοιχες στο συνολικό πληθυσμό και σε ένα κάτοικο, οι όποιες παρουσιάζονται την ημέρα αιχμής (ή μέγιστης καταναλώσεως του έτους).

Π = ό εξυπηρετούμενος πληθυσμός στην εξεταζόμενη θέση
 λ = συντελεστής ωριαίας αιχμής που καθορίζεται από τó λόγω τής μέγιστης ωριαίας παροχής πρós τήν αντίστοιχη μέση παροχή τής ημέρας αιχμής (ή μέγιστης καταναλώσεως) ή όποια παρουσιάζεται τó καλοκαίρι.

Ή πιό πάνω σχέση (1) μπορεί τελικά νά γραφεί και ως εξής :

$$Q = \lambda \cdot \frac{\Pi \cdot q_e}{86400} \quad (2)$$

όπου q_e = ή μέγιστη ημερήσια κατανάλωση ανά κάτοικο που όνομάζεται μέγιστη ειδική κατανάλωση.

Όπως αναγράφεται και στην εισαγωγή του μέρους τούτου έδω θά αναφερθούν πολλύ συνοπτικά μερικές τιμές του συντελεστού λ ωριαίας αιχμής.

Στή χώρα μας τó Ύπουργείο Έσωτερικών [10] ύποδεικνύει έμμεσα τήν εφαρμογή συντελεστών ωριαίας αιχμής ως εξής :

- Για χωριά καθαρά άγροτικής μορφής ή μέγιστη ημερήσια κατανάλωση νά ύπολογίζεται ότι μπορεί νά ζητηθεί σε ό-κτώ (8) ώρες ή με άλλα λόγια $\lambda = 3,0$.
- Για κωμοπόλεις ήμιαγροτικής ή ήμιαστικής μορφής ό παραπάνω χρόνος καθορίζεται σε 10 έως 14 ώρες ή $\lambda = 1,71$ έως 2,40.
- Για πόλεις (άστικά κέντρα) ό χρόνος καταναλώσεως καθορίζεται, σε 16 ώρες δηλαδή $\lambda = 1,50$

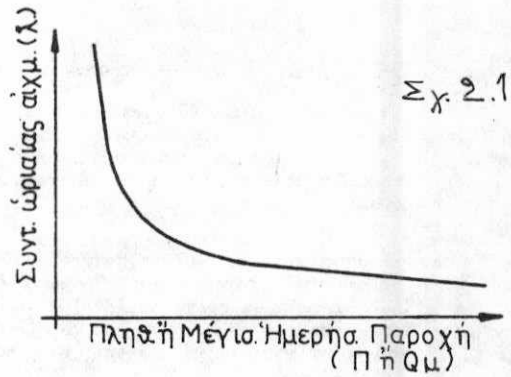
Γενικά πάντως ό συντελεστής αιχμής λ εξαρτιέται πάντοτε από τά χαρακτηριστικά τής συγκεκριμένης περιοχής στην όποια γίνεται ό σχεδιασμός του έργου, π.χ. τόν τύπο του οικισμού, τή χρήση τού νερού, τά κλιματικά χαρακτηριστικά κλπ., αλλά πάντοτε όμως άκολουθεί μερικούς γενικούς κανόνες. Έτσι όσο μειώνεται ό πληθυσμός μιås κατοικημένης περιοχής τόσο αύξάνει ό συντελεστής ωριαίας αιχμής [8,9]. Έπίσης όταν γίνεται χρήση τού νερού από βιομηχανίες τότε ή τιμή του συντελεστού ωριαίας αιχμής μειώνεται.

Μερικές τιμές του συντελεστού ωριαίας αιχμής που αναφέρονται στή βιβλιογραφία είναι οι εξής :

