

**ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ Ι
ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΝΤΥΠΩΝ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ**

ΤΕΥΧΟΣ 3
ΥΔΡΕΥΣΕΙΣ

**ΗΡΑΚΛΗΣ ΧΑΤΖΗΑΓΓΕΛΟΥ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2001
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ**

1.- Γενικά

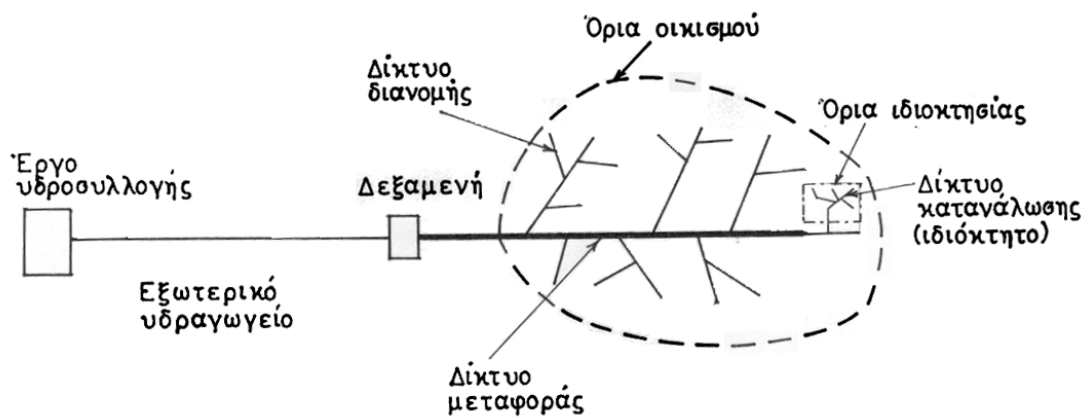
Το νερό είναι ένα από τα πιο βασικά στοιχεία της ζωής των ανθρώπων και ζώων. Οι σύγχρονοι οικισμοί διαθέτουν δίκτυα με τα οποία μεταφέρουν το νερό από την πλησιέστερη τοποθεσία στην οποία βρίσκονται έως τους χώρους υγιεινής των κατοικιών. Τα έργα από τα οποία αποτελούνται τα σύγχρονα δίκτυα είναι:

- α) *Έργα υδροσυλλογής:* Υδρομοστεύσεις πηγών, γεωτρήσεις, έργα συλλογής επιφανειακών νερών (λιμνών, ποταμών, τεχνιτών λιμνών), έργα συλλογής βρόχινου νερού (σε περιοχές στις οποίες δεν υπάρχουν άλλα νερά).
- β) *Εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού:* Το νερό των υδραγωγείων πρέπει να έχει ποιότητα κατάλληλη για την οικιακή χρήση. Όταν η ποιότητα των φυσικών νερών δεν είναι τελείως κατάλληλη για τον σκοπό αυτό, τότε γίνεται κατεργασία τους για την ποιοτική βελτίωσή τους.
- γ) *Αντλιοστάσια:* Τα υδραγωγεία εξοπλίζονται με αντλιοστάσια προκειμένου να εξασφαλισθεί η ύδρευση υψηλών περιοχών των οικισμών ή να επιτευχθεί η μετακίνηση του νερού σε μεγάλες αποστάσεις.
- δ) *Δεξαμενές:* Οι δεξαμενές εξισώνουν τις εικοσιτετράωρες παροχές του εξωτερικού και εσωτερικού υδραγωγείου. Δηλαδή η ποσότητα νερού που εισέρχεται στις δεξαμενές κατά την διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου πρέπει και να εξέρχεται ώστε η παραμονή του νερού στις δεξαμενές να μην υπερβαίνει τις 24 ώρες (αποφυγή στάσιμου νερού).
- ε) *Δίκτυα (δημόσιο τμήμα):* Αποτελούνται από κυρίως αγωγούς με τους οποίους γίνεται η μεταφορά του νερού και από αγωγούς διανομής με τους οποίους γίνεται η τροφοδότηση των καταναλωτών.
- ζ) *Δίκτυα (ιδιωτικό τμήμα):* Πρόκειται για τις σωληνώσεις εντός των ιδιοκτησιών με τις οποίες φθάνει το νερό στα σημεία υδροληψίας. Στο δίκτυο αυτό περιλαμβάνονται και οι σωληνώσεις των οικοδομών.

Τα δημόσια δίκτυα διακρίνονται σε εξωτερικά και εσωτερικά. Τα εξωτερικά δίκτυα που ονομάζονται και εξωτερικά υδραγωγεία, μεταφέρουν το νερό από την θέση υδροληψίας μέχρι τον οικισμό. Σε κατάλληλη υψηλή θέση του οικισμού κατασκευάζεται η δεξαμενή αποθήκευσης νερού.

Μετά την δεξαμενή κατασκευάζεται το εσωτερικό υδραγωγείο οι αγωγοί του οποίου διακρίνονται σε αγωγούς μεταφοράς και σε αγωγούς διανομής.

Τα εσωτερικά υδραγωγεία είναι πάντοτε δίκτυα υπό πίεση, ενώ τα εξωτερικά είναι δυνατόν να είναι και αγωγοί ελεύθερης ροής (π.χ. υδραγωγείο Μόρνου). Στο σχήμα 1 δίνεται η σχηματική διάταξη ενός υδραγωγείου.



Σχήμα 1. Σχηματική διάταξη υδραγωγείου

1. Γενικά

Η κατασκευή και λειτουργία ενός σύγχρονου δικτύου ύδρευσης απαιτεί πλήθος εργασιών, τεχνικής και διοικητικής φύσης, η διεκπεραίωση των οποίων στις μεν μικρότερες πόλεις και κοινότητες εκτελείται από τις τεχνικές υπηρεσίες των δήμων ή κοινοτήτων, στις δε μεγάλες πόλεις από προς τούτο συνισταμένους οργανισμούς ύδρευσης. Τα τελευταία χρόνια η διοίκηση των δικτύων ύδρευσης στις περισσότερες πόλεις της Ελλάδας γίνεται από κοινού με την διοίκηση των δικτύων αποχέτευσης από δημοτικές επιχειρήσεις ύδρευσης-αποχέτευσης (ΔΕΥΑ).

Στις νομαρχίες υπάρχει ειδική υπηρεσία του υπουργείου εσωτερικών (ΤΥΔΚ) η οποία παρέχει τεχνική υποστήριξη στις μικρές κοινότητες οι οποίες δεν έχουν την δυνατότητα να έχουν δικές τους υπηρεσίες.

Το νομικό υπόβαθρο των παραπάνω οργανισμών και επιχειρήσεων αποτελούν δύο βασικοί κανονισμοί:

- α.- *Ο εσωτερικός κανονισμός* με τον οποίο καθορίζονται οι αρμοδιότητες, οι υπηρεσίες και οι οργανικές θέσεις του οργανισμού.
- β.- *Ο κανονισμός λειτουργίας του δικτύου* με τον οποίο καθορίζονται οι υποχρεώσεις προς τον οργανισμό των καταναλωτών.

2. Εσωτερικός κανονισμός

Βασικό στοιχείο του εσωτερικού κανονισμού ενός οργανισμού ύδρευσης είναι η διάθρωση της υπηρεσίας κατά τρόπο ώστε να διευκολύνεται η εκτέλεση του όλου έργου. Παρακάτω δίνεται ένα παράδειγμα διοικητικής διάθρωσης ενός οργανισμού.

- α. Διευθυντής
- β. Διεύθυνση Διοικητικού
- γ. Διεύθυνση Οικονομικών Υπηρεσιών
- δ. Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών

Την Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών απαρτίζουν τα παρακάτω τμήματα:

- α. Τμήμα Μελετών
- β. Τμήμα Κατασκευών
- γ. Τμήμα Εκμετάλλευσης
- δ. Τμήμα Συντήρησης και Λειτουργίας
- ε. Τμήμα Τοπογραφικό
- στ. Τμήμα Περιουσίας
- ζ. Τμήμα Μηχανικού Εξοπλισμού και Αποθηκών

3. Κανονισμός λειτουργίας δικτύων ύδρευσης

Παρακάτω δίνονται τα περιεχόμενα του κανονισμού υδροληψίας ο οποίος ίσχυε για τον πρώην Οργανισμό Ύδρευσης Θεσσαλονίκης (ΟΥΘ). Από το πλήθος των άρθρων του κανονισμού φαίνεται ότι οι όροι υδροδότησης των ακινήτων είναι τελείως αποσαφηνισμένοι. Βάσει αυτού ο καταναλωτής προβλέπεται να πληρώνει αντίτιμο για κάθε κυβικό μέτρο νερού που καταναλώνει (άρθρο 30) και επιπρόσθετα τα τέλη σύνδεσης του ιδιωτικού δικτύου με το δημόσιο (άρθρο 35). Το τέλος του δημοσίου δικτύου είναι ο ογκομετρητής νερού ο οποίος εγκαθίσταται σε χώρο που είναι καθορισμένος από τον κανονισμό (άρθρο 22) και ο οποίος κατασκευάζεται από τους ιδιώτες.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ Ο.Υ.Θ

*Αριθμ.
άρθρου*

Τίτλος περιεχομένου

1. Ορισμός
2. Παροχή νερού
3. Προσωρινή υδροληψία
4. Υδροδότηση (προσωρινή) εργοταξίου για ανέγερση κτίσματος- Απαιτούμενα δικαιολογητικά-Διακανονισμός χρεών τέως καταναλωτών
5. Διατήρηση και απώλεια του δικαιώματος υδροληψίας σε περίπτωση ανεγέρσεως κτίσματος σε οικόπεδο που υπάρχει υδροληψία
6. Οριστική (κανονική) υδροληψία
7. Απαιτούμενα δικαιολογητικά για σύνδεση με το δίκτυο διανομής του κτίσματος που έχει περατωθεί-υδροδότηση μονοκατοικιών κ.λ.π. ανοικτών χώρων (οικοπέδων)
8. Στήλη (πίνακας) υδρομέτρων
9. Διαδικασία παροχής νερού για προσωρινή και οριστική υδροληψία
10. Σύνδεση κτίσματος που έχει περατωθεί με το δίκτυο διανομής
11. Σύνδεση με το δίκτυο διανομής των λοιπών επί μέρους υδρευομένων χώρων (διαμερίσματα, γραφεία, εργαστήρια, κ.λ.π.)

12. Σύνδεση ακινήτων τέως καταναλωτών με το δίκτυο διανομής
13. Συμβόλαια πληρωμένα δύο φορές

14. Ανεκτέλεστα συμβόλαια
15. Νομιμοποίηση υπογραφής συμβολαίων υδροληψίας
16. Ανυψωτικές στήλες
17. Μεταβίβαση δικαιωμάτων υδροληψίας
18. Διακοπές υδροληψίας
19. Υδρόμετρα
20. Επισκευές υδρομέτρων
21. Αντικατάσταση υδρομέτρων-Μετατόπιση σε καταλληλότερη θέση
22. Υδρόμετρα και χώρος υδρομέτρων οικισμών που εντάσσονται στην ευθύνη του Ο.Υ.Θ.
23. Αφαίρεση υδρομέτρων
24. Ακύρωση υδροληψίας
25. Υποδιαιρετικά υδρόμετρα
26. Έλεγχος των υδρομέτρων και των εσωτερικών υδραυλικών εγκαταστάσεων
27. Αναμόρφωση λογαριασμών κατανάλωσης νερού
28. Συντήρηση υδρομέτρων
29. Εκπτώσεις από τους λογ/σμούς κατανάλωσης νερού
30. Έκδοση λογ/σμών κατανάλωσης νερού-Υποχρεώσεις καταναλωτών - Πληρωμές λογ/σμών
31. Μειωμένα τιμολόγια
32. Αντιπαροχή νερού στους υπαλλήλους του Ο.Υ.Θ
33. Υδροστόμια πυρκαϊάς
34. Διακλαδώσεις
35. Δαπάνες συνδέσεως των ακινήτων με το δίκτυο διανομής (τέλη σύνδεσης)
36. Επέκταση αγωγών διανομής-Μετατόπιση ή υποβιβασμοί αγωγών
37. Διατάξεις υγιεινολογικής φύσεως
38. Παραβάσεις-Απαγορεύσεις
39. Τιμές υλικών-Κοστολόγηση απολογιστικών εργασιών
40. Μεταβατικές διατάξεις

Η ποιότητα του νερού αξιολογείται με βάση τις φυσικές, χημικές, μικροβιολογικές και βιολογικές ιδιότητές του.

- α.- *Φυσικές ιδιότητες*: Πρόκειται για την θερμοκρασία και τις αδιάλυτες ουσίες οργανικής ή ανόργανης σύστασης. Οι αδιάλυτες ουσίες επηρεάζουν την διαύγεια, το χρώμα, την οσμή και τη γεύση του νερού.
- β.- *Χημικές ιδιότητες*: Το νερό πρέπει να περιέχει άλατα σε περιορισμένη ποσότητα. Νερό χωρίς καθόλου άλατα δεν έχει γεύση και δεν είναι υγιεινό γιατί συντελεί στην αύξηση της εσωτερικής πίεσης των κυττάρων και συνεπώς στην διόγκωσή τους. Καρδιακές παθήσεις είναι συνέπεια της κατάστασης αυτής. Το αντίθετο δηλαδή η συρρίκνωση των κυττάρων γίνεται όταν το νερό περιέχει υψηλή ποσότητα διαλυμένων αλάτων. Η κανονική ποσότητα των αλάτων που πρέπει να περιέχει το πόσιμο νερό δίνεται στα έντυπα 204/1-7.
- γ.- *Μικροβιολογικές ιδιότητες*: Το πόσιμο νερό δεν πρέπει να περιέχει βακτηρίδια που προέρχονται από το εντερικό σύστημα ανθρώπων και ζώων. Μ' αυτόν τον τρόπο αποκλείεται η μόλυνση του πόσιμου νερού από λύματα και περιπτώματα ζώων. Ως δείκτες μόλυνσης χρησιμοποιούνται συνήθως τα κολοβακτηριδιόμορφα (coliforms) και το τυπικό κολοβακτηρίδιο (E-coli). Η ανώτατη επιτρεπόμενη συγκέντρωση των εν λόγω βακτηριδίων ορίζεται στις αντίστοιχες προδιαγραφές των διαφόρων κρατών (έντυπα 204/1).
- δ.- *Βιολογικές ιδιότητες*: Το πόσιμο νερό περιέχει μικροοργανισμούς των οποίων το φυσικό περιβάλλον είναι τα καθαρά νερά. Οι μικροοργανισμοί αυτοί δεν βλάπτουν τον άνθρωπο και τα ζώα και ως εκ τούτου επιτρέπεται η ύπαρξή τους στο πόσιμο νερό σε περιορισμένες συγκεντρώσεις (έντυπα 204/1-).

Με την υγειονομική διάταξη που δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 53, τεύχος δεύτερο, της 20-2-86 πραγματοποιήθηκε προσαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας προς την οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 15/7/1980 "περί της ποιότητας του πόσιμου νερού" που δημοσιεύθηκε στην επίσημη εφημερίδα των ευρωπαϊκών κοινοτήτων (ειδική έκδοση στην ελληνική γλώσσα, 31/12/1980, 15/001 σελ. 255).

Σύμφωνα με την υγειονομική αυτή διάταξη σαν **πόσιμο νερό** νοείται το νερό που χρησιμοποιείται για ανθρώπινη χρήση, είτε μετά από προηγούμενη επεξεργασία είτε όχι, οποιαδήποτε και αν είναι η προέλευσή του. Το πόσιμο νερό

- διατίθεται για ανθρώπινη κατανάλωση,
- χρησιμοποιείται σε εργοστάσια και βιοτεχνίες παρασκευής τροφίμων και ποτών.

Η υγειονομική διάταξη δεν εφαρμόζεται

1. στα φυσικά μεταλλικά νερά που είναι αναγνωρισμένα ή έχουν ορισθεί ως φυσικά μεταλλικά νερά,
2. στα ιαματικά νερά που έχουν αναγνωρισθεί ως ιαματικά.

Οι επιτρεπόμενες τιμές για τις ποιοτικές παραμέτρους, που προσδιορίζουν την καταλληλότητα του πόσιμου νερού, καθορίζονται στους πίνακες Α, Β, Γ, Δ και Ε που ακολουθούν και χαρακτηρίζονται σαν

- οργανοληπτικές παράμετροι
- φυσικο-χημικές παράμετροι
- παράμετροι που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες
- παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες
- μικροβιολογικές παράμετροι.

Οι τιμές των ποιοτικών παραμέτρων του πόσιμου νερού πρέπει να είναι οπωσδήποτε κατώτερες ή ίσες με τις τιμές που περιλαμβάνονται στη στήλη με τίτλο «**Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση**» των πινάκων Α, Β, Γ, Δ και Ε που παρατίθενται παρακάτω και να προσεγγίζουν τις τιμές που περιλαμβάνονται κάτω από τη στήλη με τίτλο «**Ενδεικτικό επίπεδο**».

Στην περίπτωση που γίνεται αποσκλήρυνση του νερού απαιτούνται ορισμένοι πρόσθετοι έλεγχοι που αφορούν την «**Ελάχιστη απαιτούμενη συγκέντρωση**» κάποιων ουσιών όπως της ολικής σκληρότητας, της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου, της αλκαλικότητας και το διαλυμένου οξυγόνου (βλ. πίνακα εντύπου 204/6).

Η καθημερινή μέτρηση όλων των παραμέτρων της ποιότητας του νερού δεν είναι πάντα δυνατή αλλά ούτε και αναγκαία. Στο έντυπο 204/7 δίνεται πίνακας που περιέχει τις μετρήσεις που πρέπει να γίνονται στις διάφορες περιπτώσεις (**ελάχιστο έλεγχο, έλεγχο ρουτίνας, περιοδικό έλεγχο και έκτακτο έλεγχο**) ελέγχου των νερών.

A. ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

A/A	Παράμετροι	Έκφραση αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
1	Χρώμα	mg/l κλίμακας Pt/Co	1	20
2	Θολερότητα	mg/l SiO ₂	1	10
3	Οσμή	Ποσοστό διαλύσεως	0	2 μέχρι 12 °C 3 μέχρι 25 °C
4	Γεύση	Ποσοστό διαλύσεως	0	2 μέχρι 12 °C 3 μέχρι 25 °C

Το νερό πρέπει να είναι άχρουν, διαυγές, άοσμο και να έχει ευχάριστη γεύση. Όσον αφορά το χρώμα γίνεται συσχέτιση με την κλίμακα Πλατίνας – Κοβαλτίου (Pt/Co). Η οσμή και η γεύση οι οποίες είναι υποκειμενικές παράμετροι, προσδιορίζονται βάσει ειδικών εξετάσεων και κάτω από ειδικές συνθήκες μετά από διαδοχικές αραιώσεις δειγμάτων νερού.

B. ΦΥΣΙΚΟ-ΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

A/A	Παράμετροι	Έκφραση αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
5	Θερμοκρασία	°C	12	25
6	pH	Μονάδα pH	6.5<pH<8.5	9.5
7	Αγωγιμότητα	μS/cm έως 20 °C	400	
8	Χλώριο	mg/l Cl ⁻	25	200
9	Θειικά	mg/l SO ₄ ²⁻	25	250
10	Πυρίτιο	mg/l SiO ₂	(α)	
11	Ασβέστιο	mg/l Ca	100	
12	Μαγνήσιο	mg/l Mg	30	50
13	Νάτριο	mg/l Na	20	150
14	Κάλιο	mg/l K	10	12
15	Αργίλιο	mg/l Al	0.05	0.2
16	Ξηρό υπόλειμμα	mg/l ύστερα από ξήρανση στους 180 °C		1500
17	Διαλυμένο Οξυγόνο	% O ₂ (τιμή κορεσμού)	(β)	
18	Ελεύθερο διοξείδιο του άνθρακα	mg/l CO ₂	(γ)	

(α) Κάθε ουσία που χρησιμοποιείται κατά την επεξεργασία του πόσιμου νερού πρέπει να μην ξαναβρίσκεται μέσα στα νερά που τίθενται στη διάθεση των καταναλωτών σε συγκεντρώσεις ανώτερες από τις ανώτατες παραδεκτές συγκεντρώσεις που αφορούν αυτές τις ουσίες ώστε να μην αποτελούν άμεσα ή έμμεσα, κίνδυνο για τη Δημόσια Υγεία.

(β) Τιμή κορεσμού > 75%, εκτός των υπογείων νερών.

(γ) Το νερό δεν πρέπει να είναι δραστικό.

Γ. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

A/A	Παράμετροι	Έκφραση αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
19	Νιτρικά	mg/l NO ₃ ⁻	25	50
20	Νιτρώδη	mg/l NO ₂ ⁻		0.1
21	Αμμώνιο	mg/l NH ₄ ⁺	0.05	0.5
22	Οξειδωσιμότητα (Κατανάλωση KMnO ₄)	mg/l O ₂	2	5
23	Υδρόθειο	μg/l H ₂ S		Μη ανιχνεύσιμο οργανοληπτικά
24	Ύλες που εκχειλίζονται με γλωροφόρμιο	Ξηρό υπόλειμμα mg/l	0.1	
25	Υδρογονάνθρακες διαλυμένοι (μετά από εκχύλιση με αιθέρα). Ορυκτέλαια	μg/l		10
26	Φαινόλες	μg/l C ₆ H ₅ OH		0.5
27	Βόριο	μg/l B	1000	
28	Επιφανειοδραστικοί παράγοντες (αντιδρώντες με κυανούν του μεθυλενίου)	μg/l (lauryl sulphate)		200
29	Οργανοχλωριούχες ενώσεις	μg/l	1	
30	Σίδηρος	μg/l Fe	50	200
31	Μαγγάνιο	μg/l Mn	20	50
32	Χαλκός	μg/l Cu	(α)	
33	Ψευδάργυρος	μg/l Zn	(β)	
34	Φωσφόρος	μg/l P ₂ O ₅	400	5000
35	Φθόριο	mg/l F ⁻ (8-12 °C 25-30 °C)		1500 700
36	Ύλες εν αιωρήσει	mg/l	Απουσία	
37	Βάριο	μg/l Ba	100	
38	Άργυρος	μg/l Ag		10

(α) 100 μg/l στην έξοδο εγκαταστάσεων άντλησης και εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού και 3000 μg/l ύστερα από 12 h παραμονής στις σωληνώσεις των υδραγωγείων.

(β) 100 μg/l στην έξοδο εγκαταστάσεων άντλησης και εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού και 5000 μg/l ύστερα από 12 h παραμονής στις σωληνώσεις των υδραγωγείων.

Δ. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟΞΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

A/A	Παράμετροι	Έκφραση αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
39	Αρσενικό	μg/l As		50
40	Κάδμιο	μg/l Cd		5
41	Κυανιούχα άλατα	μg/l CN ⁻		50
42	Χρώμιο	μg/l Cr		50
43	Υδράργυρος	μg/l Hg		1
44	Νικέλιο	μg/l Ni		50
45	Μόλυβδος	μg/l Pb		50
46	Αντιμόνιο	μg/l Sb		10
47	Παρασιτοκτόνα και εξομοιούμενα προϊόντα (α) : -Ανά μεμονωμένη ουσία -Συνολικά	μg/l		0.1 0.5
48	Αρωματικοί πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες (β)	μg/l		0.2

(α) Σαν παρασιτοκτόνα και εξομοιούμενα προϊόντα νοούνται :

- τα εντομοκτόνα, (οργανοχλωριούχες ενώσεις μεγάλου χρόνου ζωής, οργανοφωσφορικά, carbamates),
- τα ζιζανιοκτόνα,
- τα μυκητοκτόνα,
- τα PCB (πολυχλωριομένα διφενύλια) και
- τα PCT (πολυχλωριομένα τριφενύλια).

(β) Σαν αρωματικοί πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες νοούνται :

- Φθοροανθένιο,
- βενζο-3,4 φθοροανθένιο,
- βενζο-11,12 φθοροανθένιο,
- βενζο-3,4 πυρένιο,
- βενζο-1,12 πυρηλένιο,
- ινδενο(1,2,3-cd) πυρένιο.

Ε. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

A/A	Παράμετροι	Όγκος του δείγματος (σε ml)	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση Μέθοδος διηθητικών μεμβρανών MF	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση Μέθοδος των πολλαπλών σωλήνων NPP
49	Ολικά κολοβακτηριοειδή (α)	100	-	0	NPP < 1
50	Κολοβακτηριοειδή κοπράνων	100	-	0	NPP < 1
51	Στρεπτόκοκκοι κοπράνων	100	-	0	NPP < 1
52	Κλωστρίδια αναγωγικά θειωδών αλάτων	20	-	-	NPP < 1

(α) Υπό τον όρο ότι θα εξετασθεί ικανός αριθμός δειγμάτων (το 95 % των αποτελεσμάτων πρέπει να πληρούν τους όρους της προδιαγραφής).

Τα νερά που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση δεν πρέπει να περιέχουν παθογόνους οργανισμούς.

Προκειμένου να συμπληρωθεί, ανάλογα με τις ανάγκες, η μικροβιολογική εξέταση του πόσιμου νερού, είναι σκόπιμο να ερευνηθούν, εκτός από τα βακτήρια που περιλαμβάνονται στον πίνακα Ε και τα παθογόνα βακτήρια και ιδίως :

- οι σαλμονέλες,
- οι παθογόνοι σταφυλόκοκκοι,
- οι βακτηριοφάγοι των κοπράνων και
- οι ιοί των εντέρων.

- Επίσης, το πόσιμο νερό δεν πρέπει να περιέχει :
- παρασιτικούς οργανισμούς,
 - ανώτερους οργανισμούς (φύκη, ζωάρια).

Ε. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ (συνέχεια)

A/A	Παράμετροι	Όγκος του δείγματος (σε ml)	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
53	Καταμέτρηση συνολικών βακτηριδίων για το πόσιμο νερό (επώαση 37 °C)	1	10 (α) (β)	-
54	Καταμέτρηση συνολικών βακτηριδίων για το πόσιμο νερό (επώαση 22 °C)	1	100 (α) (β)	-
55	Καταμέτρηση των συνολικών βακτηριδίων για τα συσκευασμένα νερά (37 °C)	1	5	20
56	Καταμέτρηση συνολικών βακτηριδίων για τα συσκευασμένα νερά (22 °C)	1	20 (γ)	100

(α) Για τα νερά που έχουν υποστεί απολύμανση οι αντίστοιχες τιμές πρέπει να είναι σαφώς κατώτερες στην έξοδο του σταθμού κατεργασίας.

(β) Κάθε υπέρβαση αυτών των τιμών, εφόσον επιμένει κατά τη διάρκεια διαδοχικών δειγματοληψιών, πρέπει να γίνει αφορμή για έλεγχο.

(γ) Οι τιμές της ανώτατης παραδεκτής συγκέντρωσης πρέπει να μετρώνται μέσα στις 12 ώρες που ακολουθούν τη συσκευασία, ενώ το νερό των δειγμάτων θα διατηρείται σε μια θερμοκρασία σταθερή κατά τη διάρκεια αυτή των 12 ωρών.

**ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ
ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΥΠΟΣΤΕΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΣΗΣ**

A/A	Παράμετροι	Έκφραση αποτελεσμάτων	Ελάχιστη απαιτούμενη συγκέντρωση (Νερά που έχουν υποστεί αποσκλήρυνση)	Παρατηρήσεις
1	Ολική σκληρότητα	mg/l Ca	60	Ασβέστιο ή ισοδύναμα κατιόντα.
2	Συγκέντρωση σε ιόντα υδρογόνου	pH		Το νερό δεν πρέπει να είναι δραστικό.
3	Αλκαλικότητα	mg/l HCO ₃ ⁻	30	
4	Διαλυμένο Οξυγόνο			

Οι διατάξεις που αφορούν τη σκληρότητα, τη συγκέντρωση σε ιόντα υδρογόνου, το διαλυμένο οξυγόνο και το ασβέστιο έχουν εφαρμογή επίσης στα νερά που προέρχονται από αφαλάτωση.

Αν λόγω της υπερβολικής φυσικής του σκληρότητας το νερό έχει αποσκληρυνθεί, πριν δοθεί στην κατανάλωση, η περιεκτικότητά του σε νάτριο μπορεί, σε εξαιρετικές περιπτώσεις, να είναι ανώτερη από τις τιμές που περιλαμβάνονται στη στήλη των ανωτάτων παραδεκτών συγκεντρώσεων. Θα πρέπει εν τούτοις να καταβάλλεται προσπάθεια να κρατηθεί αυτή η περιεκτικότητα σε ένα επίπεδο κατά το δυνατόν χαμηλό.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

	Γαλλικός Βαθμός	Αγγλικός Βαθμός	Γερμανικός Βαθμός	mg Ca	mmoles Ca
Γαλλικός Βαθμός	1	0.70	0.56	4.008	0.1
Αγγλικός Βαθμός	1.43	1	0.80	5.73	0.143
Γερμανικός Βαθμός	1.79	1.25	1	7.17	0.179
mg Ca	0.25	0.175	0.140	1	0.025
mmoles Ca	10	7	5.6	40.08	1

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

(Παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τους ελέγχους)

		ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ E ₁	ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΟΥΤΙΝΑΣ E ₂	ΠΕΡΙΟΔΙΚ ΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ E ₃	ΕΚΤΑΚΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ E ₄
Α	ΟΡΓΑΝΟ- ΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Οσμή (1) Γεύση	Οσμή Γεύση Θολερότητα		
Β	ΦΥΣΙΚΟ-ΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Αγωγιμότητα Υπολειμματικό χλώριο (3)	Θερμοκρασία (2) Αγωγιμότητα pH Υπολειμ- ματικό χλώριο (3)	Ανάλυση ελέγχου ρουτίνας και άλλες παράμετροι (4)	Η αρμόδια αρχή θα καθορίσει τις παραμέτρους ανάλογα με τις συνθήκες, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις περιπτώσεις που θα μπορούσαν να έχουν μια ολέθρια επίπτωση στην ποιότητα του πόσιμου νερού που διατίθεται στην κατανάλωση.
Γ	ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		Νιτρικά Νιτρώδη Αμμωνία		
Δ	ΤΟΞΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ				
Ε	ΜΙΚΡΟ- ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Ολικά Κολο- βακτηριοειδή ή συνολικές μετρήσεις 22 °C και 37 °C Κολο- βακτηριοειδή κοπράνων	Ολικά Κολο- βακτηριοειδή ή συνολικές μετρήσεις 22 °C και 37 °C Κολο- βακτηριοειδή κοπράνων		

(1) Ποιοτική αξιολόγηση.

(2) Εκτός από τα νερά που παραδίνονται συσκευασμένα.

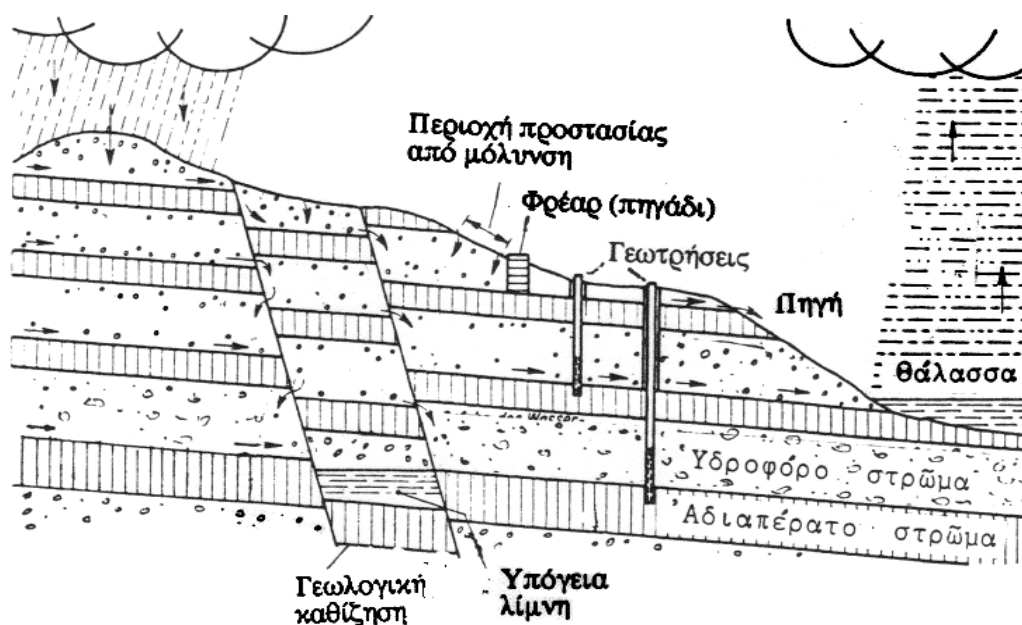
(3) Σε περίπτωση επεξεργασίας του νερού και διάφορες άλλες ουσίες.

(4) Αυτές οι παράμετροι καθορίζονται από τις αρμόδιες κρατικές αρχές λαμβάνοντας υπόψη όλες τις προϋποθέσεις που θα μπορούσαν να έχουν επιπτώσεις στην ποιότητα του πόσιμου νερού.

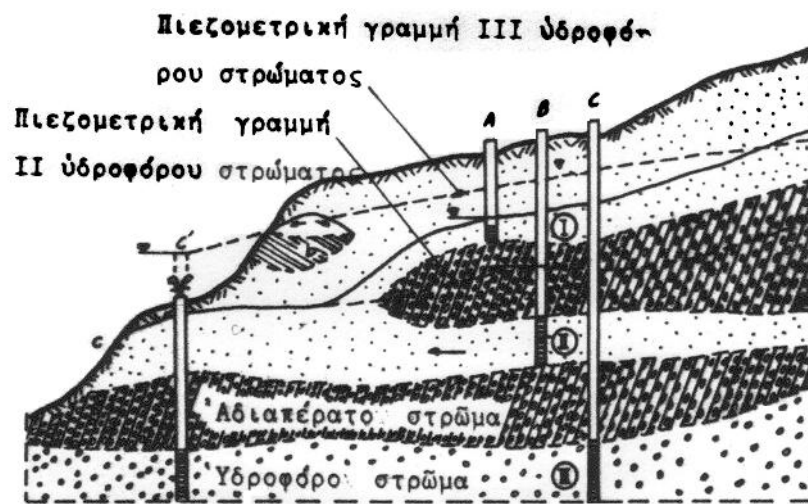
Σημείωση : Για τον έλεγχο των νερών πηγής που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την ύδρευση οικισμών εκτός των αναλύσεων ρουτίνας μπορούν να γίνουν και άλλες αναλύσεις ουσιών (π.χ. τοξικών, ή ανεπιθύμητων) ανάλογα με τις υπόνοιες που υπάρχουν σχετικά με την ποιότητα του νερού. Ο σχετικός πίνακας θα πρέπει να καταρτίζεται από την αρμόδια αρχή.

Ο κύκλος του νερού είναι γνωστός και φαίνεται στο σχήμα 1. Το νερό που πέφτει στην επιφάνεια της γης κινείται από τα υψηλά σημεία προς τα χαμηλά είτε επιφανειακά σχηματίζοντας λίμνες και ποτάμια είτε υπόγεια σχηματίζοντας υπόγειους υδροφορείς και υπόγειες λίμνες. Οι υπόγειοι υδροφορείς σχηματίζονται όταν σε ένα διαπερατό στρώμα εδάφους το οποίο βρίσκεται μεταξύ δύο μη διαπερατών, φθάνει νερό. Αν το νερό αυτό έρχεται από υψηλές περιοχές ο υδροφορέας τίθεται υπό πίεση (σχ.2). Η τελική κατάληξη των επιφανειακών και υπογείων νερών είναι η θάλασσα.

Τα υπόγεια νερά εμφανίζονται στην επιφάνεια της γης υπό μορφή πηγών. Στην περίπτωση αυτή η συλλογή των γίνεται με ειδικά έργα τα οποία ονομάζονται υδρομαστεύσεις. Η υδροσυλλογή των νερών υπόγειων υδροφορέων γίνεται με γεωτρήσεις (βλ. σχ.1 και 2). Η υδροληψία από επιφανειακούς υδροφορείς, οι οποίοι σχηματίζονται ευθύς αμέσως κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, γίνεται με πηγάδια. Τέλος το νερό της βροχής συλλέγεται σε στέρνες. Όταν είναι ανάγκη συλλογής επιφανειακών νερών από ποτάμια και λίμνες κατασκευάζονται ειδικά έργα υδροληψίας επιφανειακών νερών.



Σχήμα 1. Κύκλος του νερού



Σχήμα 2. Γεωλογική τομή με υδροφόρα στρώματα υπό πίεση

Στο έντυπο 206/2 δίνονται οι συνηθέστεροι τύποι πηγών. Οι ρωγμογενείς και μεταπτωσιγενείς (τεκτονικές) πηγές σχηματίζονται όταν υπόγεια νερά που βρίσκονται υπό πίεση βρουν ρωγμές στα υπερκείμενα αδιαπέραστα στρώματα ή διακοπές της συνέχειάς τους λόγω γεωλογικών μεταβολών (π.χ. σεισμών) και διερχόμενα μέσα από αυτά φθάνουν στην επιφάνεια της γης (αρτεσιανές πηγές). Οι καρστικές πηγές παρουσιάζονται στα καρστικά εδάφη στα οποία το νερό σχηματίζει αύλακες διαλύοντας το πέτρωμά των. Η ταχύτητα ροής του υπόγειου νερού στην περίπτωση αυτή είναι μεγάλη με αποτέλεσμα η αποθηκευτική ικανότητα και η ικανότητα αυτοκαθαρισμού των καρστικών εδαφών να είναι μικρή. Ως εκ τούτου οι καρστικές πηγές παρουσιάζουν μεγάλη παροχή σε περιόδους μεγάλων βροχοπτώσεων και μικρή παροχή σε περιόδους ξηρασίας. Επίσης η ποιότητα των νερών τους είναι αμφίβολη. Η υδρομάστευση των πηγών αυτών παρουσιάζει επίσης προβλήματα γιατί το νερό μετά την κατασκευή των έργων, ιδιαίτερα όταν τα τελευταία δεν είναι καλά μελετημένα ή καλά κατασκευασμένα, ανοίγει νέες αύλακες ροής και διαφεύγει προς άλλες κατευθύνσεις.

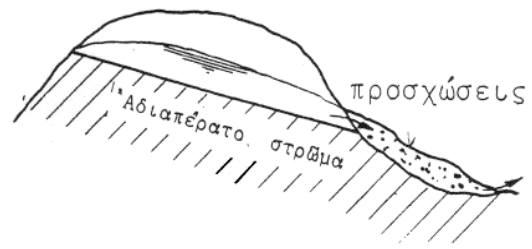
Η παροχή των πηγών διαπιστώνεται με επί τόπου μετρήσεις. Κατά τις μετρήσεις αυτές πρέπει να δίνεται προσοχή στα παρακάτω:

- (α) Εκλογή κατάλληλης θέσης των μετρήσεων ώστε να μην διαφεύγουν από την μέτρηση παρακλάδια της πηγής με μικρότερες παροχές. Συνήθως γίνονται δύο μετρήσεις μία στην θέση των πηγών και μία 100 – 200 μέτρα κατάντη.
- (β) Η διάρκεια της μέτρησης να είναι τουλάχιστον ενός έτους και η συχνότητα των μετρήσεων να είναι μία ανά 8-14 ημέρες.
- (γ) Ταυτόχρονα να γίνεται μέτρηση των βροχών της περιοχής και παρατηρήσεις σχετικές με το λιώσιμο των χιονιών στα βουνά.
- (δ) Να γίνεται συσχετισμός των (β) και (γ).
- (ε) Να αξιολογείται η διακύμανση της παροχής που έχει μετρηθεί. Μικρότερες διακυμάνσεις του 1:10 είναι χαρακτηριστικό στοιχείο καλού υδροφόρου στρώματος με μικρές ταχύτητες ροής. Μεγαλύτερες διακυμάνσεις απαιτούν πιο προσεκτική υδρογεωλογική μελέτη της περιοχής

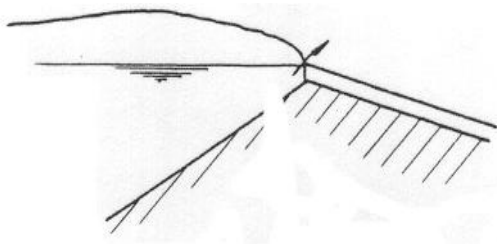
Πριν αποφασισθεί η κατασκευή των έργων υδρομάστευσης πρέπει να γίνει εργαστηριακός έλεγχος του νερού για την διαπίστωση τη καταλληλότητάς του για οικιακή χρήση (χημικός και μικροβιολογικός έλεγχος). Διακυμάνσεις θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του έτους μεγαλύτερες των 2°C είναι κακό ενδεικτικό στοιχείο.



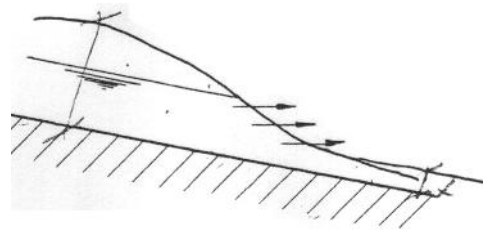
Στρωματογενής πηγή



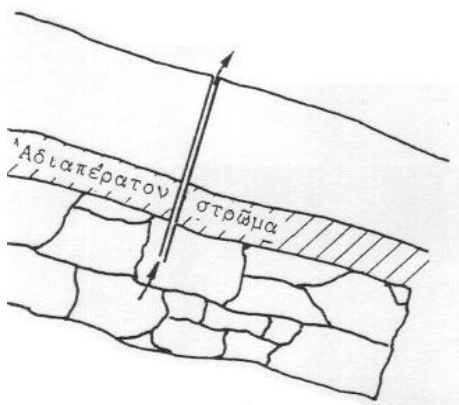
Πηγή προσχωμάτων



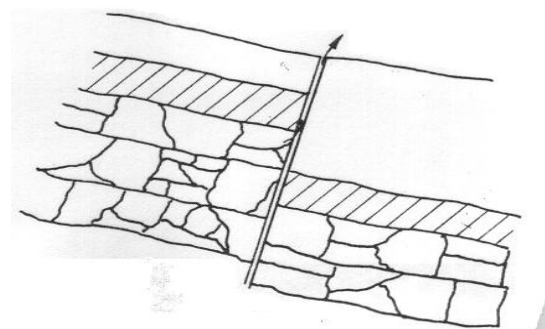
Πηγή υπερπλήρωσης



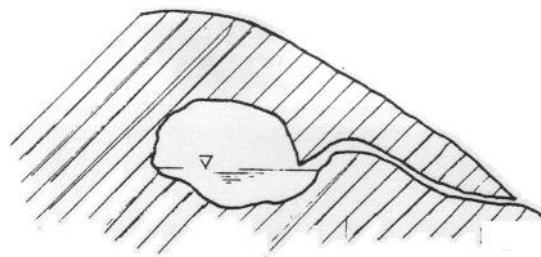
Πηγή επαφής (απαιτείται μελέτη
παροχών
λόγω ταχείας εκφόρτισης)



Ρωγμογενής πηγή



Τεκτονική πηγή

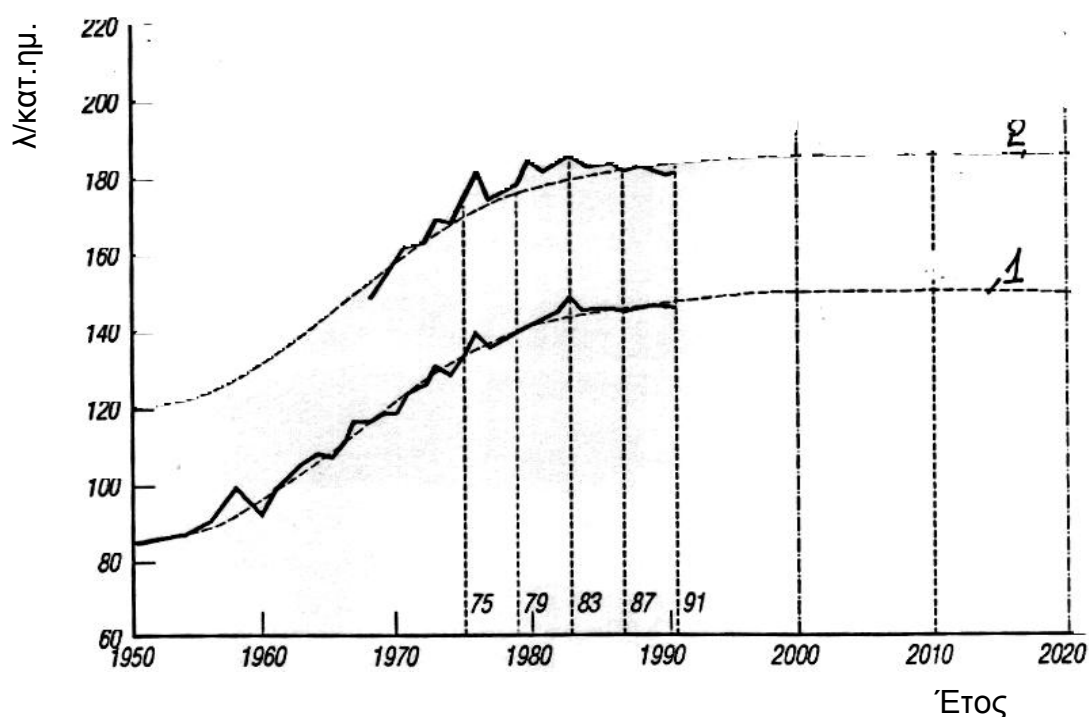


Καρστική πηγή

Στο διάγραμμα του σχήματος 1 δίνονται οι προβλέψεις για την κατανάλωση νερού στην Γερμανία. Η άνω καμπύλη αφορά τις συνολικές ανάγκες σε νερό όπως τις περιγράψαμε στο έντυπο 211/2. Η κάτω καμπύλη αφορά τις ανάγκες σε νερό για οικιακή και βιοτεχνική χρήση.

Στην Βαυαρία οι εκτιμήσεις για την κατανάλωση νερού για το έτος 2010 έχουν ως εξής:

- Οικιακή και βιοτεχνική χρήση 150 λ/κατ.ημ.
- Συνολικές ανάγκες 250 λ/κατ.ημ



- 1.- Οικιακή + βιοτεχνική χρήση
- 2.- Συνολικές ανάγκες

Σχήμα 1. Πρόβλεψη κατανάλωσης νερού στην Γερμανία

Στον πίνακα 1 περιέχονται διάφορες τιμές για την κατανάλωση νερού οι οποίες έχουν ληφθεί σαν βάση για την σύνταξη διαφόρων μελετών στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Στον πίνακα 2 δίνονται οι αντίστοιχες τιμές που ίσχυαν κατά το παρελθόν σε διάφορες χώρες.

Πίνακας 1. Τιμές κατανάλωσης νερού για την πόλη της Θεσσαλονίκης

	Κατανάλωση νερού σε λ/κατ.ημ.			
	1985		2000	
	μεσ.	μεγ.	μεσ.	μεγ.
1. Κατά τις γερμανικές εμπειρικές τιμές	210	350	227	385
2. Μελέτη σκοπιμότητας έργων αποχέτευσης μείζονος περιοχής Θεσσαλονίκης (1975)	225	292	300	390
3. Ανασκόπηση μελέτης σκοπιμότητας συστήματος αποχέτευσης μεγάλου εμβόλου Θεσσαλονίκης (1979)	182	264	224	336
4. Προμελέτη αναγκαίων βασικών έργων υδροδότησης τμήματος των ανατολικών περιοχών Θεσσαλονίκης (1977)	200	260	275	358
5. Προκαταρκτική μελέτη βασικών έργων ύδρευσης τμήματος δυτικών περιοχών Θεσσαλονίκης (1977)	200	300	200	300

Πίνακας 2.- Μέση και μέγιστη ειδική κατανάλωση νερού σε διάφορες χώρες

Χώρα	Έτος	μ έ σ .	μ έ γ .
			λ/κατ.ημ.
Γερμανία	1977	223	300-400
Αυστρία	1977	228	300-600
Έλβετία	1976	499	902
Η.Π.Α	1960(1)	409-775	800-1500

(1) Μόνο για πόλεις με πληθυσμό > 10.000 κατοίκων

1.- Συντελεστές μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας κατανάλωσης

Ο συντελεστής ημερήσιας αιχμής $p^{ημ.μεγ.}$ σύμφωνα με τα αποτελέσματα σχετικής στατιστικής έρευνας που έγινε το έτος 1969 στη Γερμανία, εξαρτάται από την ετήσια παροχή του υδραγωγείου (πίν.1).

Πίνακας 1. Τιμές του συντελεστή ημερήσιας αιχμής γερμανικής προέλευσης

Q _{ετ.} (μ ³ ×10 ⁶)	100	10	1	0,1	0,02
$p^{ημ.μεγ.}$	1,53	1,7	1,93	2,11	2,25

Στον πίνακα 2 δίνονται τιμές των συντελεστών μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας αιχμής συναρτήσει του μεγέθους της πόλης.

Πίνακας 2. Τιμές των συντελεστών μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας αιχμής

	$p^{ημ.μεγ.}$	$p^{ημ.ελάχ.}$
Κοινότητες	1,8-2,5	0,5-0,70
Μικρές πόλεις	1,7-2,4	0,5-0,70
Μεσαίες πόλεις	1,6-2,0	0,65-0,75
Μεγάλες πόλεις	1,4-1,8	0,70-0,85
Βιομηχανικές πόλεις	1,3-1,6	0,60-0,80

Οι τιμές του συντελεστή $p^{ημ.μεγ.}$ του πίνακα 2 είναι της αυτής τάξης μεγέθους με τις τιμές του πίνακα 1 και με αυτές που χρησιμοποιούνται στην Αμερική ($p^{ημ.μεγ.} = 1,2-2,0$).