Ό Steel [8] αναφέρει ότι ή μέγιστη ωριαία παροχή είναι πιθανώς περίπου τó 150% τής μέσης ωριαίας τής ίδιας ημέρας και ότι συμπεράσματα μιås μελέτης του Wolf (1957) έδειξαν σε προάστια ότι οι τιμές τής ωριαίας αιχμής έφθασαν μέχρι τó 10πλάσιο τής μέσης ωριαίας. Οι A. Twort - R. Hoalter - F. Law αναφέρουν συντελεστές που κυμαίνονται από 1,90 για πληθυσμούς 500.000 κατοίκων μέχρι 3,0 για πληθυσμό 500 κατοίκων και που αναφέρονται στο λόγω τής ωριαίας καταναλώσεως πρós τή μέση έτήσια κατανάλωση σε περιοχές του Leicester και σύμφωνα με έρευνα του Adams (1965). Οι τιμές αυτές δίδονται σε συνάρτηση και με τó χαρακτήρα τής περιοχής, π.χ. καθαρές κατοικίας ή κυρίως κατοικίας ή κατοικίας μαζί με βιομηχανίες κλπ. σε διάγραμμα και είναι πολύ χαρακτηριστική ή μείωση του συντελεστού λ σε συνάρτηση με τήν αύξηση του πληθυσμού. Έπίσης αναφέρονται τιμές του λ μεταξύ 1,1 και 4,0 σε σχέση με τή μέση ημερήσια τής ίδιας ημέρας.

Οι Fair - Geyer - Okun αναφέρουν ένα συντελεστή μεταξύ 2,00 και 3,00 και ένα μέσο όρο 2,5. Ό M. Hammer [4] αναφέρει συντελεστές μεταξύ 1,5 μέχρι 10,0 στις πολύ άρχαίες περιπτώσεις και δίδει ένα μέσο όρο 3,0. Ό J. W. Clark [1] αναφέρει τιμές του λ μεταξύ 1,5 έως 12. Ό Cauvin και Didier [2] προτείνουν για εφαρμογή τιμές του λ μεταξύ 3,0 και 4,0.

Σε μιá σχετική δημοσίευση του Δ. Χριστούλα [10] προτείνονται τιμές που κυμαίνονται από 3,80 μέχρι περίπου 8.20. Στή εργασία αυτή έγινε μιá προσπάθεια καθορισμού των



παραμέτρων τής μέγιστης ωριαίας παροχής που θεωρήθηκε ότι άκολουθεί όπως και στα άρδευτικά δίκτυα τήν κανονική κατανομή δηλαδή ότι εκφράζεται με τόν πρώτο τύπο του Clement. Στή συνέχεια στην ίδια εργασία δόθηκαν σε ειδικές περιπτώσεις και σχέσεις καθορισμού του συντελεστού λ.

Οι παραπάνω τιμές που αναφέρονται δίδουν μιá εικόνα τής εύρειας διακυμάνσεως του συντελεστού λ οι όποιες δέν είναι εύκολο νά τοποθετηθούν σε όρισμένα πλαίσια. Πάντως για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση είναι δυνατó ό μελετητής νά έρευνά τó θέμα του καθορισμού ενός συντελεστού ωριαίας αιχμής λ σε συνάρτηση με τόν εξυπηρετούμενο πληθυσμό (στών όποιο άνάγονται όλες οι άνάγκες σε νερό) ή ακόμα και σε συνάρτηση με τή μέση παροχή καταναλώσεως κατά τήν ημέρα αιχμής.

Δηλαδή άν μπορούσαμε κάθε φορά νά καθορίζουμε ένα διάγραμμα τής μορφής του σχήματος 2.1 ή ακόμα και μιá σχέση $\lambda = \lambda(\Pi \text{ ή } Q_{\mu})$ τότε από τή σχέση (1) θά είχαμε σε κάθε θέση του δικτύου τήν τιμή τής ωριαίας αιχμής κατά τήν ημέρα τής μέγιστης καταναλώσεως.

Παρατηρείται έπίσης ότι γενικά στή βιβλιογραφία άποφεύγεται νά δοθούν κανόνες προσδιορισμού του συντελεστού λ και άφήνεται αυτό νά εκτιμιέται από τόν μελετητή σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση.

3. Οι άπώλειες φορτίου και οι ιδεατές παροχές σχεδιασμού

Όπως αναφέρεται και στην εισαγωγή του παρόντος μέρους, γίνεται δεκτό ότι οι άπώλειες φορτίου άκολουθούν τις έξισώσεις που βρέθηκαν για τά άκτινωτά και τά βροχωτά άρδευτικά δίκτυα δηλαδή :

$$h = \Sigma K_i \left[\mu_i^2 + \frac{\alpha(\alpha-1)}{2} \mu_i^{\alpha-2} \sigma_i^2 + \epsilon \cdot \rho \cdot \alpha \cdot \mu_i^{\alpha-1} \sigma_i \right] \quad (3)$$

όπου μ_i, σ_i = μέση τιμή και τυπική άπόκλιση τής παροχής στο τμήμα i του δικτύου που ύπολογίζονται εφαρμόζοντας τις σχέσεις (3) και (4) του κεφ. 1 τής εργασίας [5] δηλαδή

- ϵ = τυποποιημένη τυχαία μεταβλητή κανονικής κατανομής
- α = περίπου 1,76 έως 2,00
 $0,707 \leq \rho \leq 1,0$

K_i = συντελεστής που δίδεται από τις σχέσεις (9) και (10) τής εργασίας [5] δηλαδή

$$K = C_0 \cdot D^{-\beta} \cdot l$$

όπου C_0 = σταθερός συντελεστής που εξαρτιέται μόνο από τήν ποιότητα των σωλήνων

- D = διάμετρος του άγωγού
- l = μήκος του άγωγού

Στή συνέχεια άν τήν ποσότητα που είναι μέσα στην παρένθεση τής σχέσεως (3) τήν όνομάσουμε σαν (Q_i^{α}) θά έχουμε

$$h = \Sigma K_i Q_i^{\alpha} \quad (3\alpha)$$

όπου όμως σύμφωνα με τις εκτιμήσεις που έγιναν στην έρευνα των άκτινωτών άρδευτικών δικτύων ή παροχή (Q_i) που όνομάζεται «ιδεατή παροχή» σχεδιασμού μπορεί νά λαμβάνεται πάντοτε με ίκανοποιητική προσέγγιση,

$$\sigma\alpha\nu \quad Q_i = [\mu_i^2 + \sigma_i^2 + \varepsilon \cdot (2\rho \cdot \mu_i\sigma_i)]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

δηλαδή οποιαδήποτε σχέση ύπολογισμού των γραμμικών ά-
πωλειών και άν χρησιμοποιούμε.

Με τη σχέση (4) μπορούμε πλέον να σχεδιάσουμε το δίκτυο
εφαρμόζοντας σάν παροχές τις παροχές Q_i που είναι βέβαια
ιδεατές και δέν πληρούν το νόμο της συνεχείας σε κάθε κόμβο.
Τό θέμα όμως είναι ότι στην περίπτωση των δικτύων ύδρευ-
σεως είναι δύσκολος ό καθορισμός των μ_i και σ_i όπως ανα-
φέρθηκε στην εισαγωγή.

Προχωρώντας με βάση τη σχέση (4) παρατηρούμε ότι για
δίκτυα ύδρευσεως που στο πλείστον είναι βροχωτά ό συν-
τελεστής $\rho = 0,75$. Επίσης θά πρέπει να λάβουμε ύπόψη ότι
για ποιότητα λειτουργίας $\varphi = 0,98$ τό $\varepsilon = 2,00$. Έπομένως
ή σχέση (4) μπορεί να γραφτεί με ίκανοποιητική προσέγ-
γιση.

$$Q_i = \mu_i + 1,28 \cdot \sigma_i \quad (5)$$

που αντίστοιχει σε $\varepsilon = 1,28$ ($\varphi = 0,90$)

Ή προσέγγιση είναι εύκολο να διαπιστωθεί άν ή σχέση (4)
γραφτεί στη μορφή $Q_i = \mu(1 + C_v^2 + \varepsilon \cdot 2\rho \cdot C_v)^{\frac{1}{2}}$ και για $\varepsilon =$
2,00 και $\rho = 0,75$, δοθούν διάφορες τιμές στο συντελεστή
μεταβολής των παροχών C_v , όποτε οι αντίστοιχες τιμές Q_i
μπορεί να συγκριθούν με τις τιμές $Q_i = \mu_i(1 + 1,28C_v)$ της
σχέσεως (5). Παρατηρείται μάλιστα ότι ή σχέση (5) εφαρ-
μόζεται έστω και άν ό συντελεστής ρ μεταβληθεί σημαντικά,
π.χ. άν πλησιάσει την τιμή $\rho = 1,0$.

Ή κατάληξη λοιπόν είναι ότι για τά έσωτερικά δίκτυα ύ-
δρευσεως πρέπει να θεωρούνται σάν παροχές σχεδιασμού οι
«ιδεατές παροχές» της σχέσεως (5). Τότε τό πιθανοθεωρη-
τικό μοντέλο μετατρέπεται σε αίτιοκρατικό και οι άπώλειες
φορτίου που προκύπτουν από τη σχέση (3α) είναι άκριβώς
εκείνες που αντίστοιχούν στην έπιθυμητή ποιότητα λειτουρ-
γίας ($\varphi = 0,98$).