2.- Συντελεστές μέγιστης και ελάχιστης ωριαίας κατανάλωσης

Πίνακας 3. Τιμές των συντελεστών μέγιστης και ελάχιστης ωριαίας αιχμής

	$P_{ωρ.μεγ.}$	$P_{ωρ.ελάχ.}$
Παραθεριστικές περιοχές	2,4-2,9	0,48
Κοινότητες	3,0	0,12
Μικρές πόλεις	1,9	0,24
Μεσαίες πόλεις	1,8	0,48
Μεγάλες πόλεις	1,3	0,38

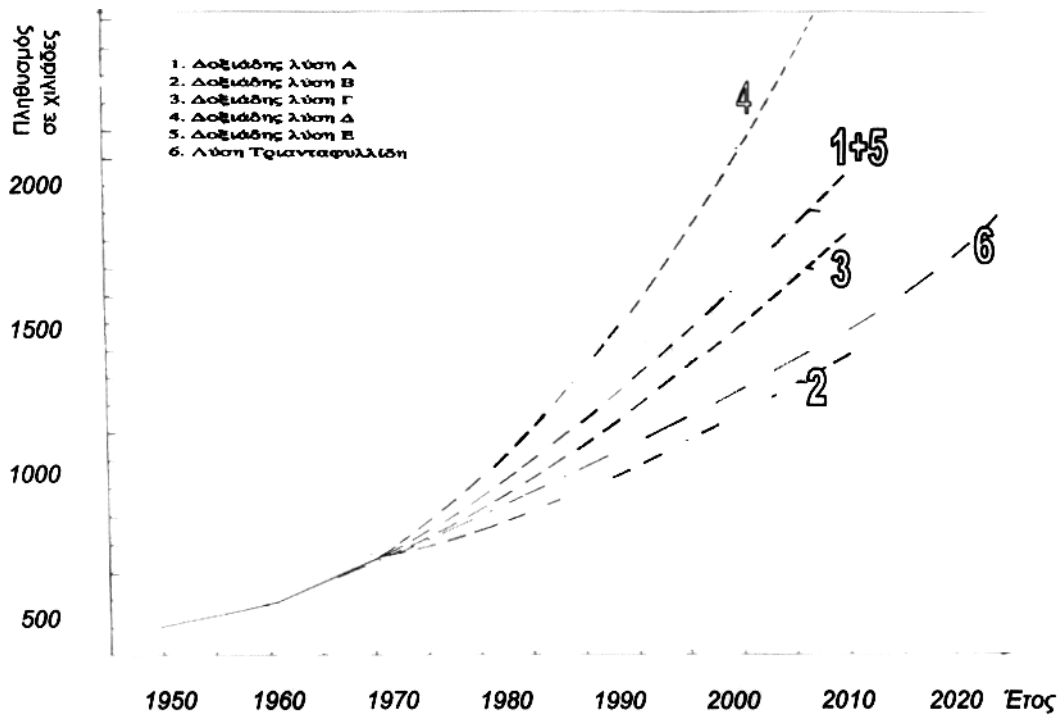
Στην Αμερική χρησιμοποιούνται τιμές για τον συντελεστή ωριαίας αιχμής οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 2 και 3.

1.- Εκτίμηση του μελλοντικού πληθυσμού της Θεσσαλονίκης

Στο διάγραμμα του σχήματος 1 του εντύπου 214/2 δίνονται σαν παράδειγμα οι προβλέψεις για τον μελλοντικό πληθυσμό της Θεσσαλονίκης του γραφείου Δοξιάδη, το οποίο ανέλαβε στο παρελθόν την εκπόνηση μακροχρόνιων χωροταξικών μελετών σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο στην Ελλάδα. Οι εκτιμήσεις έγιναν για έξη εναλλακτικές υποθέσεις περί της μελλοντικής κυβερνητικής αναπτυξιακής πολιτικής. Αυτές δίνονται στον παρακάτω πίνακα. Επίσης, στο ίδιο διάγραμμα δίνεται η αντίστοιχη πρόβλεψη της ρυθμιστικής μελέτης της Θεσσαλονίκης του καθ. κ. Τριανταφυλλίδη. Οι σημερινές προβλέψεις μετά τις πολιτικές αλλαγές στην ανατολική Ευρώπη και τις χώρες της βαλκανικής είναι διαφορετικές. Γίνεται λόγος για πόλη των αρκετών εκατομμυρίων κατοίκων.

Πίνακας 1. Υποθέσεις περί της κυβερνητικής αναπτυξιακής πολιτικής του γραφείου Δοξιάδη

Κυβερνητική αναπτυξιακή πολιτική	Εναλλακτικές λύσεις				
	A	B	Γ	Δ	E
1. Έμφαση στην βιομηχανία		X		X	X
2. Ισορροπη οικονομική ανάπτυξη	X		X		
3. Ενίσχυση αδικημένων περιοχών με αντίστοιχο περιορισμό ευνοουμένων	X	X	X		
4. Εξακολούθηση τάσεων παρελθόντος				X	X
5. Αρχή σεβασμού γεωργικών εδαφών				X	
6. Αρχή ενισχύσεως κέντρου βάρους της χώρας					X



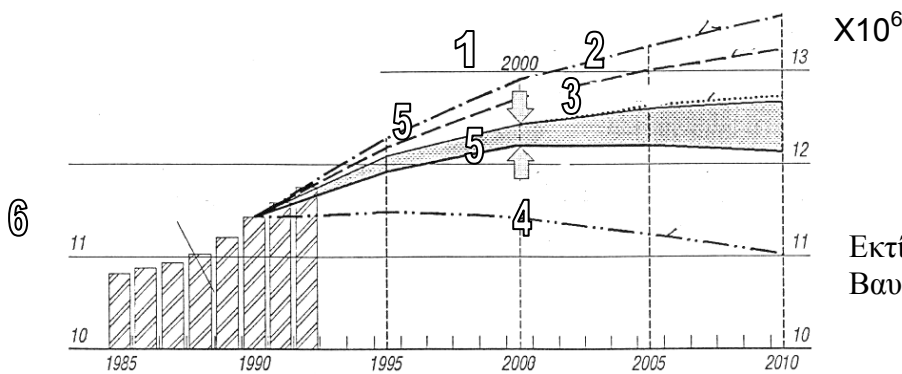
Σχήμα 1. Πρόβλεψη μελλοντικού πληθυσμού της Θεσσαλονίκης

2.- Εκτίμηση μελλοντικού πληθυσμού Βαυαρίας

Η εκτίμηση του μελλοντικού πληθυσμού της Βαυαρίας έγινε από την αρμόδια κρατική στατιστική υπηρεσία της Γερμανίας το έτος 1994 και βασίζεται σε τέσσερις διαφορετικές επιλογές που αφορούν την πολιτική που θα ακολουθηθεί σχετικά με την μετανάστευση αλλοδαπών στην Βαυαρία. Αυτές είναι(οι σχετικές καμπύλες δίνονται στο διάγραμμα του σχήματος2):

- 1. πολύ μεγάλη μετανάστευση
- 2. μεγάλη μετανάστευση
- 3. μέτρια μετανάστευση
- 4. καμία μετανάστευση

Στο ίδιο διάγραμμα δίνονται και οι καμπύλες του άνω και κάτω ορίου της πρόβλεψης (καμπύλες 5) όπως και η ανάπτυξη του πληθυσμού κατά το παρελθόν (6).



Σχημα.2
Εκτίμηση του πληθυσμού της Βαυαρίας

X1

Πίνακας 1.- Οικιακές ανάγκες νερού

Είδος ανάγκης	Ανάγκες νερού σε λ/κατ.ημ.	
	μέση	μέγιστη
Πόση και μαγειρική	3	5
Πλύση ρούχων	15	30
Πλύση πιατικών	10	15
Καθαριότητα χώρων κατοίκησης	10	15
Για προσωπικές ανάγκες εκτός WC και μπανιέρας	10	15
Χρήση WC	40	50
Λουτρό σε μπανιέρα ή ντουζιέρα	45	80
Πότισμα+ πλύση αυτοκινήτου	9	15
Σύνολο	142	225

Πίνακας 2.- Ανάγκες νερού καταστημάτων και ξενοδοχείων

Είδος ανάγκης	Μονάδα	Ανάγκες νερού σε λ/μον.ημ.
		μέση
Πολυκαταστήματα α) χωρίς εστιατόριο και κλιματισμό β) με εστιατόριο και κλιματισμό	Εργαζόμενο+ πελάτη	50
		100
Αρτοποιεία	Εργαζόμενο	150
Ιχθυοπωλεία	“	250
Κομμωτήρια	“	200
Εστιατόρια	Εργαζ.+πελάτ	50

Πίνακας 3.- Ανάγκες νερού κτηνοτροφίας

Ζώα	Ανάγκες νερού σε λ/ζώο.ημ.	
	μέση	μέγιστη
Μεγάλα	50	80
Μικρά	10	20

Πίνακας 4.- Ανάγκες νερού βιομηχανιών-βιοτεχνιών(μέση τιμή)

Βιομηχανίες - Βιοτεχνίες	Μονάδα	Ανάγκες νερού σε λμον.ημ
Γαλακτοβιομηχανίες	λ/λ γάλακτος	2
Ζυθοποιίες με ψύξη	λ/λ ζύθου	6
Οινοπνευματοποιείο	λ/λ μούστου	2
Βιομηχανίες ζάχαρης	λ/χλγρ ζάχαρης	30
Σταθμοί αυτοκινήτων	λ/αυτοκίνητο	80
Πλυντήρια ρούχων	λ/10 χλγρ ρούχων	40

Πίνακας 5.- Ανάγκες νερού δημοσίων εγκαταστάσεων (μέση τιμή)

Δημόσια Εγκατάσταση	Μονάδα	Ανάγκες νερού σε λμον.ημ.
Νοσοκομεία	εργ.+ασθενής	350
Πισίνες	λουόμενος	200
Σχολεία	μαθητής	10
Κτίρια διοίκησης	εργαζόμενος	40
Στρατώνες-στρατόπεδα (χωρίς εγκαταστάσεις πλήσης οχημάτων)	στρατιώτης	350
Σφαγεία	μεγ. ζώο	5000
Δημοτικές Αγορές	μ ²	30
Νεκροταφεία	μ ²	0,1
Πρασιές	μ ²	0,1
Κατάβρεγμα δρόμων	μ ²	0,1

Πίνακας 6.- Κατανάλωση νερού βιομηχανικών περιοχών $q(\mu^3/\text{εκτ.ωρ.})$

	q	$\rho^{\eta\mu\cdot\mu\epsilon\gamma}$	$\rho_{\omega\rho\cdot\mu\epsilon\gamma}$
Βιοτεχνικές ζώνες	2-6	1,2-1,5	1,1-1,4
α) που δεν είναι υδροβόρες	4-8	1,1-1,5	1,1-1,4
β) με μέτρια κατανάλωση νερού	10-20	1,1-1,4	1,1-1,4
γ) που είναι υδροβόρες	20-40	1,1-1,6	1,1-1,6

Παρατήρηση: Στην Ελλάδα οι βιομηχανικές ζώνες έχουν κατανάλωση νερού αντίστοιχη με αυτήν των βιοτεχνικών ζωνών του πίνακα.

Πίνακας 7.- Κατανάλωση νερού ξενοδοχείων (λ/κατ.ημ.)

	<i>Ανά διανυκτέρευση πελάτη+εργαζόμενο</i>
Ξενοδοχεία πρώτης κατηγορίας	600
Ξενοδοχεία δεύτερης κατηγορίας	375
Ξενοδοχεία τρίτης κατηγορίας	150

Απώλειες νερού υδραγωγείων

Οι απώλειες νερού των υδραγωγείων διακρίνονται σε :

- α) *πραγματικές*: οι οποίες οφείλονται σε θραύσεις σωλήνων και ατέλειες των συνδέσεων και των οργάνων.
- β) *φαινομενικές*: οι οποίες οφείλονται σε ανακρίβειες των οργάνων μέτρησης

Οι αναπόφευκτες απώλειες νερού ενός υδραγωγείου είναι δυνατόν να εκτιμηθούν από τον πίνακα 8.

Πίνακας 8. Απώλειες νερού υδραγωγείων (σε ποσοστά της ετήσιας παροχής του υδραγωγείου)

<i>Υδραγωγεία</i>	<i>Εξωτερικό υδραγωγείο</i>	<i>Εσωτερικό υδραγωγείο</i>	<i>Συνολικά</i>
Νέα	1%	4%	5%
Παλιά, καλά συντηρημένα	2%	8%	<10%

Τα παραπάνω στοιχεία είναι γερμανικής προέλευσης. Στην Ελλάδα καλά συντηρημένα δίκτυα δεν υπάρχουν. Συνεπώς οι πραγματικές απώλειες νερού πρέπει να είναι μεγαλύτερες. Ακριβή σχετικά στοιχεία δεν υπάρχουν. Ο ΟΥΘ παραδέχεται ότι οι απώλειες του δικτύου του είναι 22%. Άλλες πληροφορίες αναφέρουν ότι είναι ακόμη μεγαλύτερες. Το εξωτερικό υδραγωγείο του Μόρνου παρουσιάζει απώλειες νερού της τάξης του 8%.

Στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού (διυλιστήρια) παρουσιάζονται απώλειες νερού κατά την διαδικασία πλύση των διυλιστηρίων και των σωληνώσεων. Η ποσότητα νερού που χάνεται είναι (σε ποσοστά της ετήσιας παροχής του υδραγωγείου):

- < 1% εάν δεν γίνεται πλύση του διυλιστηρίου
- 1,3 έως 1,5% εάν γίνεται πλύση του διυλιστηρίου.

1.- Γενικά

Τα δίκτυα ύδρευσης των πόλεων πρέπει να είναι σε θέση να διοχετεύουν μια ορισμένη ποσότητα νερού σε κάθε σημείο της πόλης για κατάσβεση πυρκαγιάς. Οι λεπτομέρειες σχετικά με την παροχή, την πίεση και τον αριθμό των υδροστομίων (πυροσβεστικών σημείων) που απαιτούνται προκειμένου να εξασφαλισθεί η πυροπροστασία των οικισμών καθορίζεται με νόμους οι οποίοι διαφέρουν μεταξύ των διαφόρων κρατών. Παρακάτω θα αναφέρουμε τα προβλεπόμενα σχετικά με την πυροπροστασία, στους γερμανικούς και ελληνικούς κανονισμούς.

2.- Γερμανικός κανονισμός

2.1 Γενικά

Η πυροπροστασία διακρίνεται

- σε βασική η οποία αφορά τον οικισμό συνολικά
- σε ειδική η οποία αφορά συγκεκριμένα ειδικά κτίρια όπως είναι τα νοσοκομεία, τα ξενοδοχεία, τα μουσεία, οι χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων, οι αποθήκες ενφλέκτων υλικών κ.λ.π.).

2.2 Βασική πυροπροστασία

Η παροχή πυρόσβεσης πρέπει να εξασφαλίζεται για 2 ώρες και η ποσότητά της εξαρτάται από την δυνατότητα διάδοσης της πυρκαγιάς στα γειτονικά κτίσματα. Το ύψος των κτιρίων, ο συντελεστής δόμησης και τα υλικά κατασκευής (σκυρόδεμα, ξύλα κ.λ.π) είναι παράμετροι που διευκολύνουν ή εμποδίζουν την διάδοση της πυρκαγιάς. Αντίστοιχα προβλέπονται μικρότερες ή μεγαλύτερες παροχές πυρόσβεσης (βλ. πίνακα 1)

Πίνακας 1. Παροχές πυρκαγιάς σε μ³/ωρ.

<u>Συντελεστής δόμησης</u> Αριθμός ορόφων	<u>≤0,4</u> ≤ 2	<u>≤0,3 – 0,6</u> ≤ 3	<u>0,7 – 1,2</u> > 3	<u>1,2 – 2,4</u> > 1
Κίνδυνος διάδοσης πυρκαγιάς				
• μικρός	24	48	96	96
• μέσος	48	96	96	192
• μεγάλος	96	96	192	192

Παρατήρηση: Ο χαρακτηρισμός του κινδύνου διάδοσης πυρκαγιάς δεν είναι αντικειμενικά προσδιορισμένος και εκτιμάται από τα υλικά κατασκευής της επικάλυψης και του περιβλήματος των κτιρίων.

1.2 Ειδική πυροπροστασία

Η ειδική πυροπροστασία των κτιρίων καθορίζεται με συνενόηση με την πυροσβεστική υπηρεσία.

1.3 Παροχές πυρκαγιάς των υδραγωγείων

Τα υδραγωγεία οικισμών με πληθυσμό μικρότερο των 5000 κατοίκων δεν διαστασιολογούνται για την πλήρη κάλυψη των αναγκών της πυρόσβεσης διότι στην αντίθετη περίπτωση υπερδιαστασιολογείται ολόκληρο το δίκτυο.

Στις περιπτώσεις αυτές οι απαιτούμενες ποσότητες νερού είναι αποταμιευμένες σε ιδιαίτερες δεξαμενές(συνήθως τεχνητές λίμνες).

Η περιοχή πυρκαγιάς περιλαμβάνει όλα τα πυροσβεστικά σημεία σε ακτίνα 300 μέτρων από το κτίριο που φλέγεται

Το δίκτυο ύδρευσης πρέπει να είναι σε θέση να διαθέσει την παροχή πυρκαγιάς στην δυσμενέστερη από υδραυλική άποψη περιοχή. Στην περίπτωση αυτή η παροχή του υδραγωγείου είναι:

$$Q = Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\sigma.} + Q_{\Pi}$$

όπου Q_{Π} = παροχή πυρκαγιάς.

3.- Ελληνικός κανονισμός

Παρακάτω θα αναφέρουμε όσα περιλαμβάνονται στην βασική εγκύκλιο από 3/3/1970 (αρ.πρωτ.17405) του Υπουργείου Εσωτερικών η οποία παρέχει οδηγίες προς τους μελετητές έργων ύδρευσης.

3.1 Απαιτούμενες πιέσεις

Δεν αναφέρεται τίποτα σχετικό.

3.2 Παροχές

Δεν αναφέρεται τίποτα σχετικό.

3.3 Πυροσβεστικά σημεία (στόμια πυρκαγιάς)

Πρέπει να τοποθετούνται πυροσβεστικά σημεία στις κεφαλές των οικοδομικών τετραγώνων και σε αποστάσεις μικρότερες των 150 μέτρων ή το πολύ ανά δύο οικοδομικά τετράγωνα.

3.4 Παροχές υδραγωγείων πόλεων

Η παροχή της κατάστασης πυρκαγιάς υπολογίζεται ως εξής:

$$Q = Q_{\Pi} + Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.}$$

Οι τιμές της παροχής πυρκαγιάς έχουν ως εξής:

- Για οικισμούς κάτω των 1.000 κατοίκων: 0 λ/δλ.
- Για οικισμούς από 1.000 έως 5.000 κάτοικοι: 5 λ/δλ.
- Για οικισμούς από 5.000 έως 25.000 κάτοικοι: 7.5 λ/δλ.
- Για οικισμούς από 25.000 έως 100.000 κάτοικοι: 10 λ/δλ.

Επειδή κατά την κρίση μας η εγκύκλιος του Υπουργείου Εσωτερικών παρουσιάζει σοβαρές ελλείψεις συνιστάται ο υπολογισμός της κατάστασης πυρκαγιάς να γίνεται σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς πυροπροστασία.

4. Απαιτούμενες πιέσεις

Προβλέπονται οι εξής δύο δυνατότητες πυρόσβεσης:

- Επάρκεια της πίεσης του δικτύου για την πυρόσβεση. Στην περίπτωση αυτή η απαιτούμενη πίεση στο στόμιο του σωλήνα είναι 40 μέτρα και στα πυροσβεστικά σημεία 50 μέτρα.
- Χρησιμοποίηση πυροσβεστικής αντλίας. Στην περίπτωση αυτή η απαιτούμενη πίεση στα πυροσβεστικά σημεία είναι 15 μέτρα.

5. Πυροσβεστικά σημεία

Πυροσβεστικά σημεία πρέπει να υπάρχουν σε αποστάσεις 80 – 100 μέτρων σε πυκνοκατοικημένες περιοχές και 120 μέτρων σε αραιοκατοικημένες περιοχές.

6. Γενική παρατήρηση

Στις περιπτώσεις αγωγών κυκλοφοριακών δικτύων, στους οποίους το νερό είναι δυνατόν να φθάσει σε κάθε σημείο τους από δύο κατευθύνσεις, η παροχή πυρκαγιάς Q_{η} λαμβάνεται υπόψη ότι θα φθάσει στα στόμια πυρκαγιάς που θα βρίσκονται σε λειτουργία από δύο κατευθύνσεις. Έτσι είναι αναγκαίο κατ'αρχήν να γίνει εκτίμηση του ποσοστού της παροχής πυρκαγιάς που θα ρεύσει προς τα σημεία υδροληψίας από κάθε μία κατεύθυνση. Η κατανομή της παροχής πυρκαγιάς Q_{η} στις διακλαδώσεις των αγωγών γίνεται αντιστρόφως ανάλογα προς τις απώλειες τριβών των αγωγών δια των οποίων θα διέλθει το νερό για να φθάσει από την δεξαμενή στα πυροσβεστικά σημεία της περιοχής ελέγχου.

1.- Γενικά

Το νερό που χρειάζεται για την ύδρευση των οικισμών μπορούμε να το συλλέξουμε με κατάλληλα έργα από τα νερά της βροχής, τα επιφανειακά νερά, τις πηγές και τα υπόγεια νερά. Αντίστοιχα έχουμε να μελετήσουμε και να κατασκευάσουμε τα παρακάτω έργα:

- | | |
|--|--|
| (1) Στέρνες | → συλλογή βρόχινου νερού |
| (2) Έργα υδρομάστευσης | → συλλογή νερού πηγών |
| (3) Πηγάδια-γεωτρήσεις | → συλλογή υπόγειων νερών |
| (4) Έργα υδροληψίας επιφανειακών νερών | → συλλογή νερού από
ποτάμια
και λίμνες φυσικές η
τεχνητές |

2.- Στέρνες

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν υπάρχει δυνατότητα υδροδότησης μεμονωμένων οικιών από υπόγεια ή επιφανειακά νερά, αυτή γίνεται με βρόχινο νερό. Τούτο συλλέγεται στις στέγες και τις αυλές των οικιών οι οποίες διαμορφώνονται κατάλληλα. Με τις υδρορρόες και άλλους αγωγούς το νερό που περισυλλέγεται σε αυτές οδηγείται σε υπόγειες δεξαμενές (στέρνες) όπου και αποθηκεύεται.

Ο απαιτούμενος όγκος των στερνών υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$V = \frac{E \cdot q \cdot T}{1000} \quad (\mu^3)$$

όπου: V = όγκος δεξαμενής (μ^3)

E = αριθμός καταναλωτών

q = κατανάλωση σε λ/κατ.ημ.

T = διάρκεια ξηράς περιόδου. Κατά προσέγγιση μπορεί να υπολογισθεί με τον τύπο:

$$T = \frac{5000}{\sqrt{h_n}} \quad (\text{κατά Keller σε ημέρες})$$

h_n = το μέσο ετήσιο ύψος βροχής σε χιλιοστά

Η απαιτούμενη επιφάνεια της στέγης ή αυλής υπολογίζεται με τον τύπο:

$$F = \frac{E \cdot q \cdot T}{h_r(1 - v_d - v_s)} \quad (\mu^2)$$

- όπου: F = επιφάνεια συλλογής βρόχινου νερού (μ^2)
 h_r = το ελάχιστο ύψος βροχής κατά την περίοδο βροχής προ της περιόδου ξηρασίας (χλστ)
 v_d = συντελεστής εξάτμισης
 (0,2 - 0,3) = για ηπειρωτικό κλίμα
 (0,5 - 0,6) = για κλίμα θερμό με συχνούς ανέμους
 v_s = συντελεστής διαρροών (0,05 - 0,3)
 Στα έντυπα 222/1-2 δίνονται διάφοροι τύποι στερνών.

3.- Έργα υδρομάστευσης

Συνοπτικά μπορούμε να πούμε ότι:

- α) Ο τύπος της πηγής (βλ. έντυπα 205/1-2 και 206/1-2) καθορίζει και τον τύπο της υδρομάστευσης.
- β) Το έργο πρέπει να είναι απλό στην κατασκευή του.
- γ) Δεν πρέπει η κατασκευή του έργου να διαταράξει την περιοχή των πηγών. Εκβραχισμοί με ανατινάξεις απαγορεύονται.
- δ) Η ποιότητα του νερού πρέπει να ληφθεί υπόψη στην εκλογή των οικοδομικών υλικών.
- ε) Πρέπει να ληφθούν μέτρα για την προστασία από μόλυνση της περιοχής των πηγών.
- ζ) Πρέπει τα έργα υδρομάστευσης να μην προκαλέσουν ανύψωση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας του νερού του υδροφόρου στρώματος, γιατί στην περίπτωση αυτή το νερό θα κινηθεί προς άλλες κατευθύνσεις.
- η) Η υδρομάστευση πρέπει να φθάνει μέχρι το αδιαπέραστο στρώμα και να έχει υπερκάλυψη κατ' ελάχιστο τριών μέτρων. Εάν τούτο δεν είναι δυνατόν να γίνει, πρέπει να ληφθούν ιδιαίτερα μέτρα υγειονομικής προστασίας του χώρου υδρομάστευσης.
- θ) Δεν επιτρέπονται στην περιοχή των πηγών δένδρα και ανοικτές αύλακες. Η αποχέτευση των όμβριων πρέπει να γίνεται με κλειστούς αγωγούς.
- ι) Για την συλλογή του νερού μπορούν να χρησιμοποιηθούν 2/3 τρυπητοί αργιλοπυριτικοί σωλήνες.
- κ) Η διάμετρος των σωλήνων υδρομάστευσης πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο 10 εκατοστά ή τόση όση απαιτείται για την διοχέτευση της παροχής της

πηγής χωρίς ανύψωση της αρχικής στάθμης. Η διαστασιολόγηση του σωλήνα γίνεται με ταχύτητα ροής 0,2 – 0,4 μ/δλ για την μέγιστη παροχή της πηγής.

- λ) Η υδρομάστευση γίνεται εγκάρσια προς την κατεύθυνση ροής της πηγής.
- μ) Η επικάλυψη της υδρομάστευσης γίνεται με παχύ άργιλο ή σκυρόδεμα με στεγανό επίχρισμα.
- ν) Η πέτρα που θα χρησιμοποιηθεί για την υδρομάστευση πρέπει να είναι καθαρή.
- ξ) Στην επιφάνεια του εδάφους πρέπει να γίνει σήμανση της θέσης της υδρομάστευσης.

Στα έντυπα 223/1-2 δίνονται δύο τυπικές μορφές υδρομάστευσης. Στο πρώτο η ροή στους σωλήνες υδρομάστευσης γίνεται από μία κατεύθυνση, οι δε σωλήνες έχουν τοποθετηθεί εγκάρσια προς την κατεύθυνση ροής. Στο δεύτερο έντυπο οι σωλήνες υδρομάστευσης έχουν τοποθετηθεί παράλληλα με την κατεύθυνση της ροής ώστε να είναι δυνατή η είσοδος του νερού στους σωλήνες από δύο πλευρές. Το όλο έργο της υδρομάστευσης αποτελείται από περισσότερους τέτοιους παράλληλους σωλήνες.

Τα κύρια σημεία που πρέπει να προσέξουμε στα κεντρικά φρεάτια είναι τα παρακάτω:

- α) Το μέγεθος του φρεατίου εξαρτάται από την ποσότητα του νερού των πηγών και το μέγεθος και τον αριθμό των οργάνων χειρισμού των σωληνώσεων που θα εγκατασταθούν σε αυτό.
- β) Η κατασκευή των φρεατίων πρέπει να είναι στεγανή.
- γ) Συνιστάται προ του κεντρικού φρεατίου η κατασκευή ενός αμμοσυλλέκτη.
- δ) Ο προσαγωγός πρέπει να είναι τουλάχιστον 20 εκατοστά υψηλότερα της ανώτατης στάθμης στο φρεάτιο. Εάν τοποθετηθεί δικλείδα στον προσαγωγό πρέπει ανάντη αυτής να υπάρχει υπερχειλίση. Ο αγωγός είναι ελεύθερης ροής η δε πλήρωσή του δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50%. Η ταχύτητα ροής λαμβάνεται ίση με 0,5 μ/δλ.
- ε) Συνιστάται να υπάρχουν όργανα μέτρησης παροχής. Για μεγάλες παροχές πηγών ενδείκνυται η μέτρηση να γίνεται με υπερχειλιστή.
- ζ) Η μέγιστη παροχή που φθάνει στο κεντρικό φρεάτιο πρέπει να μπορεί να απομακρυνθεί από αυτό με τους αγωγούς του εξωτερικού υδραγωγείου και της υπερχειλίσης. Ο αγωγός εκκένωσης πρέπει να υπολογισθεί για την διοχέτευση της παροχής αυτής.
- η) Όλοι οι θάλαμοι του φρεατίου πρέπει να έχουν διάταξη εκκένωσης.

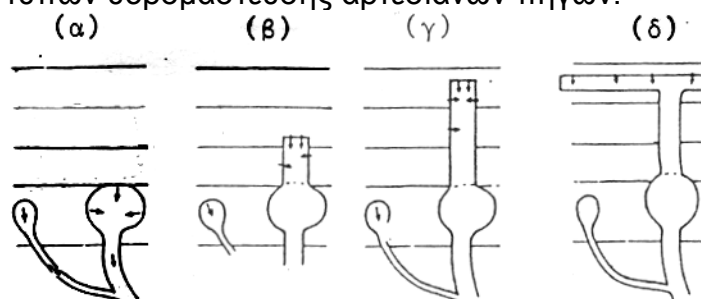
- θ) Ο αγωγός εκκένωσης στο τέλος του πρέπει να εξοπλίζεται με πλέγμα και “κλαπέ στομίου”.
- ι) Τα όργανα χειρισμού πρέπει να τοποθετούνται κατά τρόπο ώστε να είναι ευκολόχρηστα.
- κ) Πρέπει να κατασκευάζεται σκάλα εισόδου στο φρεάτιο.
- λ) Η είσοδος στο φρεάτιο πρέπει να μην γίνεται πάνω από τον θάλαμο του νερού.
- μ) Το σκέπαστρο του φρεατίου πρέπει να είναι στεγανό και να είναι τουλάχιστον 25 εκατοστά πάνω από το έδαφος. Το φρεάτιο πρέπει να είναι σκεπασμένο με χώμα.
- ν) Η φύτευση δένδρων πάνω ή πλησίον του φρεατίου απαγορεύεται.
- ξ) Επιφανειακά νερά που διηθούνται στο έδαφος και φθάνουν στο φρεάτιο πρέπει να απομακρύνονται. Πολλές φορές ενδείκνυται η κατασκευή αποχετευτικής αύλακος.

Στο έντυπο 223/3 δίνονται τα έργα υδρομάστευσης στρωματογενούς πηγής και το κεντρικό φρεάτιο της υδρομάστευσης. Στο έντυπο 223/4 δίνεται η τυπική διάταξη του στομίου εκροής του σωλήνα απαγωγής του πλεονάζοντος νερού από τον οποίο γίνεται και η εκκένωση του φρεατίου όταν σ’ αυτό εκτελούνται εργασίες συντήρησης.

Η πρόοδος των εκσκαφών για την σύλληψη της πηγής γίνεται ως εξής:

- α.- Η εκσκαφή γίνεται εγκάρσια προς τη πλαγιά μέχρι το βάθος εκσκαφής να φθάσει τα 3-4,5 μέτρα (σχ.1γ).
- β.- Ακολουθως γίνεται εκσκαφή παράλληλα προς την πλαγιά και σε απόσταση μέχρι να παύσει να εμφανίζεται το νερό σε όλα τα σημεία στα οποία ανάβλυζε αρχικά (σχ.1δ).

Στο έντυπο 223/5 δίνεται το σχέδιο της υδρομάστευσης στρωματογενούς πηγής μικρής παροχής στο δε έντυπο 223/6 δίνονται τα σχέδια δύο διαφορετικών τύπων υδρομάστευσης αρτεσιανών πηγών.



Σχήμα 1. Πρόοδος εκσκαφής έργων υδρομάστευσης στρωματογενούς πηγής (σε κάτοψη).

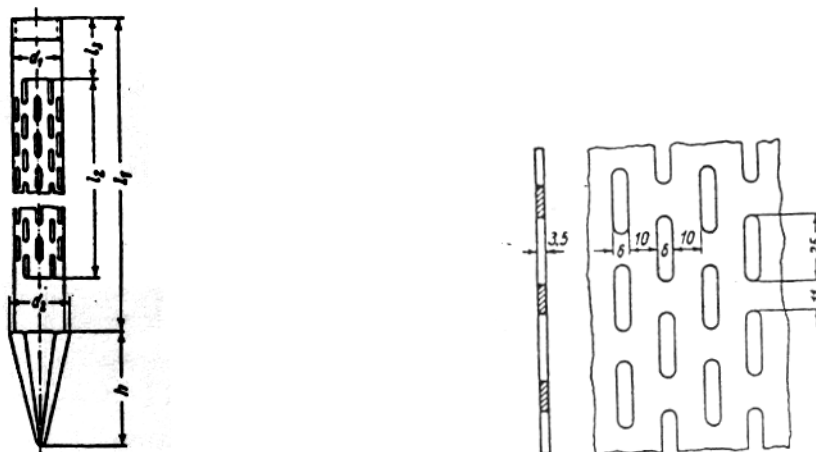
4.- Πηγάδια – Γεωτρήσεις

4.1 Αβησσυνιακό πηγάδι

Το αβησσυνιακό πηγάδι είναι η απλούστερη μορφή πηγαδιού που υπάρχει και κατασκευάζεται με την έμπυξη ενός σιδηροσωλήνα στο έδαφος. Τα πηγάδια αυτά κατασκευάζονται όταν οι ανάγκες σε νερό είναι μικρές (μεμονωμένες οικίες, κάλυψη προσωρινών αναγκών κ.λ.π.), το δε έδαφος είναι αμμώδες ή χαλικιώδες. Οι χρησιμοποιούμενοι σιδηροσωλήνες είναι γαλβανισμένοι η δε διάμετρό τους είναι 1-2" (συνήθως 1 1/4").

Ο σιδηροσωλήνας στο κάτω άκρο του και σε μήκος 1 μέτρου φέρει επιμήκεις μικρές οπές και απολήγει σε συμπαγή αιχμή (σχ.2).

Η έμπυξη του σωλήνα μπορεί να γίνει μέχρι βάθους 15 μέτρων σε ιδιαίτερα δε ευνοϊκές περιπτώσεις μέχρι 25 μέτρα.



Σχήμα 2. Κάτω άκρο σωλήνα αβησσυνιακού πηγαδιού

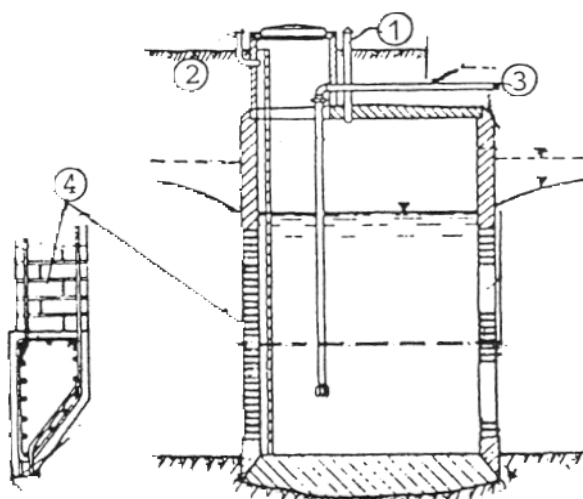
Μία νεώτερη μέθοδος έμπυξης του σωλήνα σε μαλακά εδάφη βασίζεται στη διοχέτευση νερού υπό πίεση στο έδαφος με ένα ακροφύσιο το οποίο τοποθετείται στην θέση της σιδηράς αιχμής. Το νερό συμπαρασύρει το χώμα και κατ' αυτόν τον τρόπο ανοίγει οπή μέσα στην οποία βυθίζεται σιγά-σιγά ο σωλήνας.

4.2 Πηγάδια

Τα πηγάδια χρησιμοποιούνται σήμερα μόνο μεμονομένα για υδροδότηση οικιών ή αγροκτημάτων στην ύπαιθρο.

Σε συνεκτικά εδάφη η ανόρυξη του πηγαδιού μπορεί να γίνει χωρίς αντιστήριξη των τοιχωμάτων του σκάμματος. Σε μη συνεκτικά εδάφη η αντιστήριξη των τοιχωμάτων είναι αναγκαία. Η διατομή του πηγαδιού είναι συνήθως κυκλική (Φ 1-5 μ) το δε βάθος μπορεί να φθάσει τα 15 μέτρα.

Πηγάδια μεγάλης διατομής ή μεγάλου βάθους κατασκευάζονται με την μέθοδο της καταβύθισης. Στην αρχή κατασκευάζεται μία στεφάνη από οπλισμένο σκυρόδεμα με οξεία ακμή στο κάτω μέρος της και στη συνέχεια αφ' ενός κτίζεται η τοιχοποιία του πηγαδιού επί της στεφάνης και αφετέρου γίνεται εκσκαφή του εντός αυτής χώματος. Η τελευταία λόγω του αυξανόμενου βάρους σιγά-σιγά βυθίζεται εντός του σκάμματος.



1. Αερισμός
2. Κλίμαξ
3. Σωλήνας αναρρόφησης
4. Τοιχοποιία

Σχήμα 3. Πηγάδια από τοιχοποιία

Τα τοιχώματα των πηγαδιών κατασκευάζονται από τοιχοποιία ή σκυρόδεμα.

Το πηγάδι πρέπει να εισχωρεί αρκετά στο υδροφόρο στρώμα ώστε η ελεύθερη στάθμη του νερού σε αυτό να είναι το ελάχιστο 2 μέτρα πάνω από τον πυθμένα του.

Το νερό εισέρχεται στο πηγάδι από τον πυθμένα ή τα τοιχώματά του ή από αμφότερα ανάλογα των τοπικών συνθηκών. Εάν ο πυθμένας αποτελείται από λεπτόκοκκο άμμο τότε πρέπει να τοποθετηθεί επάνω του ένα στρώμα φίλτρου από άμμο. Η διάμετρος των κόκκων της άμμου αυξάνει από κάτω προς τα πάνω (πάχος κάθε στρώσης 25 εκ). Στην περίπτωση που από τον πυθμένα δεν εισρέει νερό τότε πρέπει να σκεπάζεται με σκυρόδεμα.

Το πάχος των τοιχωμάτων των πηγαδιών υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$S = 0,1 d + 0,1 \quad (\mu) \quad (1)$$

όπου d = εσωτερική διάμετρος πηγαδιού (μ).

4.3 Κατακόρυφες γεωτρήσεις

4.3.1 Γενικά

Στο έντυπο 224/1 δίνεται η τομή μίας γεώτρησης μετά του αντλιοστασίου. Τα χαρακτηριστικά στοιχεία της κατασκευής των γεωτρήσεων είναι:

1. Η εξωτερική διάμετρος της γεώτρησης.
2. Ο σωλήνας του φρέατος (19).
3. Το φίλτρο άμμου (25).
4. Η στεγανοποίηση της κεφαλής της γεώτρησης (16-17).
5. Η κατασκευή της κεφαλής της γεώτρησης (15).
6. Το φρεάτιο (αντλιοστάσιο) της γεώτρησης (1 έως 13).

4.3.2 Ανόρυξη γεώτρησης

Η μέθοδος με την οποία θα γίνει η γεώτρηση εξαρτάται από το έδαφος στο οποίο θα γίνει. Τα εδάφη μπορούν να χαρακτηρισθούν ως εξής:

- α) Ελαφρά εδάφη: π.χ. άμμος, χάλικες, πέτρα χωρίς προσμίξεις αργίλου
- β) Μεσαία βαρέα εδάφη: λεπτή άμμος, αμμοχάλικα με άργιλο, λεπτή άργιλος
- γ) Βαριά εδάφη: συμπαγής άργιλος, ασβεστογεννή πετρώματα, αργιλικά πετρώματα
- δ) Συμπαγή πετρώματα: σκληρά ασβεστολιθικά πετρώματα, ψαμίτες, γραουβάκης, αργιλικόι σχιστόλιθοι
- ε) Σκληρά πετρώματα: δολομίτης, διάβασης
- ζ) Πολύ σκληρά πετρώματα: βάσαλτος, χαλαζίτης, γρανίτης, γνεύσιος κ.τ.λ.

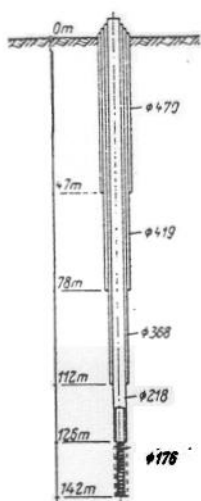
Οι μέθοδοι γεώτρησης που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι:

- **Κρουστικές**: Εφαρμόζονται σε βαριά εδάφη και άνω. Το πέτρωμα συντρίβεται με ένα βάρος το οποίο πέφτει από ορισμένο ύψος. Το υλικό βγαίνει στην επιφάνεια με άντληση νερού στην γεώτρηση. Όταν το πέτρωμα δεν είναι σκληρό πρέπει να γίνει προστατευτική σωλήνωση του τοιχώματος της γεώτρησης (περιφραγματική σωλήνωση). Η ταχύτητα κατασκευής της γεώτρησης, ανάλογα με την σκληρότητα των πετρωμάτων, είναι 1-4 μ/ημ. Στον χρόνο αυτό δεν εμπεριέχεται ο χρόνος που απαιτείται για την σωλήνωση της γεώτρησης.
- **Περιστροφικές μέθοδοι**: Οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιούν νερό υπό πίεση το οποίο αφ' ενός μεταφέρει τα προϊόντα εκσκαφής εκτός της γεώτρησης και αφ' ετέρου λόγω της πίεσης που ασκεί στα τοιχώματα της γεώτρησης τα συγκρατεί από κατολίσθηση. Έτσι δεν

απαιτείται η χρονοβόρα σωλήνωση της γεώτρησης κατά την διάρκεια της κατασκευής της, η δε διατομή μπορεί να είναι ίδια σε όλο το βάθος της. Η ταχύτητα προόδου των εργασιών κατασκευής της γεώτρησης μπορεί να φθάσει μέχρι και 20 μ/ημ. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέχρι και την κατηγορία των συμπαγών πετρωμάτων.

Η περιφραγματική σωλήνωση γίνεται μόνον όταν υπάρχει κίνδυνος κατολίσθησης των τοιχωμάτων της γεώτρησης. Για να είναι δυνατή η μετά το πέρας των εργασιών αφαίρεση των σωλήνων η διατομή των σωλήνων ελαττώνεται με την αύξηση του βάθους (τηλεσκοπική διάταξη, σχ.4). Η ελάττωση της διατομής γίνεται κάθε 20 με 30 μέτρα.

Ο άξονας της γεώτρησης πρέπει να είναι κατακόρυφος, η δε διατομή της κυκλική, διότι σε αντίθετη περίπτωση η σωλήνωση της γεώτρησης, η τοποθέτηση των φίλτρων και τέλος η τοποθέτηση των αντλιών είναι προβληματική. Οι αμερικάνικες προδιαγραφές AWWA επιτρέπουν ανά 30 μέτρα αποκλείσεις του άξονα από την κατακόρυφο το πολύ ίσες προς τα 2/3 της διαμέτρου της γεώτρησης.



Σχήμα 4. Τηλεσκοπική σωλήνωση γεώτρησης

4.3.3 Σωλήνας φρέατος

Στην περιοχή των υδροφόρων στρωμάτων, τοποθετούνται σωληνωτά φίλτρα για την είσοδο του νερού στον σωλήνα του φρέατος. Τα σωληνωτά φίλτρα πρέπει να παρουσιάζουν μικρές απώλειες τριβών, να μην υφίστανται διάβρωση από τα υπόγεια νερά, και να αντέχουν σε σύνθλιψη και εφελκυσμό. Υπάρχουν φίλτρα χαλύβδινα, ξύλινα, πλαστικά, αργιλοπυριτικά και άλλα. Κατά μήκος των μη υδροφόρων στρωμάτων τοποθετούνται ολόσωμοι

σωλήνες. Στο έντυπο 225/1 δίνονται σχέδια λεπτομερειών συναρμολόγησης σωλήνα φρέατος.

4.3.4 Φίλτρο άμμου

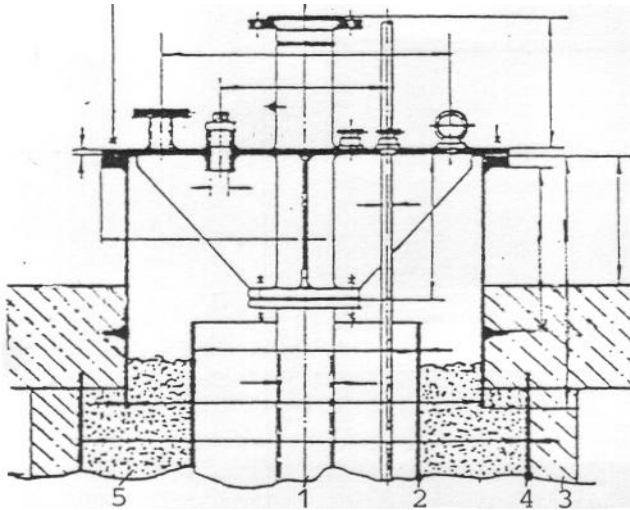
Η τοποθέτηση του φίλτρου άμμου έχει σκοπό να εμποδίζει την διέλευση άμμου δια του σωληνωτού φίλτρου στο εσωτερικό της γεώτρησης. Εξαιρέση αποτελεί η τελείως λεπτόκοκκος άμμος η οποία πρέπει να διέρχεται δια του φίλτρου της άμμου προκειμένου να αποφεύγεται, με τον χρόνο, το φράξιμο του φίλτρου. Προσοχή πρέπει να δοθεί στην κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού του φίλτρου, στο πάχος και στον αριθμό των στρώσεων του. Η μελέτη του φίλτρου πρέπει να γίνει σύμφωνα με ανεγνωρισμένες προδιαγραφές. Γενικά μπορούμε να αναφέρουμε τα παρακάτω:

- 1.- Μέγεθος κόκκων φίλτρου = τέσσερις φορές μεγαλύτερο του πλάτους των ανοιγμάτων του σωληνωτού φίλτρου.
- 2.- Πάχος εκάστης στρώσης φίλτρου = 10 -15 εκατοστά.
- 3.- Αριθμός στρώσεων : ≤ 3 .
- 4.- Λόγος μεγέθους κόκκων φίλτρου : εξωτερική στρώση/εσωτερική στρώση =1/4.
- 5.- Το μέγεθος κόκκων της εξωτερικής στρώσης καθορίζεται με βάση την άμμο που συμπαρασύρει το νερό του υδροφόρου στρώματος.

Η τοποθέτηση των στρώσεων του φίλτρου άμμου γίνεται με βοηθητικούς σωλήνες κατάλληλης διαμέτρου που καταβιβάζονται στην θέση κατασκευής του φίλτρου. Μετά την κατασκευή του φίλτρου γίνεται η αφαίρεση των σωλήνων της προστατευτικής σωλήνωσης της γεώτρησης. Οι εργασίες αυτές πρέπει να γίνουν με μεγάλη προσοχή για να μην λερωθεί και καταστραφεί το φίλτρο.

4.3.5 Στεγανοποίηση κεφαλής γεώτρησης

Αφού τοποθετηθεί το φίλτρο της άμμου ο ελεύθερος χώρος μεταξύ του σωλήνα της γεώτρησης και των χωμάτινων τοιχωμάτων της γεώτρησης γεμίζει με χώμα. Επειδή από την περιοχή αυτή μπορούν να περάσουν επιφανειακά νερά και να φθάσουν μέχρι τα φίλτρα, η κεφαλή της γεώτρησης και μέχρι βάθους που καθορίζεται από τους γεωλόγους στεγανοποιείται με πλαστικό σκυρόδεμα ή πλαστική άργιλο. Σαν εσωτερικό καλούπι για την τοποθέτησή τους χρησιμοποιείται ένας σωλήνας (σχ.5).



1. Καταθλιπτικός σωλήνας
2. Σωλήνας γεώτρησης
3. Στεγανοποίηση με σκυρόδεμα
4. Σωλήνας(καλούπι στεγανοποίησης
5. Πλήρωση ενδιάμεσου χώρου με άμμο

Σχήμα 5. Κεφαλή γεώτρησης

4.3.6 Κεφαλή γεώτρησης

Στο σχήμα 5 δίνεται η κεφαλή μίας γεώτρησης. Προβλέπονται οπές για την είσοδο του καλωδίου για την κίνηση της υποβρύχιας αντλίας, τον αερισμό, την μέτρηση της στάθμης και την συμπλήρωση με άμμο. Η όλη εγκατάσταση είναι τελείως στεγανή.

4.3.7 Φρεάτια γεωτρήσεων

Τα φρεάτια που στεγάζουν τις κεφαλές των γεωτρήσεων κατασκευάζονται ως εξής:

- α. Στεγανά.
- β. Το σκέπαστρο των φρεατίων πρέπει να είναι 40 εκατοστά πάνω από την ανώτατη στάθμη νερού σε γειτονικά ποτάμια και 25 εκατοστά πάνω από το έδαφος.
- γ. Η πλάκα επικάλυψης του φρεατίου πρέπει να έχει κλίση προς τα έξω.
- δ. Πάνω από την γεώτρηση πρέπει να υπάρχει οπή.
- ε. Πρέπει να υπάρχει κλίμακα εισόδου στο φρεάτιο.
- ζ. Η άνω επιφάνεια της κεφαλής της γεώτρησης πρέπει να είναι τουλάχιστον 30 εκατοστά πάνω από το δάπεδο του φρεατίου.
- η. Η διέλευση των σωλήνων νερού και του καλωδίου από τα τοιχώματα του φρεατίου πρέπει να γίνεται στεγανή και ελαστική.
- θ. Στο φρεάτιο πρέπει να υπάρχουν μια δικλείδα και μία βρύση. Βαλβίδα αντεπιστροφής βάζουμε στον κατακόρυφο σωλήνα αμέσως μετά την αντλία.

- ι. Οι διακόπτες χειρισμού καλόν είναι να βρίσκονται εκτός του φρεατίου σε ιδιαίτερο κτίσμα. Εάν τοποθετηθούν όμως στο φρεάτιο πρέπει να προστατευθούν έναντι υγρασίας.
- κ. Η διαμόρφωση της γύρω του φρεατίου περιοχής πρέπει να είναι τέτοια ώστε το νερό της βροχής να μην καταλήγει στο φρεάτιο.

4.3.8 Παροχή γεωτρήσεων

Η παροχή των γεωτρήσεων καθορίζεται με δοκιμαστικές αντλήσεις. Ενδείκνυται να γίνουν οι πάρα κάτω δοκιμαστικές αντλήσεις:

- α.- Αρχικές και ενδιάμεσες δοκιμαστικές αντλήσεις.
- β.- Τελική ή κύρια δοκιμαστική άντληση.

Η αρχική και οι ενδιάμεσες δοκιμές άντλησης γίνονται ευθύς μετά την ανόρυξη της γεώτρησης. Εάν η γεώτρηση έχει σωληνωθεί πρέπει να αφαιρεθούν οι σωλήνες και να τοποθετηθεί προσωρινό σωληνωτό φίλτρο κατά μήκος του υδροφόρου στρώματος. Εάν έχουμε περισσότερα υδροφόρα στρώματα δοκιμαστικές αντλήσεις πρέπει να γίνουν για κάθε ένα από αυτά ξεχωριστά (ενδιάμεσες δοκιμαστικές αντλήσεις). Εάν η διαδικασία αφαίρεσης της προσωρινής σωλήνωσης είναι αντιοικονομική είναι δυνατόν να κατασκευασθεί μία προσωρινή γεώτρηση μικρής διατομής για την εκτέλεση της δοκιμαστικής άντλησης προκειμένου να εκτιμηθεί η παροχетеυτική ικανότητα των υδροφόρων στρωμάτων και να υπολογισθεί η απαιτούμενη διατομή της γεώτρησης.