Καθορίζοντας τις παροχές σχεδιασμού με τη σχέση (5) άπο-
φεύγονται οι έμπειρικές κατανομές της όλικής παροχής που
προτείνονται. [11] σχετικά.

Στή συνέχεια πιο κάτω δίδονται μερικά στοιχεία καθορισμού
των παραμέτρων της ιδεατής παροχής Q_i της σχέσεως (5).

$$\mu_i = \sum_1^i R_i P_i q_{oi} \quad (6)$$

$$\sigma_i = \sum_1^i \left[R_i P_i (1 - P_i) q_{oi}^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6\alpha)$$

Τό συνολικό πλήθος των κρουών μπορεί να έκφραστεί κατά
προέγγιση σάν πλήθος του συνολικού πληθυσμού Π_i με ένα
μέσο πλήθος μελών κατά οικογένεια Π_0 δηλαδή

$$R_i = \frac{\Pi_i}{\Pi_0} \quad (7)$$

Συνήθως $\Pi_0 = 3,0$ έως 3,5

Ή πιθανότητα λειτουργίας ενός κρουού θά θεωρηθεί ίση
με [9]

$$R_i = \frac{t_i}{T} = \frac{q_i}{q_{oi}} \quad (8)$$

όπου q_{oi} = παροχή λειτουργίας του κρουού, π.χ. 0,20
λ/δλ ή 0,30 λ/δλ κ.ο.κ.

q_i = μέση παροχή που άπαιτείται για να συγκεν-
τρωθεί μία ποσότητα νερού καταναλώσεως
κατά τη διάρκεια T της περιόδου άιχμής, π.χ.
 T = μεταξύ 3,0 έως 6,0 ώρων.

t_i, T = χρόνος λειτουργίας ενός κρουού, διάρκεια πε-
ριόδου άιχμής.

Βέβαια οι πιο πάνω σχέσεις (7) και (8) μπορεί να τροπο-
ποιηθούν από τον κάθε μελετητή και για την κάθε συγκεκρι-
μένη περίπτωση ώστε να προσαρμοσθούν όσο τό δυνατό κα-
λύτερα στα δεδομένα κάθε μελετωμένης περιοχής. Επίσης

είναι δυνατός ό διαχωρισμός σε κατηγορίες των κρουών [11],
π.χ. λουτήρος, κουζίνας, κήπου κλπ. και ή ποσοστιαία έκτί-
μηση των οικογενειών με 1,2,3,4,5 κλπ. μέλη σύμφωνα βέ-
βαια και με τά υπάρχοντα στατιστικά στοιχεία. Χρήσιμα
στοιχεία ως προς τη μεθοδολογία καθορισμού τιμών μ και σ
με όρισμένες βέβαια παραδοχές περιέχονται στη σχετική [11]
έργασία ττύ Δ. Χριστούλα.

Ή σχέση (5) γράφεται

$$Q = \mu [1 + 1,28C_v] \quad (9)$$

$$\text{όπου} \quad C_v = \frac{\sigma}{\mu} = \left[\frac{1 - \rho}{R \cdot p} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

Άπό τη σχέση (7) μπορούμε να δεχθούμε κατά μέσο όρο ότι :

$$R = 0,31\Pi$$

$$\text{δηλαδή} \quad C_v = 1,80 \left(\frac{1 - \rho}{p} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\Pi}} = \frac{c_0}{\sqrt{\Pi}} \quad (11)$$

$$\text{όπου} \quad C_0 = 1,80 \left(\frac{1 - \rho}{p} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Για άπλές περιπτώσεις όπου δέν έχουμε κήπους για πότισμα
μπορούμε να δεχθούμε τελείως προσεγγιστικά (δεχόμενοι
ίσοπιθανούς κρουούς σταθεράς παροχής $q_0 = 0,20$ λ/δλ και
άμελούντες την έπιρροή του άριθμού μελών κάθε οικογένειας)

$$\mu = (0,31\Pi) \cdot (0,20) \cdot p = 0,062 \cdot p \cdot \Pi$$

όποτε ή (9) γίνεται :

$$Q = 0,062 \cdot p \cdot \Pi \left[1 + \frac{1,28 \cdot C_0}{\sqrt{\Pi}} \right] \quad (12)$$

Άπό τη σχέση (12) και τη (2) θά έχουμε

$$\lambda = \frac{5357}{q_e} p \cdot \left[1 + \frac{1,28 \cdot C_0}{\sqrt{\Pi}} \right]$$