Τα βασικά στοιχεία εκτέλεσης της δοκιμαστικής άντλησης είναι:

- α. Οργάνωση δικτύου παρατηρήσεων εκ τριών σταθμών σε κάθε διεύθυνση των αξόνων συντεταγμένων. Η μία διεύθυνση των αξόνων συντεταγμένων πρέπει να συμπίπτει με την διεύθυνση ροής στον υδροφορέα. Οι αποστάσεις των σταθμών παρατήρησης από την γεώτρηση συνήθως είναι 15 , 50 και 100 μέτρα.
- β. Διακρίνονται πέντε φάσεις μεταβολής του υψομέτρου της ελεύθερης στάθμης στην γεώτρηση. Αυτές είναι:
 - Φάση 1. Ταχύτατη πτώση της στάθμης ευθύς μετά το ξεκίνημα της άντλησης.
 - Φάση 2. Αργή πτώση της στάθμης ενώ συνεχίζεται η άντληση.
 - Φάση 3. Σταθεροποίηση της στάθμης συνεχιζόμενης της άντλησης.
 - Φάση 4. Ταχύτατη άνοδος της στάθμης μετά το σταμάτημα της άντλησης.
 - Φάση 5. Αργή άνοδος της στάθμης μέχρι την αρχική της θέση.
- γ. Η δοκιμαστική άντληση επαναλαμβάνεται με διαφορετικές παροχές άντλησης. Η μεγαλύτερη παροχή άντλησης είναι αυτή για την οποία η

πτώση της στάθμης είναι ίση προς το 1/3 του πάχους του υδροφόρου στρώματος.

δ. Γίνονται οι εξής μετρήσεις:

1. Μέτρηση υψόμετρου στάθμης: Οι μετρήσεις γίνονται τρεις ημέρες κατά την διάρκεια της άντλησης και δύο ημέρες μετά την παύση της άντλησης, στην γεώτρηση και σε όλους τους σταθμούς παρατήρησης. Επίσης καθημερινά γίνονται μετρήσεις στάθμης σε έναν σταθμό παρατήρησης εκτός του πεδίου που επηρεάζεται από την άντληση στην γεώτρηση.

2. Μετρήσεις ποιότητας νερού: α) Κάθε έξη ώρες γίνεται μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού και του αέρα. β) Χημικές αναλύσεις γίνονται σε δείγματα που λαμβάνονται το πρώτο δίωρο της δοκιμαστικής άντλησης και μια ώρα πριν αυτή σταματήσει. γ) Μικροβιολογικές εξετάσεις γίνονται μεν αλλά τα αποτελέσματά των γίνονται αποδεκτά με επιφύλαξη διότι είναι δυνατόν οι εργασίες ανόρυξης της γεώτρησης να μολύνουν προσωρινά τον υδροφόρο.

ε. Στις ενδιάμεσες δοκιμαστικές αντλήσεις συνήθως η άντληση διαρκεί 24 – 48 ώρες.

Η τελική ή κυρία δοκιμαστική άντληση γίνεται στην έτοιμη γεώτρηση και σκοπό έχει να καθορισθεί η παροχетеυτική της ικανότητα για άντληση μεγάλης διάρκειας. Επίσης γίνεται χημικός έλεγχος των νερών και μετρήσεις για τον καθορισμό των φερτών υλικών. Επειδή στην αρχή της άντλησης η ποσότητα της άμμου που συμπαρασύρεται είναι μεγαλύτερη από αυτήν η οποία αποκαθίσταται στην κανονική λειτουργία, συνιστάται να γίνεται ιδιαίτερη άντληση με σκοπό την εξάμμωση της γεώτρησης. Η διάρκεια της άντλησης είναι 120 ώρες. Εάν μετά τις 120 ώρες άντλησης η ελεύθερη στάθμη δεν έχει σταθεροποιηθεί πλην όμως οι ημερήσιες μεταβολές του υψόμετρου της είναι μικρότερες των 10 εκατοστά, η άντληση σταματά. Στην αντίθετη περίπτωση η άντληση συνεχίζεται και πέρα των 120 ωρών.

4.3.9 Καθαρισμός γεωτρήσεων

Με την αύξηση της ταχύτητας ροής στην περιοχή γύρω από την γεώτρηση κατά την διάρκεια της άντλησης αυξάνει και η συρπτική ικανότητα του νερού με αποτέλεσμα να συμπαρασύρεται άμμος στο εσωτερικό του σωλήνα της γεώτρησης. Η ποσότητα αυτή της άμμου είναι στην αρχή της λειτουργίας των γεωτρήσεων πολύ μεγάλη με αποτέλεσμα η λειτουργία του εξωτερικού υδραγωγείου να είναι προβληματική. Για τον λόγο αυτόν ευθύς μετά την κατασκευή της γεώτρησης γίνεται η εξάμμωσή της με ισχυρές

αντλήσεις, η διαδικασία εκτέλεσης των οποίων εξαρτάται από την φύση του υδροφόρου στρώματος.

4.3.10 Αύξηση παροχής γεωτρήσεων

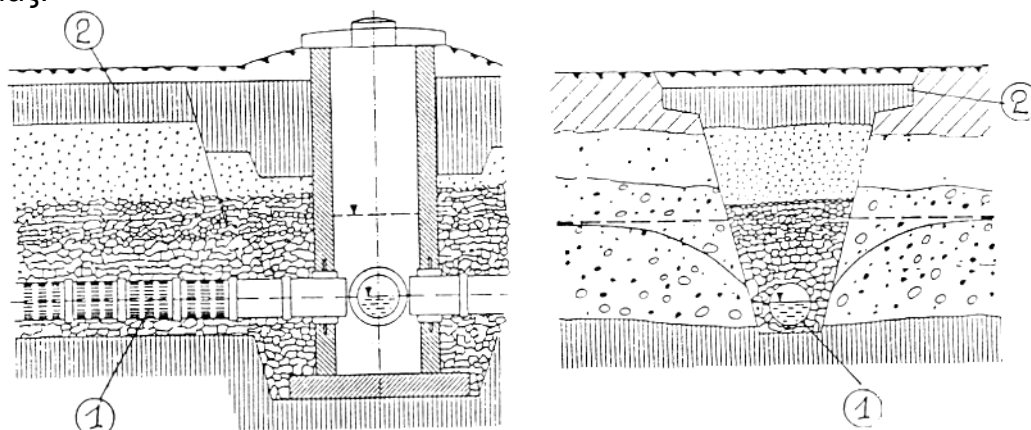
Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι με τις οποίες μπορεί κανείς να αυξήσει την παροχή μίας υφιστάμενης γεώτρησης. Θα αναφέρουμε εδώ την εξάμμωση της γεώτρησης κατά τα προαναφερθέντα που οδηγεί σε αύξηση των πόρων του υδροφόρου στρώματος στην περιοχή της γεώτρησης και την δημιουργία νέων ρωγμών με μικρές εκρήξεις εντός της γεώτρησης σε περιπτώσεις γεωτρήσεων σε υδροφόρα πετρώματα.

4.3.11 Οριζόντιες γεωτρήσεις-γαλαρίες

Όταν το πάχος του υδροφόρου στρώματος είναι λεπτό ενδείκνυται η κατασκευή οριζοντίων γεωτρήσεων. Το όλο έργο αποτελείται από ένα κεντρικό φρεάτιο και τις οριζόντιες γεωτρήσεις, οι οποίες γίνονται ακτινωτά από το φρεάτιο προς την περιφέρεια. Τα έργα αυτά είναι δαπανηρά και κατασκευάζονται για παροχές μεγαλύτερες των 100 λ/δλ και για βάθη μικρότερα των 50 μέτρα (συνήθως 30-40 μ). Η διάμετρος του κεντρικού φρεατίου είναι συνήθως 4,0 μέτρα το δε πάχος του τοιχώματος 40 εκατοστά. Οι δακτύλιοι του φρεατίου κατασκευάζονται στην επιφάνεια του εδάφους και ακολούθως γίνεται εκσκαφή του εδάφους στο εσωτερικό του δακτυλίου ο οποίος βυθίζεται στο έδαφος με το βάρος του. Μετά την κατασκευή του κεντρικού φρεατίου στο ύψος του υδροφόρου στρώματος κατασκευάζεται το δάπεδο εργασίας. Η έμπηξη των σωληνωτών φίλτρων στο έδαφος γίνεται με υδραυλικές πρέσες οι οποίες αντιστηρίζονται στα τοιχώματα του φρεατίου. Τα προϊόντα της γεώτρησης απομακρύνονται με την διοχέτευση νερού πλύσης στο εσωτερικό της γεώτρησης. Το μήκος των γεωτρήσεων αυτών φθάνει μέχρι τα 40 μέτρα από τα οποία τα πρώτα 5-10 μέτρα σωληνώνονται με ολόσωμους σωλήνες και τα υπόλοιπα με σωληνωτά φίλτρα. Η διάμετρος των σωλήνων φθάνει τα 350 χιλιοστά. Σε ένα κεντρικό φρεάτιο μπορούν να κατασκευασθούν μέχρι 12 οριζόντιες γεωτρήσεις οι οποίες εάν το επιτρέψουν οι επί τόπου συνθήκες είναι δυνατόν να διαταχθούν σε δύο επίπεδα.

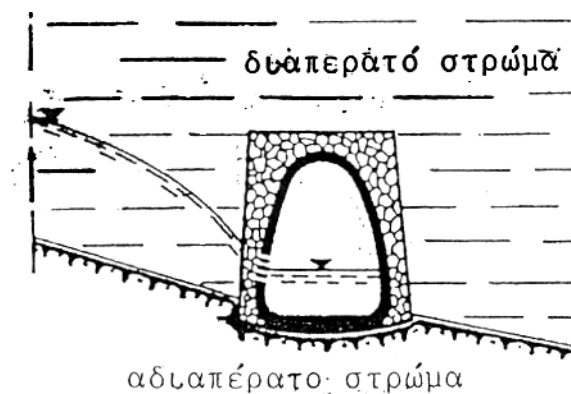
Όταν το υδροφόρο στρώμα είναι επιφανειακό η υδρομάστευσή του γίνεται με την κατασκευή υπόγειας γαλαρίας κατά το σχήμα 6.

Για την κατασκευή των γαλαριών ισχύουν όσα έχουμε πει για τις υδρομαστεύσεις των πηγών. Ανα 50 έως 10 μέτρα και σε κάθε αλλαγή κατεύθυνσης κατασκευάζονται φρεάτια επίσκεψης. Υπόγειες γαλαρίες για μεγάλες παροχές νερού κατασκευάζονται επισκέψιμες με διάσταση 0,7/0,6 μέτρα (σχ. 7) ή και βατές με διαστάσεις 1,6/0,7 μέτρα και διάδρομο προσπέλασης. Στα έντυπα 31/12-13 δίνεται ο υπολογισμός της παροχής της γαλαρίας.



1) Σαλίνες φίλτρου (με οπές) 2) Στρώση αογίλου (στεγανοποίηση)

Σχήμα 6. Υπόγεια γαλαρία



Σχήμα 7. Επισκέψιμη γαλαρία

5. Έργα υδροληψίας επιφανειακών νερών

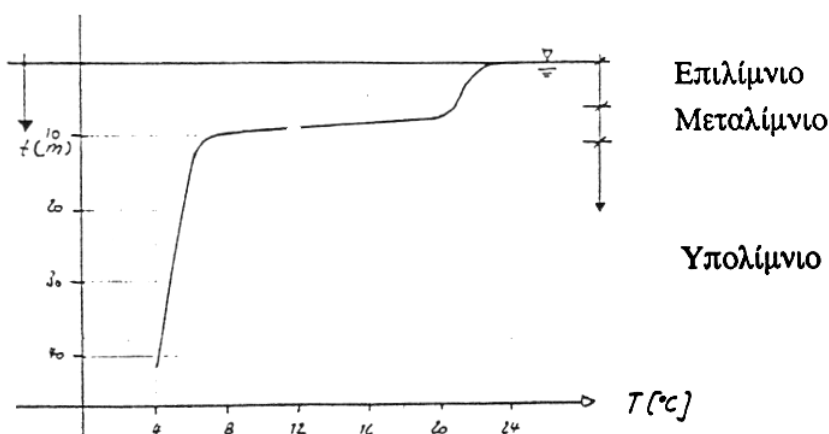
5.1 Έργα υδροληψίας από ποτάμια

Σημασία έχει η εκλογή της κατάλληλης θέσης του ποταμού για την υδροληψία. Ενδείκνυνται θέσεις με μεγάλο βάθος ροής, μεγάλη ταχύτητα ροής και μικρή στερεοπαροχή. Πρέπει να αποφεύγονται περιοχές κοντά σε φράγματα και κατάντη σημείων διάθεσης οικιακών και βιομηχανικών αποβλήτων.

Προκειμένου να διαπιστωθεί η καταλληλότητα των νερών ενός ποταμού για την χρησιμοποίησή του για κάλυψη αναγκών σε πόσιμο νερό, πρέπει να γίνουν μετρήσεις οι οποίες θα είναι κατ' ελάχιστο διάρκειας ενός έτους και θα αφορούν τα υδρολογικά, χημικά, βακτηριολογικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του ποταμού. Η θερμοκρασία, το ύψος της στάθμης του ποταμού και η στερεοπαροχή του πρέπει επίσης να μετρηθούν. Στα έντυπα 227/1-2 δίνονται τυπικά έργα υδροληψίας από ποτάμια.

5.2 Έργα υδροληψίας από λίμνες

Η κατάλληλη θέση υδροληψίας πρέπει να γίνει μετά από επί τόπου μετρήσεις ως προς την ποιότητα και την υδροδυναμική κατάσταση του νερού της λίμνης. Γενικά η υδροληψία πρέπει να γίνει 30-40 μέτρα κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια της λίμνης και 3-5 μέτρα πάνω από τον πυθμένα της γιατί στην περιοχή αυτή η θερμοκρασία του νερού διατηρείται σταθερή (βλ.σχ.8).



Σχήμα 8. Θερμοκρασία νερού λίμνης συναρτήσεως του βάθους

Στα έντυπα 228/1-2 δίνονται τα κατασκευαστικά σχέδια ενός έργου υδροληψίας από λίμνη.

6 Προστασία περιοχών υδροληψία

6.1 Γενικά

Είναι προφανές ότι πρέπει να αποφεύγεται η μόλυνση των νερών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για ύδρευση ιδιαίτερα λίγο πριν από τα έργα υδροληψίας. Συνεπώς οι πέριξ των υδροληψιών εκτάσεις πρέπει να προστατεύονται με απαγορεύσεις ως προς την χρησιμοποίησή των. Οι απαγορεύσεις αυτές είναι πολύ αυστηρές πλησίον των σημείων υδροληψίας και βαθμιαία αποκλιμακώνονται με την αύξηση της απόστασης από τα σημεία υδροληψίας. Τούτο από πρακτική άποψη παίρνει την μορφή καθορισμού ζωνών προστασίας. Στην Ελλάδα δεν υπάρχει σχετική νομοθεσία. Γι' αυτό θα αναφερθούμε στα μέτρα που λαμβάνονται στην Γερμανία. Η περιοχή προστασίας χωρίζεται σε τρεις ζώνες ως εξής:

Ζώνη I. Θέση υδροληψίας

Ζώνη II. Ενδιάμεση περιοχή προστασίας εκτός ζώνης I.

Ζώνη III. Εξωτερική περιοχή προστασίας εκτός των ζωνών I και II.

Η ζώνη II χωρίζεται σε δύο υποζώνες, τις IIIA και IIIB.

Για κάθε ζώνη καθορίζονται με σαφήνεια ποιες χρήσεις γης επιτρέπονται και ποιες απαγορεύονται ξεχωριστά για κάθε τύπο υδροληψίας (από υπόγεια νερά, από τεχνητές λίμνες, από λίμνες ή από ποτάμια).

Στις επόμενες παραγράφους θα αναφερθούμε πολύ σύντομα, στους περιορισμούς που ισχύουν σήμερα στην Γερμανία.

6.2 Προστασία υπόγειων υδροφορέων

Στο έντυπο 31/15 δίνεται ο υπολογισμός των ορίων επηρεασμού ενός υδροφορέα από την λειτουργία μίας γεώτρησης. Τα όρια αυτά ορίζουν και την περιοχή προστασίας. Προς τα ανάντη της γεώτρησης οι αποστάσεις των ορίων καθορίζονται ως εξής:

Ζώνη I: Χρόνος ροής >50 ημερών. Ο χρόνος ροής υπολογίζεται για την κατακόρυφη και οριζόντια μετακίνηση του νερού. Ο χρόνος παραμονής του νερού στο υπέδαφος για 50 ημέρες θεωρείται ικανοποιητικός για την καταστροφή των εντεροβακτηριδίων και την αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών. Οι ελάχιστες διαστάσεις της

ζώνης είναι για τις γεωτρήσεις 10 μέτρα και για τις πηγές 20 μέτρα προς τα ανάντη (ή 30 μέτρα όταν πρόκειται για καρστικά εδάφη).

- Ζώνη II: Ο χρόνος ροής από το εξωτερικό όριο της ζώνης μέχρι το εσωτερικό (=εξωτερικό όριο της ζώνης I) πρέπει να είναι επίσης 50 ημέρες. Αυτός υπολογίζεται μόνο για την οριζόντια διαδρομή και όχι και την κατακόρυφη διότι ενδεχομένως διάφορες οικοδομικές εργασίες απ' αυτές που επιτρέπονται στην ζώνη αυτή να προκαλούν ταχύτερη κατακόρυφη μετακίνηση του νερού. Όταν το πάχος των προστατευτικών (αδιαπέραστων στρώσεων) είναι μεγάλο τα όρια της ζώνης II μικραίνουν ή ακόμη και μηδενίζονται.
- Ζώνη III: Ο χρόνος ροής από το όριο της ζώνης μέχρι το σημείο υδροληψίας πρέπει να είναι ≥ 1 έτος.

6.3 Τεχνητές λίμνες

Στις τεχνητές λίμνες οι ζώνες προστασίας έχουν ως εξής:

- Ζώνη I: Λεκάνη τεχνητής λίμνης + παραλίμνια ζώνη πλάτους 100 μέτρων.
- Ζώνη II: Το όριο μεταξύ των ζωνών II και III καθορίζεται σε σχέση με το τοπογραφικό ανάγλυφο. Όσο πιο απότομες είναι οι κλίσεις του εδάφους τόσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση του εξωτερικού ορίου της ζώνης αυτής από το όριο της ζώνης I. Η απόσταση ενός χιλιομέτρου συνήθως θεωρείται ικανοποιητική. Επίσης η ζώνη II περιλαμβάνει τις παρόχθιες ζώνες όλων των ρευμάτων που καταλήγουν στην λίμνη σε πλάτος 250 μέτρων.
- Ζώνη III: Περιλαμβάνει όλη την λεκάνη απορροής. Τούτο όμως δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί όταν οι λεκάνες απορροής είναι μεγάλες. Στις περιπτώσεις αυτές αρκούμαστε σε πλάτος ζώνης της τάξης των 4 χιλιομέτρων.

6.4 Λίμνες

Ο καθορισμός των ζωνών είναι αντίστοιχος με αυτόν των τεχνητών λιμνών.

6.5 Ποτάμια

Ο καθορισμός των ζωνών γίνεται ως εξής:

- Ζώνη I: Παρόχθια ζώνη πλάτους 10 μέτρων η οποία εκτείνεται 100 μέτρων ανάντη του σημείου υδροληψίας και 50 μέτρων προς τα κατόντη της και η οποία βρίσκεται στην όχθη από την οποία γίνεται η υδροληψία.
- Ζώνη II: Παρόχθια ζώνη πλάτους 20 –50 μέτρων και μήκους 500 μέτρων προς τα ανάντη και 50 μέτρων προς τα κατόντη στην όχθη από την οποία γίνεται η υδροληψία.
- Ζώνη III: Ζώνη αντίστοιχη με την ζώνη II στην απέναντι όχθη της όχθης που γίνεται η υδροληψία.

6.6 Απαγορεύσεις

6.6.1 Ζώνη I

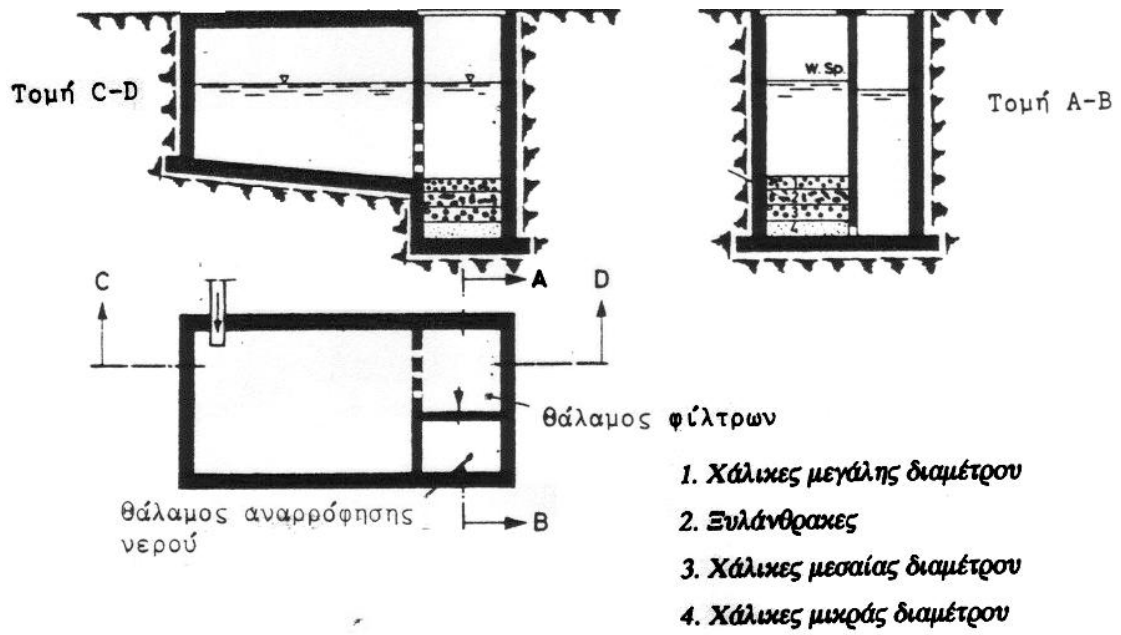
- 1.- Λίπανση αγρών με κοπριά, με φωσφορικά λιπάσματα οργανικά ή ανόργανα.
- 2.- Επεξεργασία η εναπόθεση ιλύος εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων.
- 3.- Στάβλοι και ζώα ελεύθερης βοσκής.
- 4.- Χρήση φυτοφαρμάκων.
- 5.- Τεχνητή βροχή.
- 6.- Καλλιέργειες κηπευτικών.
- 7.- Καταστροφή του υπάρχοντος φυτικού πλούτου της περιοχής.
- 8.- Μεταφορά, εναπόθεση, επεξεργασία ουσιών που προκαλούν μόλυνση του νερού.
- 9.- Ραδιενεργές ουσίες.
- 10.- Εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, ξηρά αποχωρητήρια, εγκαταστάσεις διάθεσης αποβλήτων στο υπέδαφος.
- 11.- Κατασκευή οδών, σιδηροδρομικών γραμμών.
- 12.- Κατασκηνώσεις, αθλητικές εγκαταστάσεις, νεκροταφεία, αεροδρόμια, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, εγκαταστάσεις εργοταξίων, σήραγγες, γεωτρήσεις, κτίρια.
- 13.- Είσοδος ανθρώπων.

6.6.2 Ζώνη II

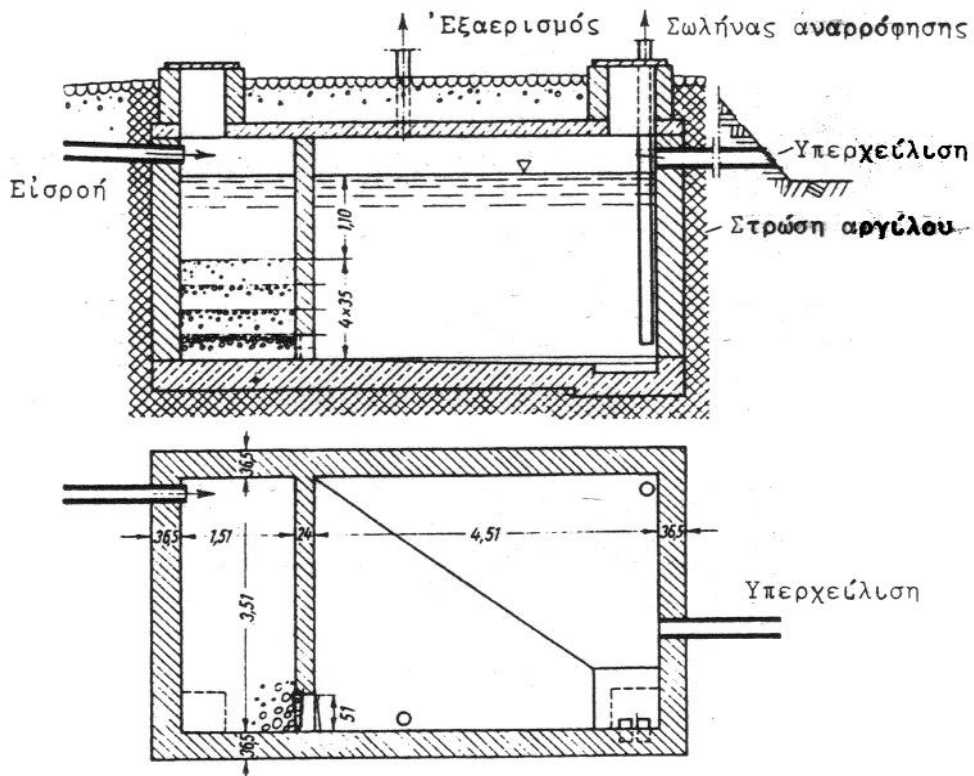
Απαγορεύονται όσα αναφέρονται στις παραγράφους 1 (εκτός των φωσφορικών λιπασμάτων),2,3,5,6,7,8,9,10,11,12.

6.6.3 Ζώνη III

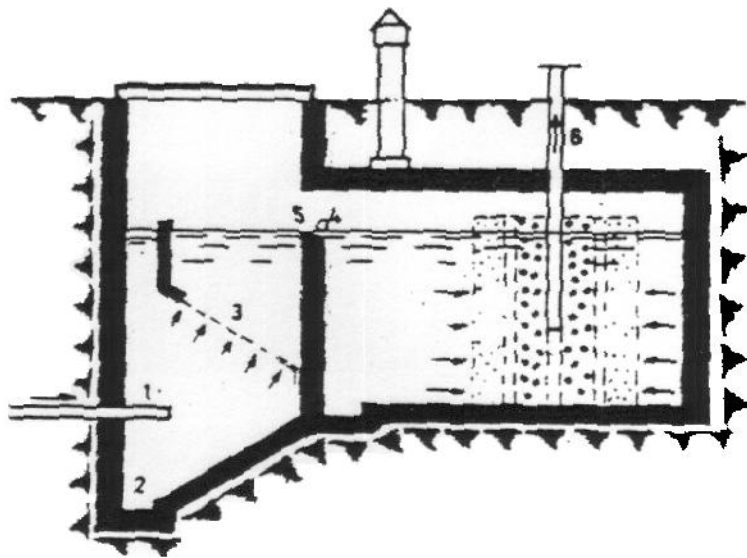
Προβλέπονται διάφορες εξαιρέσεις που αφορούν τους περιορισμούς της ζώνης II. Π.χ. επιτρέπεται η κατασκευή νέων κτισμάτων μόνον όταν είναι εξασφαλισμένη η ασφαλής απαγωγή των λυμάτων των με τελείως στεγανό δίκτυο αποχέτευσης.



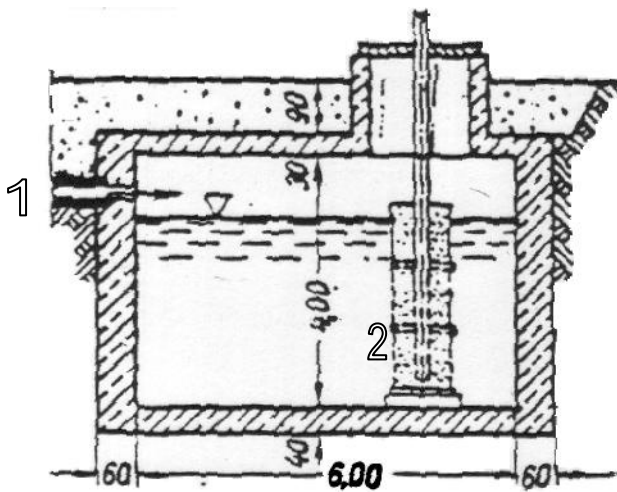
Σχήμα 1. Γερμανική στέρνα (καθαρισμός ανά δύο έτη)



Σχήμα 2. Στέρνα με θάλαμο διύλισης



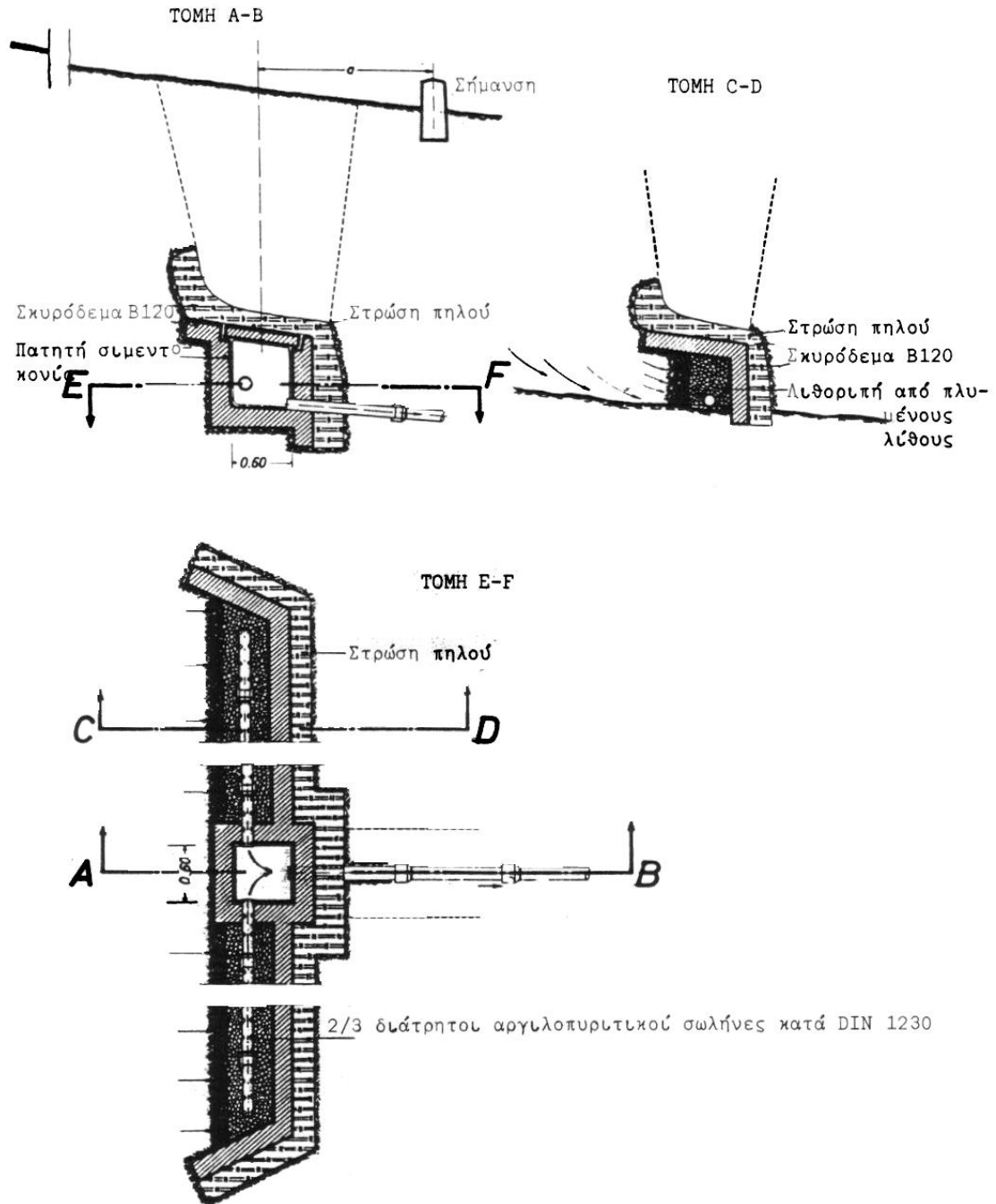
1. Εισροή
2. Συλλογή λάσπης
3. Κόσκινο
4. Σωλήνας υπερπλήρωσης
5. Υπερχείλιση
6. Σωλήνας αναρρόφησης με φίλτρο άμμου



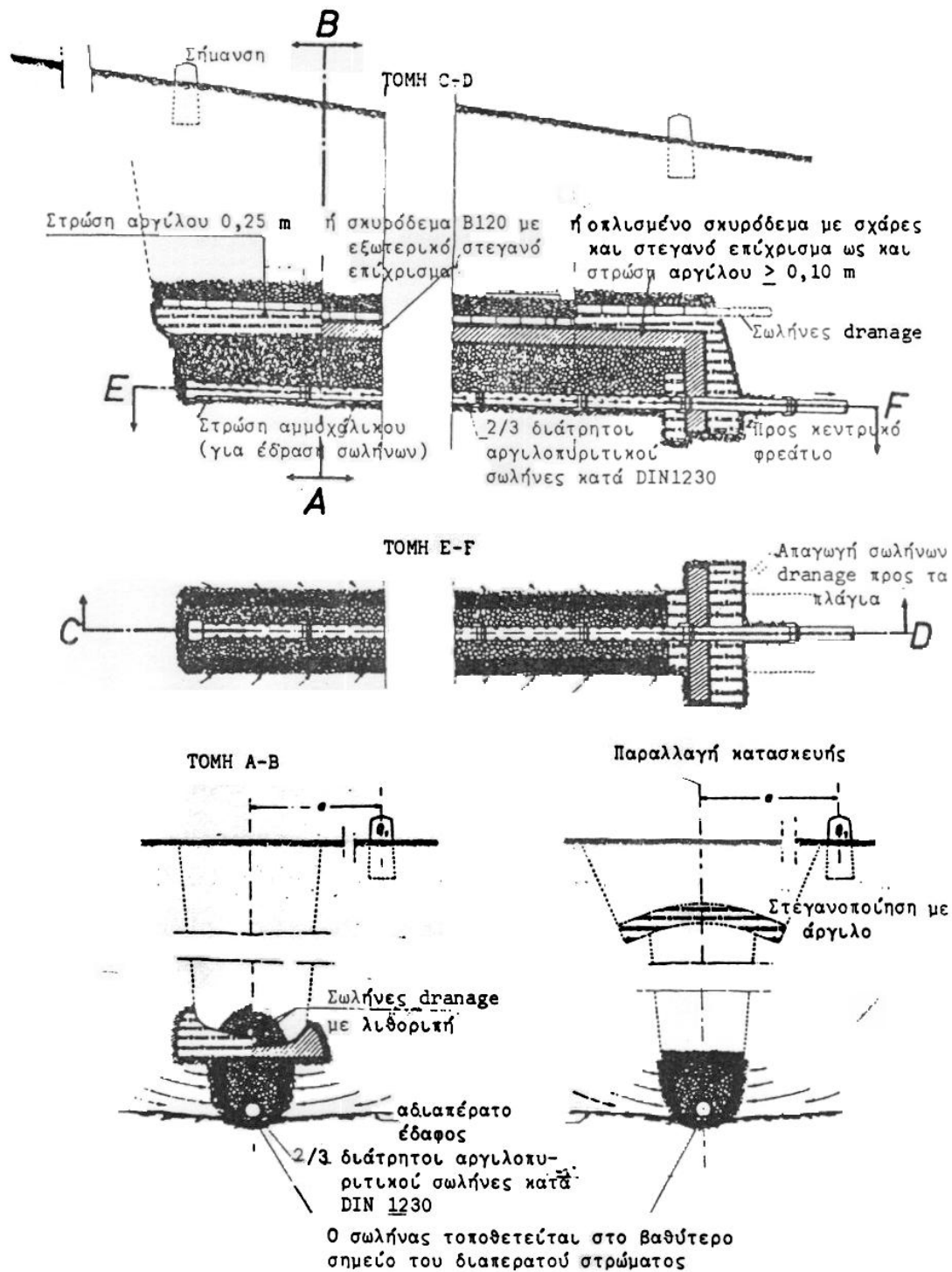
1. Εισροή
2. Σωλήνας αναρρόφησης με φίλτρο άμμου

Σχήμα.3 Χαρακτηριστικές τομές αμερικάνικων στερνών

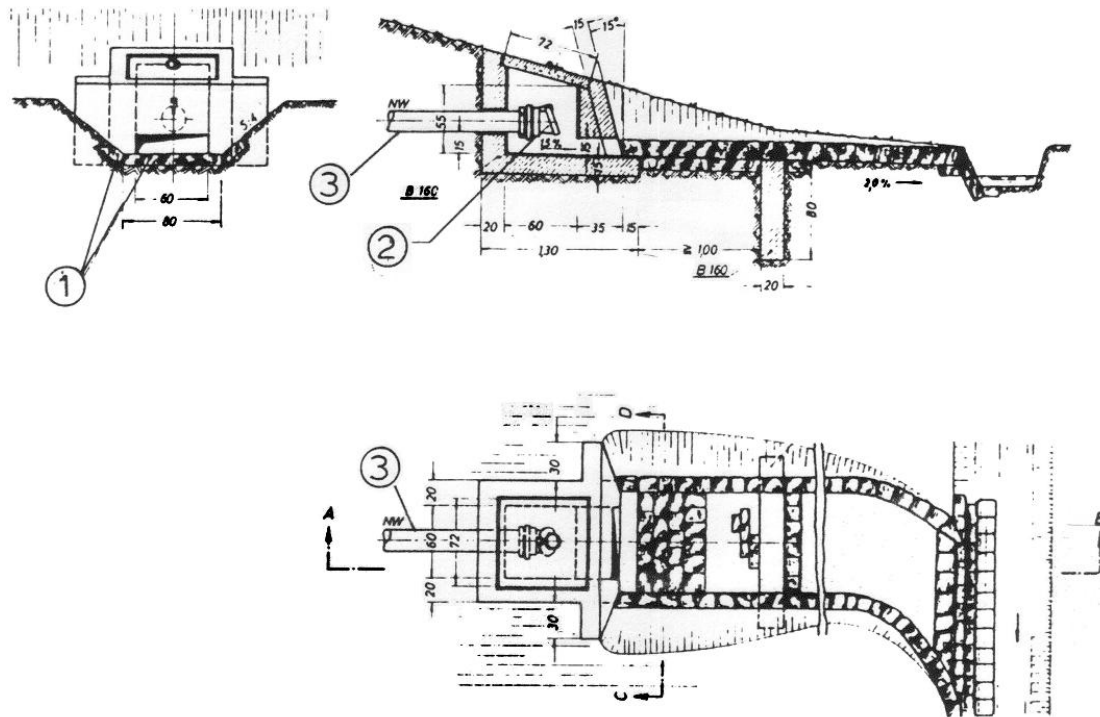
1.- Υδρομάστευση με εισροή νερού από μία πλευρά



2.- Υδρομάστευση με εισροή νερού από τις δύο πλευρές



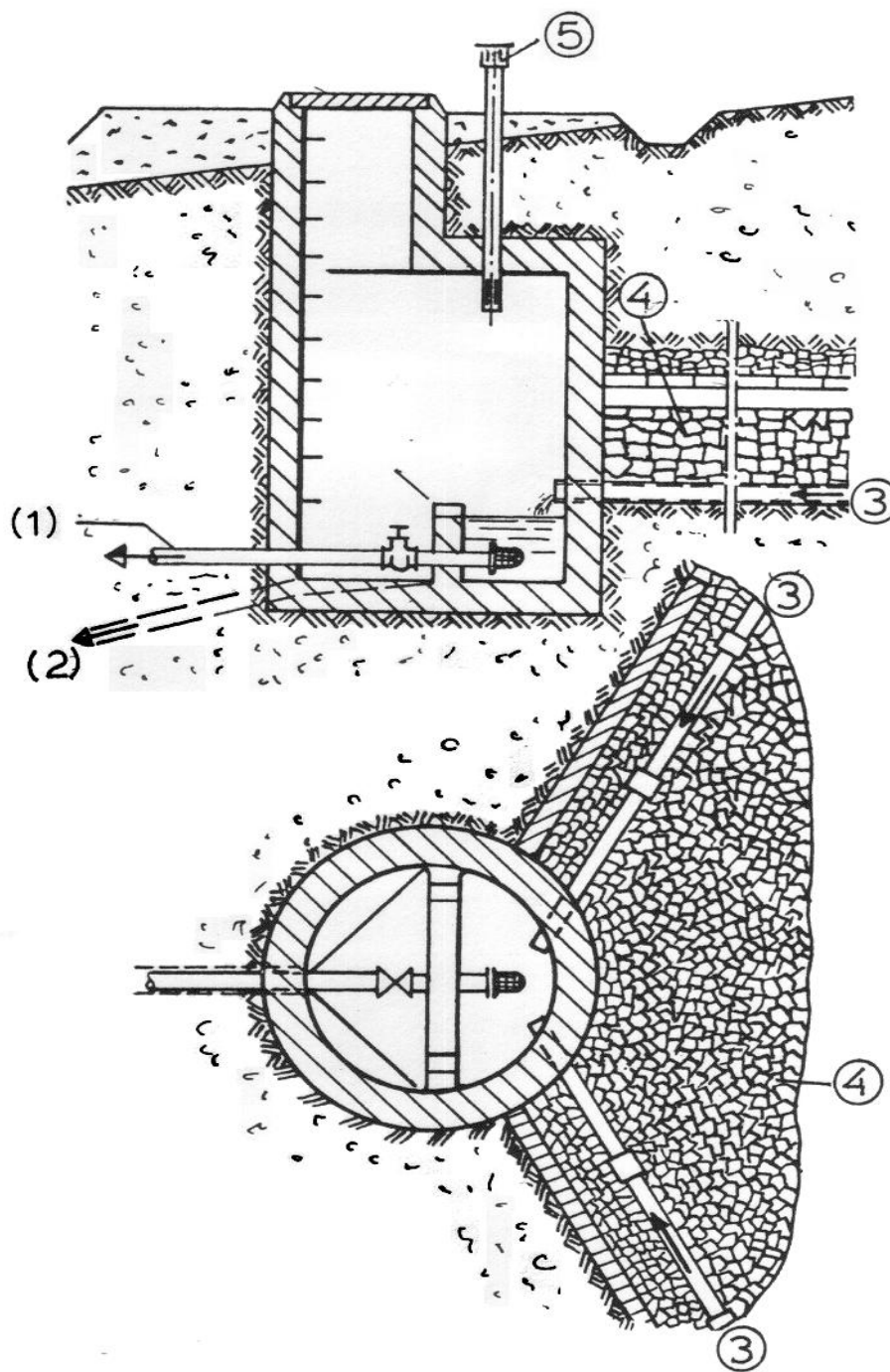
4.- Διάταξη στομίου εκροής σωλήνα απαγωγής πλεονάζοντος νερού για παροχή μέχρι 30 λ/δλ



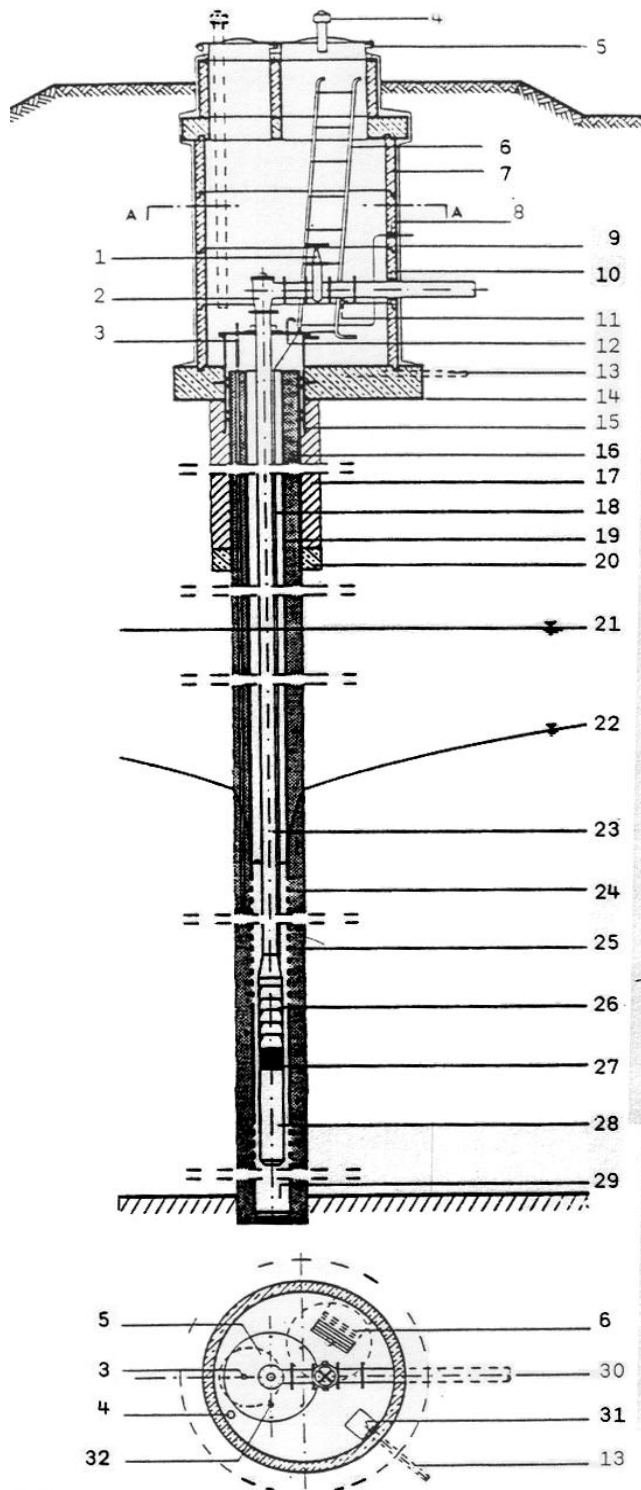
- 1.- Λιθόστρωση
- 2.- Κλαπέ προστασίας τέρματος σωλήνα
- 3.- Σωλήνας απαγωγής πλεονάζοντος νερού. Η ελάχιστη διατομή του δίνεται στον πάρα κάτω πίνακα

Παροχή λ/δλ)	Διάμετρος (χλστ)
≤ 5	50
≤ 10	100
≤ 15	125
≤ 20	150
≤ 30	200

5.- Έργα υδρομάστευσης μικρής στρωματογενούς πηγής

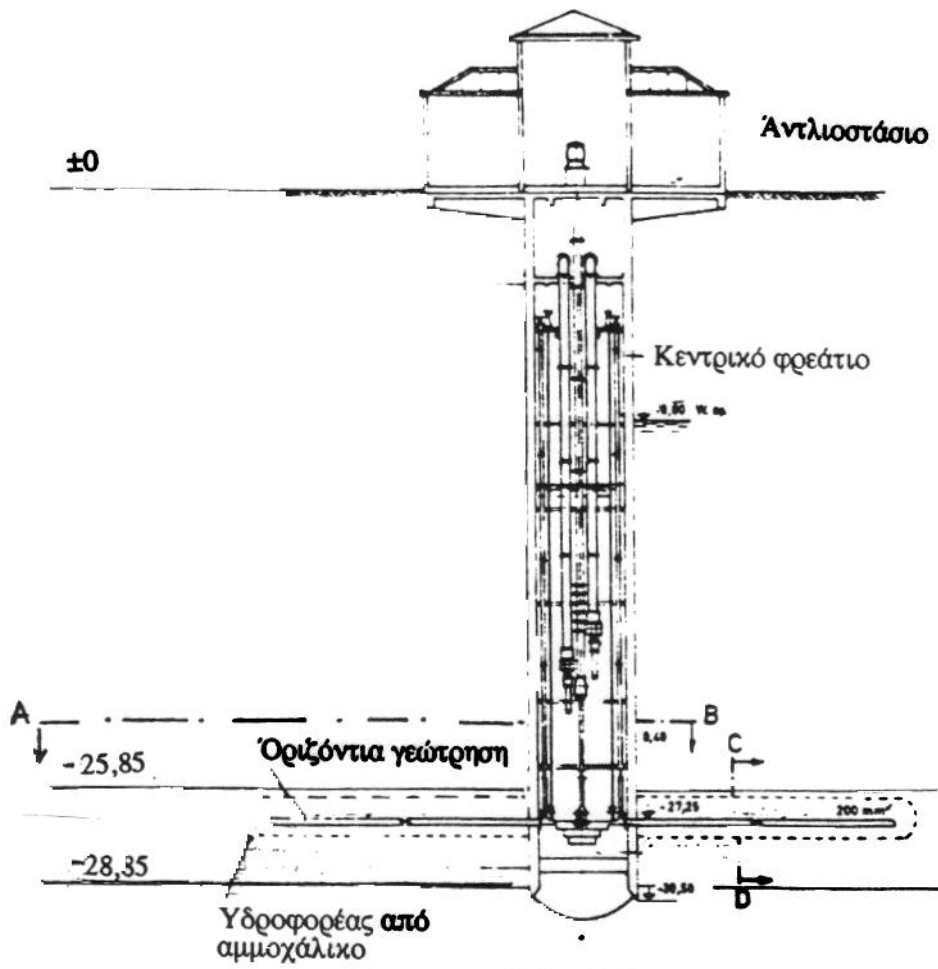


- 1.- Προς ύδρευση
- 2.- Απαγωγός πλεονάζοντος νερού
- 3.- Διάτρητοι αργιλοπυριτικοί σωλήνες
- 4.- Λιθοριπή από πλυμένους λίθους
- 5.- Αερισμός