ή άν θέσουμε :

$$\lambda_0 = \frac{5357}{q_e} \cdot p \quad (13)$$

$$\text{και} \quad 1,28 \cdot 1,80 \left(\frac{1 - \rho}{p} \right)^{\frac{1}{2}} = 1,28 C_0 = C \quad (13\alpha)$$

$$\text{θά έχουμε} \quad \lambda = \lambda_0 \left[1 + \frac{C}{\sqrt{\Pi}} \right] \quad (14)$$

Παρόμοια γενική σχέση πάντως θά έχουμε άν δεχθούμε ότι
ύπάρχουν αντίστοιχες έπιφάνειες κήπων για πότισμα σε κάθε
κατοικία.

Ή σχέση (14) μπορεί να εφαρμόζεται από τον κάθε μελε-
τητή με τον καθορισμό των συντελεστών λ_0 και C σε κάθε
συγκεκριμένη περίπτωση.

Πάντως για τις συνθήκες που επικρατούν στη χώρα μας θά
μπορούσε να ληφθούν οι πιο κάτω συντελεστές, οι όποιοι δι-
δονται με δικές μας εκτιμήσεις, λαμβάνοντας ύπόψη πάντοτε
και μία μελλοντική εξέλιξη.

—Για χωριά άγροτικής μορφής

$$\lambda_0 = 3,0 \text{ έως } 4,0 \\ C = 8,0 \text{ έως } 10,0$$

Οί μεγάλες τιμές του λ_0 και C αναφέρονται σε πολύ μικρούς
πληθυσμούς.

—Για κωμοπόλεις ήμιαγροτικής ή ήμισιαστικής μορφής :

$$\lambda_0 = 2,0 \text{ έως } 3,0 \\ C = 7,0 \text{ έως } 9,0$$

Κατά μέσο όρο μπορεί να λαμβάνεται $\lambda_0 = 2,50$ και $C = 8,0$
 —Για μεγαλύτερες πόλεις (άστικά κέντρα) μπορεί να λαμβάνεται :

$$\lambda_0 = 1,75 \text{ έως } 2,75 \text{ ή } 2,50 \text{ (κατά μέσο όρο } \lambda_0 = 2,0$$

$$C = 7,00 \text{ έως } 8,00 \text{ ή και } 9,0$$

Πρέπει πάντως ο μελετητής να προσέχει στην εκτίμηση των ωριαίων παροχών κεντρικών τροφοδοτικών αγωγών έσωτερικών δικτύων, διότι η υπερεκτίμηση του συντελεστού λ μπορεί να δώσει αντίοικονομικά αποτελέσματα. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει ο μελετητής να έχει υπόψη του ότι ο συντελεστής λ είναι μειωμένος και γιαυτό πρέπει η εκτίμηση να γίνει προσεκτικά.

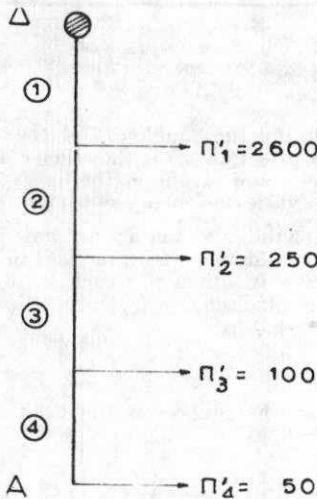
Για παράδειγμα δίδουμε το απλό δίκτυο του σχήματος 3.1.

- Τμήμα 1 : $l_1 = 1500 \mu., \Phi 150, K_1 = 73,9$
- » 2 : $l_2 = 250 \mu., \Phi 80, K_2 = 249,4$
- » 3 : $l_3 = 150 \mu., \Phi 80, K_3 = 149,7$
- » 4 : $l_4 = 200 \mu., \Phi 80, K_4 = 199,5$

Καθορίζουμε για ειδική κατανάλωση $K = 250 \lambda / \text{κατ} / \eta \mu$ και δελμάσαστε για την ημέρα αιχμής ότι $q_e = 1.5 \times 250 = 375 \lambda / \text{κατ} / \eta \mu$.

Άρα από τη σχέση $Q_\mu = \frac{\Pi q_e}{86.400}$ βρίσκουμε για κάθε τμήμα τη μέση παροχή της ημέρας αιχμής. Αντίστοιχα αν δεχθούμε ότι ο συντελεστής $\lambda = 2,50 \left(1 + \frac{8,0}{\sqrt{\Pi}}\right)$, δηλαδή $\lambda_0 = 2,50$ και $C = 8,0$ θα έχουμε :

Μέση παροχή	παροχή	$\Pi = 100$
($\lambda / \delta \lambda$) στο τμήμα 1: 13,02, $\lambda_1 = 2,86$ σχεδιασμού ($\lambda / \delta \lambda$)	$Q = 37,24$	
($\lambda / \delta \lambda$) στο τμήμα 2: 1,74, $\lambda_2 = 3,50$ σχεδιασμού ($\lambda / \delta \lambda$)	$Q = 6,09$	
($\lambda / \delta \lambda$) στο τμήμα 3: 0,56, $\lambda_3 = 4,13$ σχεδιασμού ($\lambda / \delta \lambda$)	$Q = 2,68$	
($\lambda / \delta \lambda$) στο τμήμα 4: 0,22, $\lambda_4 = 5,33$ σχεδιασμού ($\lambda / \delta \lambda$)	$Q = 1,17$	



Σχ. 3.1.

Έτσι οι απώλειες φορτίου στο τμήμα (Δ-Α) θα υπολογισθούν στη συνέχεια με τη σχέση $h = \sum (KQ^2) = 0,118 \mu.$ ή γενικά με τη σχέση : $h = \sum KQ^2$.

Αν θεωρηθεί σκόπιμο από το μελετητή στα τελευταία τμήματα με το μικρό πληθυσμό είναι δυνατό να ληφθεί μεγαλύτερο λ_0 και C αν και αυτό δε θα αλλάξει ουσιαστικά την κατάσταση μια και διατηρούνται ελάχιστες τιμές διαμέτρων, π.χ. $\Phi 80$.

4. Συμπεράσματα

Για το σχεδιασμό ενός έσωτερικού δικτύου ύδρευσης μπο-

ρούμε να χρησιμοποιήσουμε τα συμπεράσματα [5,6] της έρευνας που έγινε για τα άκτινωτά και τα βροχωτά αρδευτικά δίκτυα :

(α) Έτσι μπορούμε να εφαρμόσουμε σαν παροχές σχεδιασμού σε κάθε τμήμα δικτύου τις παροχές που δίδει η σχέση (9)

$$Q = \mu [1 + 1,28 C_V]$$

όπου $C_V =$ ο συντελεστής των παροχών = σ / μ
 $\mu, \sigma =$ μέση τιμή και τυπική απόκλιση της παροχής που θα πρέπει κανονικά να υπολογίζονται για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση μετά από σχετική έρευνα και εφαρμογή των σχέσεων (6) και (6α).

Οι ασάφειες στο σχεδιασμό έσωτερικών δικτύων έχουν επισημανθεί στην εισαγωγή της παρούσας εργασίας, αλλά μέχρι να βρεθεί κάποιος πιο σαφής τρόπος, ή αλγόριθμος καθορισμού των παροχών υπολογισμού ασφαλώς το παρόν τρίτο μέρος καλύπτει μερικές πτυχές του ύφισταμένου προβλήματος.

(β) Οι τιμές που δίδονται από τις σχέσεις (13) και (14) για το συντελεστή λ ωριαίας αιχμής μπορεί κάθε φορά να ερευνοούνται από τους μελετητές έσωτερικών δικτύων για τον καθορισμό των παραμέτρων λ_0 και C .

Μερικές ένδεικτικές τιμές λ_0 και C που δίδονται στο κεφάλαιο 3 για την εφαρμογή της σχέσεως (14)

$$\lambda = \lambda_0 \left[1 + \frac{C}{\sqrt{\Pi}} \right]$$

μπορεί να χρησιμοποιούνται από τους μελετητές στις τυπικές περιπτώσεις οικισμών του Έλληνικού χώρου.

Πρέπει να τονισθεί βέβαια το γεγονός ότι για πολύ μικρούς πληθυσμούς ο καθορισμός μιās ελάχιστης και μόνο διαμέτρου, π.χ. $\Phi 80$ καλύπτει πολύ μεγάλους συντελεστές αιχμής.

Επίσης, όπως γράφτηκε και στο κεφάλαιο 3, θα πρέπει οι μελετητές με μεγάλη προσοχή να εκτιμούν το συντελεστή ωριαίας αιχμής λ για κεντρικούς τροφοδοτικούς αγωγούς μεγάλης παροχής ώστε να αποφεύγουν τον υπερσχεδιασμό.