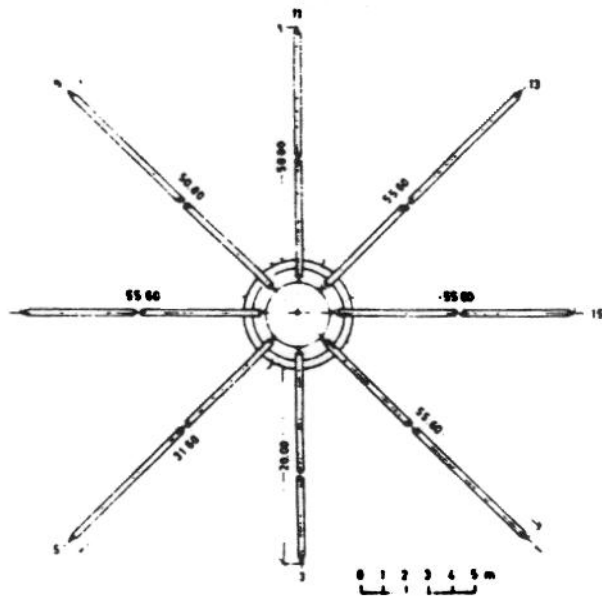


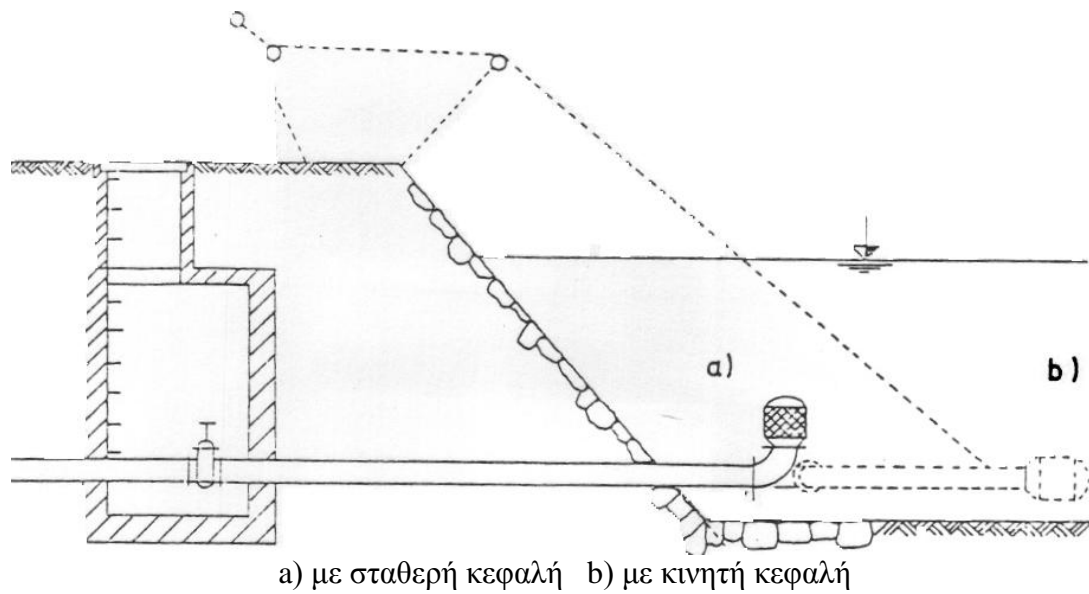
1. Δικλείδα
2. Μετρητής νερού
3. Σωλήνας μέτρησης στάθμης
4. Αερισμός
5. Σκέπαστρο φρεατίου
6. Σκάλα
7. Δακτύλιοι από σκυρόδεμα
8. Διέλευση καλωδίου
9. Επίχρισμα
10. Στεγανή & ελαστική διέλευση σωλήνα
11. Βρύση
12. Αερισμός
13. Αποχέτευση φρεατίου
14. Δάπεδο φρεατίου από σκυρόδεμα
15. Κεφαλή γεώτρησης
16. Σωλήνας καλούπι για τη στεγανοποίηση της γεώτρησης
17. Στεγανοποίηση με άργιλο
18. Καλώδιο
19. Σωλήνας φρέατος
20. Δακτύλιος από σκυρόδεμα για την συγκράτηση του στεγανοποιητικού υλικού
21. Στάθμη ελεύθερης επιφάνειας πριν την άντληση
22. Στάθμη ελεύθερης επιφάνειας κατά την άντληση
23. Σωλήνας κατάθλιψης
24. Σωληνωτό φίλτρο
25. Φίλτρο άμμου
26. Αντλία με βαλβίδα αντεπιστροφής
27. Στόμιο εισροής νερού
28. Ηλεκτροκινητήρας
29. Τέλος σωλήνα
30. Καταθλιπτικός αγωγός
31. Πολύτροπο
32. Οπή για συμπλήρωση άμμου

Ελικοειδής σύνδεση

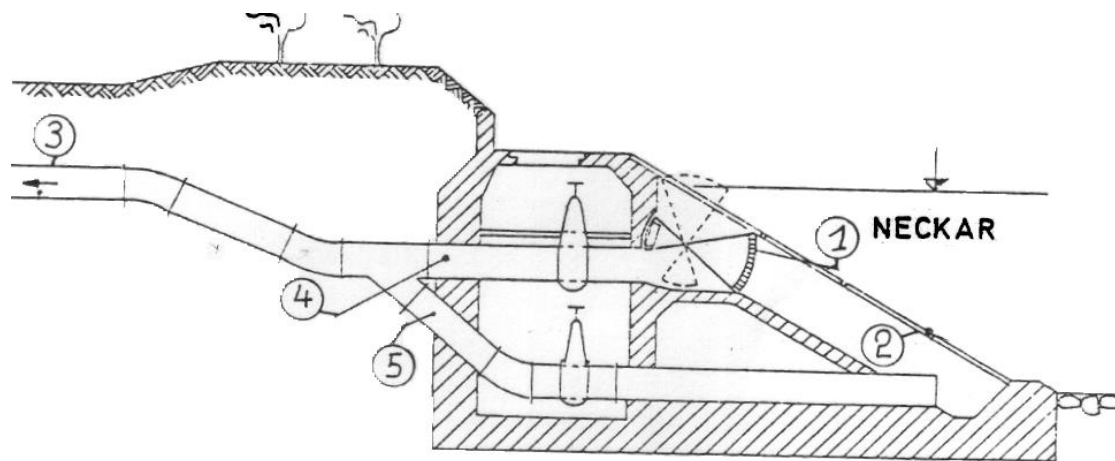


ΤΟΜΗ Α - Β



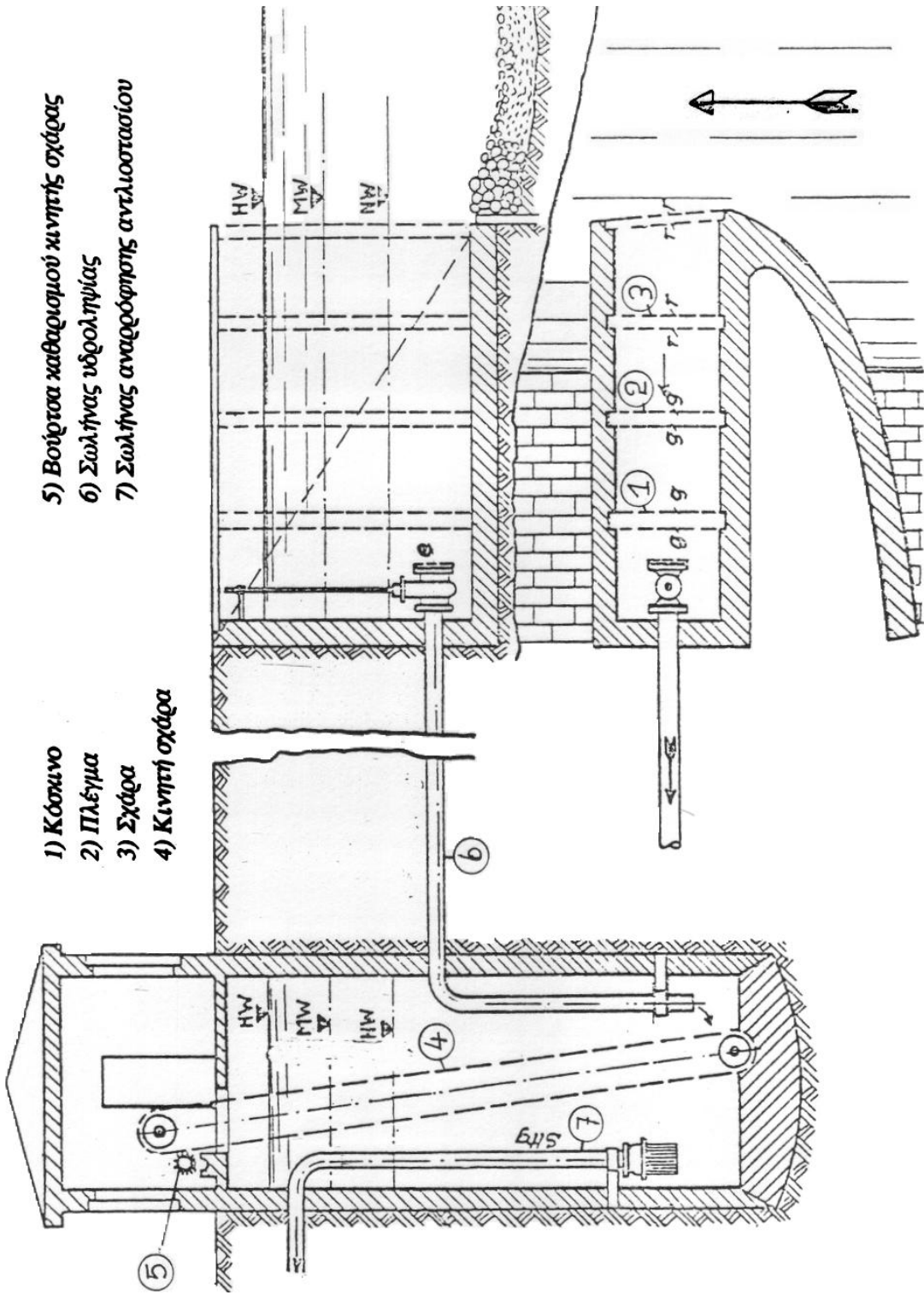


Σχήμα 1. Απλό έργο υδροληψίας από ποτάμι



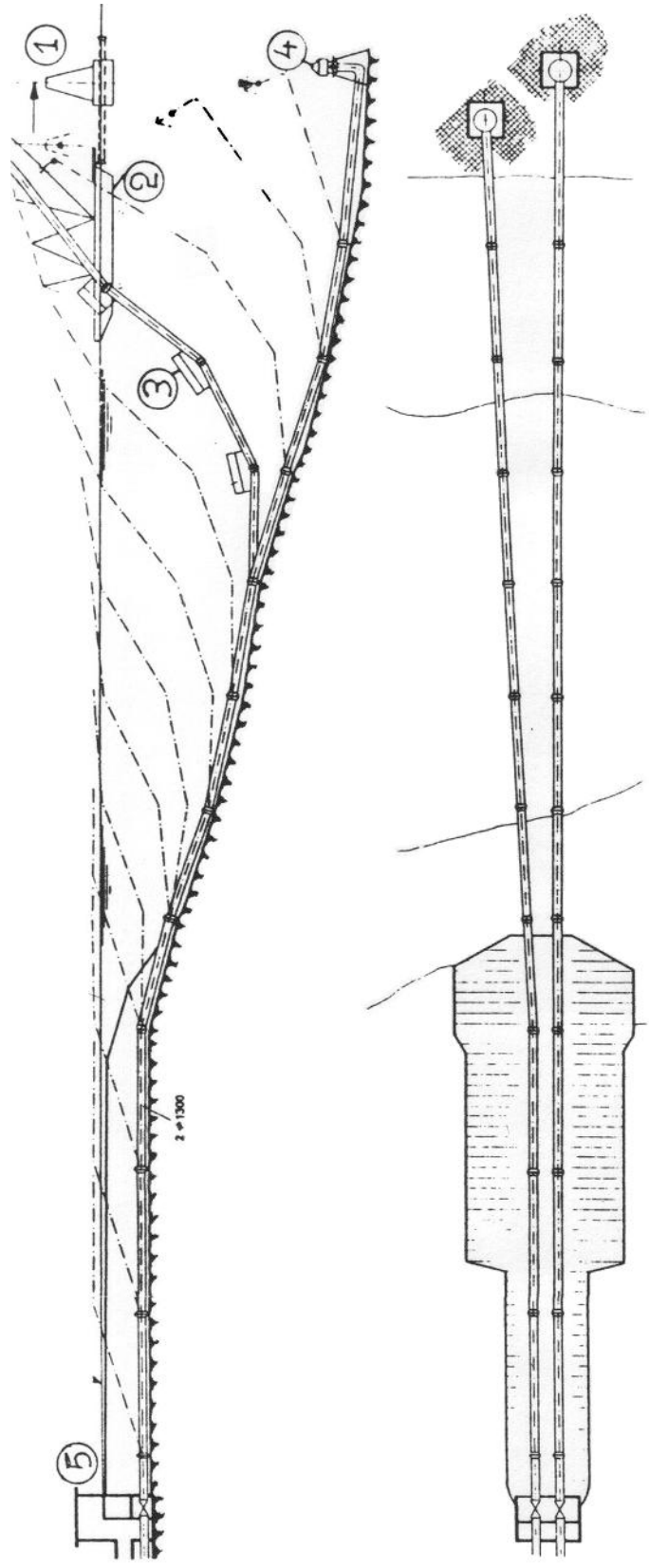
- 1) Λεπτή σχάρα (10χλστ)
- 2) Χοντρή σχάρα (50 χλστ)
- 3) Προς θάλαμο αναρρόφησης αντλιών
- 4) Κανονική υδροληψία
- 5) Υδροληψία κατάστασης ανάγκης

Σχήμα 2. Το έργο υδροληψίας της πόλης Stuttgart από τον ποταμό Neckar



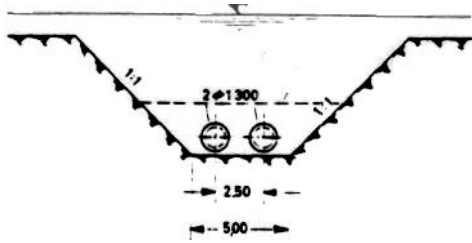
- 1) Κόσμινο
- 2) Πλέγμα
- 3) Σχάρα
- 4) Κινητή σχάρα

- 5) Βούρτα καθαρισμού κινητής σχάρας
- 6) Σωλήνας υδροληψίας
- 7) Σωλήνας αναρρόφησης αντλιοστασίου

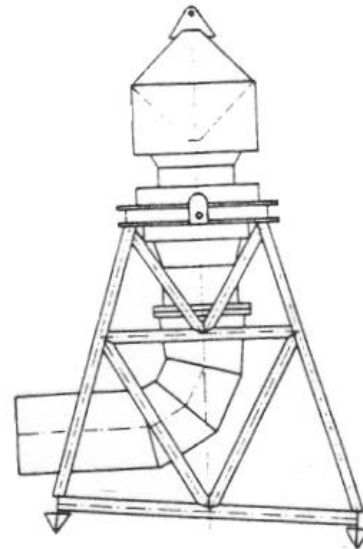


- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Πλοίο μεταφοράς | 4) Στόμιο υδροληψίας |
| 2. Πλοίο τοποθέτησης | 5) Κτίριο υδροληψίας |
| 3. Κινητός πλωτήρας | |

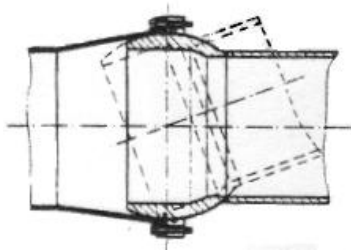
Σχήμα 1. Μηκοτομή και οριζοντιογραφία έργου υδροληψίας στο Sippingen της Bodensee της Γερμανίας (στην μηκοτομή δίνεται και η τεχνική τοποθέτησης των σωλήνων στον πυθμένα της λίμνης)



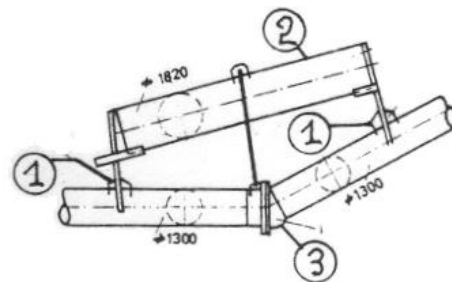
Τομή σκάμματος



Στόμιο υδροληψίας



Άρθρωση σωλήνων



1. Προσωρινή σύνδεση
2. Πλωτήρας προστασίας άρθρωσης κατά την καταβίβαση
3. Άρθρωση

Τοποθέτηση σωλήνων

Σχήμα 2. Κατασκευαστικές λεπτομέρειες του έργου υδροληψίας στο Sippingen της Bodensee

1.- Γενικά

Μπορούμε να βελτιώσουμε την ποιότητα των επιφανειακών νερών διοχετεύοντάς τα με τεχνητά μέσα σε υπόγειους υδροφορείς. Η ανάκτηση τους γίνεται με γεωτρήσεις οι οποίες κατασκευάζονται κατόπιν των έργων τεχνητού εμπλουτισμού του υδροφορέα. Κατά την διάρκεια παραμονής των νερών στο υπέδαφος βελτιώνεται η θερμοκρασία τους αλλά και γενικότερα τα φυσικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά τους γιατί υφίστανται φυσική διύλιση. Όμως τα επιφανειακά νερά δεν πρέπει να έχουν πολλά φερτά υλικά, γιατί στην περίπτωση αυτή το υπέδαφος σύντομα βουλώνει και οι εγκαταστάσεις αχρηστεύονται.

Οι μέθοδοι τεχνητού εμπλουτισμού των υδροφορέων που χρησιμοποιούνται είναι:

1. *Τεχνητή βροχή*
2. *Κατάκλιση εδάφους*
3. *Αύλακες και τεχνητές λίμνες εμπλουτισμού*
4. *Οριζόντιες γαλαρίες εμπλουτισμού*
5. *Κατακόρυφες και οριζόντιες γεωτρήσεις εμπλουτισμού*

2.- Τεχνητή βροχή

Η μέθοδος της τεχνητής βροχής εφαρμόζεται όπως και στην γεωργία. Η τεχνητή βροχή γίνεται κατά διαστήματα. Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δεν απαιτούνται εργασίες καθαρισμού των έργων. Βασικό μειονέκτημα είναι η απαίτηση μεγάλων εκτάσεων. Η επιφανειακή φόρτιση της εγκατάστασης είναι της τάξης των 0,2 έως 1,0 $\mu^3/\mu^2\eta\mu.$. Η απαιτούμενη έκταση γης για την κατασκευή των έργων είναι 1,3 έως 6,5 μ^2/μ^3 νερού.

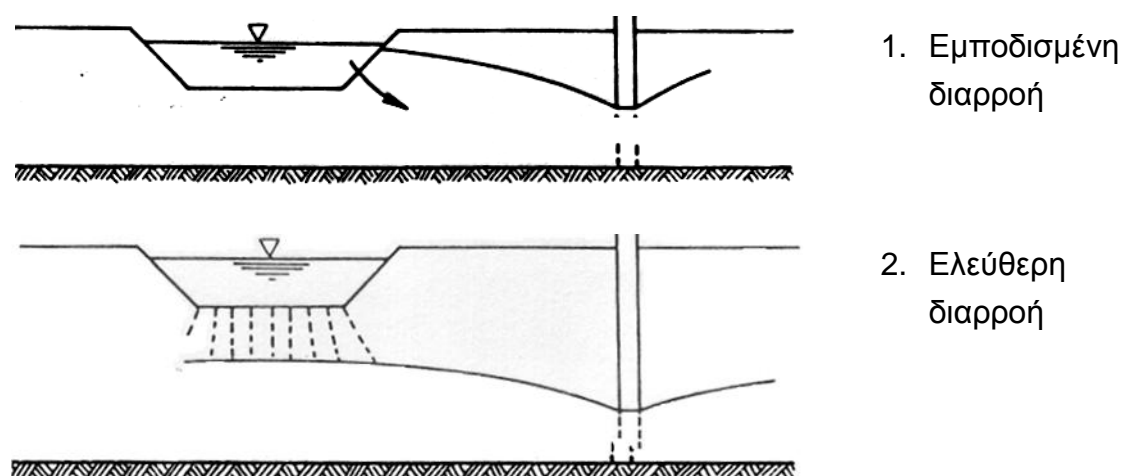
3.- Κατάκλιση εδάφους

Το έδαφος κατακλύζεται με νερό για διάστημα περίπου 10 ημερών και ακολούθως για 20 ημέρες γίνεται η ξήρανσή του. Η έκταση κατάκλισης είναι συνήθως 1 έως 2 εκτάρια και είναι δενδροφυτευμένη ή έχει χορτοτάπητα. Η επιφανειακή φόρτιση της εγκατάστασης κατά τη διάρκεια της κατάκλισης είναι 1,5 έως 3,5 $\mu^3/\mu^2\eta\mu.$. Οι φερτές ύλες του νερού δεν πρέπει να είναι περισσότερες από 2 έως 3 mg/λ, γιατί τα φυτά καταστρέφονται από την επικάλυψη της λάσπης στην επιφάνεια του εδάφους. Η μέση επιφανειακή φόρτιση της εγκατάστασης (περίοδος κατάκλισης και περίοδος ξήρανσης) είναι 0,2 έως 1,0 μ^3/μ^2 ημ., οι δε ανάγκες των έργων σε έκταση γης είναι 1,3

έως $6,5 \mu^2/\mu^3$. Το ύψος κατάκλισης είναι 0,2 έως 1,0 μέτρα. Τον χειμώνα η απόδοση της εγκατάστασης είναι 40% μικρότερη από αυτήν της καλοκαιρινής περιόδου.

4.- Αύλακες και τεχνητές λίμνες εμπλουτισμού

Πρόκειται για την πλέον συχνά εφαρμοζόμενη μέθοδο. Στο σχήμα 1 δίνεται η γενική διάταξη των έργων. Στην πρώτη περίπτωση η επιφάνεια του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα είναι πάνω από την στάθμη του πυθμένα της αύλακος εμπλουτισμού (εμποδισμένη διαρροή), στην δε δεύτερη κάτω από αυτή (ελεύθερη διαρροή).



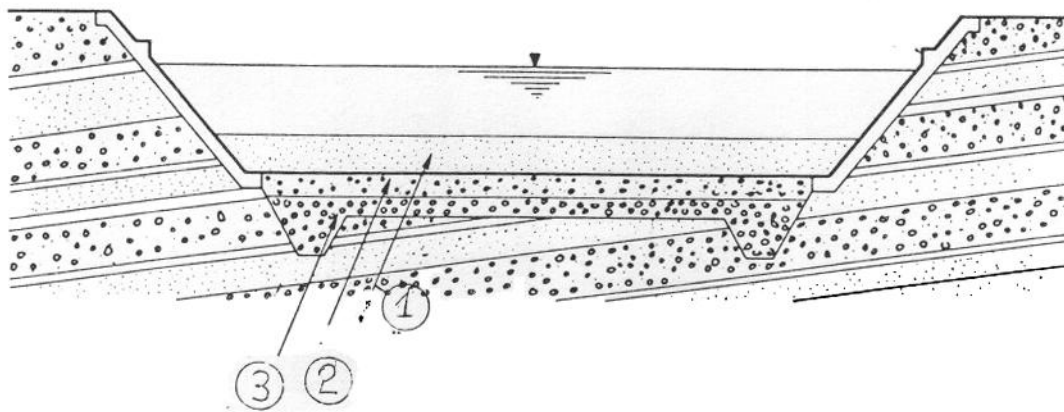
Σχήμα 1. Έργα εμπλουτισμού υδροφορέων και ανάκτησης νερού

Επίσης στην πρώτη περίπτωση η στάθμη των υπόγειων νερών πρέπει να είναι αρκετά χαμηλότερα από την στάθμη των νερών στην αύλακα για να εξασφαλίζεται το απαιτούμενο υδραυλικό φορτίο προκειμένου η διαρροή των νερών της αύλακος να γίνει με ικανοποιητική ταχύτητα. Η φόρτιση της αύλακος εξαρτάται από το διαθέσιμο υδραυλικό φορτίο, την διαπερατότητα του εδάφους, το πάχος του υδροφορέα και τη βρεχόμενη επιφάνειά της (βλ. έντυπο 31/19).

Οι τεχνητές λίμνες εμπλουτισμού λειτουργούν ακριβώς με τις ίδιες αρχές όπως και οι αύλακες. Ο πυθμένας των καλύπτεται με φίλτρο άμμου (σχ.2).

Τα βασικά προβλήματα της λειτουργίας των λιμνών εμπλουτισμού σχετίζονται με το φράξιμο τους σε τακτά χρονικά διαστήματα από τις φερτές ύλες του νερού. Στις περιπτώσεις αυτές είτε πλένεται η άμμος του φίλτρου είτε αντικαθίσταται. Οι επιτυγχανόμενες επιφανειακές φορτίσεις της εγκατάστασης είναι $1,0$ έως $4,0 \mu^3/\mu^2$ ημ. και η έκταση γης που απαιτείται για την κατασκευή των έργων είναι $0,3$ έως $1,3 \mu^2/\mu^3$. Το βάθος του νερού αυξάνει με την

πάροδο του χρόνου λειτουργίας της εγκατάστασης μέχρι τα δύο μέτρα (λόγω της προοδευτικής ελάττωσης της διαπερατότητας του φίλτρου της άμμου). Όταν η επιφανειακή φόρτιση γίνει μικρότερη από $0,5 \mu^3/\mu^2\eta\mu.$, η λειτουργία της εγκατάστασης σταματά προκειμένου να γίνουν οι εργασίες καθαρισμού ή η αντικατάσταση της άμμου του φίλτρου.



1) Άμμος, 2) Χάλικες, 3) Χάλικες (40/60 χλοστ)

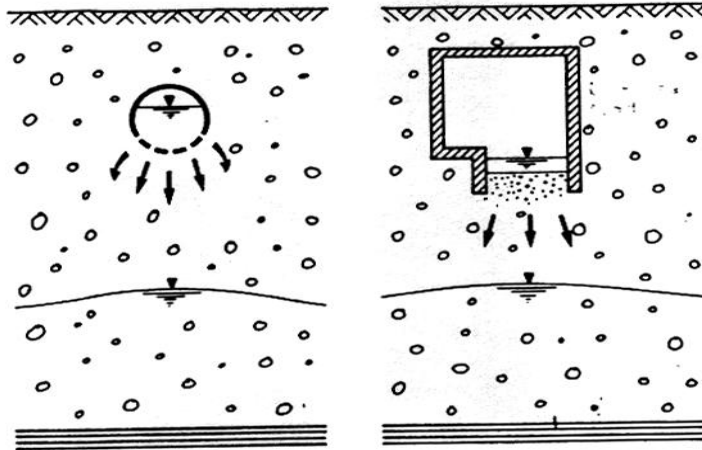
Σχήμα 2. Τομή τεχνητής λίμνης εμπλουτισμού

5.- Οριζόντιες γαλαρίες εμπλουτισμού

Στις περιπτώσεις που το πάχος του προς εμπλουτισμό υδροφορέα είναι μικρό χρησιμοποιούνται οι γαλαρίες (σχ.3). Το νερό με το οποίο θα εμπλουτισθεί ο υδροφορέας πρέπει να μην περιέχει φερτές ύλες διότι οι γαλαρίες όπως και οι γεωτρήσεις εμπλουτισμού εάν φράξουν με φερτές ύλες δεν αποφράσσονται εύκολα. Η γραμμική φόρτιση των έργων είναι της τάξης των $7 \mu^3/\tau.\mu.\eta\mu.$. Σε σοβαρά έργα προσδιορίζεται με επί τόπου μετρήσεις.

6.- Κατακόρυφες και οριζόντιες γεωτρήσεις εμπλουτισμού

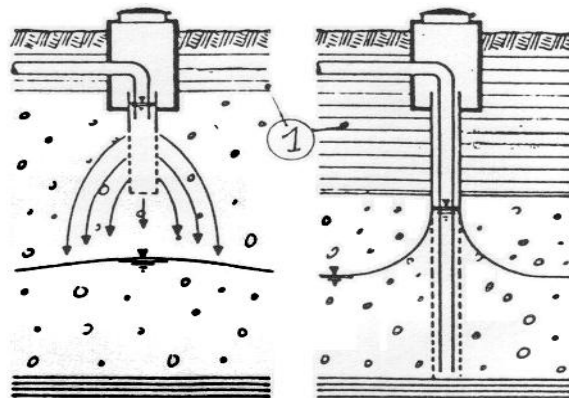
Εάν ο προς εμπλουτισμό υδροφορέας δεν είναι επιφανειακός τότε ο εμπλουτισμός του γίνεται με γεωτρήσεις. Ο υπολογισμός της παροχής εμπλουτισμού δίνεται στα έντυπα 31/17-18.



α.- Διάτρητος σωλήνας

β.- Βατός αγωγός

Σχήμα 3. Γαλαρίες εμπλουτισμού υδροφορέων



1. Αδιαπέραστη
στρώση

α - Πάνω από την στάθμη
των υπογείων νερών

β- Εντός των υπογείων νερών

Σχήμα 4. Γεωτρήσεις εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορέων

1.- Γενικά

Τα αντλιοστάσια ύδρευσης έχουν δύο σκοπούς. Πρώτα να ανεβάσουν το νερό από τα βάθη της γης στην επιφάνεια του εδάφους και δεύτερον να το ανυψώσουν από την θέση αυτή στις δεξαμενές οι οποίες τοποθετούνται σε υψηλές θέσεις πλησίον των οικισμών. Σαν ειδική κατηγορία αντλιοστασίων θα θεωρήσουμε τις πιεστικές δεξαμενές οι οποίες χρησιμοποιούνται όταν οι δεξαμενές ελεύθερης επιφάνειας δεν είναι δυνατόν να κατασκευασθούν ή είναι αντιοικονομικές.

2.- Εκλογή αντλιών

2.1 Διάρκεια λειτουργίας

Ο μέγιστος αριθμός των ωρών λειτουργίας των αντλιοστασίων κατά την διάρκεια μιας ημέρας καθορίζεται από τον απαιτούμενο χρόνο για την συντήρηση των αντλιών και από τα τιμολόγια της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος. Συνήθως δεν λειτουργούν οι αντλίες περισσότερο χρόνο από 20 ώρες ανά εικοσιτετράωρο. Σε περιπτώσεις ισχύος ευνοϊκών τιμολογίων κατανάλωσης νυκτερινού ηλεκτρικού ρεύματος, ο χρόνος λειτουργίας των αντλιών περιορίζεται ακόμη περισσότερο και καθορίζεται επακριβώς με τεχνικοοικονομική σύγκριση των δαπανών άντλησης προς τις αυξημένες δαπάνες κατασκευής των έργων των εξωτερικών υδραγωγείων.

2.2 Αριθμός αντλητικών συγκροτημάτων (αντλία + κινητήρας)

Η οικονομικότερη λύση προκύπτει όταν η μέγιστη παροχή αντλείται με ένα μόνο αντλητικό συγκρότημα. Στην περίπτωση αυτή προβλέπεται και ένα ίδιο σαν εφεδρικό. Αν η παροχή του αντλιοστασίου διακυμαίνεται, χρησιμοποιούνται περισσότερα από ένα αντλητικά συγκροτήματα, τα οποία μπορούν να είναι ίδιου ή διαφορετικού μεγέθους. Το εφεδρικό συγκρότημα πρέπει να είναι ίδιου μεγέθους με το μεγαλύτερο από τα κανονικής λειτουργίας. Εφεδρικές αντλίες προβλέπεται να υπάρχουν και για τις αντλίες βαθέων φρεάτων (πομόνες) και τις υποβρύχιες. Σε περίπτωση βλάβης των αντλιών αυτών πρέπει να είναι δυνατή η αντικατάστασή τους σε σύντομο χρονικό διάστημα.

3.- Απαιτούμενοι χώροι αντλιοστασίων

Τα αντλιοστάσια περιλαμβάνουν τους παρακάτω χώρους:

1. Χειριστήριο αντλιών και χώρος παραμονής: Ο χώρος πρέπει να είναι καλά ηχομονωμένος και θερμαινόμενος.

2. Μηχανοστάσιο: Στο μηχανοστάσιο τοποθετούνται οι αντλίες, οι σωληνώσεις και στην περίπτωση των αντλιών οριζοντίου άξονα, οι κινητήρες. Σε σημαντικά αντλιοστάσια οι σωληνώσεις τοποθετούνται στο υπόγειο, στο δε ισόγειο τα αντλητικά συγκροτήματα. Το υπόγειο πρέπει να αερίζεται καλά και να είναι προστατευμένο από πλημμύρισμα. Στην περίπτωση τοποθέτησης των αντλιών στο υπόγειο η πλάκα επικάλυψης του υπογείου πρέπει να έχει άνοιγμα πάνω από τις αντλίες για να είναι δυνατή η μεταφορά των αντλιών έξω από το αντλιοστάσιο με γερανό.
3. Χώρος μετασχηματιστών: Τα αντλιοστάσια παίρνουν ρεύμα από το δίκτυο υψηλής τάσης το οποίο μετατρέπουν με μετασχηματιστές σε ρεύμα μέσης και χαμηλής τάσης.
4. Χώρος γεννήτριας ρεύματος: Τα αντλιοστάσια των εξωτερικών υδραγωγείων πρέπει να είναι εξοπλισμένα με γεννήτριες ρεύματος για την περίπτωση διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος για μεγάλο χρονικό διάστημα. Δυστυχώς στην Ελλάδα δεν δίνεται η προσοχή που πρέπει στο θέμα αυτό και πολλά μεγάλα αντλιοστάσια δεν είναι εξοπλισμένα με γεννήτριες ρεύματος.
5. Χώρος ειδικού εξοπλισμού: Όταν η αντιπληγματική προστασία των καταθλιπτικών αγωγών γίνεται με αεροφυλάκια, πρέπει να προβλέπεται ανάλογος χώρος για την τοποθέτησή των. Αυτός μπορεί να βρίσκεται στο εσωτερικό του κτιρίου ή στο προαύλιο.

4.- Διαστάσεις αντλιοστασίων

Οι απαιτούμενες διαστάσεις των αντλιοστασίων προκύπτουν από τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό των και τις ελάχιστες αποστάσεις από τους τοίχους των αντλιοστασίων. Έτσι έχουμε:

- *Ελάχιστο ύψος άξονα αντλιών από δάπεδα: 70 εκ*
- *Ελεύθερη απόσταση μεταξύ δύο αντλιών: 80 εκ*
- *Ελεύθερη απόσταση από τοίχους: 80 εκ*
- *Ελεύθερο ύψος χώρου αντλιών: 2,5 μ για μικρές αντλίες
4,5 μ για μεγάλες αντλίες και
εγκατάσταση γερανογέφυρας*

5.- Τύποι αντλιοστασίων

5.1 Αντλιοστάσια γεωτρήσεων με υποβρύχιες αντλίες

Στην περίπτωση που το βάθος της ελεύθερης επιφάνειας του νερού στο φρέαρ, κατά την διάρκεια της άντλησης είναι μεγαλύτερο από τριάντα μέτρα

χρησιμοποιούνται υποβρύχιες αντλίες. Στο σχήμα του εντύπου 232/1 δίνεται ένα τυπικό αντλιοστάσιο. Υπάρχει μία οπή πάνω από την γεώτρηση για να είναι δυνατή η αφαίρεση της υποβρύχιας αντλίας προκειμένου να γίνει η συντήρησή της ή η επισκευή της. Τούτο γίνεται με την βοήθεια βαρούλκου. Στο ισόγειο βρίσκεται ο πίνακας χειρισμού της αντλίας. Στις περιπτώσεις που υπάρχουν περισσότερες γεωτρήσεις τότε κατασκευάζεται ένα ξεχωριστό κτίριο για τον πίνακα χειρισμού όλων των αντλιών καθώς επίσης και για την τοποθέτηση των μετασχηματιστών, στις δε θέσεις των γεωτρήσεων κατασκευάζονται απλά φρεάτια (224/1).

5.2 Αντλιοστάσια αντλιών βαθέων φρεάτων

Αντλίες βαθέων φρεάτων (πομόνες) χρησιμοποιούνται όταν η στάθμη του νερού στο φρέαρ κατά την διάρκεια της άντλησης είναι σε βάθος 3 έως 30 μέτρων. Στις περιπτώσεις αυτές η αντλία τοποθετείται στο φρέαρ και ο κινητήρας στο ισόγειο του αντλιοστασίου. Στο σχέδιο του εντύπου 232/2 δίνεται η τομή ενός αντλιοστασίου εξοπλισμένου με μία αντλία βαθέων φρεάτων και μία αντλία κατακόρυφου άξονα συνδεδεμένων σε σειρά και κινουμένων με τον ίδιο κινητήρα. Η διάταξη αυτή μπορεί να χαρακτηριστεί ως ειδική. Συνήθως προτιμάται το συνολικό απαιτούμενο μανομετρικό υψόμετρο να δίνεται από την αντλία βαθέων φρεάτων.

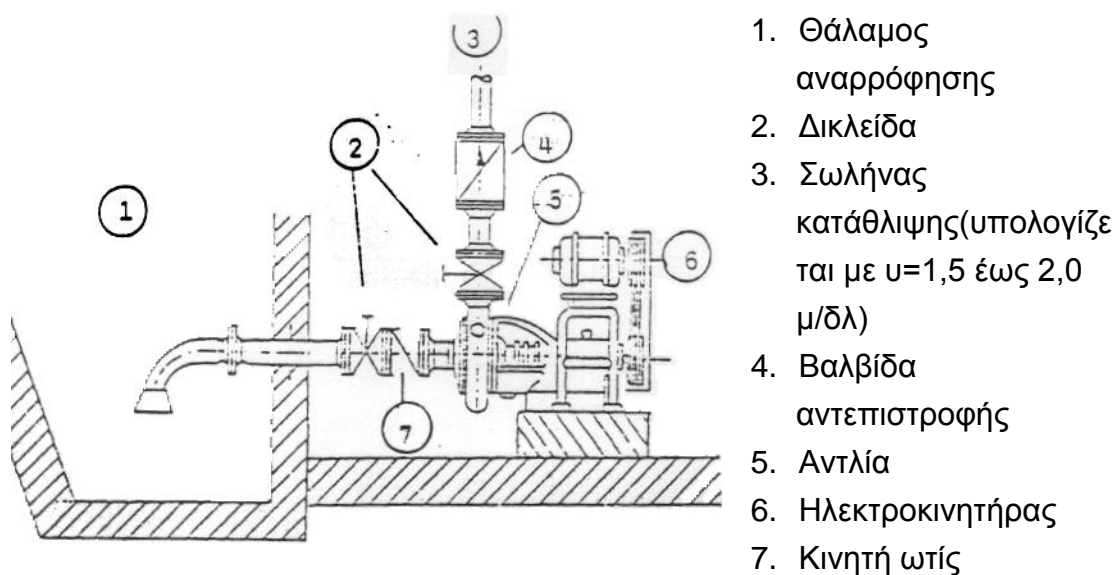
5.3 Υπόγεια αντλιοστάσια

Τα υπόγεια αντλιοστάσια κατασκευάζονται όταν η ελεύθερη στάθμη στην δεξαμενή αναρρόφησης είναι μερικά μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Στην περίπτωση αυτή είναι σκόπιμο οι αντλίες να τοποθετηθούν χαμηλά για να ελαττωθεί ή ακόμη και να μηδενισθεί το ύψος αναρρόφησης των αντλιών. Υπόγεια αντλιοστάσια κατασκευάζονται και όταν απαγορεύεται η κατασκευή των υπέργειων για αρχιτεκτονικούς ή αισθητικούς λόγους. Τα υπέργεια αντλιοστάσια κατασκευάζονται σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις. Ανάλογα με τις αντλίες που χρησιμοποιούνται διακρίνονται δύο διαφορετικοί τύποι αντλιοστασίων, τα αντλιοστάσια αντλιών οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα.

5.3.1 Αντλιοστάσια αντλιών οριζόντιου άξονα

Στο σχήμα 1 δίνεται η ενδεδειγμένη διάταξη τοποθέτησης των αντλιών στα αντλιοστάσια και ο απαιτούμενος εξοπλισμός τους με όργανα χειρισμού. Στο έντυπο 232/3 δίνεται το σχέδιο ενός απλού αντλιοστασίου. Στο έντυπο 232/4 δίνονται τα σχέδια ενός αντλιοστασίου εξωτερικού υδραγωγείου με τις

αντλίες τοποθετημένες στο ισόγειο. Στο αντλιοστάσιο του εντύπου 232/5 οι αντλίες είναι τοποθετημένες στο υπόγειο.



Σχήμα 1. Τοποθέτηση και εξοπλισμός αντλιών οριζόντιου άξονα

5.3.2 Αντλιοστάσια κατακόρυφου άξονα

Στο έντυπο 232/6 δίνεται σαν παράδειγμα ένα αντλιοστάσιο με αντλίες κατακόρυφου άξονα.

5.4 Ειδικά αντλιοστάσια

5.4.1 Πιεστικές δεξαμενές

Η χρησιμοποίηση των πιεστικών δεξαμενών ενδείκνυται στις περιπτώσεις μικρών παροχών. Βασικά τους μειονεκτήματα είναι

- α) ότι δεν έχουν αποθηκευτική ικανότητα και συνεπώς μόλις τεθούν εκτός λειτουργίας λόγω βλάβης, σταματά η υδροδότηση της περιοχής και
- β) ότι παρουσιάζουν αυξημένες δαπάνες άντλησης επειδή η μέγιστη πίεση λειτουργίας τους είναι κατά 10 με 15 μέτρα μεγαλύτερη από την ελάχιστη απαιτούμενη για την λειτουργία του δυσμενέστερου σημείου υδροληψίας.

Πιεστικές δεξαμενές χρησιμοποιούνται κυρίως για την ύδρευση μεμονωμένων οικοδομών, αγροκτημάτων και υψηλών περιοχών περιορισμένης έκτασης. Στην τελευταία περίπτωση το αντλιοστάσιο πρέπει να είναι εξοπλισμένο και με μία πρόσθετη αντλία για την άντληση της παροχής πυρκαγιάς. Επίσης πρέπει να προβλέπεται ηλεκτροπαραγωγός μονάδα για την περίπτωση διακοπής του ρεύματος και αυτοματισμός που θα

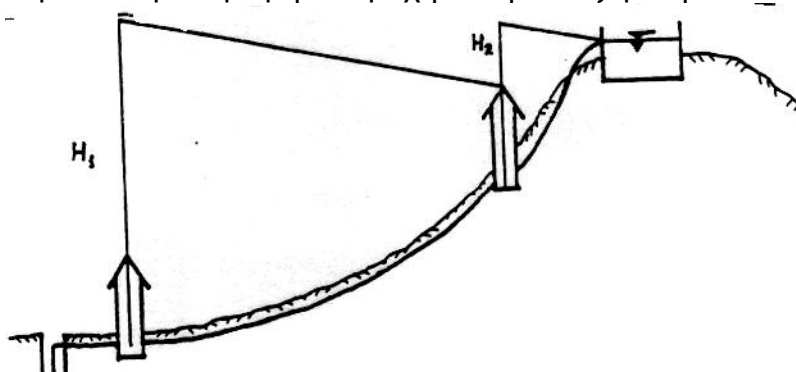
την θέτει σε λειτουργία μόλις πέσει η τάση του. Στο έντυπο 232/7 δίνονται τα σχέδια ενός υπόγειου αντλιοστασίου με πιεστική δεξαμενή. Στο έντυπο 141/1-3 δίνονται όλα τα σχετικά με τούς υπολογισμούς των πιεστικών δεξαμενών.

5.4.2 Αντλιοστάσια αύξησης πίεσης

Πολλές φορές είναι δυνατόν να παρουσιασθεί ανάγκη να αυξηθεί η παροχή ενός σε λειτουργία ευρισκόμενου εξωτερικού υδραγωγείου. Στην περίπτωση αυτή αυξάνονται οι απώλειες τριβών στον καταθλιπτικό αγωγό και πρέπει είτε να γίνει αλλαγή των αντλιών του υπάρχοντος αντλιοστασίου με νέες ισχυρότερες είτε εάν τούτο δεν είναι δυνατόν ή δεν συμφέρει οικονομικά να κατασκευασθεί ένα νέο αντλιοστάσιο συνδεδεμένο σε σειρά με το παλαιό (σχ. 2).

Για την επιτυχή λειτουργία δύο αντλιοστασίων συνδεδεμένων μεταξύ των σε σειρά πρέπει να προσεχθούν τα παρακάτω:

1. Το δεύτερο αντλιοστάσιο να δέχεται με πίεση το νερό από το πρώτο.
2. Πρώτα να τίθεται σε λειτουργία το πρώτο αντλιοστάσιο και μετά αφού αρχίσει να φθάνει μία μικρή παροχή στην δεξαμενή να τίθεται σε



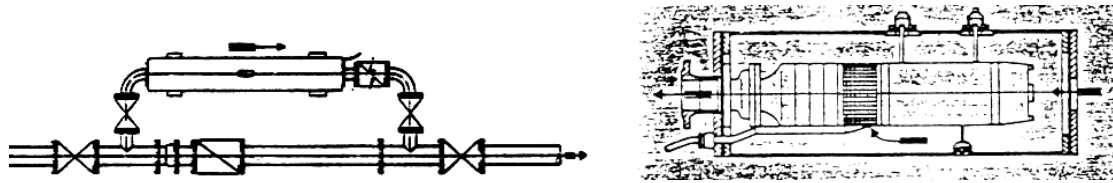
Σχήμα 2. Αύξηση πίεσης εξωτερικού υδραγωγείου

λειτουργία το δεύτερο αντλιοστάσιο.

2. Πρώτα να σταματά το δεύτερο αντλιοστάσιο και μετά το πρώτο.
3. Να γίνεται μελέτη του υδραυλικού πλήγματος λόγω παύσης λειτουργίας του δεύτερου αντλιοστασίου.
4. Να είναι δυνατή η παύση λειτουργίας του δεύτερου αντλιοστασίου με διακόπτη υποπίεσης σε περίπτωση στάσης των αντλιών του πρώτου αντλιοστασίου λόγω βλάβης.
5. Να γίνεται έλεγχος της αντοχής των σωλήνων στις νέες πιέσεις λειτουργίας.

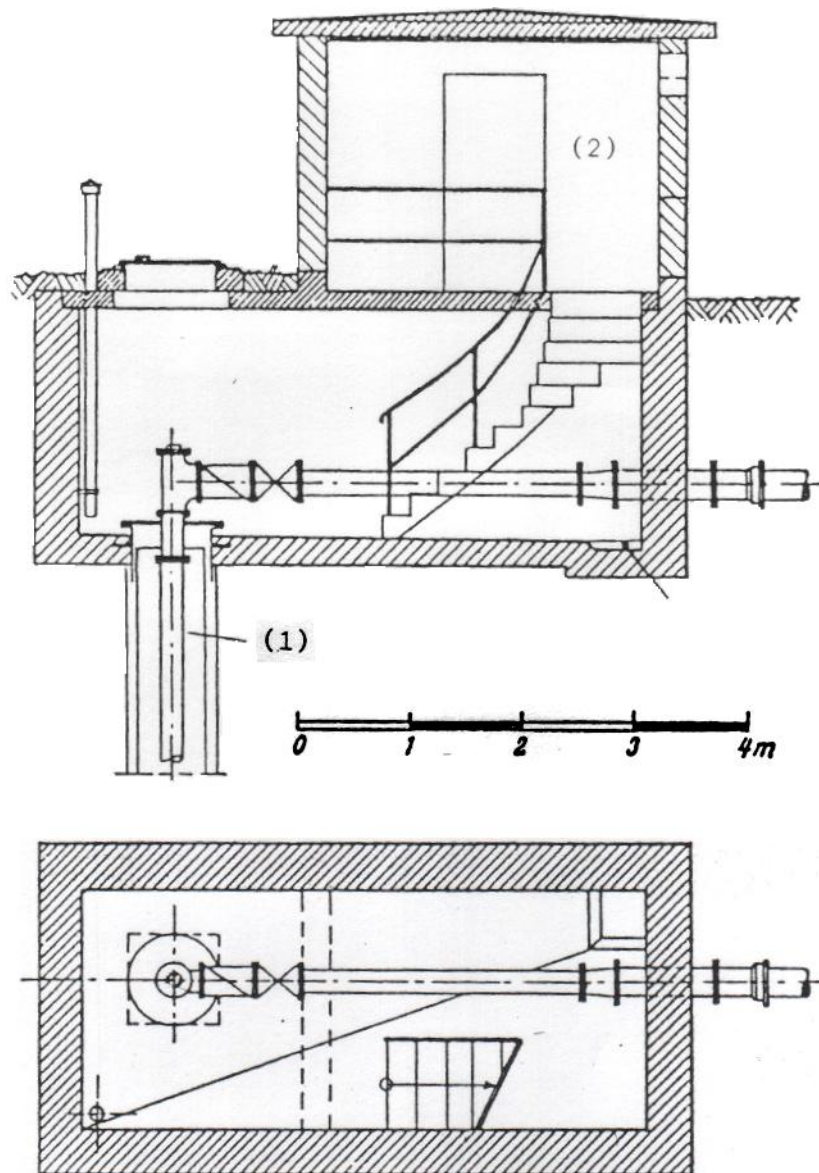
Για μικρής παροχής έργα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ειδικά προς τούτο κατασκευασμένες αντλίες, οι οποίες συνδέονται με τον καταθλιπτικό

αγωγό σύμφωνα με την διάταξη του σχήματος 3. Η όλη εγκατάσταση μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα απλό φρεάτιο.