Η πιο πάνω σχέση $\lambda = \lambda_0 \left(1 + \frac{C}{\sqrt{\Pi}}\right)$ μπορεί να μετατραπεί στη σχέση :

$$\lambda = \lambda_0 \left(1 + \frac{C'}{\sqrt{Q_\mu}}\right)$$

αν λάβουμε υπόψη ότι

$$Q_\mu = \frac{\Pi \cdot q_e}{86400}$$

όπου $\Pi =$ ο εξ'ηρητούμενος πληθυσμός
 $q_e =$ μέγιστη κατανάλωση ανά κάτοικο και ημέρα
 $Q_\mu =$ μέση παροχή κατανάλωσης την ημέρα μέγιστης αιχμής.

Πρέπει να σημειωθεί εδώ η ομοιότητα της πιο πάνω σχέσεως υπολογισμού του συντελεστού λ με τη σχέση υπολογισμού του αντίστοιχου συντελεστού αιχμής των παροχών υπογισμού δικτύων ακαθάρτων ή όποια σύμφωνα με τις Έλληνικές προδιαγραφές είναι $3,0 \geq \lambda = \alpha + \frac{\beta}{q_{mi}^{1/2}}$ όπου συνήθως

τό $\alpha = 1,50$, $\beta = 2,50$ και $q_{mi} = 0,80$ κμείγιστη ημερήσι. παροχή ύδρευσεως). Επίσης είναι αξιοσημείωτος ο τρόπος εφαρμογής των παροχών σχεδιασμού σε δίκτυα ακαθάρτων, όπου οι υπολογιζόμενες παροχές αιχμής σε κάθε τμήμα αγωγού εφαρμόζονται παρόμοια με τις «ιδεατές παροχές» που προτείνονται εδώ στα έσωτερικά δίκτυα ύδρευσεως. Πάντως και στη διεθνή βιβλιογραφία βρίσκουμε κανείς παρόμοιες σχέσεις υπολογισμού του συντελεστού λ σε δίκτυα ύπονόμων όπου το μέγεθός του μειώνεται με την αύξηση του πληθυσμού.

(γ) Τελικά για τις εφαρμογές όταν πρόκειται να γίνει η εκτίμηση των παροχών σχεδιασμού καλό θα είναι να συντάσσεται από τους μελετητές ένα διάγραμμα $\lambda = \lambda (\Pi \text{ ή } Q_\mu)$ της μορφής που εμφανίζεται στο σχήμα 2.1. Βέβαια δέν είναι ά-

ναγκαστοί ή καμπύλη αυτή του σχήματος 2.1 να προκύπτει από μια ενιαία αναλυτική σχέση $\lambda = \lambda(\Pi \text{ ή } Q_{\mu})$, αλλά μπορεί να αποτελείται και από περισσότερες τέτοιες καμπύλες που κάθε μία ισχύει σε ένα διάστημα τιμών Π ή Q_{μ} . Οι καμπύλες αυτές μπορεί να συναρμολογούνται κατάλληλα από το μελετητή του κάθε συγκεκριμένου έργου ό οποίος είναι πιθανό να λαμβάνει υπόψη για την κατασκευή ενός τέτοιου διαγράμματος και διάφορες οριακές τιμές που έندεχομένως θεωρεί απαραίτητες στη διαμόρφωση μιας ρεαλιστικής σχέσεως μεταξύ του συντελεστού ωριαίας αίχμης και της αντίστοιχης τιμής Π ή Q_{μ} .

(δ) Με την παρούσα προσπάθεια καθορίζονται οι ιδεατές παροχές σχεδιασμού σε έσωτερικά δίκτυα ύδρευσεως. Οι παροχές αυτές καθιστούν αιτιοκρατικό ένα πιθανοθεωρητικό πρόβλημα και εφαρμόζονται σε κάθε τμήμα του δικτύου σε συνάρτηση με τον πληθυσμό ή συνήθως με την παροχή Q_{μ} της σχέσεως (1). Βέβαια με την εφαρμογή των παροχών αυτών για το σχεδιασμό δεν υπάρχει ισορροπία προσερχομένων και απερχομένων παροχών σε κάθε κόμβο γιαυτό εξάλλου τις ονομάζουμε και «ιδεατές». Πρέπει όμως να έχουμε υπόψη ότι εφαρμόζοντας αυτές τις «ιδεατές παροχές» στα διάφορα τμήματα του δικτύου κατορθώνουμε να προσεγγίζουμε ικανοποιητικά σε οποιαδήποτε διαδρομή εκείνες τις απώλειες φορτίου οι οποίες αντιστοιχούν σε μια όρισμένη ποιότητα λειτουργίας που στα έσωτερικά δίκτυα μπορεί να καθορισθεί σε $\varphi = 0,98$ περίπου.