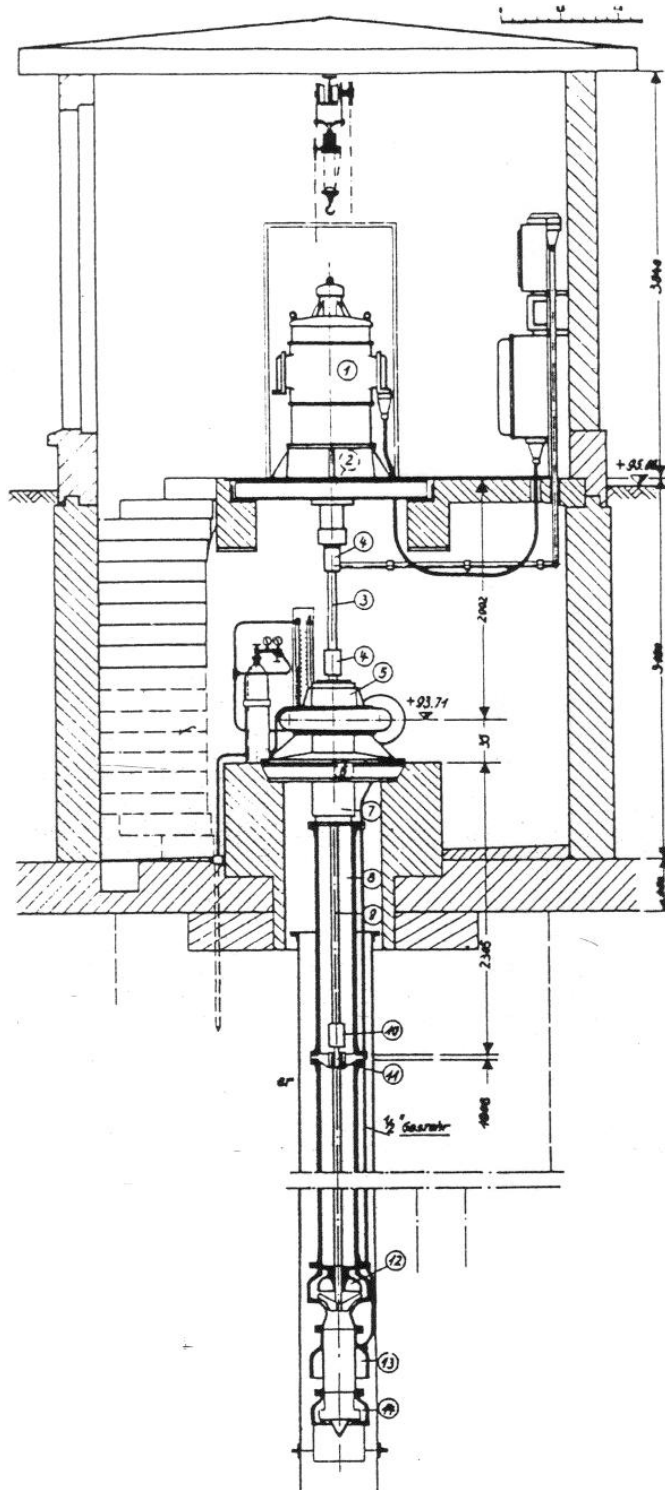
Σχήμα 3. Σχηματική διάταξη μικρού αντλιοστασίου αύξησης πίεσης με ειδικά προς τούτο κατασκευασμένη υποβρύχια αντλία

1. Αντλιοστάσια υποβρύχιων αντλιών



- (1) Γεώτρηση με υποβρύχια αντλία
- (2) Ισόγειος χώρος για τον πίνακα χειρισμού της αντλίας
- (3) Αποχέτευση υπογείου

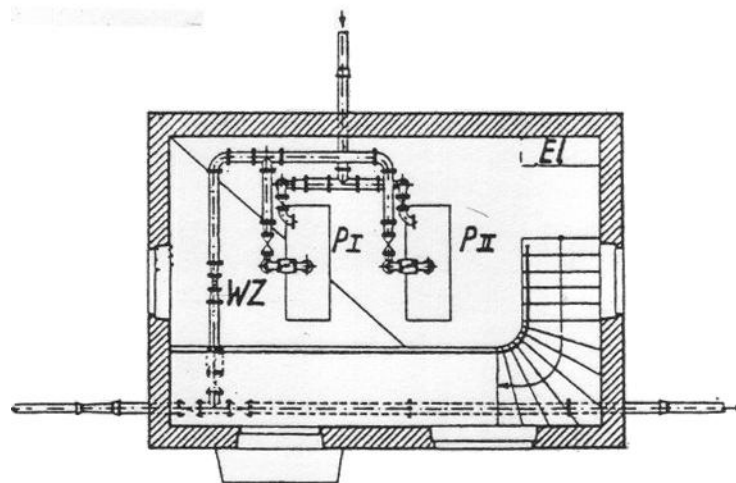
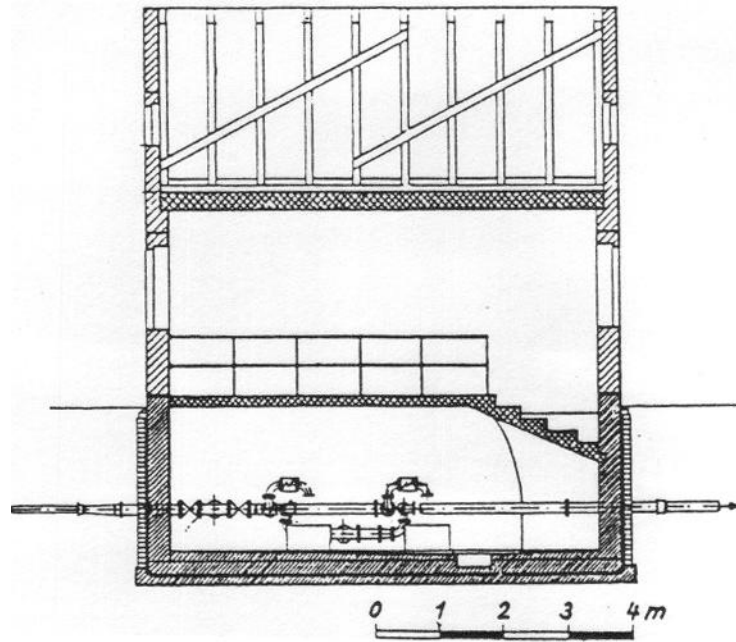
2.- Αντλιοστάσια αντλιών βαθέων φρεάτων



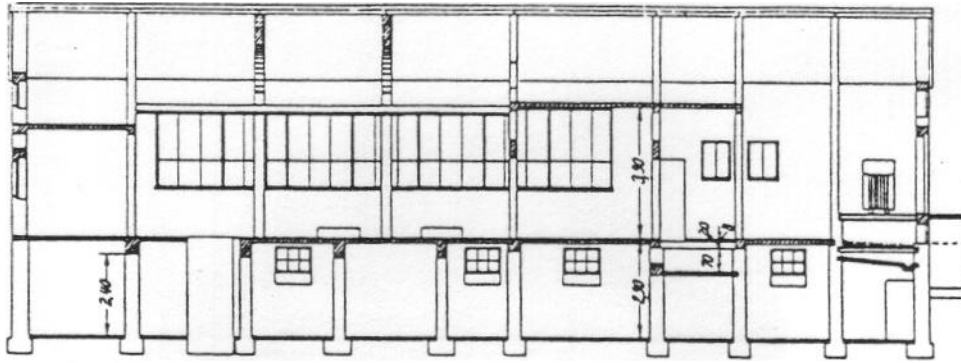
1. Ηλεκτροκινητήρας
2. Έδραση κινητήρα
3. Ενδιάμεσος άξονας
4. Σύνδεσμος
5. Κύρια αντλία
6. Έδραση αντλίας
7. Σύνδεσμος
8. Σωλήνας αναρρόφησης
9. Άξονας αντλίας βαθένων φρεάτων
10. Σύνδεσμος
11. Ενδιάμεση στήριξη
12. Αντλία βαθένων φρεάτων
13. Καμπάνα μέτρησης
14. Ποδοβαλβίδα

3.- Αντλιοστάσια αντλιών οριζόντιου άξονα

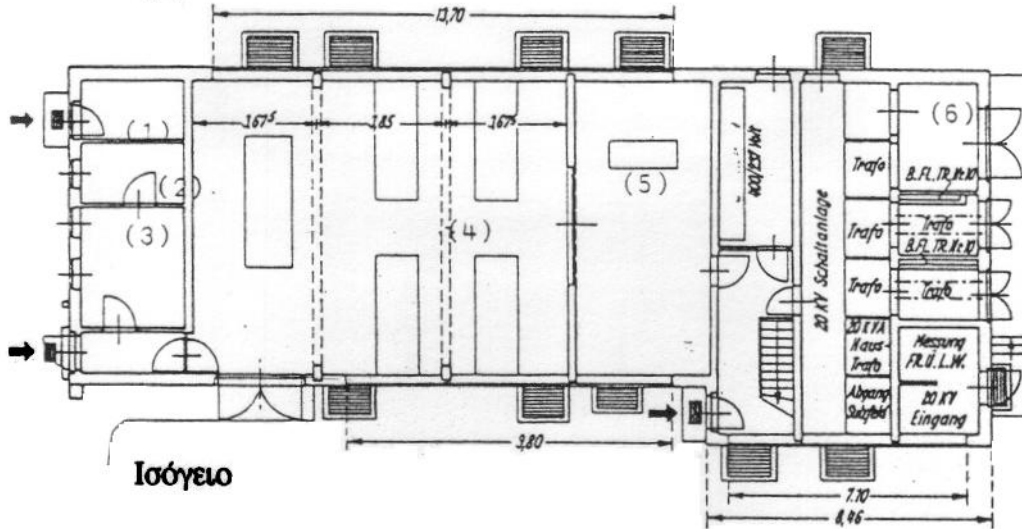
3.1 Μικρό αντλιοστάσιο με κατάθλιψη προς δύο δίκτυα



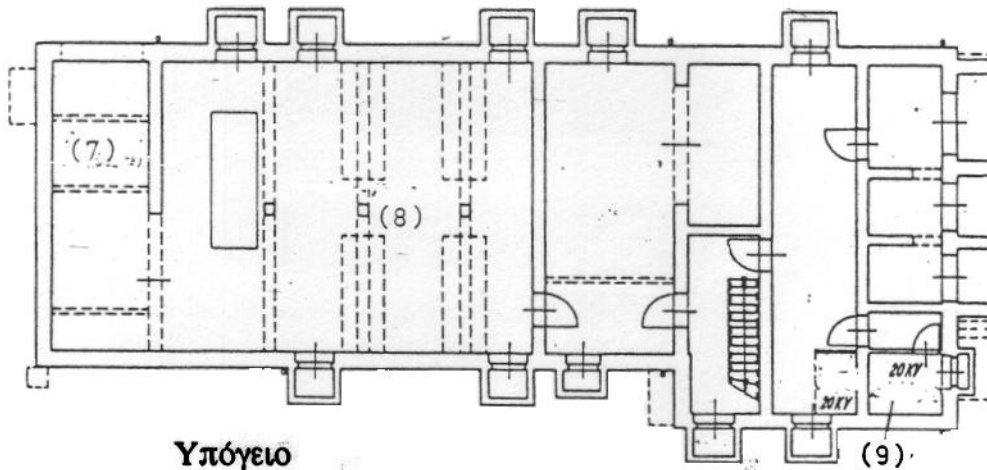
3.2 Μεγάλο αντλιοστάσιο



Τομή



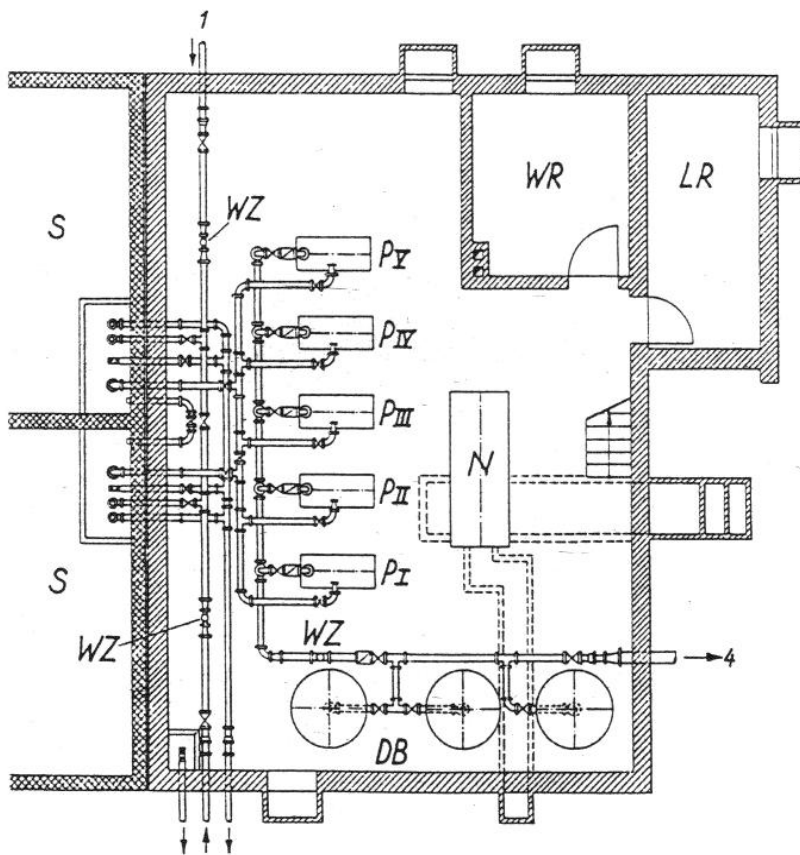
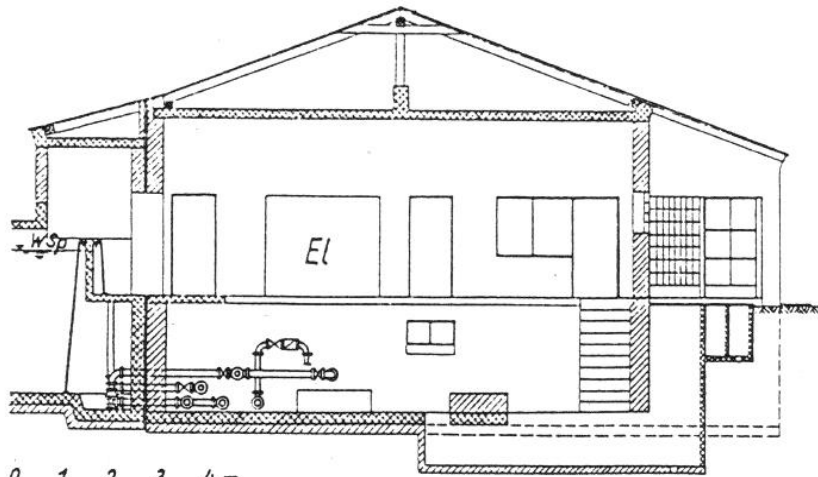
Ισόγειο



Υπόγειο

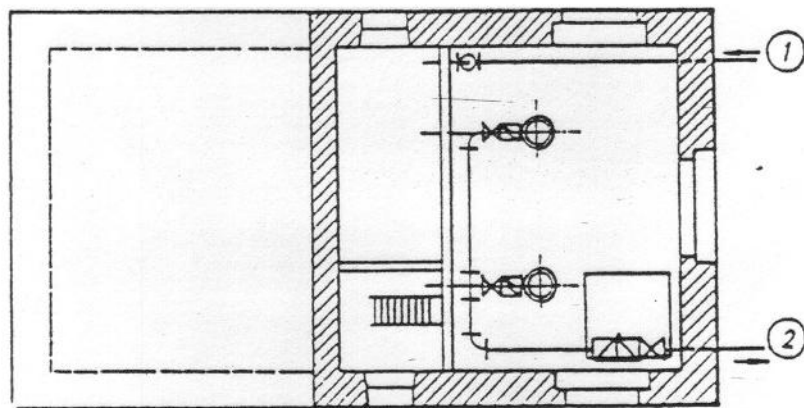
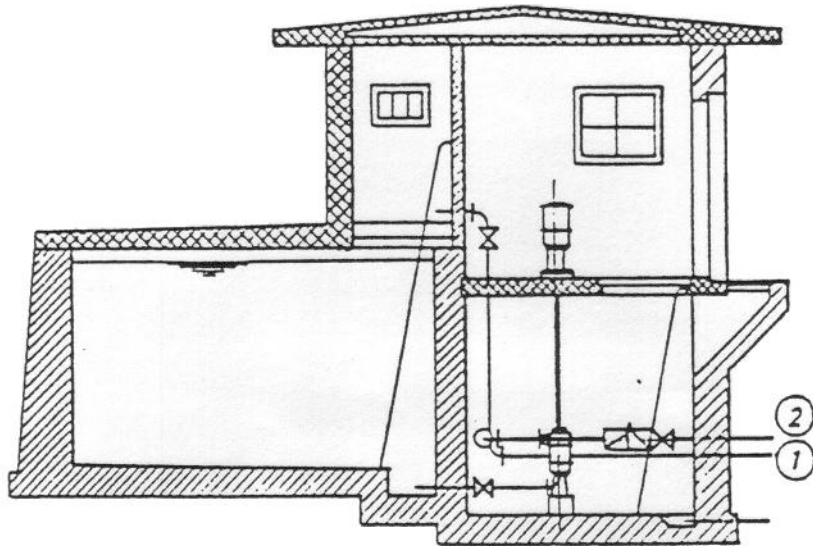
- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1. Χλωρίωση | 6. Μετασχηματιστής |
| 2. Αποθήκη | 7. Αεροφυλάκιο |
| 3. Συνεργείο | 8. Υπόγειο με σωληνώσεις |
| 4. Μηχανοστάσιο | 9. Είσοδος καλωδίου |
| 5. Χειριστήριο αντλιοστασίου | |

3.3 Αντλιοστάσιο δεξαμενής νερού



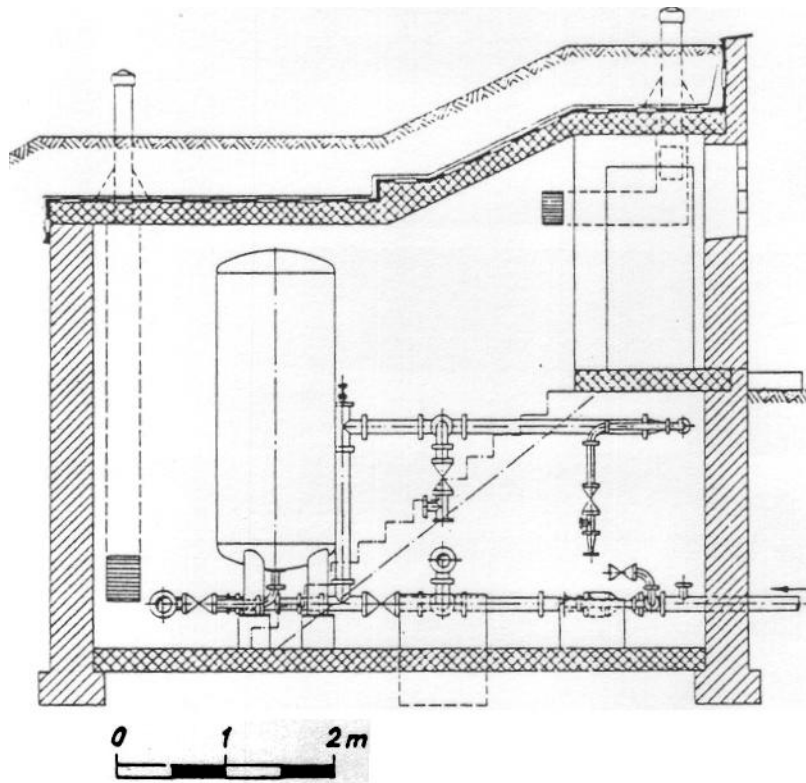
- EL = Πίνακας χειρισμού
- WSp= Στάθμη νερού
- S = Δεξαμενή
- WZ= Μετρητής παροχής
- P = Αντλίες
- DB= Αεροφυλάκιο
- N = Γεννήτρια ρεύματος
- WR= Χώρος προσωπικού
- LR = Αποθήκη

4.- Αντλιοστάσια κατακόρυφου άξονα

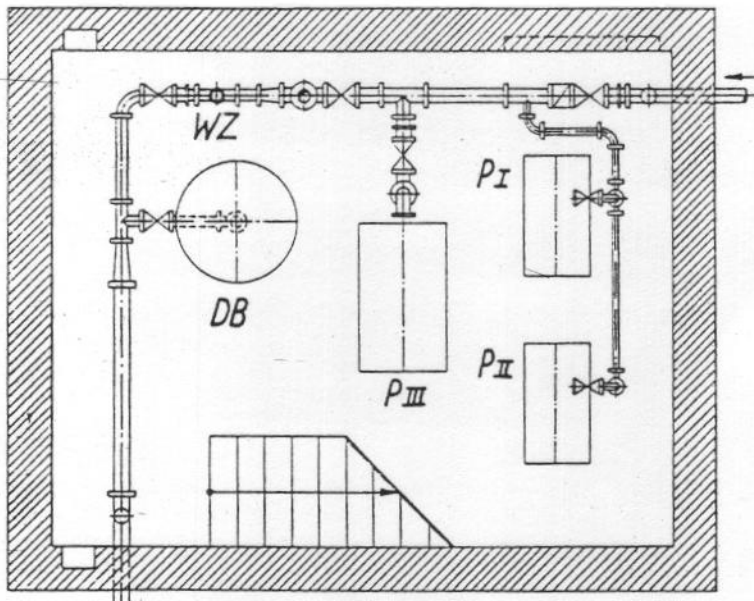


1. Εισροή (εξωτερικό υδραγωγείο από πηγές)
2. Καταθλιπτικός αγωγός

5.- Αντλιοστάσια πιεστικών δεξαμενών



- WZ = Μετρητής παροχής
- DB = Πιεστική δεξαμενή
- P_I = Κύρια αντλία
- P_{II} = Εφεδρική αντλία
- P_{III} = Αντλία παροχής πυρκαγιάς



1.- Γενικά

Σκοπός της κατασκευής των δεξαμενών νερού στα σύγχρονα υδραγωγεία είναι η επίτευξη των παρακάτω:

α.- Εξίσωση των εικοσιτετράωρων παροχών των εξωτερικών και εσωτερικών υδραγωγείων: Τα εσωτερικά υδραγωγεία υπολογίζονται με βάση την μέγιστη ωριαία παροχή της ημέρας μέγιστης κατανάλωσης. Με την κατασκευή των δεξαμενών νερού είναι δυνατόν τα έργα των εξωτερικών υδραγωγείων δηλαδή τα έργα υδροληψίας, τα αντλιοστάσια, οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού και οι καταθλιπτικοί αγωγοί να υπολογιστούν με βάση την μέση ωριαία παροχή της μέγιστης ημερήσιας κατανάλωσης. Έτσι έχουμε

- γέμισμα δεξαμενών → όταν $Q_{\text{εσωτ. υδραγ.}} < Q_{\text{εξωτ. υδραγ.}}$ και

- άδειασμα δεξαμενών → όταν $Q_{\text{εσωτ. υδραγ.}} > Q_{\text{εξωτ. υδραγ.}}$.

Κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η βέλτιστη οικονομική λύση καθόσον η οικονομία που προέρχεται από τη διαστασιολόγηση των έργων των εξωτερικών υδραγωγείων με την παροχή $Q_{\text{ημ.μεγ. ωρ.μεσ.}}$ είναι μεγαλύτερη από την δαπάνη κατασκευής των δεξαμενών.

β.- Ομοιόμορφη πίεση στα δίκτυα ύδρευσης: Τα εσωτερικά δίκτυα βρίσκονται κάτω από σταθερή υδροστατική πίεση η οποία καθορίζεται από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού στις δεξαμενές.

γ.- Εξασφάλιση παροχής για κατάσταση ανάγκης: Σε περίπτωση βλάβης στα έργα των εξωτερικών υδραγωγείων, η υδροδότηση των οικισμών συνεχίζεται με το νερό που είναι αποθηκευμένο στις δεξαμενές. Κατ' αυτόν τον τρόπο εμποδίζεται το συχνό άδειασμα των σωλήνων του δικτύου και η εισαγωγή σε αυτούς αέρα.

δ.- Εξασφάλιση παροχής για κατάσβεση πυρκαγιάς: Για τον σκοπό αυτό αποταμιεύεται ικανή ποσότητα νερού στις δεξαμενές.

ε.- Κατακάθιση άμμου: Λόγω του μεγάλου χρόνου παραμονής του νερού στις δεξαμενές γίνεται κατακάθιση των φερτών υλών και κυρίως της άμμου στον πυθμένα τους.

Οι δαπάνες κατασκευής των δεξαμενών των υδραγωγείων αποτελούν το 5 – 10% των συνολικών δαπανών κατασκευής των έργων και συνεπώς αξίζει τον κόπο να βρίσκεται η βέλτιστη τεχνικοοικονομική λύση.

2.- Τύποι δεξαμενών

2.1 Διάκριση ως προς το υψόμετρο τοποθέτησης

Έχουμε να διακρίνουμε τους παρακάτω τύπους δεξαμενών:

- α.- *Δεξαμενές υψηλής θέσης*: Τοποθετούνται σε κατάλληλο υψόμετρο επί του εδάφους.
- β.- *Υδατόπυργοι*: Σε επίπεδες περιοχές η τοποθέτηση των δεξαμενών στο έδαφος δεν είναι δυνατή. Στην περίπτωση αυτή κατασκευάζονται υδατόπυργοι. Η δαπάνη κατασκευής των υδατοπύργων είναι σχεδόν εξαπλάσια των δεξαμενών εδάφους. Τούτο οδηγεί σε λύσεις ανάγκης προς περιορισμό των δαπανών κατασκευής των. Σε αυτές περιορίζεται είτε το ύψος είτε ο όγκος των υδατοπύργων είτε και τα δύο.
- γ.- *Δεξαμενές χαμηλής θέσης*: Οι δεξαμενές αυτές τοποθετούνται σε υψόμετρο χαμηλότερο του απαιτούμενου για την ύδρευση των οικισμών και συνήθως έχουν σαν σκοπό την εξίσωση των παροχών των έργων των εσωτερικών και εξωτερικών υδραγωγείων. Ορισμένες φορές οι δεξαμενές αυτές χρησιμοποιούνται για την εξίσωση των εβδομαδιαίων παροχών εισόδου και εξόδου των εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού.
- δ.- *Πιεστικές δεξαμενές*: Οι πιεστικές δεξαμενές χρησιμοποιούνται ως εναλλακτική λύση των υδατοπύργων. Ο όγκος των δεξαμενών είναι πολύ μικρός και συνεπώς δεν επαρκεί για την εξίσωση των ημερησίων παροχών των εξωτερικών και εσωτερικών υδραγωγείων. Γι' αυτόν τον λόγο οι πιεστικές δεξαμενές έχουν σαν σκοπό μόνο την αύξηση της πίεσης του δικτύου η δε εξίσωση των ημερησίων παροχών των υδραγωγείων γίνεται με δεξαμενές χαμηλής θέσης.
- ε.- *Δεξαμενές πυροπροστασίας*: Για την κατάσβεση των πυρκαγιών οι πυροσβεστικές υπηρεσίες πρέπει να έχουν την δυνατότητα να πάρουν την απαιτούμενη ποσότητα νερού από το δίκτυο ύδρευσης. Σε δίκτυα μικρών οικισμών τούτο οδηγεί σε λύσεις ασύμφωρες διότι οι ανάγκες νερού για την πυροπροστασία είναι πολύ μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες για την κανονική λειτουργία του δικτύου. Στην περίπτωση αυτή η πυροπροστασία των οικισμών επιτυγχάνεται με την κατασκευή μίας ή περισσότερων δεξαμενών οι οποίες τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις ύστερα από υπόδειξη της αρμόδιας πυροσβεστικής υπηρεσίας. Ξεχωριστές δεξαμενές πυροπροστασίας κατασκευάζονται και για να περιορισθεί ο όγκος των υδατοπύργων ο οποίος στην περίπτωση αυτή

διαστασιολογείται μόνο για την κάλυψη των αναγκών σε νερό της κανονικής κατάστασης λειτουργίας του δικτύου.

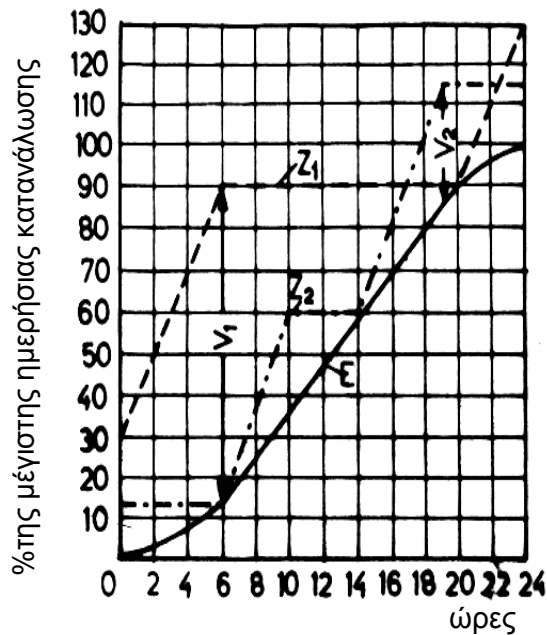
2.2 Διάκριση ως προς την περίοδο εξίσωσης των παροχών

- α.- *Εξίσωση των εικοσιτετράωρων παροχών*: Έχει αποδειχθεί από την εμπειρία ότι η εξίσωση των εικοσιτετράωρων παροχών στις δεξαμενές νερού, αποτελεί την βέλτιστη λύση. Η εξίσωση των παροχών για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα υποβιβάζει την ποιότητα του νερού, λόγω της μεγάλης διάρκειας της παραμονής του μέσα στις δεξαμενές.
- β.- *Ετήσια ή υπερετήσια εξίσωση παροχών*: Στην περίπτωση αυτή κατασκευάζονται τεχνητές λίμνες είτε επίγειες σε ποτάμια με την κατασκευή φραγμάτων είτε υπόγειες σε καταλλήλως διαμορφωμένα υδροφόρα στρώματα. Τα έργα αυτά γίνονται όταν δεν υπάρχει άλλη δυνατότητα ύδρευσης των οικισμών. Σαν παράδειγμα θα αναφέρουμε την ύδρευση της πόλης των Αθηνών από την τεχνητή λίμνη του Μόρνου.

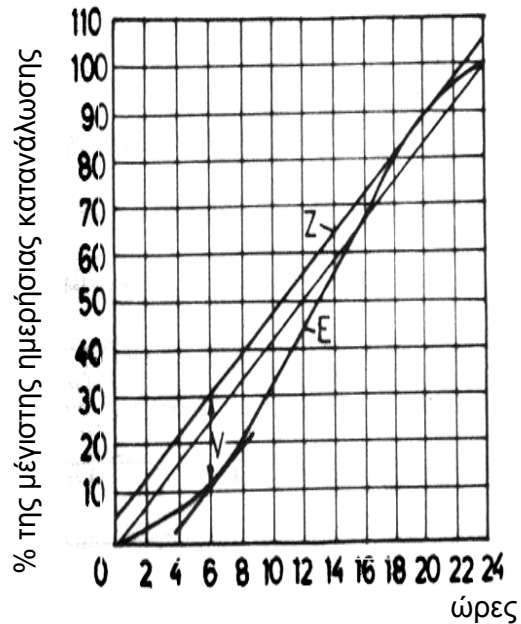
3.- Απαιτούμενος όγκος δεξαμενών

3.1 Για την κατανάλωση του οικισμού

Η διακύμανση της κατανάλωσης νερού των οικισμών, κατά την διάρκεια του 24ωρου, δίνεται σε ποσοστά της ημερήσιας παροχής. Συνηθίζεται τα ποσοστά αυτά να έχουν σταθερή τιμή για ένα δώρο (μέση τιμή δώρου). Αντίθετα η παροχή των εξωτερικών υδραγωγείων, που τροφοδοτούνται από πηγές, είναι σταθερή και αντιστοιχεί στη μέση ωριαία της ημέρας μέγιστης κατανάλωσης. Η παροχή των υδραγωγείων, που τροφοδοτούνται από γεωτρήσεις, είναι επίσης σταθερή εξαρτάται όμως από τις ώρες λειτουργίας των αντλιοστασίων. Στα διαγράμματα των σχημάτων 1 και 2 έγινε γραφικά ο προσδιορισμός του απαιτούμενου όγκου των δεξαμενών για τις εξής περιπτώσεις:



Σχήμα 1. Γραφικός προσδιορισμός όγκου δεξαμενής για την περίπτωση άντλησης νερού στην δεξαμενή



Σχήμα 2. Γραφικός προσδιορισμός όγκου δεξαμενής για την περίπτωση 24ωρης τροφοδότησης της δεξαμενής

- α. Διάγραμμα 1: - Τιμή νυκτερινού ρεύματος μικρότερη της αντίστοιχης του ημερήσιου ρεύματος (Z_1).
- Περιορισμό του απαιτούμενου όγκου της δεξαμενής με παρεμβολή μικρής διάρκειας ημερήσια άντληση (Z_2).
- β. Διάγραμμα 2: Περίπτωση ελεύθερης ροής από πηγές ή 24ωρη άντληση (Z).

Ο όγκος των δεξαμενών V είναι η μεγαλύτερη καθ' ύψος απόσταση μεταξύ της αθροιστικής καμπύλης των εισροών στην δεξαμενή και της αντίστοιχης των εκροών από αυτήν. Οι αθροιστικές καμπύλες των εισροών και των εκροών δίνουν τις ποσότητες νερού που έχουν εισέλθει και έχουν εξέλθει από τις δεξαμενές κατά την διάρκεια του 24ωρου. Η καμπύλη των εισροών πρέπει να βρίσκεται σε όλα τα σημεία της υπεράνω της καμπύλης των εκροών εκτός ενός μόνον το οποίο είναι κοινό στις δύο καμπύλες. Στο σημείο αυτό η δεξαμενή είναι άδεια διότι όσο νερό έχει εισέλθει σε αυτήν έχει και εξέλθει. Συνεπώς τις επόμενες χρονικές στιγμές πρέπει να αρχίσει το γέμισμα της. Ποια χρονική στιγμή η δεξαμενή είναι άδεια δεν είναι εκ των προτέρων γνωστό. Γι'αυτό η αρχή της καμπύλης των εκροών τίθεται αυθαίρετα στο μηδέν. Τούτο έχει σαν συνέπεια οι δύο καμπύλες να τέμνονται σε κάποιο σημείο με αποτέλεσμα κατά περιόδους η καμπύλη των εισροών

να βρίσκεται κάτω από την καμπύλη των εκροών. Τούτο δεν είναι δυνατόν να συμβαίνει (περισσότερες εκροές από εισροές) και συνεπώς απαιτείται σχετική διόρθωση, η οποία γίνεται με την παράλληλη καθ' ύψος μετακίνηση της καμπύλης των εισροών μέχρι όπου οι δύο καμπύλες να εφάπτονται σε ένα σημείο. Στο σημείο αυτό η δεξαμενή είναι άδεια όπως προαναφέρθηκε. Όλα τα πάρα πάνω είναι δυνατόν να γίνουν και λογιστικά σε πίνακες.

Η μέγιστη ημερήσια παροχή υπολογίζεται με βάση τις ανάγκες νερού που θα παρουσιασθούν στα επόμενα 15 – 20 χρόνια.

3.2 Για την κατάσταση ανάγκης (βλάβες στα έργα του εξωτερικού υδραγωγείου)

Αν ο όγκος των δεξαμενών είναι τόσος μόνον όσος καθορίζεται στην προηγούμενη παράγραφο, κάθε φορά που θα διακόπτεται για ένα χρονικό διάστημα η τροφοδότηση με νερό των δεξαμενών, λόγω βλάβης ή συντήρησης στα έργα του εξωτερικού υδραγωγείου, οι δεξαμενές δεν θα επαρκούν για την κάλυψη των αναγκών του οικισμού. Συνιστάται λοιπόν στον κατά την προηγούμενη παράγραφο υπολογιζόμενο όγκο των δεξαμενών να προστίθεται όγκος για την ασφάλεια λειτουργίας των υδραγωγείων ο οποίος υπολογίζεται ως εξής:

$$V_{ασφ.} = \frac{Q^{ημ.μσγ}}{n} t \quad (1)$$

όπου $V_{ασφ.}(\mu^3)$ = όγκος δεξαμενών για ασφάλεια έναντι απώλειας χρόνου στην τροφοδότηση των δεξαμενών

n = αριθμός εξωτερικών υδραγωγείων (π.χ. αντλήσεις σε μια δεξαμενή από περισσότερες γεωτρήσεις που βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές).

t (ημ) = διάρκεια επισκευής (κατ' εκτίμηση)

3.3 Για την περίπτωση πυρκαγιάς

Πρέπει να προβλέπεται η αποθήκευση ποσότητας νερού για κατάσβεση πυρκαγιάς δύο ωρών.

3.4 Συνολικός όγκος δεξαμενών

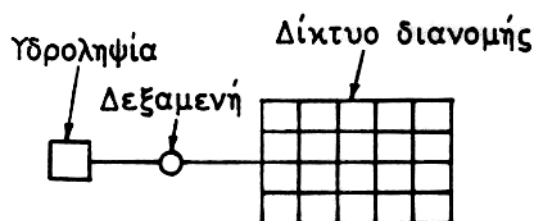
Ο συνολικός όγκος των δεξαμενών δεν είναι το άθροισμα των όγκων που υπολογίζονται σύμφωνα με τις παρ. 3.1 - 3.3 και αυτό διότι είναι δυνατόν, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις μικρών υδραγωγείων, ο όγκος της παρ. 3.3 να είναι πολύ μεγαλύτερος του όγκου που απαιτείται για την κανονική λειτουργία του δικτύου. Στις περιπτώσεις αυτές η ανανέωση του νερού στις δεξαμενές γίνεται σε μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα από τις 24 ώρες. Τούτο αποβαίνει σε βάρος της ποιότητας του νερού. Αντίθετα στις περιπτώσεις μεγάλων υδραγωγείων ο όγκος των δεξαμενών που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών πυρκαγιάς είναι μικρός σε σχέση με τον όγκο που απαιτείται για την κανονική λειτουργία των υδραγωγείων και την κάλυψη των αναγκών της κατάστασης ανάγκης. Για το λόγο αυτό στα μεγάλα υδραγωγεία η κατάσταση πυρκαγιάς δεν λαμβάνεται υπόψη στον καθορισμό του όγκου των δεξαμενών. Τέλος θα παρατηρήσουμε ότι οι εκτιμήσεις των παροχών και των διακυμάνσεών των είναι ανασφαλείς, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις των μικρών υδραγωγείων. Για το λόγο αυτό πρέπει να γίνεται προσαύξηση του υπολογιζόμενου όγκου των δεξαμενών με έναν κατάλληλο συντελεστή ασφάλειας. Στο έντυπο 242/1-3 περιγράφεται η διαδικασία του εμπειρικού προσδιορισμού του όγκου των δεξαμενών που εφαρμόζεται σήμερα στην Γερμανία. Συνιστάται η εφαρμογή του και στην Ελλάδα.

4.- Απαιτούμενο υψόμετρο δεξαμενών

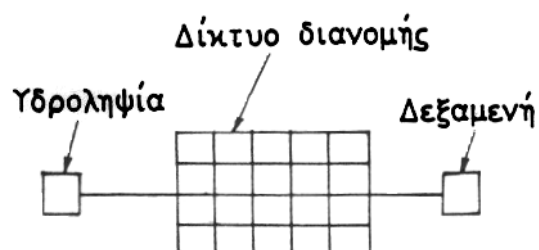
Ανάλογα με το ύψος των κτιρίων των προς ύδρευση οικισμών το υψόμετρο τοποθέτησης των δεξαμενών είναι 40-60 μέτρα πάνω από το υψόμετρο του εδάφους των οικισμών (βλ. παρ. 2.5 του έντυπου 253/1-10). Για περιοχές με μεγάλες ή πολύ μικρές υψομετρικές διαφορές μπορεί να επιτραπεί η τοποθέτηση των δεξαμενών 80 ή 30 μέτρα άνω του εδάφους αντιστοίχως. Στις περιπτώσεις χρησιμοποίησης υδατοπύργων το ύψος των επιλέγεται μεταξύ 25 και 40 μέτρα. Έχουν κατασκευασθεί και υδατόπυργοι ύψους 60 μέτρων αλλά αυτοί αποτελούν την εξαίρεση. Στην περίπτωση που το ύψος των υδατοπύργων είναι μικρό πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για μείωση των απωλειών τριβών στο δίκτυο του οικισμού και τις σωληνώσεις των οικοδομών (π.χ. αυξάνοντας τις διατομές των σωλήνων). Σε περιπτώσεις με πολύ μεγάλες υψομετρικές διαφορές κατασκευάζονται ανεξάρτητα δίκτυα τα οποία τροφοδοτούνται από δικές τους δεξαμενές εδάφους ή από πιεστικές δεξαμενές. Επίσης είναι δυνατόν σε χαμηλές περιοχές δικτύων να χρησιμοποιηθούν βαλβίδες μείωσης πίεσης, κ.λ.π. (βλ. έντυπα 253/1-10).

5.- Διάταξη δεξαμενών

Σκόπιμο είναι οι δεξαμενές να τοποθετούνται στο κέντρο βάρους των περιοχών που υδρεύουν. Με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιείται η δαπάνη κατασκευής του δικτύου διανομής. Αυτό όμως σπάνια επιτυγχάνεται. Συνήθως έχουμε τις παρακάτω δύο διατάξεις:



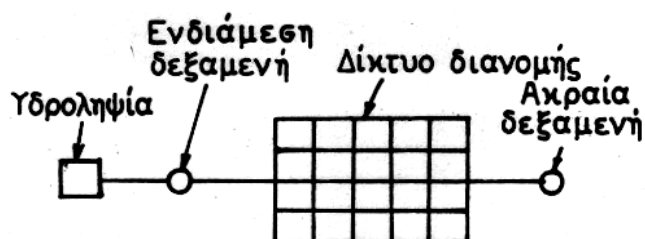
Σχήμα 3. Ενδιάμεση δεξαμενή



Σχήμα 4. Ακραία δεξαμενή

Από τις δύο παραπάνω διατάξεις η πρώτη παρουσιάζει έναντι της δεύτερης το πλεονέκτημα της καλής ανάμιξης του νερού του εξωτερικού υδραγωγείου με το νερό που ήδη υπάρχει μέσα στις δεξαμενές και το μειονέκτημα της δαπανηρότερης κατασκευής του δικτύου μεταφοράς. Η ακραία διάταξη των δεξαμενών ιδιαίτερα κατά τις ημέρες που η ημερήσια κατανάλωση νερού είναι μικρότερη της μέγιστης παρουσιάζει το μειονέκτημα της κακής ανανέωσης του νερού των δεξαμενών.

Σε περιπτώσεις με ευνοϊκή τοπογραφική διαμόρφωση είναι δυνατόν να γίνει συνδυασμός των παραπάνω δύο διατάξεων προς άρση των μειονεκτημάτων που παρουσιάζουν (σχ. 5). Στην περίπτωση αυτή έχουμε αντίθετη διάταξη δεξαμενών.



Σχήμα 5. Αντίθετη διάταξη δεξαμενών

Η ακραία δεξαμενή πρέπει να τοποθετηθεί σε τέτοιο υψόμετρο ώστε η ροή από τη δεξαμενή αυτή προς το δίκτυο να εξασφαλίζεται κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας ελαχίστης κατανάλωσης άλλως θα βρίσκεται υπό την πίεση της ενδιάμεσης δεξαμενής και ουσιαστικά η ταυτόχρονη λειτουργία των δύο δεξαμενών θα είναι αδύνατη. Στις περιπτώσεις αυτές η ανανέωση του νερού της ακραίας δεξαμενής είναι ελλιπής.

6.- Κατασκευαστικά στοιχεία

6.1 Αριθμός θαλάμων

Οι δεξαμενές πρέπει να έχουν κατ' ελάχιστο δύο θαλάμους για να διευκολύνεται η συντήρησή τους. Μόνο μικρές δεξαμενές ($V < 50 \mu^3$) κατασκευάζονται με ένα θάλαμο.

6.2 Σχήμα δεξαμενών

Οι δεξαμενές κατασκευάζονται με θαλάμους ορθογώνιους ή κυκλικούς και περιλαμβάνουν ένα θάλαμο χειρισμού (θάλαμος δικλείδων).

6.2.1 Ορθογώνιες δεξαμενές

Οι δεξαμενές αυτές πρέπει να κατασκευάζονται επιμήκεις για να διευκολύνεται η καθίζηση. Κατ' ελάχιστο ο λόγος "μήκος : πλάτος" των θαλάμων πρέπει να είναι 2 : 1. Για μεγάλες δεξαμενές ο λόγος αυτός πρέπει να είναι $> 3 : 1$. Στο έντυπο 243/1 δίνονται διάφοροι τύποι ορθογωνίων δεξαμενών. Ο τύπος των δεξαμενών 2a και 2b χρησιμοποιείται για μεγάλες δεξαμενές και σκοπό έχει την καλή ανανέωση του νερού, η κατασκευή τους όμως είναι πολύ δαπανηρή. Στους τύπους 1a και 1d η είσοδος του νερού γίνεται από την μία άκρη και η έξοδος από την άλλη. Στον τύπο 1c η ροή γίνεται κατά πλάτος (στην διάταξη αυτή το πλάτος των θαλάμων είναι μεγαλύτερο από το μήκος τους). Στο έντυπο 244/1-2 δίνονται τα κατασκευαστικά σχέδια μίας τυπικής ορθογώνιας δεξαμενής.

6.2.2 Κυκλικές δεξαμενές

Στο έντυπο 243/2 δίνονται διάφοροι τύποι κυκλικών δεξαμενών. Η επιλογή του τύπου των δεξαμενών γίνεται με καθαρά οικονομικά και κατασκευαστικά κριτήρια. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο κοστολόγιο κατασκευής των ξυλοτύπων. Ο τύπος 4 είναι δαπανηρότερος και είναι αντίστοιχος του τύπου 2b των ορθογωνίων δεξαμενών. Στο έντυπο 244/6 δίνονται τα κατασκευαστικά σχέδια μίας κυκλικής δεξαμενής με θολωτή επικάλυψη. Στα έντυπα 244/3-5 δίνονται τα αντίστοιχα σχέδια μίας δεξαμενής με επίπεδη πλάκα επικάλυψης.

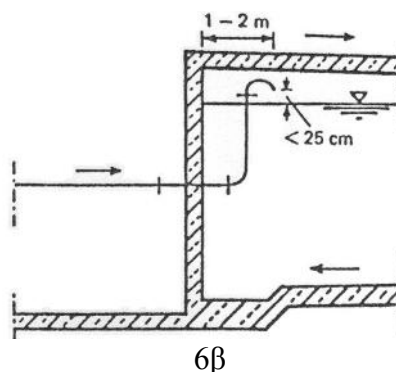
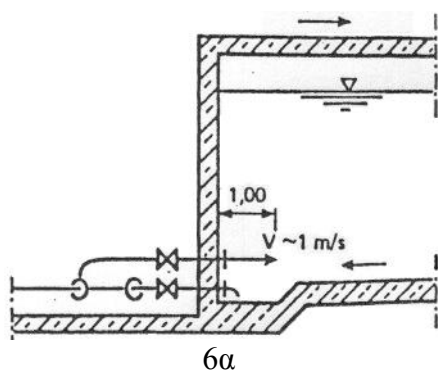
6.3 Τεχνική εισροής και εκροής νερού στις δεξαμενές

Η εισροή και η εκροή του νερού στις δεξαμενές πρέπει να γίνεται κατά τρόπο που να εξασφαλίζει την ανανέωσή του και να αποκλείει την δημιουργία χώρων κακής κυκλοφορίας. Στις ορθογώνιες δεξαμενές φροντίζουμε η

είσοδος και η έξοδος του νερού να μη γίνεται από την ίδια πλευρά. Στις κυκλικές πρέπει να δημιουργήσουμε κατά το δυνατόν σπειροειδή ροή εισάγοντας το νερό κατά την διεύθυνση της εφαπτομένης στον εξωτερικό τοίχο και εξάγοντάς το από το κέντρο των θαλάμων. Απλούστερες αλλά και ατελέστερες είναι οι διατάξεις των δεξαμενών των εντύπων 244/1-6. Στις ακραίες δεξαμενές η εισροή του νερού πρέπει να γίνεται στο ύψος του πυθμένα για να είναι δυνατή η εκμετάλλευση του υψομέτρου που προκύπτει από την διαφορά μεταξύ της ανώτατης και κατώτατης στάθμης στην δεξαμενή. Στην περίπτωση που υπάρχουν περισσότερες από μία ακραίες δεξαμενές η ανώτατη στάθμη πρέπει να βρίσκεται σε όλες στο ίδιο υψόμετρο. Η τροφοδότησή των ρυθμίζεται ηλεκτρονικά από την ελεύθερη στάθμη του νερού σε κάθε μία από αυτές.

Τις περισσότερες φορές η απόφαση αν η τροφοδότηση των δεξαμενών γίνει πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού (σχ. 6α) ή κάτω από αυτήν (σχ. 6β), λαμβάνεται με την βοήθεια του δείκτη κορεσμού (ΔΚ). Όταν η τιμή του ΔΚ είναι >0 τότε το νερό σχηματίζει άλατα του ασβεστίου. Στην περίπτωση αυτή η είσοδος του στις δεξαμενές πρέπει να γίνει πλησίον του πυθμένα των. Όταν η τιμή του ΔΚ είναι <0 τότε το νερό διαλύει τα άλατα του ασβεστίου. Στην περίπτωση αυτή η είσοδος του πρέπει να γίνει πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια. Κατ' αυτόν τον τρόπο το νερό χάνει CO_2 και ουδετεροποιείται. Ο ΔΚ δίδει την διαφορά της μετρούμενης τιμής του pH από την τιμή κορεσμού του και προσδιορίζεται κατά DIN 38404-C10-1.

Η ενέργεια που απαιτείται για την ανάδευση του περιεχομένου των δεξαμενών εξασφαλίζεται όταν η ταχύτητα του νερού στο στόμιο εισροής είναι $0,6 - 1 \mu/\delta\lambda$.



Σχήμα 6. Διατάξεις σωληνώσεων εισροής νερού σε δεξαμενές

6.4 Βάθος δεξαμενών

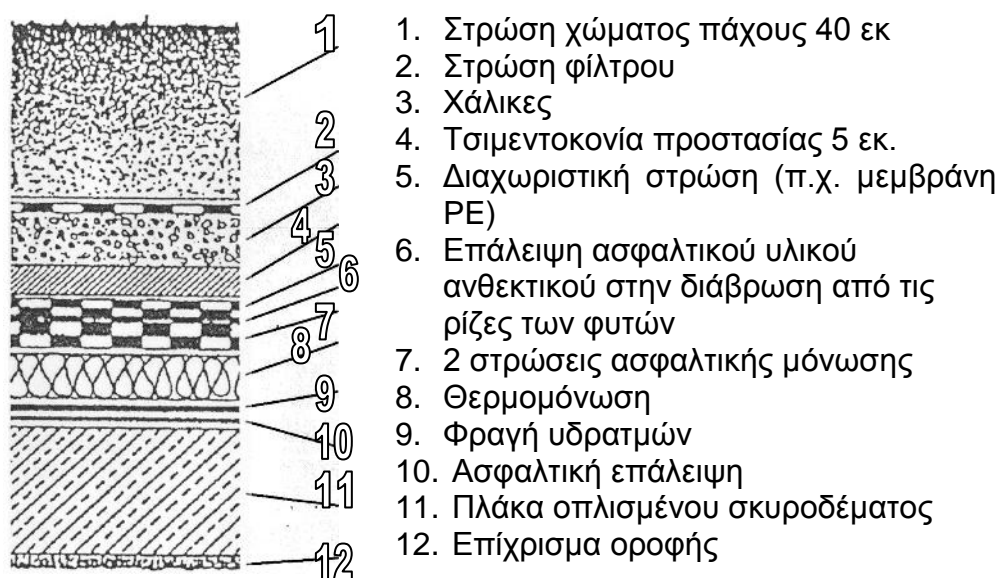
Στην Γερμανία τα βάθη των δεξαμενών επιλέγονται σύμφωνα με τις τιμές του παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1. Συνιστώμενα βάθη δεξαμενών

Όγκος (μ ³)	< 100	100-200	200-500	500-2000	> 2000
Βάθος (μ)	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0

6.5 Επικάλυψη δεξαμενών

Το νερό μέσα στις δεξαμενές δεν πρέπει να θερμαίνεται. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με την επικάλυψη των δεξαμενών με χώμα πάχους περίπου 1 μέτρου είτε με συνδυασμό κατάλληλης θερμομόνωσης και επικάλυξης με χώμα πάχους 40 εκατοστά (σχ.7). Η επικάλυψη των δεξαμενών μόνο με χώμα οδηγεί σε δαπανηρότερες λύσεις οι οποίες όμως πλεονεκτούν αφενός από αισθητική άποψη, καθόσον δεν αλλοιώνουν το περιβάλλον, και αφετέρου από άποψη ασφάλειας σε περίπτωση εχθροπραξιών.



Σχήμα 7. Θερμομόνωση δεξαμενών νερού

6.6 Θάλαμος δικλείδων

Στον θάλαμο δικλείδων τοποθετούνται όλες οι απαιτούμενες δικλείδες για την κανονική λειτουργία και συντήρηση των δεξαμενών όπως και τα όργανα για την χλωρίωση του νερού και την μέτρηση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας. Η διαμόρφωσή τους φαίνεται στα κατασκευαστικά σχέδια των εντύπων 244/1-6.

6.7 Αερισμός-εξαερισμός

Ο αερισμός των δεξαμενών πρέπει να εξασφαλίζεται. Σε αυτό βοηθά το συνεχές ανεβοκατέβασμα της στάθμης του νερού στους θαλάμους των. Οι αεραγωγοί πρέπει να διέρχονται μέσα από το κτίσμα των δικλείδων. Ο αερισμός με αεραγωγούς που τοποθετούνται στην πλάκα επικάλυψης των δεξαμενών δεν επιτρέπεται διότι δι' αυτών δημιουργείται επικοινωνία του εξωτερικού χώρου με το εσωτερικό των δεξαμενών. Κατ'αυτόν τον τρόπο εισέρχονται στις δεξαμενές σκόνες, έντομα και άλλες ακαθαρσίες

6.8 Αποχέτευση δεξαμενών

Οι δεξαμενές θεμελιώνονται πάνω σε διαπερατό υπόστρωμα το οποίο αποχετεύεται με δίκτυο drainage. Αυτό εξυπηρετεί τον έλεγχο της στεγανότητας των δεξαμενών.

6.9 Σωληνώσεις-δικλείδες-όργανα

Στις δεξαμενές έχουμε τους παρακάτω σωλήνες:

- α.- Προσαγωγό (τέλος εξωτερικού υδραγωγείου)
- β.- Απαγωγό (αρχή εσωτερικού υδραγωγείου)
- γ.- Υπερχείλιση (προς αποφυγή πλημμυρισμάτων στις δεξαμενές)
- δ.- Εκκένωση (για τον καθαρισμό και την συντήρηση των θαλάμων)

Κατασκευαστικές λεπτομέρειες δίνονται στα σχέδια των εντύπων 244/1-6.

Τα μέτρα που λαμβάνονται για την αποφυγή των πλημμυρισμάτων των δεξαμενών είναι:

- α.- *Εξωτερικά υδραγωγεία βαρύτητας*: Χρησιμοποίηση βαλβίδων με πλωτήρες (βλέπε έντυπο 9/8)
- β.- *Εξωτερικά υδραγωγεία άντλησης*: Αυτόματη παύση της λειτουργίας των αντλιών με ηλεκτρικά σήματα ρυθμιζόμενα από την ελεύθερη στάθμη του νερού στις δεξαμενές.

Στην περίπτωση θραύσης του απαγωγού σωλήνα η εκκένωση της δεξαμενής πρέπει να αποφεύγεται. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση

βαλβίδων οι οποίες κλείνουν αυτόματα όταν η ταχύτητα ροής υπερβεί μία ορισμένη τιμή (βλέπε έντυπο 9/9).

6.10 Υδατόπυργοι

Οι υδατόπυργοι όγκου μέχρι 200 μ³ κατασκευάζονται με ένα θάλαμο. Το σχήμα τους είναι συνήθως κυλινδρικό. Όταν είναι δύο θαλάμων κατασκευάζονται ομόκεντροι κύλινδροι (βλ. έντυπο 243/3). Ο πυθμένας τους κατασκευάζεται τις περισσότερες φορές επίπεδος. Το βάθος τους είναι περίπου 5-8 μέτρα.

Επειδή οι υδατόπυργοι φαίνονται από όλες τις πλευρές τους, πρέπει να σχεδιάζονται σωστά και να λαμβάνεται μέριμνα για την αισθητική τους διαμόρφωση. Στα έντυπα 243/3-5 δίνονται διάφοροι τύποι υδατοπύργων. Στα έντυπα 244/7-8 δίνονται τα κατασκευαστικά σχέδια ενός μικρού υδατόπυργου ($V = 100 \mu^3$).

6.11 Κατασκευή δεξαμενών

Συνοπτικά θα αναφέρουμε τα πάρα κάτω που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την κατασκευή των δεξαμενών:

- *Τρόπος κατασκευής των δεξαμενών: Οπλισμένο σκυρόδεμα, προεντεταμένο σκυρόδεμα, προκατασκευασμένα στοιχεία, χάλυβας (σπανιότερα).*
- *Θεμελίωση :* Εξασφάλιση καλού εδάφους μετά από σχετική γνωμάτευση εδαφομηχανικού. Η πλάκα της θεμελίωσης υπολογίζεται ως ελαστικά εδραζόμενη. Οι αρμοί εργασίας εκτελούνται με μεγάλη προσοχή (κάθετες επιφάνειες διακοπής). Ενδεχομένως να χρησιμοποιηθούν και ειδικής μορφής λαμαρίνες στεγανοποίησης αρμών. Η χρησιμοποίηση αντίστοιχων ελαστικών ταινιών δεν συνιστάται.
- *Τοιχία:* Πάχος τοιχίων περίπου 10% του ύψους των.
- *Επικάλυψη δεξαμενών:* Συνήθως κατασκευάζεται επίπεδη πλάκα στηριγμένη σε υποστυλώματα. Σε μεγάλες κυκλικές δεξαμενές γίνονται κελυφοτές κατασκευές.
- *Θάλαμος δικλείδων και χώροι διοίκησης:* Το κτίσμα των εν λόγω χώρων χωρίζεται από τις δεξαμενές με αρμό για να είναι δυνατή η διαφορική καθίζηση κτίσματος και δεξαμενών.
- *Υλικά:* Το σκυρόδεμα πρέπει να είναι στεγανό. Η στεγανότητά του πρέπει να επιτυγχάνεται με την κατάλληλη εκλογή του τσιμέντου και των αδρανών υλικών. Στεγανοποιητικά μάζης δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται. Επίσης δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται τα διάφορα επιβραδυντικά της πήξης του σκυροδέματος. Η έκχυση του σκυροδέματος πρέπει να γίνεται σε στρώσεις

των 50 εκατοστά. Πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την επιβράδυνση της πήξης του σκυροδέματος. Τούτο επιτυγχάνεται με το σκέπασμα των ελευθέρων επιφανειών του με λινάτσες. Το κατάβρεγμα του σκυροδέματος απαγορεύεται διότι αφαιρεί θερμότητα και συντελεί στην ταχύτερη πήξη του.

- **Επικάλυψη επιφανειών σκυροδέματος:** Συνήθως η επικάλυψη των επιφανειών των δεξαμενών γίνεται με στεγανά επιχρίσματα (κατά DIN 18550). Το συνολικό πάχος των επιχρισμάτων δεν ξεπερνά τα 2 εκ και η τοποθέτησή των γίνεται σε περισσότερες στρώσεις. Συνιστάται ο προηγούμενος καθαρισμός όλων των επιφανειών με εκσφενδόνιση νερού υψηλής πίεσης ή ακόμη και αμμοβολής. Η χρησιμοποίηση μηχανημάτων για την ρίψη των κονιαμάτων ενδείκνυται.
- **Βαφές πλακοστρώσεις:** Χρησιμοποιούνται για να είναι εύκολος ο έλεγχος της καθαριότητας των δεξαμενών. Προτιμώνται ανοικτά χρώματα.
- **Είσοδος στις δεξαμενές:** Στις μικρές δεξαμενές η είσοδος γίνεται από φρεάτια που κατασκευάζονται στην πλάκα επικάλυσης. Στις μεγάλες σύγχρονες δεξαμενές η είσοδος γίνεται από στεγανές πόρτες οι οποίες κατασκευάζονται στον μεσότοιχο των θαλάμων νερού και του κτίσματος των δικλείδων. Επίσης στις μεγάλες ορθογώνιες δεξαμενές κατασκευάζονται τελευταίως διάδρομοι επίσκεψης οι οποίοι τοποθετούνται μεταξύ των θαλάμων ώστε να είναι δυνατή η εκ των έσω παρακολούθηση του εσωτερικού των δεξαμενών.
- **Σωληνώσεις:** Λαμβάνονται όλα τα μέτρα για να είναι δυνατή η μετακίνηση εξαρτημάτων και οργάνων προκειμένου να γίνει η συντήρησή των.

1.- Γενικά

Στην Γερμανία σήμερα ο όγκος των δεξαμενών υπολογίζεται με την βοήθεια των πάρα κάτω εμπειρικών τύπων και εμπειρικών τιμών. Ο υπολογισμός αυτός συνιστάται να χρησιμοποιείται και στις μελέτες ύδρευσης ελληνικών πόλεων και χωριών.

2.- Μέγεθος δεξαμενών

Ο όγκος των τυποποιημένων δεξαμενών είναι:

$$V = 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 \mu^3$$

3.- Δεξαμενές μικρών υδραγωγείων ($Q^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} \leq 4000 \mu^3/\eta\mu.$)

Η παροχή του υδραγωγείου υπολογίζεται για 20 έτη. Ο όγκος των δεξαμενών υπολογίζεται με τον πάρα κάτω τύπο:

$$V = \eta Q^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} + V_{\pi} \quad (1)$$

όπου :

V_{π} = όγκος δεξαμενής για αποθήκευση νερού για κατάσβεση πυρκαγιάς. Ο όγκος αυτός συνιστάται να είναι:

μέχρι 10 αγροκτήματα	75 μ^3
μέχρι 50 μικρά αγροκτήματα	100 μ^3
μέχρι 50 μεγάλα αγροκτήματα	125 μ^3
άνω των 50 μεγάλων αγροκτημάτων	150 μ^3
άνω των 50 αγροκτημάτων με συνεχή δόμηση	200 μ^3
οικισμοί με στενούς δρόμους	300 μ^3

η = συντελεστής μείωσης όγκου δεξαμενών. Λαμβάνει τις εξής τιμές:

$$\begin{aligned} &\text{για } Q^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} \leq 2000 \mu^3/\eta\mu \quad \eta = 1 \\ &\text{για } Q^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} > 2000 \mu^3/\eta\mu \quad 0,8 \leq \eta < 1 \end{aligned}$$

Μεγαλύτεροι όγκοι δεξαμενών από τους παραπάνω προβλεπόμενους δεν ενδείκνυνται διότι αυξάνουν τον χρόνο παραμονής του νερού στις δεξαμενές με αποτέλεσμα την ελάττωση της ποιότητάς του.

4.- Δεξαμενές μεγάλων υδραγωγείων ($4000 < Q^{ημ.μεγ.} < 50000 μ^3/ημ$)

Στα υδραγωγεία αυτά ο όγκος υπολογίζεται ως εξής:

$$V = V_{\text{διακ.}} + V_{\text{ασφ.}} \approx \eta Q^{ημ.μεγ.} \quad (2)$$

όπου $V_{\text{διακ.}}$ = ο όγκος των δεξαμενών που απαιτείται για την εξίσωση των παροχών των εξωτερικών και εσωτερικών υδραγωγείων (έντυπο 241/1-14 παρ. 3.1)

$V_{\text{ασφ.}}$ = ο όγκος των δεξαμενών που απαιτείται για την αντιμετώπιση διακοπών στην λειτουργία των εξωτερικών υδραγωγείων (έντυπα 241/1-14 παρ. 3.2).

η = συντελεστής μείωσης. Λαμβάνει τιμές μεταξύ 0,5 και 0,8.

5.- Πολύ μεγάλα υδραγωγεία ($Q^{ημ.μεγ.} > 50000 μ^3/ημ$)

Στις περιπτώσεις αυτές ο απαιτούμενος όγκος των δεξαμενών υπολογίζεται όπως και προηγουμένως με συντελεστή μείωσης $\eta = 0,5$.

6.- Υδραγωγεία συνδέσμου κοινοτήτων

Ο συνολικός όγκος των δεξαμενών των κοινοτήτων πρέπει να είναι:

$$\Sigma V = 1,0 Q^{ημ.μεγ.} + V_{\text{π}} \quad (3)$$

Για μικρά υδραγωγεία η τιμή $V_{\text{π}}$ λαμβάνεται όπως στην περίπτωση της παρ. 3 του παρόντος εντύπου. Για μεγαλύτερα είναι $V_{\text{π}} = 0$. Ο υπολογισμός γίνεται για την μέγιστη παροχή της δεκαπενταετίας.

7.- Όγκος υδατοπύργων

Ο απαιτούμενος όγκος των υδατοπύργων υπολογίζεται με την εξίσωση 1 για την παροχή του υδραγωγείου της τριακονταετίας ή ακόμη και της τεσσαρακονταετίας. Οι τιμές του συντελεστή μείωσης λαμβάνονται ως εξής:

$Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.}$	η
<1000	0,35
1000 έως 4000	0,25
>4000	0,20

Ο όγκο των υδατοπύργων που απαιτείται για την πυροπροστασία λαμβάνεται ως εξής:

χωριά και κοινότητες	$V_{\pi} = 75 \mu^3$
πόλεις	$V_{\pi} = 150 \mu^3$

Υδατόπυργοι με όγκο μικρότερο των $100 \mu^3$ δεν κατασκευάζονται. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται πιεστικές δεξαμενές σε συνδυασμό με δεξαμενές εδάφους.

8.- Όγκος τεχνητών λιμνών και δεξαμενών πυροπροστασίας

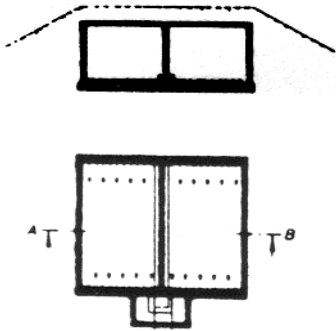
Για μικρούς οικισμούς οι οποίοι διαθέτουν δίκτυο ύδρευσης, ο όγκος των τεχνητών λιμνών καθορίζεται ως εξής:

απομεμονομένα κτίρια	$50 - 150 \mu^3$
χωριά μικρά	$150 \mu^3$
χωριά μεγάλα	$300 \mu^3$
οικισμοί μεγάλοι	$>300 \mu^3$ (συνήθως $1000 \mu^3$)

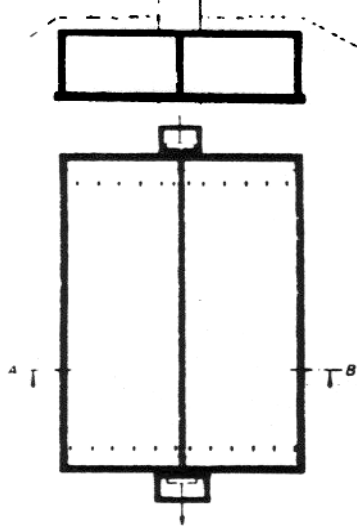
Υπόγειες δεξαμενές πυροπροστασίας κατασκευάζονται για όγκους $75 -$ έως $500 \mu^3$.

1.- Ορθογώνιες δεξαμενές

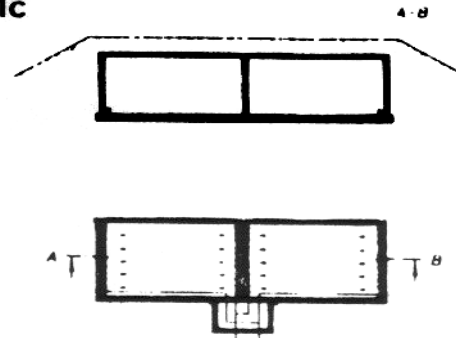
1a



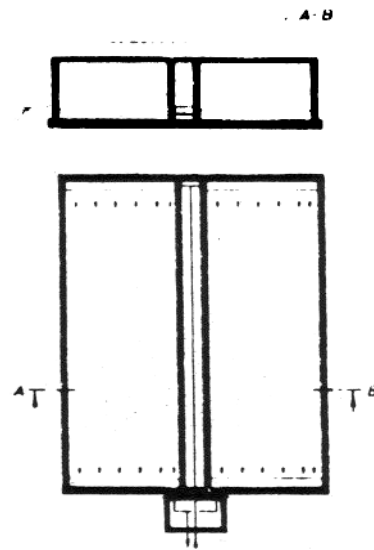
1b



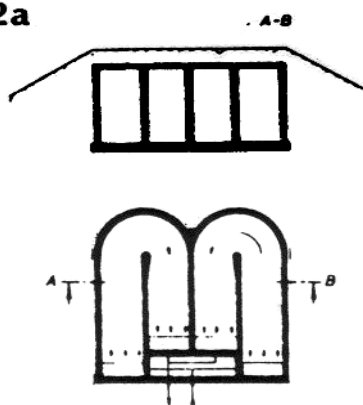
1c



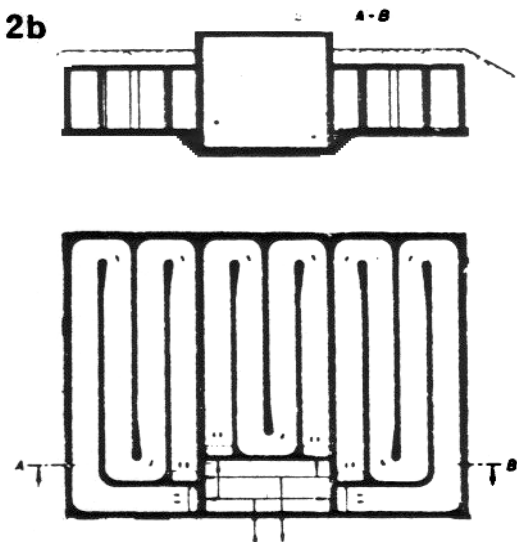
1d



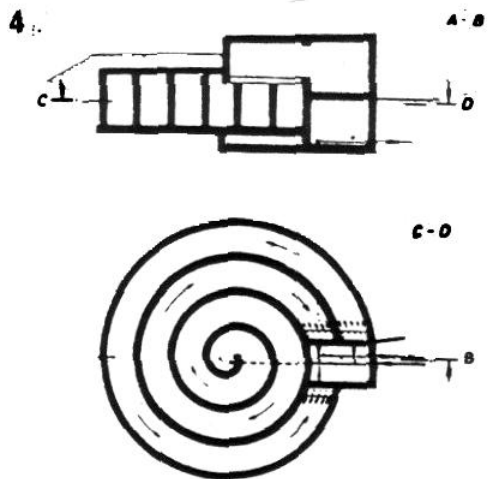
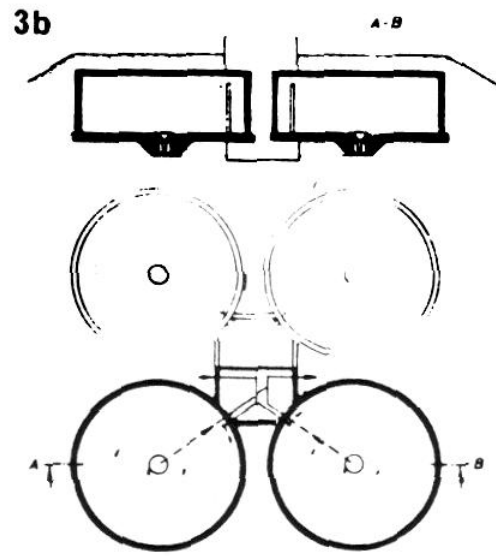
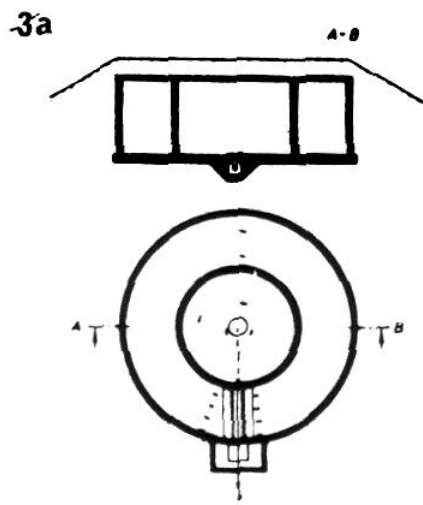
2a



2b

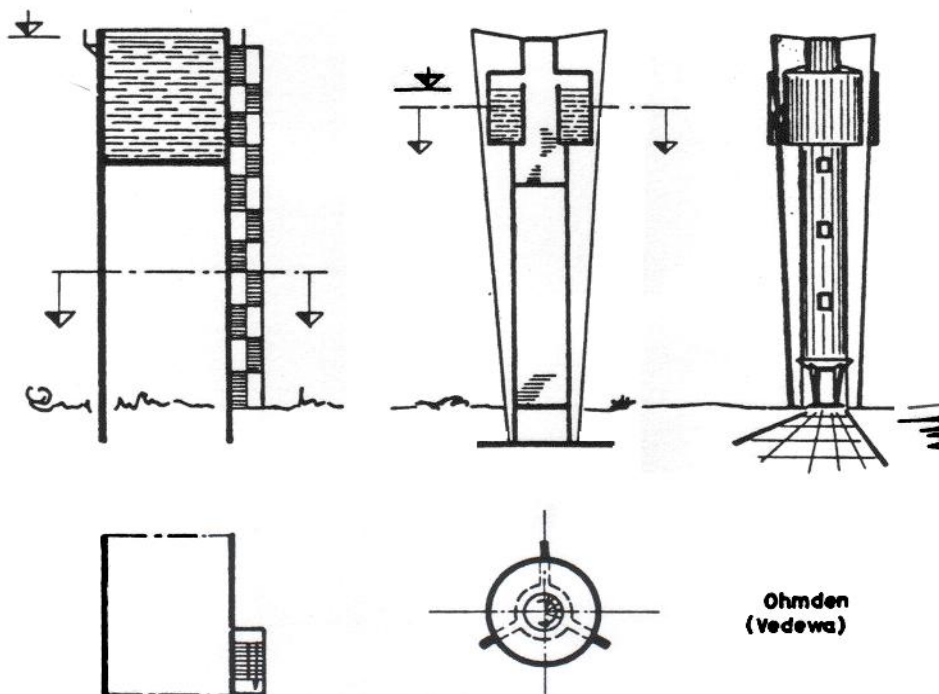
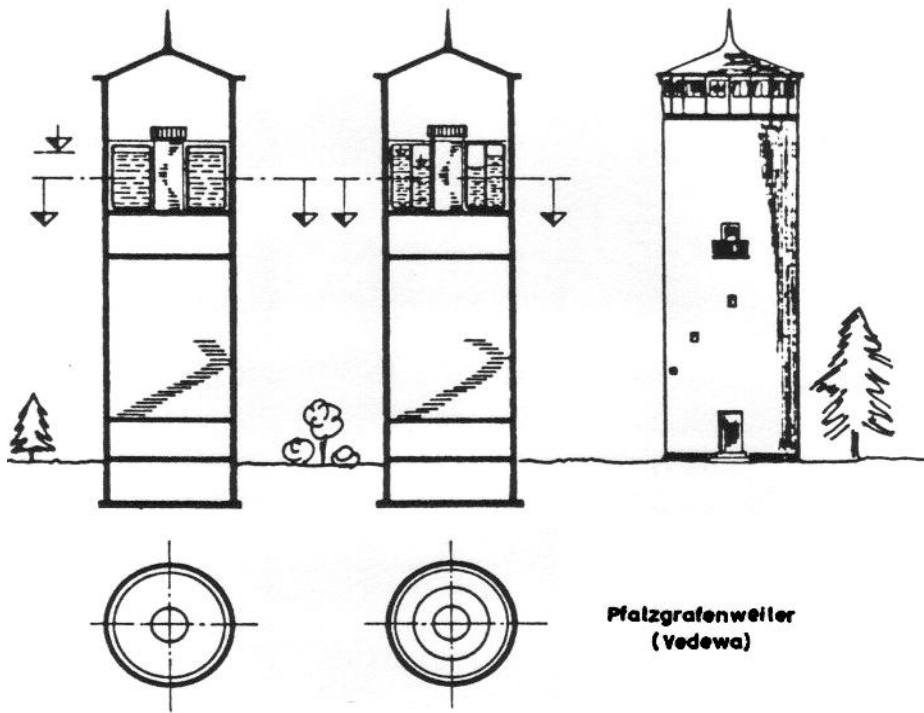


2.- Κυκλικές δεξαμενές

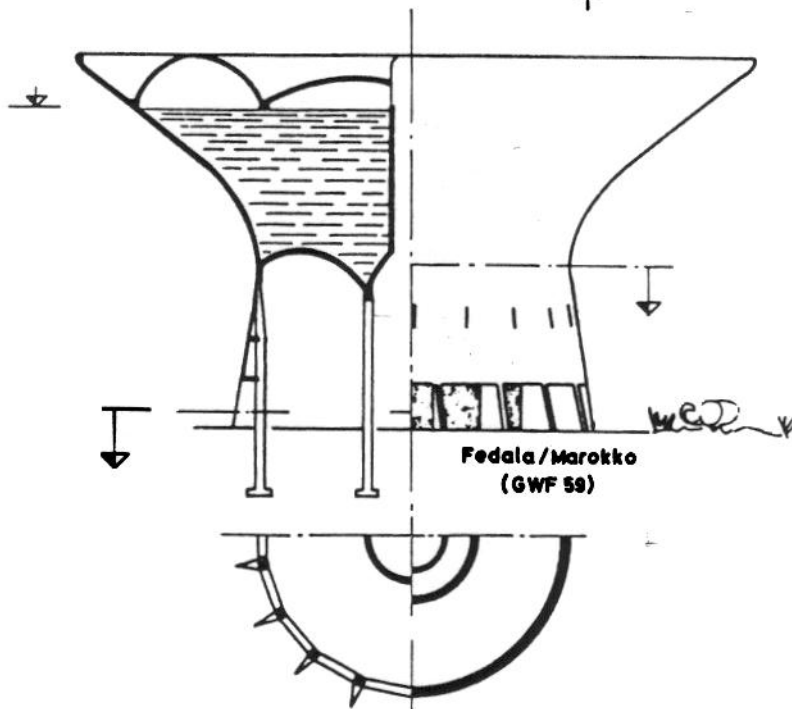
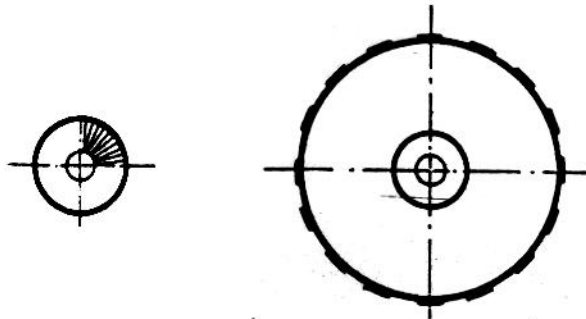
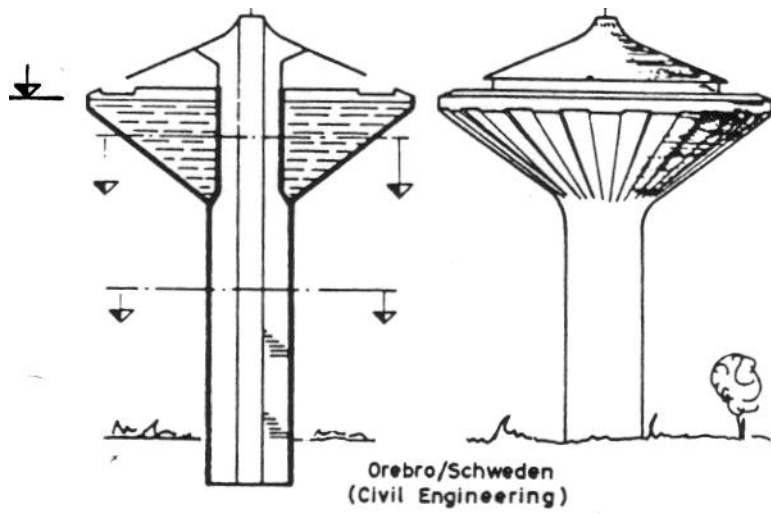


3.- Υδατόπυργοι

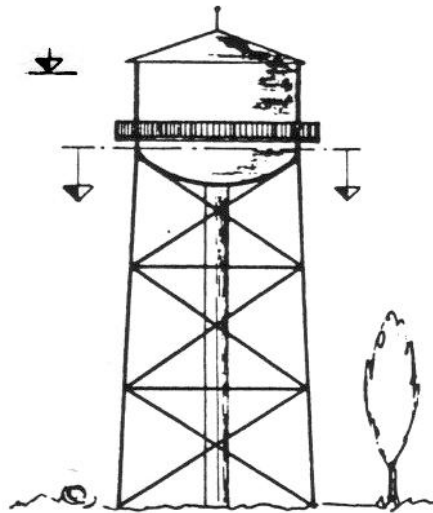
3.1 Από οπλισμένο σκυρόδεμα



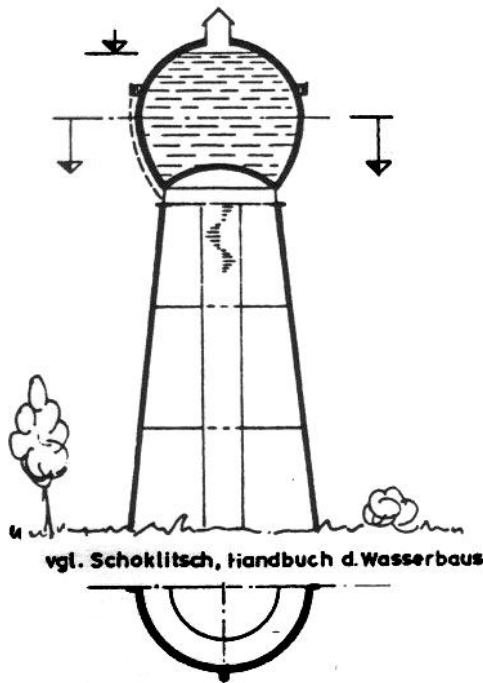
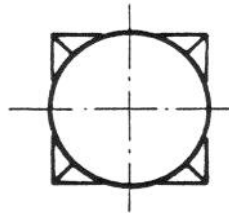
3.2 Απο προεντεταμένο σκυρόδεμα



3.3 Από χάλυβα

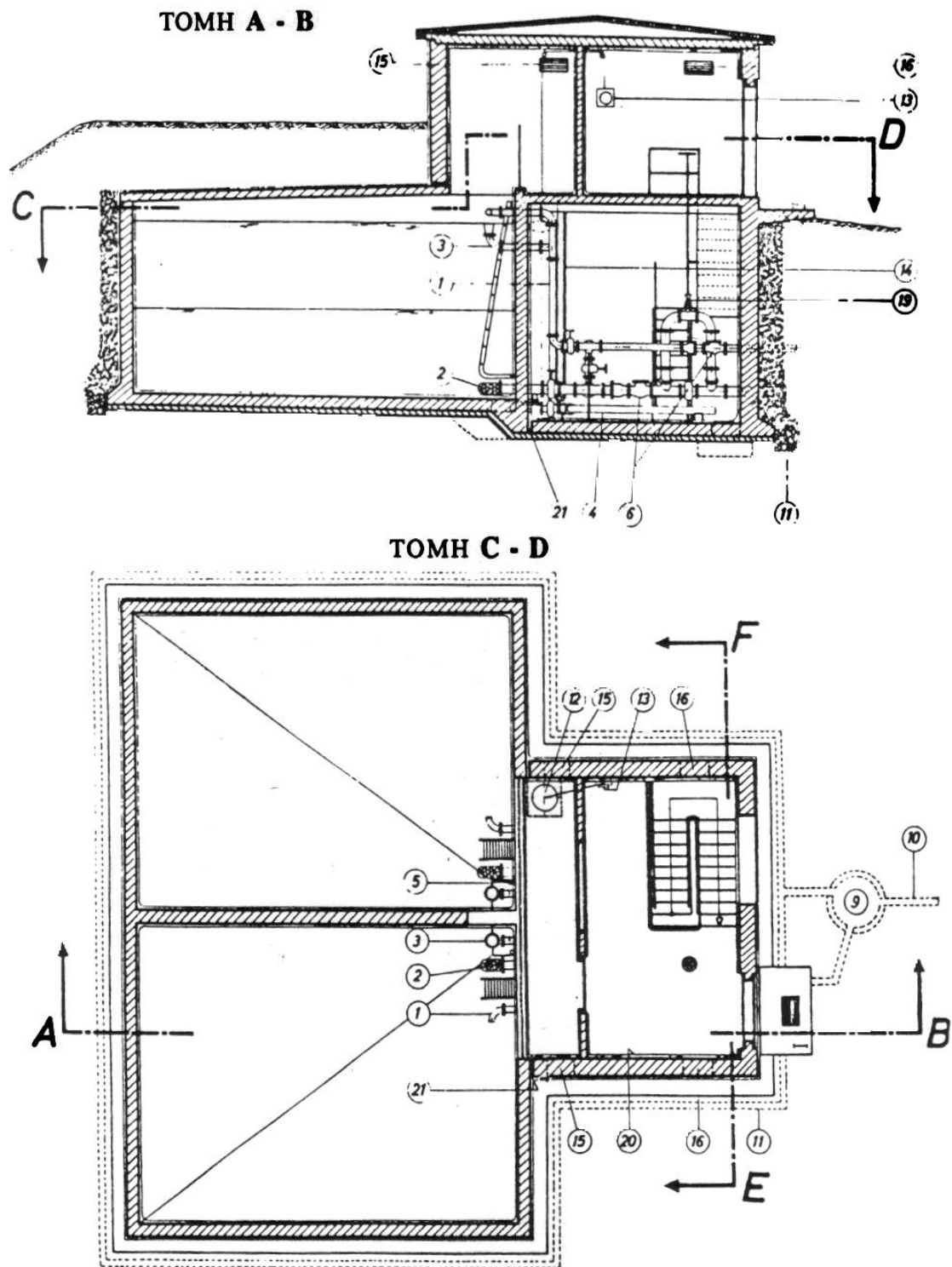


Kings Mountains/USA
(Water Supply Engineering)

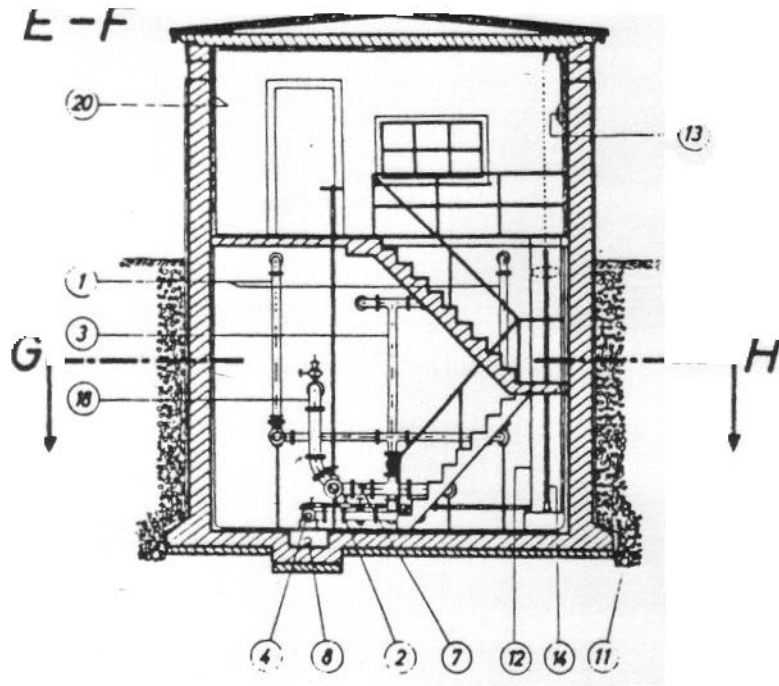


vgl. Schoklitsch, Handbuch d. Wasserbaus

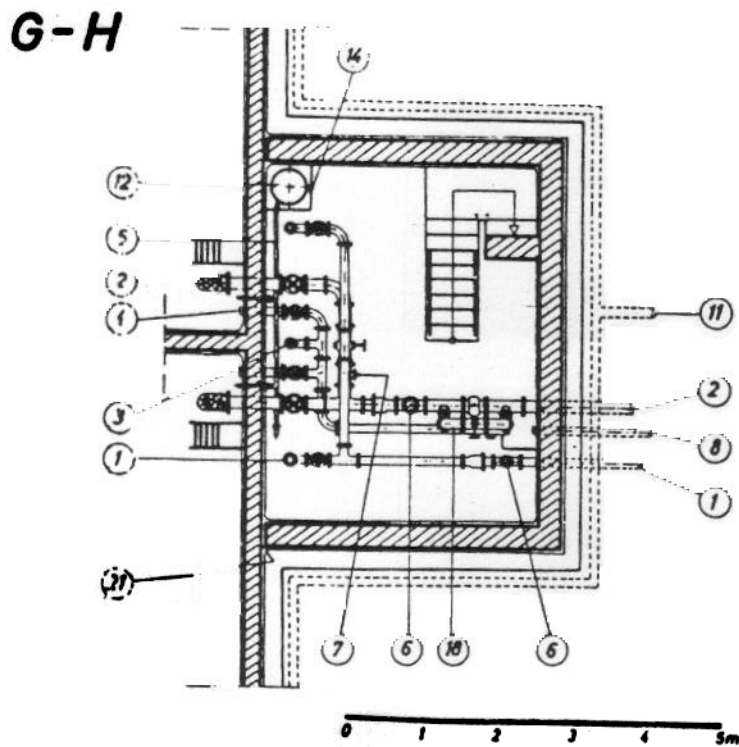
1.- Παράδειγμα ορθογώνιας δεξαμενής 200 μ³



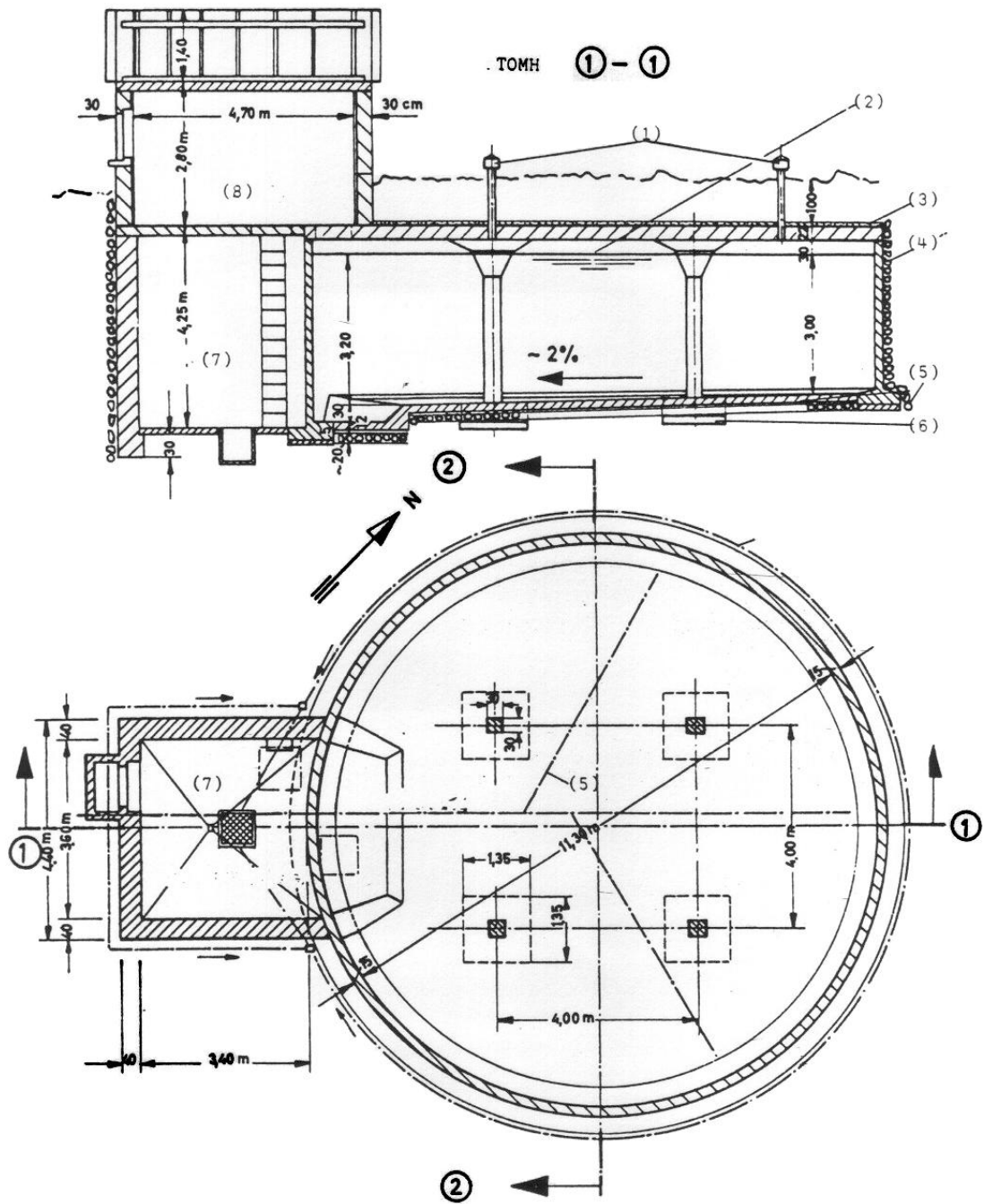
(συνέχεια δεξαμενή 200 μ³)



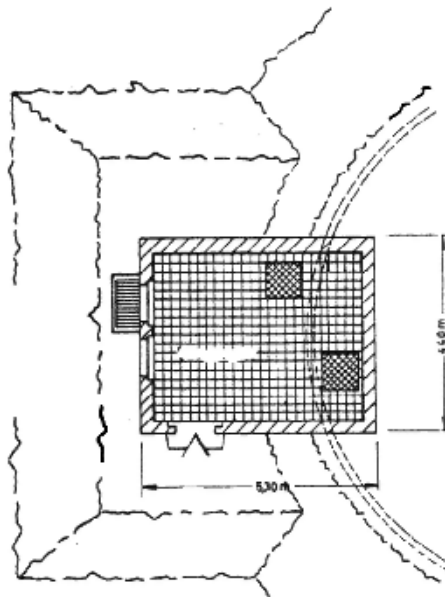
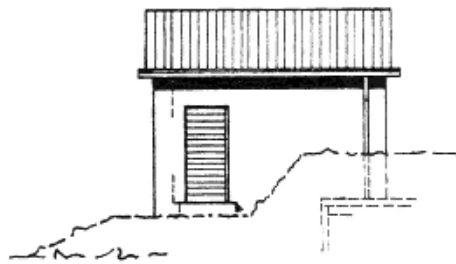
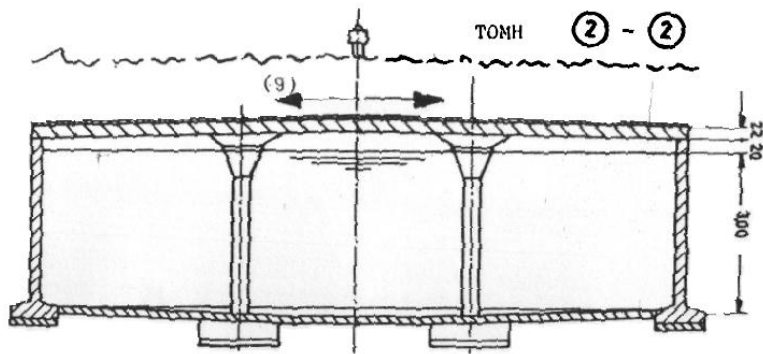
1. Προσαγωγός
2. Απαγωγός
3. Υπερχείλιση
4. Εκκένωση
5. Σωλήνας πλωτήρας
6. Μετρητής παροχής
7. Βρύση
8. Αποχέτευση θαλάμου
9. Φρεάτιο αποχεύσεως
10. Προς αποδέκτη
11. Σωλήνες drainage
12. Δοχείο πλωτήρα για τον αυτόματο χειρισμό
13. Δοχείο πλωτήρα με μετρητή στάθμης
14. Σωλήνας μέτρησης στάθμης
15. Αερισμός
16. Αερισμός
18. Υδροληψία
19. Αερισμός
20. Μόνωση
21. Αρμός



2.- Παράδειγμα κυκλικής δεξαμενής 300 μ³



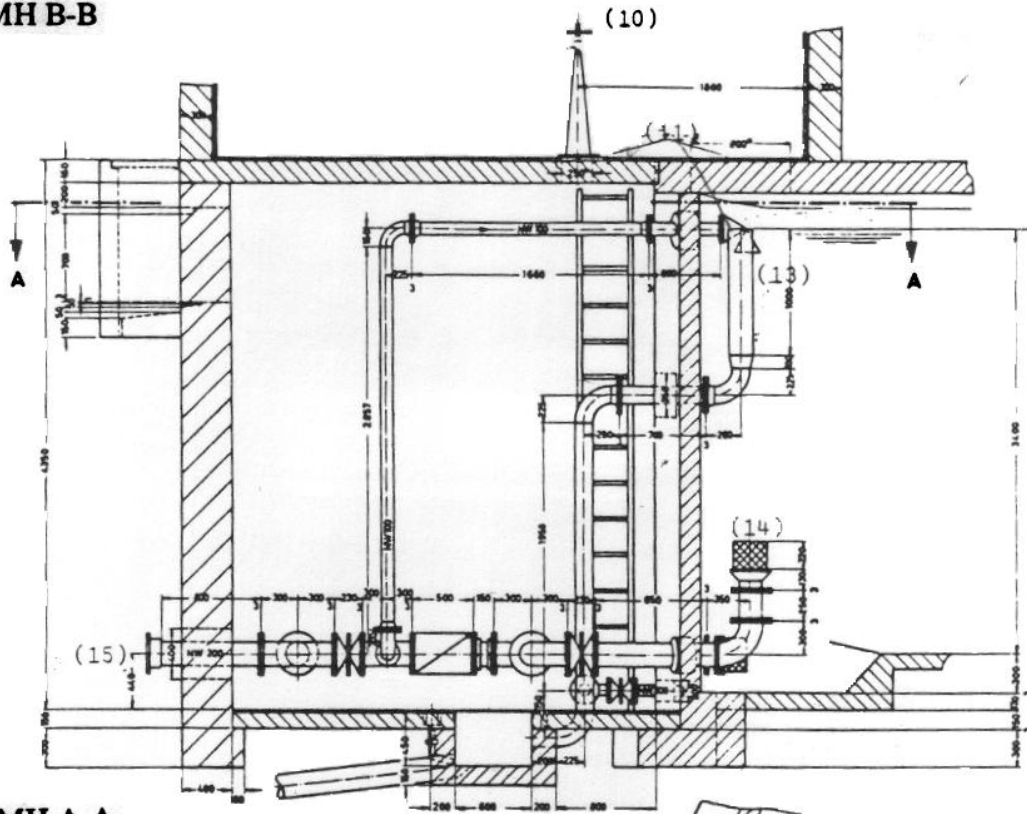
(συνέχεια δεξαμενή 300 μ³)



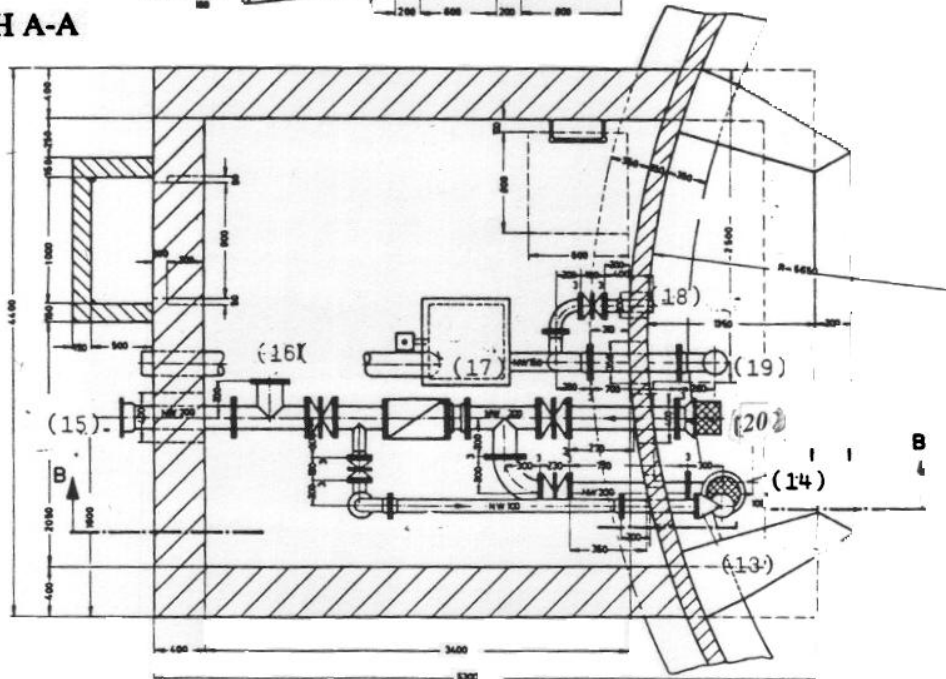
1. Αερισμός
2. Ανώτατη στάθμη
3. Χαλικόστρωση 10 εκ, επίστρωση ασφαλτικού, στεγανό επίχρισμα 2 εκ
4. Λιθόστρωση
5. Σωλήνας drainage
6. Σκυρόδεμα εξίσωσης
7. Θάλαμος δικλείδων
8. Προθάλαμος
9. Κλίση πλάκας επικάλυψης 2%
10. Δικλείδα χειρισμού παροχής πυρκαγιάς
11. Είσοδος
13. Δικλείδα με πλωτήρα
14. Υδροληψία
15. Εισροή – Εκροή
16. Διακλάδωση για μελλοντική σύνδεση με δεύτερη δεξαμενή
17. Φρεάτιο αποχέτευσης
18. Εκκένωση
19. Υπερχείλιση
20. Υδροληψία για παροχή πυρκαγιάς

(συνέχεια δεξαμενή 300 μ³)