5. Βιβλιογραφία

1. Clark J.: «Water Supply and Pollution Control» 2nd

edition Int. textbook Company 1971.

2. Cauvin A. - Didier G.: «Distribution d'eau dans les agglomerations» Ed. Eurolles - 1963
3. Fair, Geyer, Okun. Vol. 1.: «Water and Wastewater Engineering» J. Wiley and Sons 1966.
4. Hammer M.: «Water and Waste - water Technology» J. Wiley and Sons 1975.
5. Λαζαρίδης Α.: «Οι απώλειες φορτίου και οι παροχές σχεδιασμού σε άκτινωτά υπό πίεση άρδευτικά δίκτυα με έλευθερη ζήτηση». Τεχνικά Χρονικά, τεύχ. 4/1978.
6. Λαζαρίδης Α.: «Οι απώλειες φορτίου και οι παροχές σχεδιασμού σε κλειστά κυκλοφοριακά (βροχωτά) υπό πίεση άρδευτικά δίκτυα με έλευθερη ζήτηση», Τεχνικά Χρονικά, τεύχ. 1/79 Π-Μ, Α-Μ, Α-Τ-Μ.
7. Manas: «National Plumbing Code Handbook» Mc Graw Hill, 1960
8. Steel E.: «Water Supply and Sewerage» Mc Graw - Hill, 1960.
9. Thort A. - Hoather R. - Law F.: «Water Supply», Endward Arnold L.t.d. 1963.
10. 'Υπουργείο 'Εσωτερικών: «'Υπολογισμός έξωτερικών άγωγών, έσωτερικών δικτύων και δεξαμενών ύδραγωγείων Δήμων και Κοινοτήτων» 'Εγκύκλιος 43689/92/8.5.1965.
11. Χριστούλας Δ. «Παρχαί σχεδιασμού έσωτερικών δικτύων ύδρευσεως άστικών οικισμών» Τεχνικά Χρονικά, Τεύχ. 12 Δεκέμβριος 1970.

Hydraulic head losses and discharges determination for water distribution networks

By L. Lazaridis*

Summary

In this work the possibility of application of some useful conclusions from the research for irrigation networks onto water distribution networks has been examined. According to this research for a branching, radial or looping irrigation network the head losses evaluation along the «conveyance line» for discharges values named «ideal discharges» would help to evaluate for the desirable probability level or function quality level the corresponding magnitude of the head losses in a very satisfactory approximation.

According to this work it has been examined and approved the application of the above results drawn from the work for the irrigation networks onto the water distribution networks. Of course the function of the water distribution networks follows a probabilistic trend, but some characteristics as the parameters of the distribution exhibit many implicitities and could not be determined exactly.

Some assumptions helped to end up that the head losses in the water distribution networks are determined by the following relationship as well,

$$h = \sum kQ_i^a$$

where k_i is a coefficient depended on the diameter, the

length and the roughness of the conduit.

$Q_i (= \mu_i + 1,28 \sigma_i)$ is the «ideal discharge», in the section i and μ_i and σ_i the average value and the standard deviation in the section i .

The Values for the μ_i and σ_i are estimated by the designer. It has been considered more practical to express the discharge Q_i as a function of a coefficient λ (peak) and an average value of discharge Q_{μ} during the maximum consumption day, that is

$$Q_i = \lambda \cdot Q_{\mu}$$

A relationship that expresses the peak coefficient λ has been produced, as follows,

$$\lambda = \lambda_0 \left[1 + \frac{C}{\sqrt{\Pi}} \right] = \lambda_0 \left[1 + \frac{C'}{\sqrt{Q_{\mu}}} \right]$$

where λ , c , C' coefficients that should be determined in every concrete case, while Π is the serviced population and Q is the corresponding average day discharge during the maximum consumption day.

Some values of this coefficient for application to village, town and city cases of the Greek country are also presented.

* Civil engineer of National Technical University of Athens 1955 He was engaged in the reconstruction of the Magnesia region which suffered severe earthquake activity, in the military works, in land

Reclamation service of ministry of Agriculture and in technical department of municipalities and communities of Karditsa. Since 1961 as a consultant engineer in the hydraulics works field.