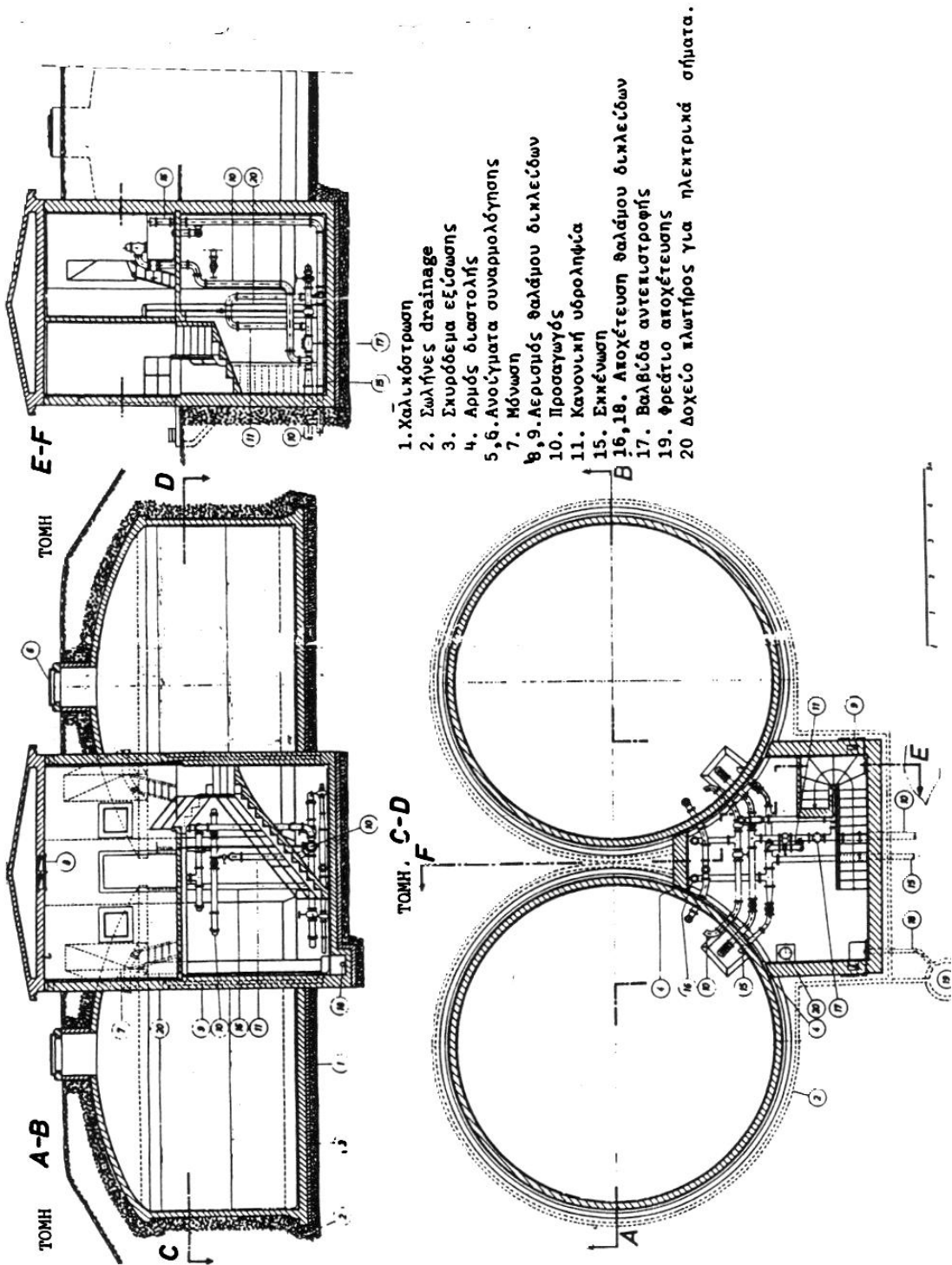
TOMH B-B



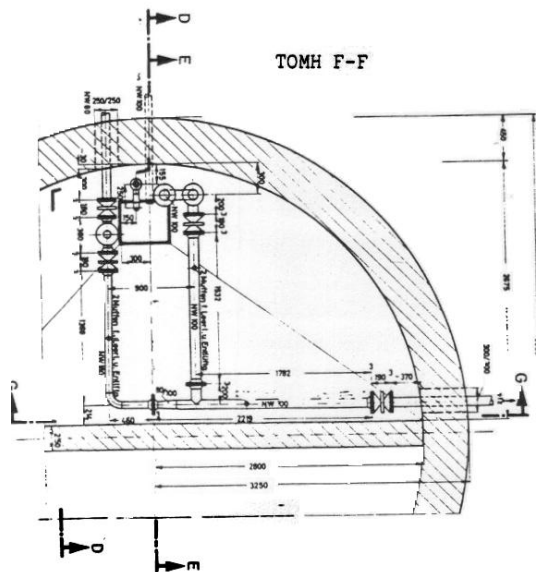
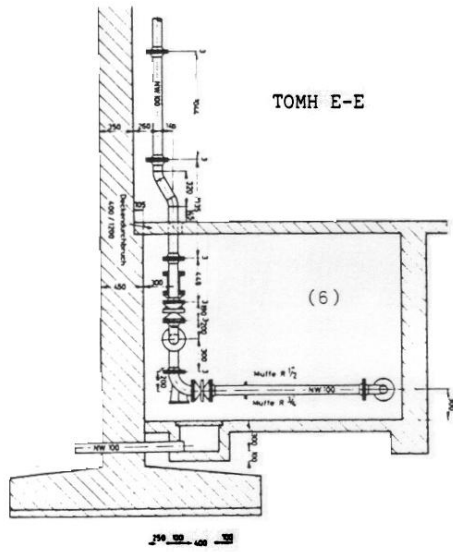
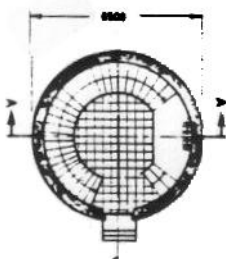
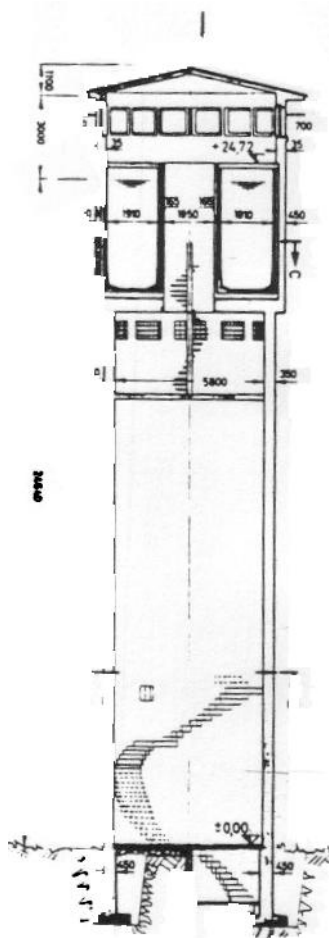
TOMH A-A



3.- Παράδειγμα κυκλικής δεξαμενής 500 μ³

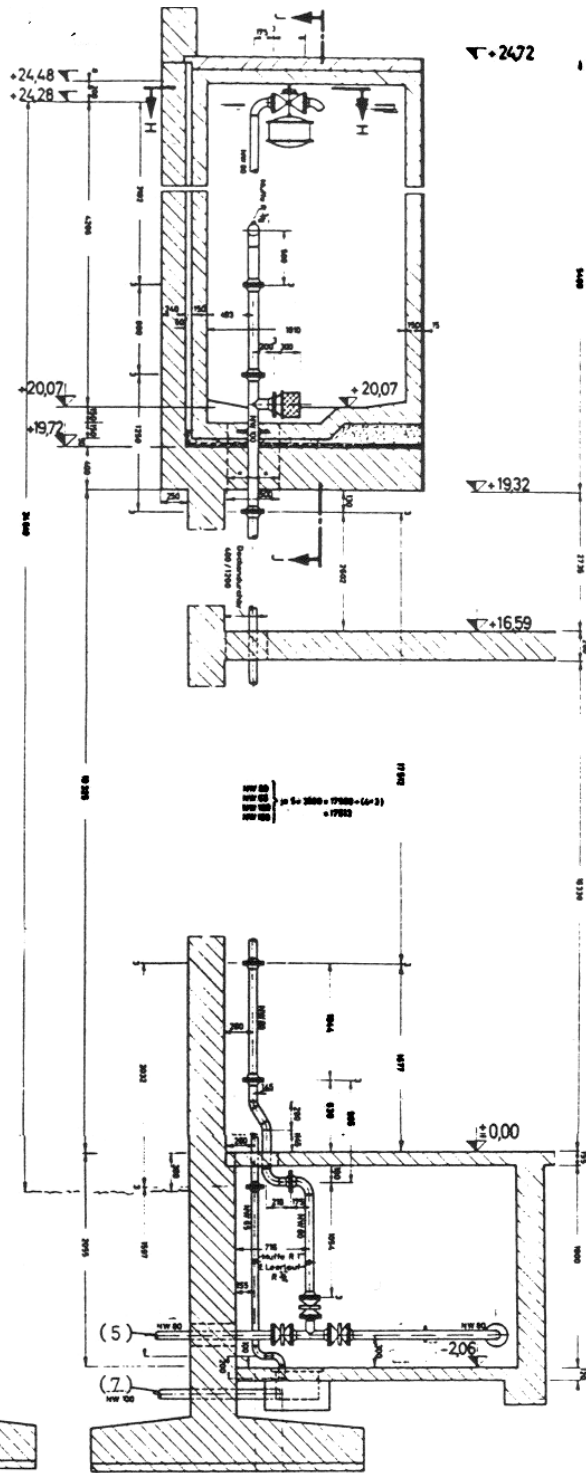
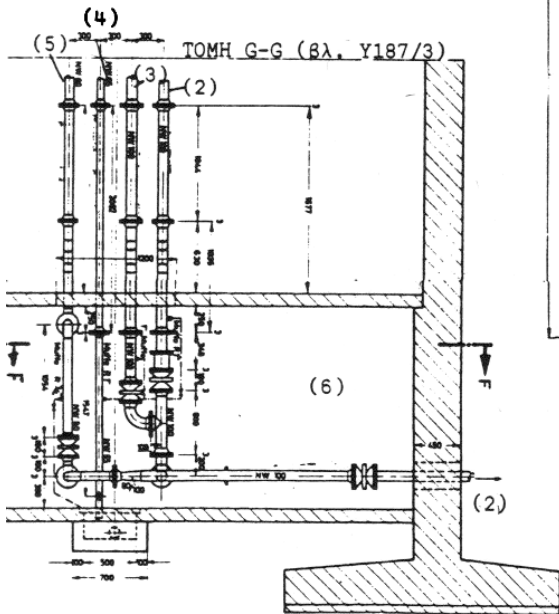
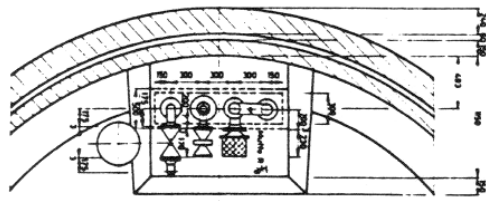
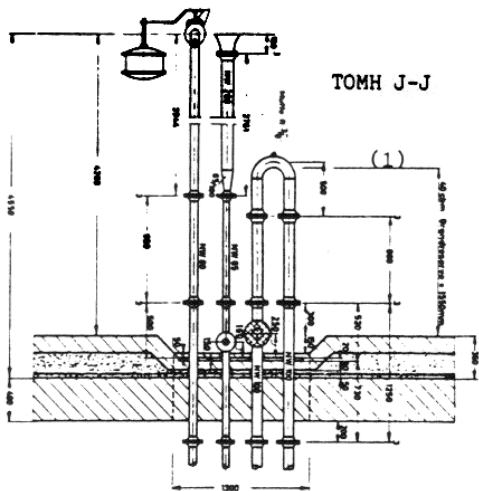


4.- Παράδειγμα υδατόπυργου 100 μ³



1. 40 εκ για αποθήκευση νερού για πυρκαγιά
2. Σωλήνας υδροληψίας
3. Σωλήνας για την παροχή πυρκαγιάς
4. Υπερχείλιση και εκκένωση
5. Προσαγωγός
6. Υπόγειο σωληνώσεων
7. Αποχέτευση

(συνέχεια υδατόπυργος 100 μ³)



1.- Γενικά

Με τα εξωτερικά υδραγωγεία μεταφέρεται το νερό από τα σημεία υδροληψίας (πηγές, γεωτρήσεις, κ.λ.π.) στις δεξαμενές αποθήκευσης. Οι αγωγοί των υδραγωγείων αυτών είναι συνήθως αγωγοί υπό πίεση, σπανιότερα δε αγωγοί ελεύθερης ροής. Η διατομή των σωλήνων είναι κυκλική. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όταν ο κίνδυνος μόλυνσης του νερού είναι μικρός, οι αγωγοί ελεύθερης ροής είναι δυνατό να κατασκευαστούν σαν ανοικτοί αγωγοί, η διατομή των οποίων μπορεί να είναι μία από τις περιλαμβανόμενες στο έντυπο 2/3.

Οι δαπάνες κατασκευής των εξωτερικών υδραγωγείων είναι μεγάλες, η δε διόρθωση τυχόν σφαλμάτων που αφορούν την χάραξη και τον υπολογισμό τους είναι προβληματική. Για τον λόγο αυτό η μελέτη των έργων πρέπει να γίνεται από έμπειρους μηχανικούς.

2.- Χάραξη των υδραγωγείων

2.1 Στην οριζοντιογραφία

Κατά τη χάραξη των υδραγωγείων στην οριζοντιογραφία θα πρέπει να δίνεται προσοχή στα παρακάτω σημεία:

- α.- Αυτοκινητιόδρομοι: Η τοποθέτηση των αγωγών παράλληλα στους ήδη υπάρχοντες αυτοκινητοδρόμους διευκολύνει την συντήρησή τους. Πρέπει όμως η χάραξή τους να γίνεται σε απόσταση από τα όρια του οδοστρώματος ώστε σε περίπτωση διαπλάτυνσης της οδού οι αγωγοί να μην βρεθούν κάτω από τα οδοστρώματα.
- β.- Οικισμοί: Καλό είναι τα εξωτερικά υδραγωγεία να μη διέρχονται μέσα από τους οικισμούς.
- γ.- Υγρές περιοχές: Χαμηλές περιοχές οι οποίες δεν αποχετεύονται καλά πρέπει να αποφεύγονται γιατί η συντήρηση των αγωγών στις περιοχές αυτές είναι δυσχερής. Σε περίπτωση χρησιμοποίησης χαλυβδοσωλήνων η οξειδωσή τους είναι ταχύτερη.
- δ.- Απότομες βουνοπλαγιές: Η διέλευση απότομων βουνοπλαγιών με χάραξη παράλληλη προς τις ισοϋψείς καμπύλες πρέπει να αποφεύγεται λόγω του κινδύνου των κατολισθήσεων. Πρέπει να προτιμάται χάραξη κάθετη στις ισοϋψείς καμπύλες.
- ε.- Περιοχές πετρώδεις: Οι εκβραχισμοί αποτελούν σοβαρή δαπάνη και προκαλούν καθυστερήσεις στην κατασκευή του έργου. Πρέπει να αποφεύγονται όσο είναι δυνατόν.

- ζ.- Δάση: Τα δάση πρέπει να αποφεύγονται για να μην προκαλείται βλάβη στο φυτικό περιβάλλον από την κατασκευή των έργων. Όταν αυτό δεν είναι δυνατόν καλό είναι να γίνεται χάραξη παράλληλη με ήδη υπάρχοντα μονοπάτια ή κατά μήκος των αντιτιπυρικών ζωνών.
- η.- Γωνίες: Οι απαιτούμενες αλλαγές κατεύθυνσης στην οριζοντιογραφία πρέπει να γίνονται με καμπύλες και όχι γωνίες.
- θ.- Διασταυρώσεις οδών: Οι διελύσεις των σωλήνων κάτω από τα οδοστρώματα πρέπει να γίνονται σε σημεία στα οποία τυχόν θραύση των σωλήνων δεν θα έχει σαν επακόλουθο κατολίσθηση τμήματος της οδού. Επίσης θα πρέπει η αποχέτευση του νερού του αγωγού να είναι εύκολη.
- ι.- Διασταύρωση με ποτάμια αρδευτικές και στραγγιστικές τάφρους: Στις περιπτώσεις αυτές κατασκευάζονται σίφωνες.
- κ.- Διασταυρώσεις με σιδηροδρομικές γραμμές: Οι διασταυρώσεις αυτές πρέπει να γίνονται κατά το δυνατόν σε σημεία στα οποία οι γραμμές είναι τοποθετημένες στο ύψος του φυσικού εδάφους ή σε χαμηλά αναχώματα.

2.2 Μηκοτομή

Τα σημεία που πρέπει να προσέχονται κατά την σχεδίαση της μηκοτομής των υδραγωγείων είναι:

- α.- Πιεζομετρική γραμμή: Όσο χαμηλότερα από την πιεζομετρική γραμμή τοποθετηθεί ο αγωγός τόσο καλύτερα. Σε κανένα σημείο του ο αγωγός δεν πρέπει να τέμνει την πιεζομετρική γραμμή. Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι οι βαλβίδες εξαερισμού των αγωγών λειτουργούν μόνο όταν υπάρχει ικανοποιητική πίεση στον αγωγό. Τέλος για την προστασία των αγωγών από τα υδραυλικά πλήγματα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όσα αναφέρονται στα έντυπα 124/1-3.
- β.- Ελάχιστη κλίση αγωγού: Σε επίπεδες περιοχές οι αγωγοί πρέπει να τοποθετούνται με ελάχιστη κλίση 4‰ για να μπορεί να γίνει εύκολα η εκκένωση και ο εξαερισμός τους.
- γ.- Ελάχιστη υπερκάλυψη: Η ελάχιστη υπερκάλυψη των σωλήνων για την προστασία τους έναντι εξωτερικών φορτίσεων και παγετών δίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1. Ελάχιστα ύψη υπερκάλυψης σωλήνων

Διατομή χλστ	Ελάχιστη υπερκάλυψη μ	Διατομή χλστ	Ελάχιστη υπερκάλυψη μ
80-150	1,50	400	1,35
200	1,50	500	1,30
250	1,45	600	1,25
300	1,40	700	1,20
350	1,40	800	1,15

δ.- Εξαερισμός-εκκένωση: Κάθε υψηλό σημείο των αγωγών πρέπει να εξαερίζεται, ενώ κάθε χαμηλό να εκκενώνεται. Τα ειδικά τεμάχια τοποθετούνται πάντοτε μέσα σε φρεάτια.

3.- Υδραυλικός υπολογισμός

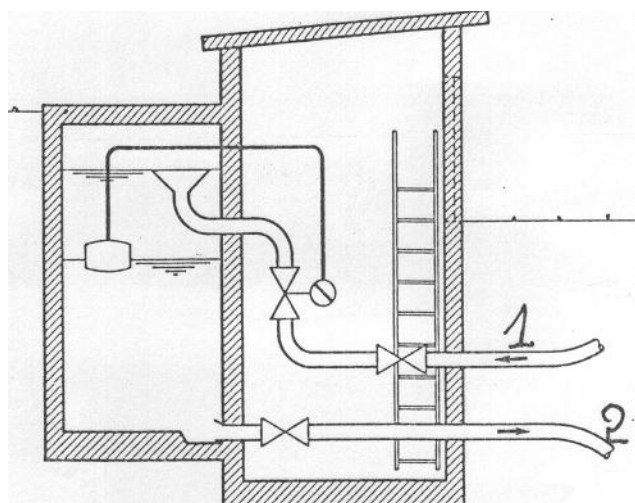
3.1 Παροχές

Τα εξωτερικά υδραγωγεία υπολογίζονται με την μέση ωριαία παροχή της ημέρας μέγιστης κατανάλωσης. Στην περίπτωση που γίνεται άντληση του νερού προς την δεξαμενή θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο μέγιστος επιτρεπόμενος χρόνος συνεχούς λειτουργίας των αντλιοστασίων και τα τιμολόγια που ισχύουν για την κατανάλωση ρεύματος. Ο μέγιστος χρόνος λειτουργίας των αντλιοστασίων δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερος των είκοσι ωρών ανά εικοσιτετράωρο. Όσον αφορά τα τιμολόγια ηλεκτρικού ρεύματος υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι. Ο πρώτος αφορά την καθιέρωση χαμηλών τιμών για την κατανάλωση ρεύματος κατά την διάρκεια των νυκτερινών ωρών που ευνοεί την άντληση της συνολικής ημερήσιας παροχής σε χρονική περίοδο μικρότερη των είκοσι ωρών, ο δε δεύτερος αφορά τιμολόγια τα οποία προβλέπουν μία πάγια εισφορά η οποία είναι ένα πολλαπλάσιο της ισχύος του αντλιοστασίου. Στην περίπτωση αυτή όσο μικρότερη είναι η ισχύς του αντλιοστασίου τόσο οικονομικότερη γίνεται η άντληση.

3.2 Εκλογή διατομής αγωγού

3.2.1 Υδραγωγείο βαρύτητας

Στα υδραγωγεία βαρύτητας, τα οποία μεταφέρουν νερό από υψηλά σημεία (π.χ. πηγές σε ορεινές περιοχές) προς χαμηλότερα, επιτρέπονται αρκετά μεγάλες ταχύτητες. Στην περίπτωση αυτή είναι δυνατόν να δημιουργηθούν μεγάλα υδραυλικά πλήγματα όταν κατά την διάρκεια της συντήρησης των έργων, οι εργάτες κλείσουν απότομα κάποια βάνες. Γι' αυτό στα εξωτερικά υδραγωγεία τοποθετούνται αργόστροφες βάνες το κλείσιμο των οποίων γίνεται σιγά – σιγά. Στις περιπτώσεις που η υδροστατική πίεση είναι πολύ μεγάλη και θέλουμε να την περιορίσουμε κατασκευάζουμε φρεάτια πιεζόθραυσης (σχ.1).



1. Είσοδος νερού υψηλής ζώνης
2. Έξοδος νερού χαμηλής ζώνης

Σχήμα 1. Φρεάτιο πιεζόθραυσης

3.2.2 Υδραγωγείο άντλησης

Όταν η δεξαμενή βρίσκεται σε υψηλότερο σημείο από το σημείο υδροληψίας τότε γίνεται άντληση. Στην περίπτωση αυτή η παρούσα τιμή του συνόλου των δαπανών κατασκευής και λειτουργίας του καταθλιπτικού αγωγού πρέπει να είναι η ελάχιστη. Προς τούτο κατά την σύνταξη των μελετών μικρών έργων ή στις προκαταρκτικές μελέτες ακόμη και μεγαλύτερων έργων χρησιμοποιείται η οικονομική ταχύτητα (πίν.1 του εντύπου 122/1). Στα μεγάλα όμως έργα, στην συνέχεια των μελετών, πρέπει να γίνει επακριβής προσδιορισμός της παρούσας τιμής των συνολικών δαπανών των(έντυπα 121/1-8).

4.- Υδραυλικό πλήγμα

4.1 Γενικά

Υδραυλικά πλήγματα δημιουργούνται με το γρήγορο άνοιγμα και κλείσιμο των δικλείδων, των πυροσβεστικών σημείων, και όταν μπαίνουν σε λειτουργία ή σταματούν οι αντλίες. Όταν χρησιμοποιούνται δικλείδες με μεγάλους χρόνους ανοίγματος και κλεισίματος δεν παρατηρούνται υδραυλικά πλήγματα άξια λόγου κατά τον χειρισμό των εν λόγω οργάνων. Αντίθετα τα υδραυλικά πλήγματα που δημιουργούνται όταν μπαίνουν σε λειτουργία ή σταματούν να λειτουργούν οι αντλίες είναι σημαντικά και πρέπει να αντιμετωπίζονται.

4.2 Υπολογισμός υδραυλικού πλήγματος (βλ. έντυπα 25/1-2)

4.3 Μέτρα προστασίας (βλ. έντυπα 124/1-3))

5.- Υπολογισμός πάχους τοιχωμάτων σωλήνων

Ο υπολογισμός του απαιτούμενου πάχους των τοιχωμάτων των σωλήνων γίνεται μόνο για τους χαλυβροσωλήνες. Οι σωλήνες των άλλων υλικών (αμιαντοτσιμέντου, PVC, κ.λ.π.) επιλέγονται με βάση την πίεση λειτουργίας η οποία δίνεται από το εργοστάσιο παραγωγής των σωλήνων. Έτσι ανάλογα με την μέγιστη πίεση λειτουργίας του έργου που έχουμε να κατασκευάσουμε εκλέγουμε και τους σωλήνες οι οποίοι πρέπει να αντέχουν σε πίεση ίση ή μεγαλύτερη από αυτήν που έχει υπολογιστεί.

Στα έντυπα 123/1-4 δίνεται ο υπολογισμός του απαιτούμενου πάχους των τοιχωμάτων των χαλυβδοσωλήνων κατά DIN 2413. Τα ελληνικά εργοστάσια σωλήνων παράγουν σωλήνες σύμφωνα με τις γερμανικές προδιαγραφές (DIN), τις αμερικάνικες (AWWA) και άλλες. Ο μελετητής, κατά την μελέτη του έργου, πρέπει να αποφασίσει για τις προδιαγραφές και την ποιότητα του χάλυβα που θα χρησιμοποιήσει και στην συνέχεια να υπολογίσει το απαιτούμενο πάχος των σωλήνων.

Στους αγωγούς από χαλυβδοσωλήνες είναι δυνατόν να αναπτυχθούν και άλλες τάσεις εκτός από αυτές που προέρχονται από τις εσωτερικές πιέσεις. Αίτια των τάσεων αυτών είναι:

α.- *Θερμικές μεταβολές*

β.- *Ανομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασίας στα τοιχώματα των σωλήνων.*

γ.- Κάμψη σωλήνων λόγω α) ανομοιομορφίας του σχήματός των, β) εξωτερικών φορτίσεων και γ) ελαστικής παραμόρφωσης του άξονά των.

Οι έλεγχοι της αντοχής των σωλήνων στις πάρα πάνω φορτίσεις στους αγωγούς των υδραγωγείων δεν γίνονται.

6.- Προβλήματα από τον σχηματισμό φυσαλίδων στους αγωγούς

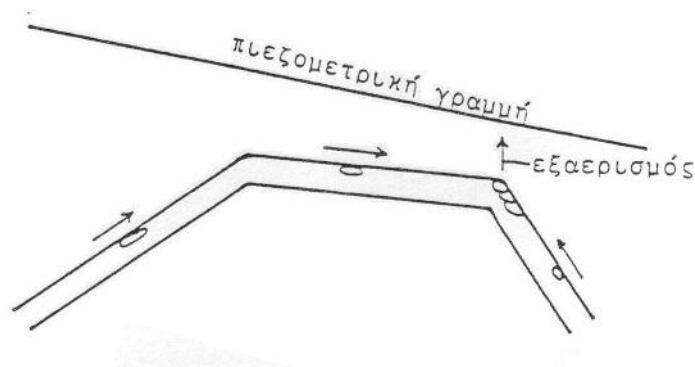
6.1 Σχηματισμός φυσαλίδων

Φυσαλίδες σχηματίζονται όταν:

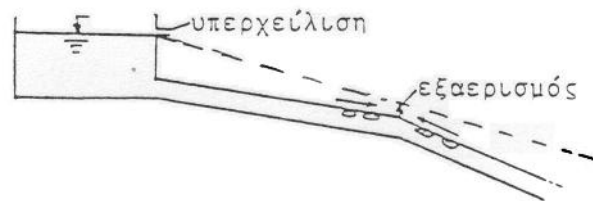
- α) Υπάρχει αέρας ή αέρια (π.χ. ανθρακικό οξύ) στο νερό. Οι φυσαλίδες συγκεντρώνονται κυρίως στα ανερχόμενα τμήματα των αγωγών κατά την κατεύθυνση της ροής.
- β) Ο αγωγός είναι άδειος και γεμίζει προκειμένου να τεθεί σε λειτουργία.
- γ) Η παροχή των πηγών είναι μικρότερη της παροχетеυτικής ικανότητας του αγωγού. Στην περίπτωση αυτή ο αγωγός λειτουργεί με ελεύθερη επιφάνεια και η ανάμιξη φυσαλίδων με αέρα είναι δυνατή.
- δ) Η υδροληψία στο τέλος του αγωγού είναι μεγαλύτερη της παροχетеυτικής ικανότητας ενός ανάντη κειμένου τμήματος του αγωγού. Στην περίπτωση αυτή γίνεται διάρρηξη της στήλης του νερού και σχηματισμός φυσαλίδων.

6.2 Μέτρα για την αντιμετώπιση των φυσαλίδων

Η απομάκρυνση των φυσαλίδων που σχηματίζονται στους αγωγούς και οι οποίες συγκεντρώνονται στα υψηλά σημεία του γίνεται με ειδικές βαλβίδες αεροεξαγωγής. Η συγκέντρωση των φυσαλίδων στα υψηλά σημεία του αγωγού γίνεται πάντοτε εκτός της περίπτωσης που η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής είναι μεγαλύτερη της κλίσης του αγωγού (σχ.2). Στην περίπτωση αυτή οι φυσαλίδες συγκεντρώνονται σε χαμηλότερο σημείο το οποίο πρέπει επίσης να εξαεριστεί. Η περίπτωση αυτή παρουσιάζεται συχνά σε τμήματα αγωγών με μικρή κλίση μετά από δεξαμενές (σχ.3).



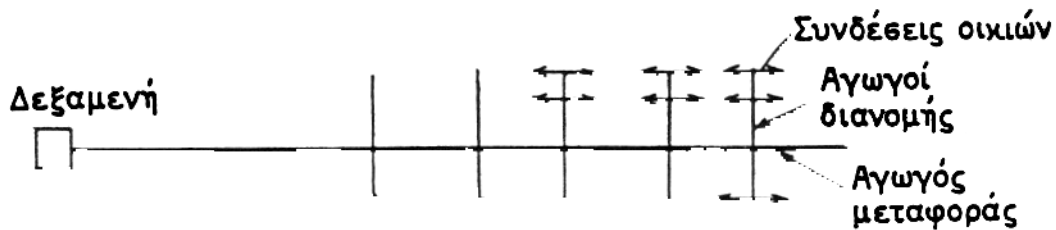
Σχήμα 2. Σχηματισμός φυσαλίδων σε χαμηλά σημεία του αγωγού



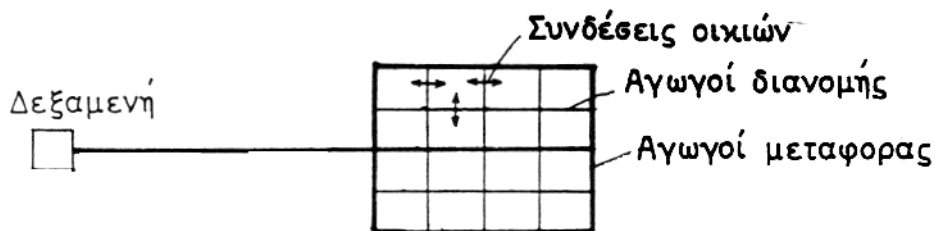
Σχήμα 3. Σχηματισμός φυσαλίδων μετά από δεξαμενές

1.- Γενικά

Τα εσωτερικά υδραγωγεία ή δίκτυα διανομής αποτελούνται από τους αγωγούς που μεταφέρουν το νερό από τις δεξαμενές αποθήκευσης στις ιδιοκτησίες των κατοίκων των οικισμών. Δύο βασικοί τύποι δικτύων έχουν αναπτυχθεί. Ο πρώτος που είναι και ο αρχαιότερος, είναι το ακτινωτό δίκτυο (σχ.1) ο δε δεύτερος είναι το βροχωτό ή κυκλοφοριακό (σχ.2). Χαρακτηριστικό γνώρισμα του ακτινωτού δικτύου είναι ότι σε κάθε σημείο του οικισμού έρχεται το νερό από μία κατεύθυνση, ενώ στο βροχωτό κατ' ελάχιστο από δύο διευθύνσεις. Βασικό μειονέκτημα του ακτινωτού δικτύου είναι ότι σε περίπτωση βλάβης σε κάποιο σημείο του αγωγού μεταφοράς, σταματά η ύδρευση σε ολόκληρο το κατάντη τμήμα του οικισμού ενώ αυτό δεν συμβαίνει στα βροχωτά δίκτυα, τα οποία όμως είναι δαπανηρότερα στην κατασκευή τους. Σήμερα ακτινωτά δίκτυα κατασκευάζονται μόνο για την ύδρευση μικρών οικισμών.



Σχήμα 1. Ακτινωτό δίκτυο



Σχήμα 2. Βροχωτό ή κυκλοφοριακό δίκτυο

2.- Χάραξη των αγωγών

2.1 Στην οριζοντιογραφία

1. Οι αγωγοί διανομής τοποθετούνται ένας σε κάθε πεζοδρόμιο. Σε μικρού πλάτους οδούς είναι οικονομικότερη η τοποθέτηση ενός αγωγού κάτω από το οδόστρωμα κοντά στο ένα από τα δύο πεζοδρόμια ή κάτω από το ένα από αυτά.
2. Οι αγωγοί μεταφοράς τοποθετούνται κάτω από το οδόστρωμα. Όταν η διατομή τους είναι $\geq \Phi 300$ χλστ στην ίδια οδό τοποθετούνται και αγωγοί διανομής προκειμένου να προστατευθεί ο αγωγός μεταφοράς από την φθορά που προκαλούν οι συνδέσεις των οικιών. Όταν η διατομή των αγωγών είναι $< \Phi 300$ χλστ τότε οι συνδέσεις των οικιών γίνονται απ'ευθεία στον αγωγό μεταφοράς και συνεπώς αγωγοί διανομής δεν τοποθετούνται στον ίδιο δρόμο.
3. Η διάκριση μεταξύ των αγωγών διανομής και των αγωγών μεταφοράς γίνεται βάσει της διαμέτρου των αγωγών. Όλοι οι αγωγοί με διάμετρο μικρότερη από το ήμισυ της διαμέτρου του μικρότερου αγωγού του δικτύου μεταφοράς, ανήκουν στο δίκτυο διανομής.
4. Η αλλαγή θέσης των αγωγών στην τομή των οδών πρέπει να αποφεύγεται.
5. Οι αγωγοί πρέπει να τοποθετούνται σε απόσταση από τους αγωγούς αποχέτευσης και εάν είναι δυνατόν να τοποθετούνται υψηλότερα απ' αυτούς.

2.2 Στην μηκοτομή

1. Η επικάλυψη των αγωγών πρέπει να είναι 1,5 μέτρα.
2. Η ελάχιστη κλίση τοποθέτησης των αγωγών πρέπει να είναι 4‰. Στα υψηλά σημεία πρέπει να γίνεται μια σύνδεση οικοδομής, στα δε χαμηλά η τοποθέτηση ενός πυροσβεστικού στομίου προκειμένου να είναι δυνατός ο εξαερισμός του αγωγού στην πρώτη περίπτωση και η εκκένωσή του στην δεύτερη.

1.- Γενικά

Η εκλογή των διατομών των αγωγών των εσωτερικών δικτύων ύδρευσης εξαρτάται από το διαθέσιμο υδραυλικό φορτίο. Αυτό είναι η διαφορά μεταξύ του δυσμενέστερου υψομέτρου της απαιτούμενης πιεζομετρικής επιφάνειας του δικτύου και του υψομέτρου της κατώτατης στάθμης στην δεξαμενή αποθήκευσης. Η ταχύτητα ροής είναι δυνατόν σε ορισμένους αγωγούς να είναι μεγάλη με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος θραύσης των σωλήνων από υδραυλικά πλήγματα. Τούτο αποφεύγεται με την χρησιμοποίηση αργόστροφων βανών και πυροσβεστικών σημείων ώστε οι αυξομειώσεις των ταχυτήτων ροής στους αγωγούς να μην γίνονται απότομα. Γενικά ταχύτητες μεγαλύτερες των 2 μ/δλ πρέπει να αποφεύγονται. Επίσης κατά την εκλογή της αντοχής των σωλήνων στις εσωτερικές πιέσεις πρέπει να λαμβάνεται ασφάλεια 0,2 bar για την αντιμετώπιση μικρών υδραυλικών πληγμάτων που αναπόφευκτα δημιουργούνται σε αυτά τα δίκτυα.

Στις περιπτώσεις που το νερό των υδραγωγείων αντλείται από χαμηλά σημεία προς τις δεξαμενές αποθήκευσης των οικισμών, η διαστασιολόγηση τόσο των εσωτερικών όσο και των εξωτερικών υδραγωγείων γίνεται με την "οικονομική ταχύτητα" ώστε το σύνολο των δαπανών κατασκευής και λειτουργίας των έργων να είναι το ελάχιστο δυνατό. Συνήθως όμως το υψόμετρο τοποθέτησης των δεξαμενών καθορίζεται εμπειρικά σύμφωνα με τα αναφερθέντα στα έντυπα 241/1-14. Στην περίπτωση αυτή η διαστασιολόγηση των εσωτερικών δικτύων γίνεται κατά τα προαναφερθέντα βάση του διαθέσιμου υδραυλικού φορτίου.

2.- Υδραυλικός υπολογισμός

2.1 Αντικειμενικός σκοπός του υπολογισμού

Ο υδραυλικός υπολογισμός των δικτύων έχει ως αντικείμενο

- α) τον καθορισμό των απαιτούμενων διατομών των αγωγών και
- β) τον προσδιορισμό των πιέσεων στους κόμβους των δικτύων για τις διάφορες καταστάσεις λειτουργίας των.

Οι πραγματικές πιέσεις στα δίκτυα πρέπει να είναι μεγαλύτερες από τις ελάχιστες απαιτούμενες για την ύδρευση των οικισμών. Στις διάφορες καταστάσεις λειτουργίας των δικτύων οι απαιτούμενες πιέσεις και οι παροχές

διαφέρουν μεταξύ των. Για τον λόγο αυτό τα δίκτυα διαστασιολογούνται για την κατάσταση λειτουργίας που παρουσιάζει τον δυσμενέστερο συνδυασμό παροχών και απαιτούμενων πιέσεων. Οι βασικές καταστάσεις λειτουργίας είναι οι εξής:

- α) Κατάσταση λειτουργίας BI: Μέγιστη παροχή αντλιοστασίων χωρίς κατανάλωση νερού. Η απαιτούμενη πίεση των αντλιοστασίων καθορίζεται από την ανώτατη στάθμη στις δεξαμενές.
- β) Κατάσταση λειτουργίας BII: Μέγιστη ωριαία κατανάλωση κατά την ημέρα μέγιστης παροχής. Η απαιτούμενη πίεση καθορίζεται από το ύψος των οικοδομών και το τοπογραφικό ανάγλυφο των οικισμών.
- γ) Κατάσταση λειτουργίας BIII (κατάσταση πυρκαγιάς): Οι παροχές και οι ελάχιστες πιέσεις καθορίζονται στους κανονισμούς πυροπροστασίας (βλ. έντυπα 216/1-3).

2.2 Παροχές

Ανάλογα με τον σκοπό που εξυπηρετούν διακρίνουμε τις εξής παροχές:

- α) Παροχή διανομής (Q_{δ}): Πρόκειται για την παροχή που διανέμεται στα σπίτια που βρίσκονται στον δρόμο από τον οποίο διέρχεται ο αγωγός.
- β) Παροχή πυρκαγιάς (Q_{π}): Πρόκειται για την παροχή η οποία απαιτείται για την κατάσβεση πυρκαγιάς.
- γ) Διερχόμενη παροχή (Q_{Δ}): Πρόκειται για την παροχή που μεταφέρει ο αγωγός προς το κατάντη δίκτυο.
- δ) Παροχή υπολογισμού (Q): Πρόκειται για την παροχή βάσει της οποίας υπολογίζεται ο αγωγός.

Η παροχή διανομής Q_{δ} εξαρτάται από την πυκνότητα κατοίκησης και τις βιοτεχνίες που είναι εγκατεστημένες στην περιοχή που υδρεύουν οι αγωγοί. Η κατανάλωσή της κατά μήκος των αγωγών γίνεται ομοιόμορφα. Αυτό όμως δυσκολεύει τους υπολογισμούς. Γι' αυτό στην πράξη οι υπολογισμοί γίνονται με την απλοποιητική παραδοχή ότι το 40% της παροχής διανομής καταναλίσκεται στην αρχή των αγωγών και το υπόλοιπο 60% στο τέλος των.

Οι απώλειες τριβών που υπολογίζονται στον αγωγό με αυτή την απλοποιητική παραδοχή είναι περίπου ίδιες με τις πραγματικές. Μεγάλοι καταναλωτές (υδροβόρες βιομηχανίες κ.τ.λ.) νερού αποτελούν σημειακές υδροληψίες του δικτύου.

Για τις παροχές πυρκαγιάς ισχύουν τα όσα αναφέρονται στα έντυπα 216/1-4.

Η διερχόμενη παροχή Q_{Δ} είναι το σύνολο της παροχής που καταναλώνεται κατάντη του αγωγού, δηλαδή:

$$Q_{\Delta} = \Sigma Q_{\delta} \text{ κατάντη} + \text{σημειακές υδροληψίες}$$

Η παροχή υπολογισμού είναι το άθροισμα των παραπάνω παροχών. Έτσι έχουμε:

Κατάσταση BI $Q = \text{μέγιστη παροχή αντλιοστασίων}$

Κατάσταση BII $Q = 0,6 Q_{\delta} + Q_{\Delta}$

Κατάσταση BIII ανάλογα με τον κανονισμό που ισχύει κάθε φορά (έντυπα 216/1-3).

2.3 Οικονομική ταχύτητα

Για την κατάσταση λειτουργίας BI ο υπολογισμός των διατομών γίνεται με βάση την οικονομική ταχύτητα (έντυπο 122/1). Επειδή κατά την διαστασιολόγηση του δικτύου οι διατομές των αγωγών είναι άγνωστες, συνιστάται η οικονομική ταχύτητα να εκτιμάται από τον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Οικονομική ταχύτητα ως συνάρτηση της παροχής

Q (λ/δλ)	υ (μ/δλ)
≤ 30	0,7 - 1,10
30 - 100	0,9 - 1,30
≥ 100	1,1 - 1,50

Στην κατάσταση λειτουργίας BII η διαστασιολόγηση των αγωγών του δικτύου γίνεται με την βοήθεια του διαθέσιμου υδραυλικού φορτίου.

2.4 Ανώτατες επιτρεπόμενες ταχύτητες

Στο εσωτερικό δίκτυο δεν συνιστώνται ταχύτητες ροής μεγαλύτερες των 2μ/δλ προκειμένου το μέγεθος των υδραυλικών πληγμάτων να είναι περιορισμένο.

2.5 Απαιτούμενη πίεση

2.5.1 Κατάσταση λειτουργίας ΒII

Η απαιτούμενη πίεση στους αγωγούς του δικτύου δίνεται στον πίνακα 2 σε σχέση με τον αριθμό των ορόφων των οικοδομών. Οι τιμές του πίνακα επαρκούν για τις απώλειες τριβών στις σωληνώσεις των οικοδομών και για την εξασφάλιση υπερπίεσης 5 μέτρων για την κανονική λειτουργία του υψηλότερου σημείου υδροληψίας. Οι πιέσεις αυτές προστιθέμενες στα υψόμετρα των πεζοδρομίων δίνουν τα υψόμετρα των απαιτούμενων πιεζομετρικών γραμμών.

Πίνακας 2. Απαιτούμενη πίεση δικτύου

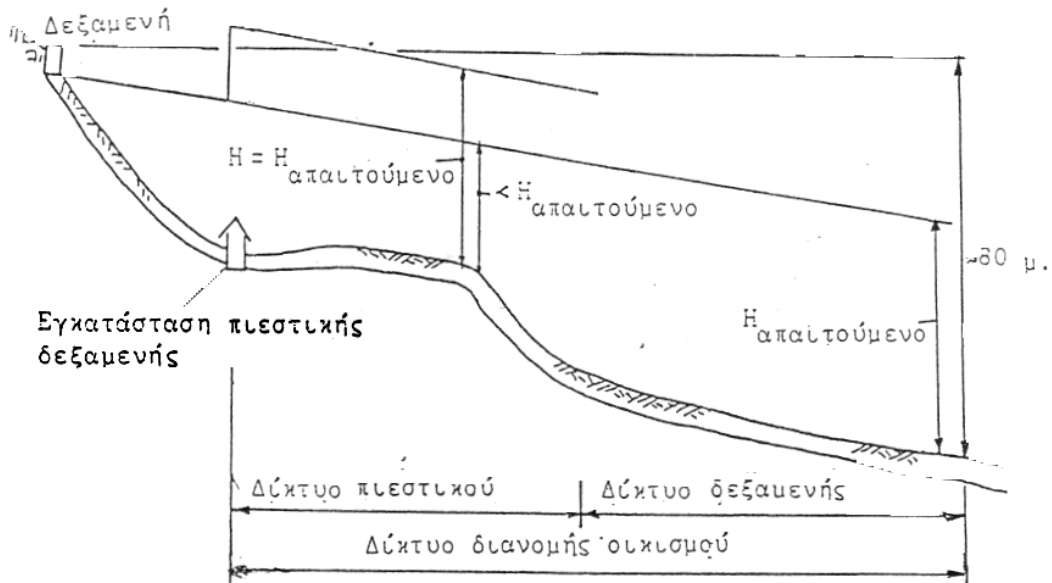
Αριθμός ορόφων	1	2	3	4	5	6
Ελάχιστη απαιτούμενη πίεση (μ)	20	25	30	35	40	45

Μεγαλύτερες πιέσεις από 80 μέτρα στα εσωτερικά δίκτυα πρέπει να αποφεύγονται καθόσον αυξάνουν τις απώλειες νερού από τα σημεία υδροληψίας με ελαττωματική στεγανότητα όπως επίσης και από όλα τα σημεία του δικτύου που έχουν φθορές. Στις περιπτώσεις που έχουμε μεγάλες υψομετρικές διαφορές στην περιοχή του δικτύου και δεν είναι δυνατόν να τηρηθούν οι ελάχιστες και μέγιστες επιτρεπόμενες πιέσεις, μπορούμε να χωρίσουμε το δίκτυο σε ζώνες διαφορετικών πιέσεων χρησιμοποιώντας αντιστοίχως είτε μειωτές πίεσης είτε πιεστικά δοχεία ως εξής:

α.- Μία μικρή περιοχή του δικτύου είναι σε ύψωμα η δε υπόλοιπη σε χαμηλότερη θέση (σχ.1).

α.1 Τροφοδότηση δεξαμενής από χαμηλό σημείο με άντληση.

Η δεξαμενή τοποθετείται σε υψόμετρο που να δίνει μέγιστη πίεση στο χαμηλό δίκτυο ίση με 80 μέτρα. Η υψηλή περιορισμένης έκτασης περιοχή υδρεύεται από ξεχωριστό δίκτυο το οποίο τροφοδοτείται



Σχήμα 1. Ύδρευση υψηλής ζώνης με πιεστική δεξαμενή

από πιεστική δεξαμενή. Τα δύο δίκτυα δεν ενώνονται μεταξύ τους σε κανένα σημείο εκτός από το σημείο από το οποίο γίνεται η τροφοδότηση του δικτύου της πιεστικής δεξαμενής από το δίκτυο της δεξαμενής.

α.2 Τροφοδότηση δεξαμενής από υψηλό σημείο με βαρύτητα

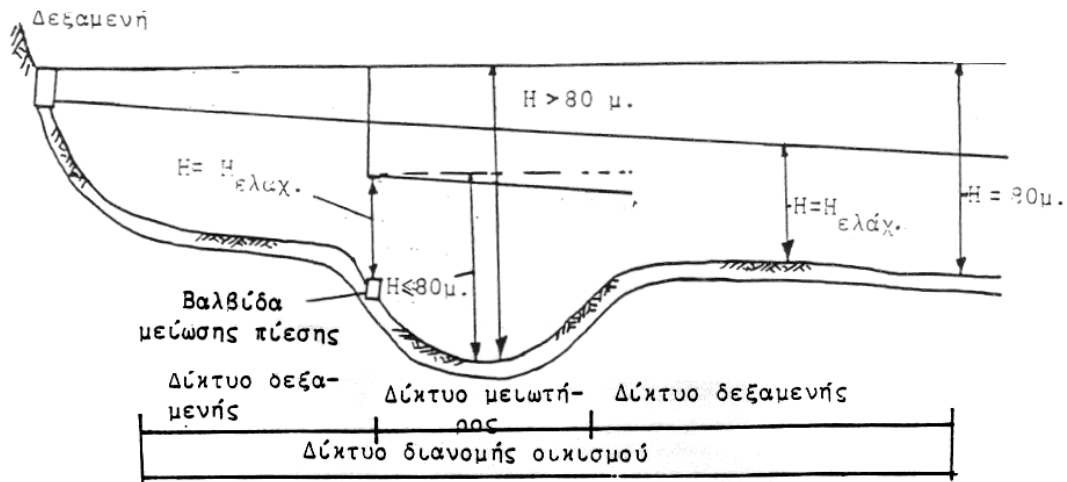
Στην περίπτωση αυτή θα κατασκευασθούν δύο ανεξάρτητα δίκτυα που θα τροφοδοτούνται από δύο ανεξάρτητες δεξαμενές ευρισκόμενες σε κατάλληλα υψόμετρα.

β.- Μεμονωμένα υψηλά κτήρια. Στις περιπτώσεις αυτές τα μεμονωμένα κτήρια στα οποία η πίεση του δικτύου δεν επαρκεί εξοπλίζονται με πιεστικές δεξαμενές

γ.- Μιά μικρή περιοχή του δικτύου είναι σε χαμηλή θέση η δε υπόλοιπη σε υψηλή (σχ.2).

γ.1 Τροφοδότηση δεξαμενής από χαμηλό σημείο με άντληση

Στην περίπτωση αυτή η δεξαμενή τοποθετείται σε τέτοιο υψόμετρο ώστε να εξασφαλίζεται η ελάχιστη απαιτούμενη πίεση στην υψηλή



Σχήμα 2. Ύδρευση χαμηλής ζώνης με μειωτήρα πίεσης

περιοχή. Η χαμηλή περιοχή υδροδοτείται από ανεξάρτητο δίκτυο το οποίο είναι εξοπλισμένο με μειωτή πίεσης (φρεάτιο πιεζόθραυσης ή βαλβίδα μείωσης πίεσης).

γ.2 Τροφοδότηση δεξαμενής από υψηλό σημείο με βαρύτητα

Θα κατασκευασθούν δύο ανεξάρτητα δίκτυα με ανεξάρτητες δεξαμενές.

- δ.- Σε μεμονωμένα κτήρια τα οποία βρίσκονται σε χαμηλές τοποθεσίες είναι δυνατό να τοποθετηθούν μειωτές πίεσης στον κεντρικό σωλήνα υδροληψίας τους για την προστασία της υδραυλικής των εγκατάστασης.

2.6 Υπολογισμός δικτύων

2.6.1 Γενικά

Για την ροή σε καταθλιπτικούς αγωγούς ισχύουν όσα αναφέρονται στα έντυπα 6/1-8.

2.6.2 Ακτινωτά δίκτυα

Ο υπολογισμός των ακτινωτών δικτύων είναι πολύ απλός και γίνεται ως εξής:

- Υπολογίζονται οι παροχές Q_{δ} , Q_{π} , Q_{Δ} και Q για τις καταστάσεις BI έως BIII.
- Γίνεται μία πρώτη εκτίμηση πια από τις καταστάσεις λειτουργίας είναι η δυσμενέστερη και με αυτήν γίνεται η διαστασιολόγηση του δικτύου.

- (γ) Υπολογίζονται οι πιέσεις στο δίκτυο για τις καταστάσεις BI έως BIII και συγκρίνονται με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες. Αν οι υπάρχουσες πιέσεις είναι κατά πολύ μεγαλύτερες των απαιτούμενων μπορούμε να ελαττώσουμε τις διατομές του δικτύου ενώ εάν είναι μικρότερες πρέπει να αυξήσουμε ορισμένες διατομές ώστε να ελαττωθούν οι απώλειες στο δίκτυο.

2.6.3 Κυκλοφοριακό (ή βροχωτό) δίκτυο

Ο υπολογισμός των δικτύων μεταφοράς που σχηματίζουν βρόχους γίνεται ως εξής:

1. Το βροχωτό δίκτυο διαλύεται σε περισσότερα ακτινωτά δίκτυα τοποθετώντας ένα υδροκρίτη σε κάθε βρόχο. Υδροκρίτη ονομάζουμε το σημείο του δικτύου από το οποίο δεν διέρχεται καμία παροχή μεταφοράς. Η θέση του υδροκρίτη επιλέγεται κατά τρόπο που να μην γίνονται άσκοπες μετακινήσεις του νερού μέσα στα δίκτυα.
2. Οι διάφοροι κλάδοι του δικτύου υπολογίζονται και διαστασιολογούνται όπως στα ακτινωτά δίκτυα. Η παροχή πυρκαγιάς η οποία πρέπει να φθάσει στο δυσμενέστερο σημείο του δικτύου, είναι δυνατόν να διέλθει από περισσότερους κλάδους του δικτύου. Πόση παροχή πυρκαγιάς θα διέλθει από κάθε κλάδο δεν είναι εκ των προτέρων γνωστό και γι' αυτό πρέπει να γίνει μια αρχική εκτίμηση με καθαρά υδραυλικά κριτήρια (από διαδρομές με μεγάλες απώλειες τριβών θα διέλθουν μικρότερες παροχές από ότι από διαδρομές με μικρές απώλειες).
3. Στους υδροκρίτες οι πιέσεις που υπολογίζονται κατά τα προηγούμενα πρέπει να είναι ίδιες. Αυτό δεν είναι εύκολο να επιτευχθεί με αποτέλεσμα να υπάρχουν ασυνέχειες στην πιεζομετρική γραμμή στις θέσεις των υδροκριτών. Με την μέθοδο Cross γίνονται οι απαραίτητες διορθώσεις των παροχών μέχρι να καταστεί η πιεζομετρική γραμμή του δικτύου συνεχής.
4. Στην περίπτωση που ένα δίκτυο έχει ήδη διαστασιολογηθεί και απαιτείται ο έλεγχος των πιέσεων για μία διαφορετική κατάσταση λειτουργίας αρκεί να γίνει η κατανομή των εισερχομένων παροχών σε κάθε κόμβο σύμφωνα με την εξίσωση 1 και ακολούθως να γίνει ο κατά Cross υπολογισμός.

$$Q_j = Q_k \frac{\left(\frac{L_j}{r_j}\right)^{-0,5}}{\sum_1^n \left(\frac{L_j}{r_j}\right)^{0,5}} \quad (1)$$

όπου Q_j = παροχή των εξερχομένων αγωγών από τον κόμβο k

Q_k = παροχή που εισέρχεται στον κόμβο k

n = αριθμός αγωγών που εξέρχονται από τον κόμβο k

r_j = παράμετρος που λαμβάνεται από τον πίνακα 3.

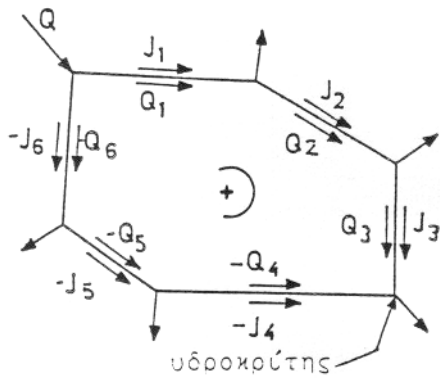
Πίνακας 3. Παράμετρος r_j για σωλήνες διαφόρων διαμέτρων

D(χλστ)	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700
r_{100}	0,33	1,00	3,07	8,1	30,33	98	245,7	1153,3			
r_{300}							1,0	4,7	13,6	34,2	74,5

r_{100} , r_{300} = ισοδύναμο μήκος σωλήνος διαμέτρου 100 και 300 χλστ αντιστοίχως.

2.7 Η μέθοδος Cross

Στο βρόχο του παρακάτω σχήματος εισρέει η παροχή Q η οποία μοιράζεται στις παροχές Q_1 και Q_6 . Οι παροχές αυτές ελαττώνονται διαδοχικά, λόγω κατανάλωσης, στις παροχές Q_2 , Q_3 και Q_5 , Q_4 αντίστοιχα. Ο υδροκρίτης τοποθετείται στον κόμβο του βρόχου δια του οποίου δεν θέλουμε να διέλθει διερχόμενη παροχή. Εάν τώρα οι απώλειες τριβών που δημιουργούνται κατά την ροή του νερού στον βρόχο σύμφωνα με την φορά των δεικτών του ωρολογίου χαρακτηρισθούν ως θετικές, οι απώλειες της αντίθετης ροής θα είναι αρνητικές. Το άθροισμα των απωλειών τριβών στον βρόχο είναι πάντοτε μηδέν ($\Sigma h_n = 0$). Οι διορθώσεις των παροχών υπολογίζονται ως εξής:



Q = παροχή εισροής

Q_n = πραγματικές παροχές βρόχου

Q_n = εκτιμώμενες παροχές βρόχου

Δq = διαφορά $Q_n - q_n$

J_n = κλίση πιεζομετρικής γραμμής

L_n = μήκος σωλήνων

H_n = απώλειες τριβών των παροχών Q_n

H_n = απώλειες τριβών των παροχών q_n

m = αριθμός αγωγών βρόχου

1.-Κατανομή παροχών

$$Q = |Q_1| + |Q_6| = |q_1 + \Delta q| + |q_6 - \Delta q|$$

2.- Απώλειες τριβών

$$H_n = J_n \cdot L_n = a_n \cdot Q_n^2 = a_n (q_n + \Delta q)^2 \quad (\text{κατά Strickler})$$

$$h_n = J_n \cdot L_n = a_n \cdot q_n^2$$

3.- Κατανομή πιέσεων

$$\sum_1^m H_n = 0 = \sum_1^m a_n (q_n + \Delta q)^2 = \sum_1^m a_n (q_n^2 + 2q_n \cdot \Delta q + \Delta q^2)$$

Επειδή το Δq είναι πολύ μικρότερο από το q_n ο προσθετέος Δq^2 μπορεί να παραληφθεί. Επομένως έχουμε:

$$\sum_1^m H_n = \sum_1^m a_n q_n^2 + \sum_1^m 2a_n q_n \Delta q = 0 \rightarrow \Delta q = -\frac{\sum_1^m a_n q_n^2}{2 \sum_1^m a_n q_n} = -\frac{\sum_1^m a_n q_n^2}{2 \sum_1^m \frac{a_n q_n^2}{q_n}} = -\frac{\sum_1^m h_n}{2 \sum_1^m \frac{h_n}{q_n}}$$

4.- Διόρθωση της αρχικής κατανομής των παροχών κατά Δq και επανάληψη του υπολογισμού.

1.- Γενικά

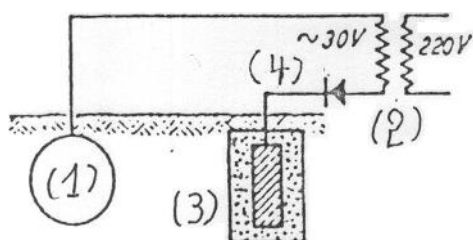
Στα δίκτυα ύδρευσης χρησιμοποιούνται σωλήνες από τα εξής υλικά:

- Αμιαντοτσιμέντο (AZ ή FZ)
- Χυτοσίδηρο (GG)
- Ελατό χυτοσίδηρο (GGG)
- Ελατό χυτοσίδηρο με επένδυση τσιμεντοκονίας (GGG-ZM)
- Πολυαιθυλένιο μαλακό (PE-LD)
- Πολυαιθυλένιο σκληρό (PE-HD)
- Πολυβινύλιο σκληρό (PVC-U)
- Προεντεταμένο σκυρόδεμα (Sp B)
- Χάλυβα (St)
- Χάλυβα με εξωτερική επένδυση από ασφαλτικά υλικά (St Bi A)
- Χάλυβα με εσωτερική επένδυση από ασφαλτικά υλικά (St Bi I)
- Χάλυβα με εσωτερική επένδυση από τσιμέντο (St ZM)
- Πολυεστέρα (UP-GF)

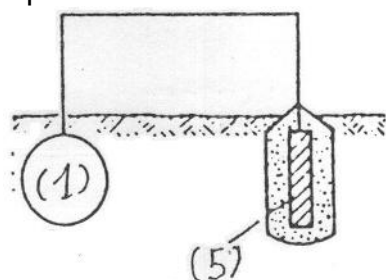
Υπεύθυνος για την εκλογή του κατάλληλου υλικού είναι ο μελετητής μηχανικός. Τα κριτήρια εκλογής των υλικών είναι τεχνικά και οικονομικά. Από την ποιότητα του εδάφους και τον κίνδυνο της εξωτερικής οξειδωσης των σωλήνων εξαρτάται αν επιλεγούν σωλήνες με εξωτερική επένδυση και ποια θα είναι η καταλληλότερη. Από την ποιότητα του νερού εξαρτάται αν επιλεγεί εσωτερική επένδυση και ποια θα είναι. Από την πίεση λειτουργίας, την υδροστατική πίεση και τα υδραυλικά πλήγματα εξαρτάται η αντοχή των υλικών που θα επιλεγούν. Οι σιδερένιοι σωλήνες κινδυνεύουν από οξείδωση των εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών. Η προστασία έναντι οξείδωσης είναι δυνατόν να είναι παθητική ή ενεργητική. Η παθητική προστασία επιτυγχάνεται με τις επενδύσεις των επιφανειών των σωλήνων. Η ενεργητική με την καθοδική προστασία.

Κατά την οξείδωση το σίδηρο χάνει ιόντα σιδήρου τα οποία διαλύονται στο νερό. Τα ηλεκτρόνια που παραμένουν στην επιφάνεια του σιδήρου αφαιρούνται από στοιχεία που δέχονται ηλεκτρόνια (π.χ. το οξυγόνο). Εάν τα ηλεκτρόνια δεν αφαιρεθούν τότε το φαινόμενο της οξείδωσης σταματά. Τούτο επιτυγχάνεται με την βοήθεια της καθοδικής προστασίας η οποία διοχετεύει τόσα ηλεκτρόνια στον σωλήνα όσα απαιτούνται προκειμένου να μην

αφαιρεθούν τα υπάρχοντα στις σιδηρές επιφάνειες. Στα σχήματα 1α και 1β δίνονται δύο μέθοδοι καθοδικής προστασίας σωληνώσεων. Στην πρώτη περίπτωση ως ανοδικά ηλεκτρόδια χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια από σίδηρο, γραφίτη, μαγνήσιο κ.τ.λ.. Στην δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιούνται ανοδικά ηλεκτρόδια από κράματα αλουμινίου για την λειτουργία των οποίων δεν απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια.



α. Μέθοδος με εξωτερικό ηλεκτρικό ρεύμα



1. Σωλήνας
2. Μετασχηματιστής
3. Ηλεκτρόδιο σιδηρό
4. Ανορθωτής
5. Ηλεκτρόδιο από κράμα αλουμινίου

β. Γαλβανική μέθοδος

Σχήμα 1. Σχηματικές διατάξεις καθοδικής προστασίας σωληνών

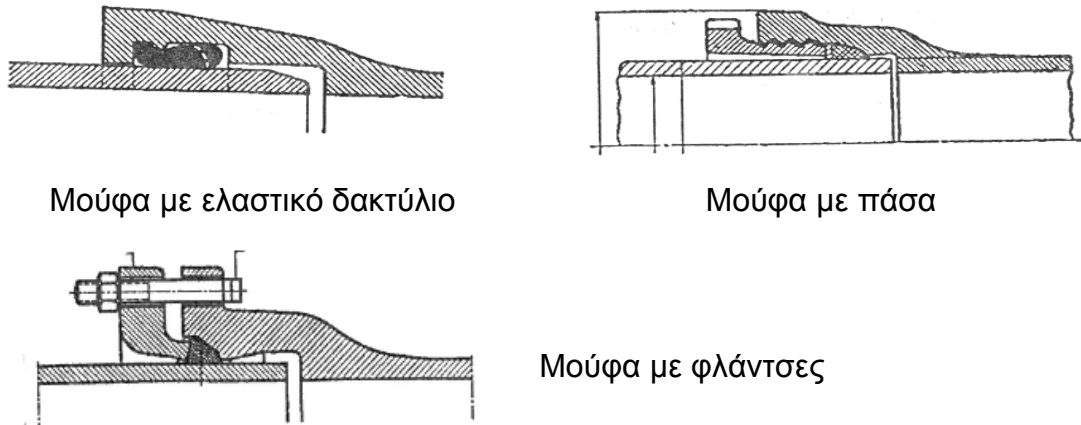
2. Σωλήνες ελατού χυτοσιδήρου (GGG)

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη του υλικού που είναι ένα κράμα σιδήρου με ενδιάμεσες ιδιότητες από αυτές του χυτοσιδήρου και του χάλυβα είναι:

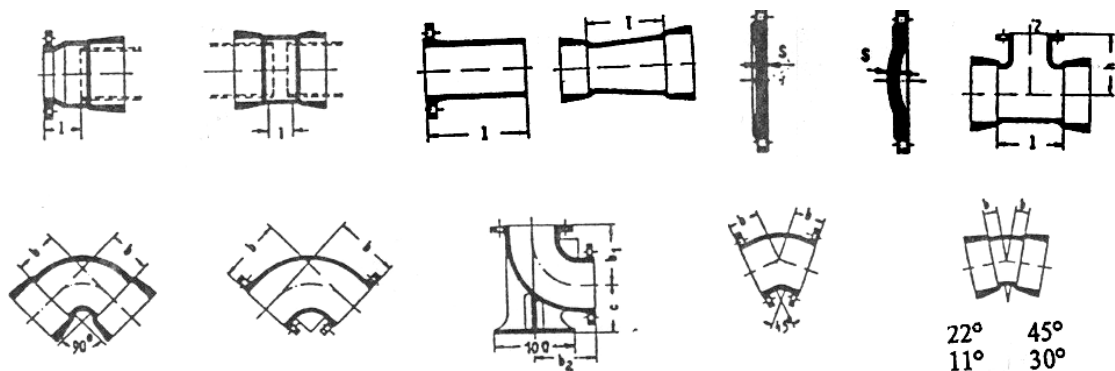
- Αντοχή σε εφελκυσμό > 420 N/χλστ²
- Όριο θραύσης > 300 N/χλστ²
- Διαστολή θραύσης > 10%
- Πλαστική παραμόρφωση: Όταν γίνει υπέρβαση του ορίου διαρροής
- Συγκόλληση : Δυνατή υπό προϋποθέσεις
- Προστασία έναντι οξειδωσης: Με πολυαιθυλένιο ή τσιμεντοκονία
- Πίεση λειτουργίας:

Φ 80 – 150	→ 40 bar
Φ 200 – 350	→ 32 bar
Φ 250 – 400	→ 25 bar
Φ 300 – 800	→ 25 bar
Φ 500 – 1200	→ 20 bar

- Διαστάσεις: Φ 80 έως 1200 χλστ
- Σύνδεση: Με μούφες και ελαστικούς δακτυλίους
 Με μούφες με πάσα (σχ.2)
 Με μούφες με φλάντζες
- Ειδικά τεμάχια: Υπάρχουν τα πάρα κάτω ειδικά τεμάχια (σχ.3).



Σχήμα 2. Μούφες σωλήνων GGG



Σχήμα 3. Ειδικά τεμάχια σωλήνων GGG

3.- Χαλυβδοσωλήνες

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των χαλυβδοσωλήνων είναι τα εξής (κατά DIN):

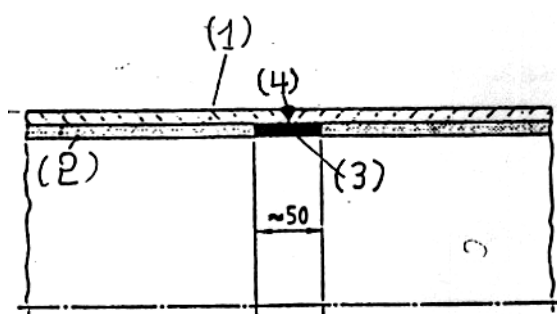
- Υλικό: USt 37.0 , St 37.0 , St 44.0 , St 52.0 (σε ειδικές περιπτώσεις αγωγών μεγίστης ασφάλειας St 37.4 , St 44.4 , St 52.4).
- Κατασκευή σωλήνων: Με ραφή κατά DIN 1626
 Άνευ ραφής κατά DIN 1629
- Αντοχή σωλήνων: Βλέπε έντυπα 123/1 – 4 (DIN 2413)

- Προστασία έναντι οξείδωσης: Με πολυαιθυλένιο (DIN 30670), με τσιμεντοκονία (DIN 2614), με ασφαλτικά υλικά (V 30673).
- Διαστάσεις (εξωτερικές): Άνευ ραφής → Φ 10 έως 600 χλστ
Με ραφή → Φ 14 έως 2020 χλστ
- Πίεση λειτουργίας: Τυποποιημένοι σωλήνες κατά DIN 2460
Φ80 – 2000 χλστ → πίεση από 16 έως 125 bar.
- Μήκος σωλήνων: 6 – 18 μ.
- Ένωση σωλήνων: Στο σχήμα 4 δίνονται διάφοροι τύποι συγκολλήσεων χαλυβδοσωλήνων.

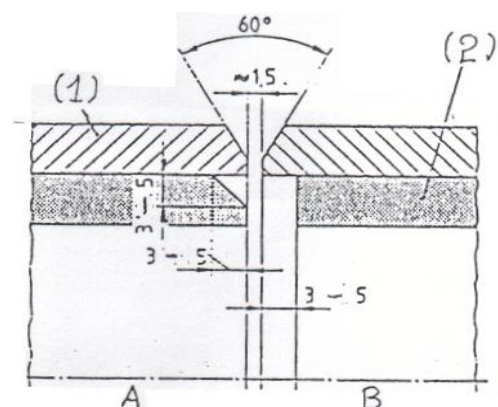
3. Σωλήνες αμιαντοτσιμέντου και σωλήνες με τεχνητές ίνες

Στην Γερμανία και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες δεν επιτρέπεται η χρησιμοποίηση των αμιαντοτσιμεντοσωλήνων για την κατασκευή δικτύων νερού επειδή ο αμιάντος θεωρείται επικίνδυνος για την υγεία ανθρώπων και ζώων. Η λειτουργία όμως των ήδη κατασκευασμένων δικτύων με αυτούς τους σωλήνες επιτρέπεται. Η έρευνα για την κατασκευή σωλήνων με τεχνητές ίνες και με βάση την τεχνολογία κατασκευής των αμιαντοτσιμεντοσωλήνων βρίσκεται υπό εξέλιξη. Ήδη υπάρχουν σωλήνες αυτού του τύπου οι οποίοι βρίσκονται υπό δοκιμή.

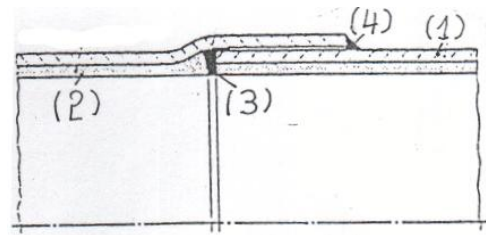
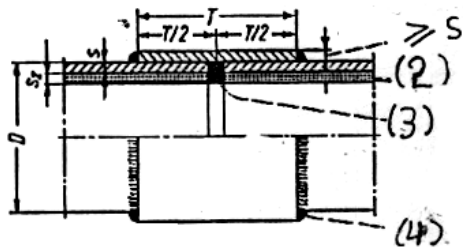
Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των αμιαντοτσιμεντοσωλήνων έχουν ως εξής:



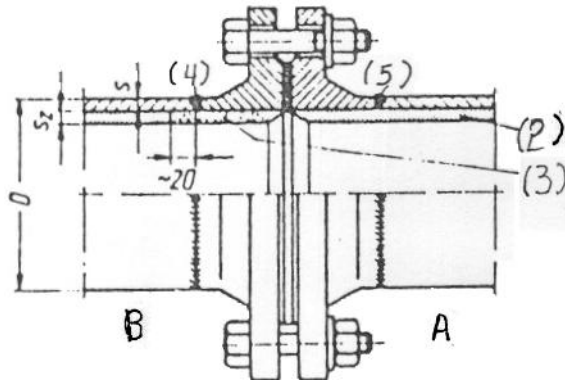
Συγκόλληση κατάλληλη για όλες τις διαμέτρους



Προετοιμασία ραφής σε δύο παραλλαγές (A και B)



Συγκολλήσεις κατάλληλες για σωλήνες μικρής διαμέτρου

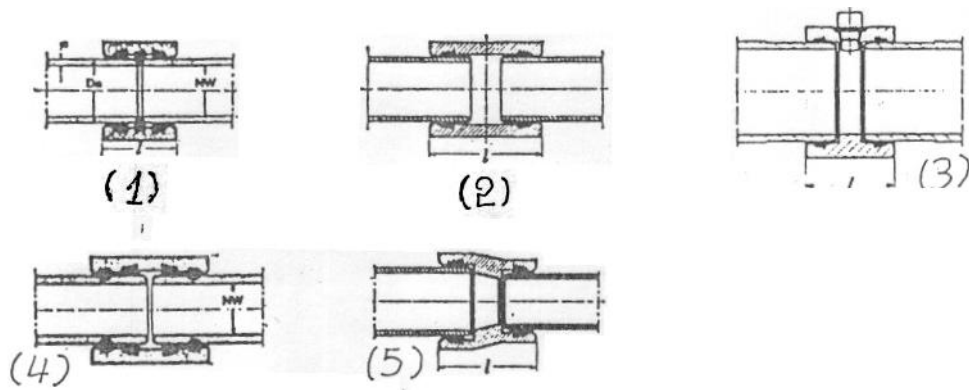


1. Χαλυβδοσωλήνας
2. Μόνωση εργοστασίου
3. Μόνωση εργοταξίου
4. Ραφή εργοστασίου
5. Ραφή εργοταξίου

Σύνδεση με ωπίδες οι οποίες συγκολλούνται στον σωλήνα είτε στο εργοστάσιο (A) είτε στο εργοτάξιο (B)

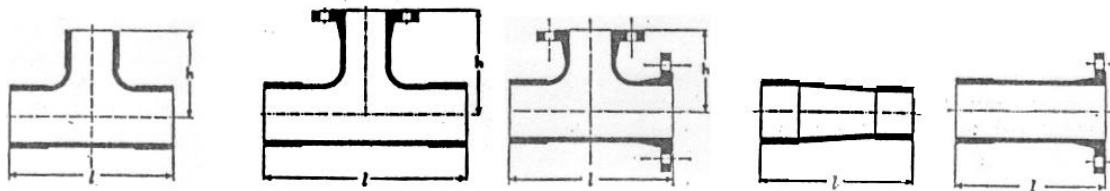
Σχήμα 4. Συγκόλληση χαλυβδοσωλήνων

- Πίεση λειτουργίας: 2,5 , 6 , (7,5) , 10 , 12,5 , (15) , 16 bar. Στα δίκτυα ύδρευσης χρησιμοποιούνται σωλήνες των 10 bar και άνω. Στις παρενθέσεις δύνεται η αντοχή των σωλήνων που κατασκευάζονται στην Ελλάδα
- Σύνδεση σωλήνων: Γίνεται με τους συνδέσμους REKA (σχήμα 5).
- Ειδικά τεμάχια: Τα περισσότερα ειδικά τεμάχια που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα με αμιαντοσιμεντοσωλήνες είναι χυτοσιδηρά (σχήμα 6).



(1) Κανονικός σύνδεσμος, (2) Επιμήκης σύνδεσμος, (3) Σύνδεσμος παροχής
(4) Σύνδεσμος με αντοχή σε εφελκυσμό, (5) Σύνδεσμος συστολής

Σχήμα 5. Σύνδεσμοι REKA

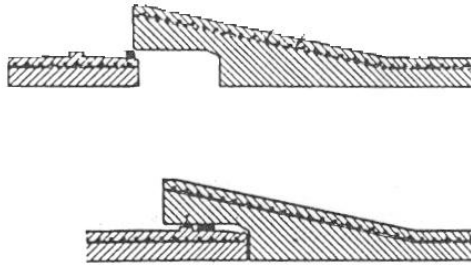


Σχήμα 6. Χυτοσιδηρά ειδικά τεμάχια για αμιοντοσιμεντοσωλήνες.

5.- Σωλήνες από οπλισμένο σκυρόδεμα και σωλήνες από προεντεταμένο σκυρόδεμα

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των σωλήνων αυτού του τύπου έχουν ως εξής:

- Πίεση λειτουργίας: $\leq 0,3$ bar για σωλήνες από οπλισμένο σκυρόδεμα.
 ≤ 16 bar για σωλήνες από προεντεταμένο σκυρόδεμα (σε ειδικές περιπτώσεις κατασκευάζονται σωλήνες για ακόμη μεγαλύτερες πιέσεις).
- Προστασία έναντι οξείδωσης: Δεν απαιτείται λόγω της άριστης ποιότητας του σκυροδέματος που χρησιμοποιείται. Σε εδάφη ιδιαίτερα οξειδωτικά οι σωλήνες προστατεύονται με επένδυση από πλαστικά ή ασφαλτικά υλικά.
- Μήκος σωλήνων: 5μ.
- Σύνδεση σωλήνων: Με μούφες (σχήμα 8).
- Ειδικά τεμάχια: Συνήθως χρησιμοποιούνται χυτοσιδηρά ειδικά τεμάχια. Υπάρχουν και ειδικά τεμάχια από σκυρόδεμα με μανδύα από χαλυβδολαμαρίνες.



Σχήμα 8. Λεπτομέρεια μούφας σωλήνων από προεντεταμένο σκυρόδεμα

6.- Πλαστικοί σωλήνες

6.1 Από PVC – U (σκληρό PVC)

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των σωλήνων αυτών έχουν ως εξής:

- Υλικό σωλήνων: Σκληρό πολυαιθυλένιο.
- Αντοχή σε εφελκυσμό: 25 N/χλστ² του υλικού
10 N/χλστ² των σωλήνων
(συντελεστής ασφάλειας 2,5)
- Απαιτούμενο πάχος τοιχωμάτων σωλήνων: Υπολογίζεται με τον πάρα κάτω τύπο:

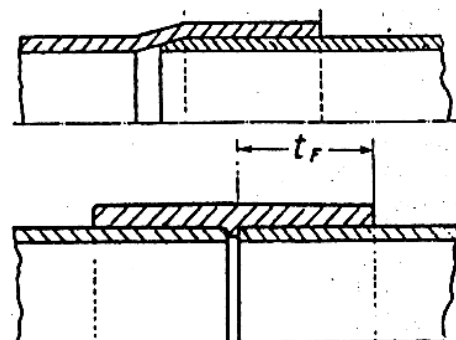
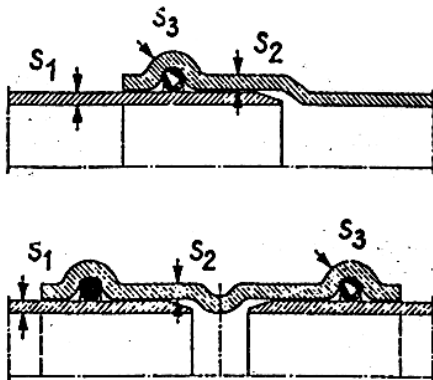
$$s = \frac{d_a \cdot p}{20\sigma_{\varepsilon\pi} + p} \quad (\chi\lambda\sigma\tau)$$

όπου d_a (χλστ) = εξωτερική διάμετρος

$$\sigma_{\varepsilon\pi} = 10 \text{ N}/\chi\lambda\sigma\tau^2$$

p (bar) = πίεση λειτουργίας

- Πιέσεις λειτουργίας σωλήνων: 4 , 6 , 10 , και 16 bar.
- Συνδέσεις: Η σύνδεση των σωλήνων γίνεται είτε με μούφες (σχήμα 9α) είτε με συγκόλληση (σχήμα 9β).
- Ειδικά τεμάχια: Υπάρχει μεγάλη ποικιλία ειδικών τεμαχίων.



α

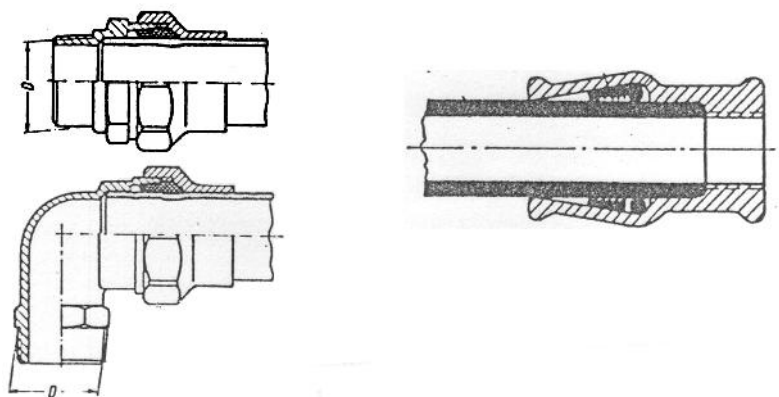
β

Σχήμα 9. Σύνδεση πλαστικών σωλήνων με μούφα (α) και συγκόλληση (β).

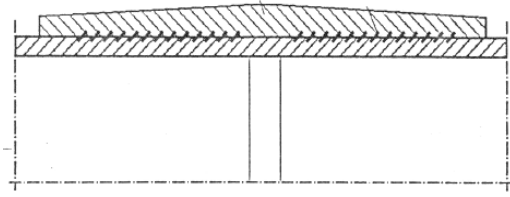
6.2 Από πολυαιθυλένιο (PE)

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των σωλήνων πολυαιθυλενίου έχουν ως εξής:

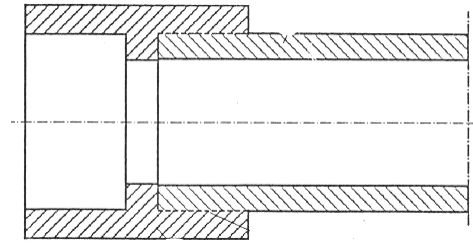
- Υλικό : Υπάρχουν σωλήνες από μαλακό και σκληρό πολυαιθυλένιο. Οι πρώτοι δεν χρησιμοποιούνται στα έργα ύδρευσης.
- Αντοχή σε εφελκυσμό: 8 N/χλστ² του υλικού
5 N/χλστ² των σωλήνων
(συντελεστής ασφαλείας 1,6). Η αντοχή του υλικού μειώνεται με την πάροδο του χρόνου
Οι πάρα πάνω τιμές ισχύουν για γήρανση του υλικού 50 ετών.
- Απαιτούμενο πάχος τοιχωμάτων σωλήνων: Υπολογίζεται όπως και στους σωλήνες από PVC.
- Μήκη σωλήνων: 5, 6 και 12 μέτρων. Για διαμέτρους < 125 χλστ υπάρχουν κουλούρες των 100 μέτρων. Για πολύ μικρές διαμέτρους υπάρχουν κουλούρες των 2000 μέτρων.
- Πιέσεις λειτουργίας σωλήνων: 2,5 , 6 και 10 bar.
- Διάμετρος σωλήνων: Από 15 έως 300 χλστ.
- Συνδέσεις: Αυτές γίνονται με ειδικά τεμάχια από ορείχαλκο (σχήμα 10) ή χυτοσίδηρο και με συγκόλληση (σχήμα 11).



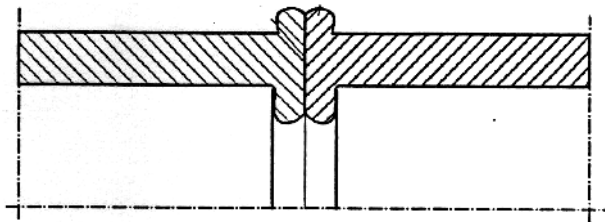
Σχήμα 10. Ορειχάλκινα ειδικά τεμάχια για σωλήνες από PE



Ηλεκτροσυγκόλληση για διαμέτρους σωλήνων $15 \leq \Phi \leq 125$ χλστ



Θερμοσυγκόλληση για διαμέτρους σωλήνων $15 \leq \Phi \leq 100$ χλστ



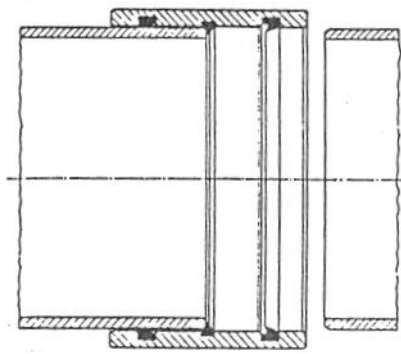
Θερμοσυγκόλληση για διαμέτρους σωλήνων $50 \leq \Phi \leq 300$ χλστ

Σχήμα 11. Συγκόλληση σωλήνων από PE

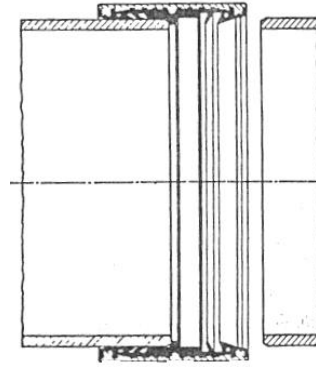
7.- Σωλήνες από πολυεστέρα

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των πολυεστερικών σωλήνων έχουν ως εξής:

- Υλικό σωλήνων: Πολυεστέρας με ενίσχυση υαλοβάμβακος.
- Πίεση λειτουργίας: 10 και 16 bar.
- Συνδέσεις: Με συνδέσμους DC και FWC (σχήμα 12).
- Μήκος σωλήνων: 6μ.
- Διάμετρος σωλήνων: Από 200 έως 2000 χλστ.
- Αντοχή υλικού: Το υλικό αντέχει σε χημική διάβρωση, στο ψύχος και στις υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης έχει λείες επιφάνειες στις οποίες δεν σχηματίζεται εύκολα κρούστα από άλατα.



Σύνδεσμος DC



Σύνδεσμος FWC

Σχήμα 12. Σύνδεσμοι πολυεστερικών σωλήνων

1.- Γενικά

Για την κατασκευή των αγωγών απαιτούνται οι πάρα κάτω εργασίες:

- Εκσκαφή σκάμματος
- Συναρμολόγηση του αγωγού
- Έλεγχος στεγανότητας και αντοχής του αγωγού
- Επίχωση και καθαρισμός του αγωγού

Πάρα κάτω θα αναφερθούν εν συντομία τα βασικά σημεία που πρέπει να προσεχθούν κατά την εκτέλεση αυτών των εργασιών.

2.- Εκσκαφή σκάμματος

2.1 Προεργασίες

Για την εκσκαφή του σκάμματος απαιτούνται οι εξής εργασίες:

- α) Διερεύνηση της ποιότητας του εδάφους (ευστάθεια πρανών, υπόγεια νερά, διαβρωτική ικανότητα υπόγειων νερών κ.λ.π.) με δοκιμαστικές τομές ή δοκιμαστικές γεωτρήσεις οι οποίες γίνονται κατά μήκος της χάραξης του αγωγού.
- β) Επισήμανση έργων άλλων οργανισμών κοινής ωφελείας (ΔΕΗ, ΟΤΕ, αποχέτευσης, αερίου κ.λ.π).
- γ) Επισήμανση επικινδύνων θεμελίων οικοδομών.

2.2 Προσδιορισμός βάθους σκάμματος:

- α) Σχεδιάζεται η μηκοτομή σε κλίμακα μηκών 1/1000 (ή 1/2500) και υψών 1/100 (ή 1/250). Τα σημεία λαμβάνονται ανά 20 μέτρα.
- β) Προσδιορίζεται το ελάχιστο βάθος τοποθέτησης των σωλήνων (έντυπο 251/3).
- γ) Χαράσσεται στο σχέδιο η γραμμή του πυθμένα του σκάμματος όπως και η γραμμή σκόπευσης.
- δ) Στα σημεία που η κλίση του αγωγού αλλάζει, τοποθετούνται Π που προσδιορίζουν την γραμμή σκόπευσης (σχ. 1). Με δύο ταφ που έχουν για ύψος την απόσταση μεταξύ της γραμμής σκόπευσης και του πυθμένα το ένα, το δε άλλο την απόσταση της γραμμής σκόπευσης από την κορυφή του σωλήνα , γίνεται ο έλεγχος του σωστού βάθους του σκάμματος και της τοποθέτησης των σωλήνων.



Σχήμα 1. Έλεγχος βάθους τοποθέτησης σωλήνων

2.3 Προσδιορισμός πλάτους λωρίδας εργασίας:

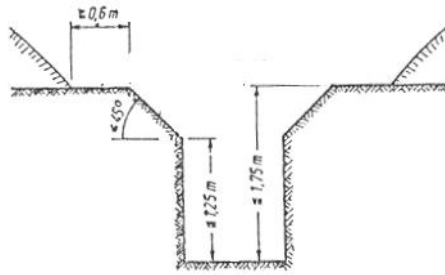
Η λωρίδα εργασίας αποτελείται

- α) από το πλάτος της εκσκαφής,
- β) από λωρίδα 60 εκατοστών εκατέρωθεν του σκάμματος,
- γ) από λωρίδα 2,5 μέτρων για την κίνηση των οχημάτων κατασκευής του έργου,
- δ) από λωρίδα 0,9 έως 1,8 μέτρων για την εναπόθεση των σωλήνων,
- ε) από λωρίδα πλάτους 3 έως 6 μέτρων για την εναπόθεση των προϊόντων εκσκαφής,
- ζ) από λωρίδα πλάτους 1,5 έως 2,5 μέτρων για την ξεχωριστή εναπόθεση της φυτικής γης.

2.3.1 Προσδιορισμός πλάτους εκσκαφής

Το πλάτος της εκσκαφής εξαρτάται από την ποιότητα του εδάφους και το απαιτούμενο βάθος του σκάμματος. Γενικά λαμβάνονται υπ' όψη τα εξής:

- α) Μέχρι βάθος εκσκαφής 1,25 μέτρων τα πρανή είναι κατακόρυφα. Σε εδάφη σταθερά και βραχώδη το βάθος αυτό αυξάνει μέχρι 1.75 μέτρα με την προϋπόθεση ότι το άνω τμήμα του σκάμματος θα αντιστηριχτεί κατάλληλα.
- β) Για σκάμματα με μεγαλύτερα βάθη η κλίση των πρανών πρέπει να είναι:
 - ασταθή εδάφη → $\leq 45^{\circ}$
 - σταθερά εδάφη → $\leq 60^{\circ}$
 - βραχώδη εδάφη → $\leq 80^{\circ}$



Σχήμα 2. Τομή σκάμματος

γ) Το πλάτος του σκάμματος στο ύψος του πυθμένα καθορίζεται συναρτήσει της εξωτερικής διαμέτρου των σωλήνων (D_{α}) ως εξής:

- σε σκάμματα με αντιστήριξη πρανών

$$D_{\alpha} \leq 40 \text{ εκ} \rightarrow B = D_{\alpha} + 40 \text{ εκ}$$

$$40 \leq D_{\alpha} \leq 80 \text{ εκ} \rightarrow B = D_{\alpha} + 70 \text{ εκ}$$

$$80 \leq D_{\alpha} \leq 140 \text{ εκ} \rightarrow B = D_{\alpha} + 85 \text{ εκ}$$

$$140 \leq D_{\alpha} \rightarrow B = D_{\alpha} + 100 \text{ εκ}$$

- σε σκάμματα χωρίς αντιστήριξη πρανών

$$B = D_{\alpha} + 40 \text{ εκ} \rightarrow \text{για κάθε περίπτωση εκτός της πάρα κάτω}$$

$$B = D_{\alpha} + 70 \text{ εκ} \rightarrow \text{για κλίση πρανών} \geq 60^{\circ} \text{ και ταυτόχρονα } D_{\alpha} \geq 40 \text{ εκ}$$

2.3 Αντιστήριξη πρανών (βλέπε έντυπα 345/1 – 2)

2.4 Συγκράτηση υπογείων υδάτων (βλέπε έντυπα 344/3)

2.5 Σταθεροποίηση πυθμένα σκάμματος

Όταν ο πυθμένας του σκάμματος δεν είναι σταθερός, η εκσκαφή γίνεται κατά 35 εκατοστά βαθύτερα προκειμένου να επιτευχθεί η σταθεροποίησή του με λιθόστρωση πάχους 20 εκατοστά και από πάνω με στρώση άμμου 15 εκατοστά.

Σε περιοχές που οι ποιότητα του εδάφους κατά μήκος του σκάμματος αλλάζει, το σκάμμα σκάβεται κατά 15 εκατοστά βαθύτερα και στην συνέχεια τοποθετείται στρώση αμμοχάλικου πάχους 15 εκατοστών.

3.- Συναρμολόγηση αγωγών

3.1 Παραλαβή σωλήνων

Οι σωλήνες που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να ελεγχθούν ως προς την ποιότητα της εξωτερικής και εσωτερικής των μόνωσης, τις αποκλείσεις από τις διαστάσεις και την αντοχή των στην πίεση. Πρέπει να γίνει επιλεκτικός

έλεγχος στο 10% των σωλήνων με την βοήθεια καταλλήλων οργάνων και σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές.

3.2 Μεταφορά σωλήνων

Η φόρτωση και εκφόρτωση των σωλήνων στα φορτηγά οχήματα πρέπει να γίνεται με προσοχή για να μην φθαρεί η μόνωση των σωλήνων.

3.3 Τοποθέτηση σωλήνων

Η καταβίβαση των σωλήνων στο σκάμμα γίνεται με γεραμούς και ιμάντες (όχι με αλυσίδες ή σχοινιά που καταστρέφουν την μόνωση). Όταν η συναρμολόγηση των σωλήνων γίνεται με μούφες ή πάσα, η κατασκευή των αγωγών αρχίζει από τα χαμηλά σημεία της μηκοτομής. Αγωγοί από ελαφριά υλικά π.χ. PVC, είναι δυνατόν να κατασκευασθούν και σε αντίθετη φορά.

3.4 Συναρμολόγηση σωλήνων

3.4.1 Με μούφες

Εκτελούνται οι πάρα κάτω εργασίες:

- α. Καθαρισμός μούφας
- β. Επάλειψη στεγανοποιητικών δακτυλίων με λιπαντικές ουσίες
- γ. Εισαγωγή του άκρου του ενός σωλήνα στη μούφα του άλλου με την βοήθεια μοχλών και άλλων εργαλείων.

3.4.2 Με πάσα

Η εργασία εκτελείται με μεγάλη προσοχή

3.4.3 Με ωτίδες

Η εργασία εκτελείται με ανάλογη προσοχή

3.4.4 Συγκόλληση χαλυβδοσωλήνων

- α. Οι σωλήνες συγκολλούνται μεταξύ τους επί της επιφανείας του εδάφους σε μεγαλύτερα τμήματα αγωγού. Ακολούθως καταβιβάζονται στον πυθμένα του σκάμματος και γίνεται η συγκόλληση τους με το ήδη κατασκευασμένο τμήμα του αγωγού. Δυνατόν είναι ο αγωγός να συγκολλείται εξ ολοκλήρου επί της επιφανείας του εδάφους και να καταβιβάζεται στο σκάμμα κατά συνεχή τρόπο με την βοήθεια 3 – 4 γερανών. Προσοχή πρέπει να δύνεται στην καμπυλότητα του αγωγού κατά την καταβίβαση στο σκάμμα ώστε να μην γίνεται υπέρβαση των τάσεων παραμόρφωσης του χάλυβος.
- β. Στην περίπτωση χρησιμοποίησης σωλήνων με κατά μήκος ραφή οι ραφές των γειτονικών σωλήνων δεν πρέπει να συμπίπτουν.

- γ. Όταν βρέχει πρέπει να χρησιμοποιούνται τέντες για να μην βρέχεται το σημείο συγκόλλησης.
- δ. Πρέπει πάντοτε να γίνεται ηλεκτροσυγκόλληση
- ε. Πρέπει να χρησιμοποιούνται εξειδικευμένοι και έμπειροι ηλεκτροσυγκολλητές.
- ζ. Πρέπει να γίνεται έλεγχος των ραφών . Ο έλεγχος αυτός γίνεται:
- με το μάτι
 - με ακτίνες (5 – 10% του συνόλου των ραφών)
 - με μικροκύματα
- η. Ακολουθεί αξιολόγηση της ποιότητας των ραφών και επισκευή των ακαταλλήλων.

3.4.5 Συγκόλληση σωλήνων PE

Οι σωλήνες θερμαίνονται και ακολούθως συμπιέζονται.

3.4.6 Μόνωση ραφών και οργάνων στο εργοτάξιο

Η μόνωση των ραφών εξωτερικά και εσωτερικά, πρέπει να αποκαθίσταται. Προς τούτο χρησιμοποιείται κατάλληλο μονωτικό υλικό το οποίο παραλαμβάνεται από το εργοστάσιο παραγωγής των σωλήνων. Επίσης όλα τα όργανα που τοποθετούνται στο έδαφος πρέπει να μονώνονται. Επειδή τούτο δεν είναι εύκολο συνιστάται η χρησιμοποίηση οργάνων με εξωτερική πλαστική επένδυση. Οι βίδες που χρησιμοποιούνται σε όλες τις συνδέσεις με ωτίδες πρέπει επίσης να μονώνονται. Καλύτερα όλη η σύνδεση να μονωθεί με πλαστική ύλη.

3.4.7 Κατασκευή αγκυρώσεων.

Ο υπολογισμός και ο τύπος των αγκυρώσεων δίνεται στα έντυπα 125/1-2.

3.4.8 Παραλαβή αγωγών πριν την επίχωση

Ο έλεγχος που γίνεται αφορά

- α) την τοποθέτηση του αγωγού σύμφωνα με την χάραξη και τα σχέδια της οριζοντιογραφίας και των μηκοτομών.
- β) την ομοιόμορφη έδραση των σωλήνων
- γ) την αποκατάσταση των ζημιών που υπέστησαν οι σωλήνες

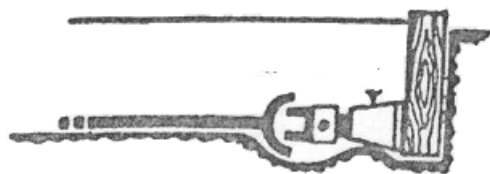
3.5 Επίχωση σκάμματος

Η επίχωση του σκάμματος γίνεται με προσοχή. Μεγάλες πέτρες δεν πρέπει να έρχονται σε επαφή με τους σωλήνες. Στα σημεία που έχουν

τοποθετηθεί όργανα, η επίχωση γίνεται μετά την εκτέλεση των δοκιμών αντοχής και στεγανότητας.

3.6 Δοκιμές αντοχής και στεγανότητας

- α. Οι δοκιμές γίνονται σε έτοιμα τμήματα αγωγού μήκους ≤ 500 μέτρων και σε έτοιμες περιοχές δικτύου. Στην πρώτη περίπτωση δοκιμάζεται σε αντοχή και στεγανότητα ο αγωγός και στην δεύτερη οι συνδέσεις των σωλήνων και των οργάνων που περιλαμβάνονται στο τμήμα του δικτύου που ελέγχεται.
- β. Πριν την δοκιμή γίνεται αγκύρωση των άκρων των σωλήνων. Η αντιστήριξη των γίνεται στο χώμα (σχ.3).



Σχήμα 3. Αντιστήριξη σωλήνων κατά τις δοκιμές

- γ. Το γέμισμα των σωλήνων γίνεται σιγά – σιγά για να φεύγει ο αέρας που υπάρχει στους σωλήνες (υπάρχουν προδιαγραφές γεμίσματος των σωλήνων που καθορίζουν την ταχύτητα γεμίσματος).
- δ. Η προστασία έναντι μεταβολών της θερμοκρασίας γίνεται με λινάτσες ή παρόμοια υλικά (η θερμοκρασία διαστέλλει ή συστέλλει τα υλικά και τούτο αλλοιώνει τα αποτελέσματα των μετρήσεων).
- ε. Η πίεση δοκιμής είναι συνάρτηση των υλικών των σωλήνων. Εκτελείται πρώτα μία αρχική δοκιμή και ακολούθως η κυρίως δοκιμή. Η πρώτη αποσκοπεί κυρίως στην πλήρωση των πόρων της εσωτερικής μόνωσης με νερό ώστε να μην σημειωθούν από αυτήν την αιτία απώλειες νερού κατά την διάρκεια της δοκιμής. Οι πιέσεις με τις οποίες γίνονται οι δοκιμές είναι:

Σωλήνες GGG, St, AZ, PVC, PE, HD → Πίεση σωλήνων + 5 bar

Σωλήνες SpB →

- αρχική δοκιμή: 1,5 X πίεση σωλήνων

- κυρίως δοκιμή: για πίεση σωλήνων <10 bar →

1,4X πίεση σωλήνων

για πίεση σωλήνων 16 bar →

πίεση σωλήνων+5 bar

Ανάλογα οι προδιαγραφές καθορίζουν την διάρκεια των δοκιμών και την πτώση της πίεσης στο τέλος της κάθε δοκιμής.

- Ζ. Επειδή δεν είναι βέβαιο ότι οι σωλήνες κατά την διάρκεια των δοκιμών θα είναι τελείως χωρίς φυσαλίδες αέρος, απαιτείται ένας πρόσθετος έλεγχος.

Κατ' αυτόν μετριέται η πτώση της πίεσης Δp μετά την αφαίρεση από το υπό έλεγχο δίκτυο, νερού όγκου ΔV . Για σωλήνες GGG ο εν λόγω έλεγχος γίνεται ως εξής:

$$\Delta V_{\theta} = (\alpha \Delta p L) / 100 \text{ και}$$

$$\Delta V = 1,5 \Delta V_{\theta}$$

όπου ΔV_{θ} = θεωρητικός όγκος νερού που αντιστοιχεί στην ελάττωση της πίεσης κατά Δp

ΔV = όγκος νερού που αφαιρείται

α = συντελεστής που λαμβάνεται από τον πάρα κάτω πίνακα

Διάμετρος (χλστ)	80	100	125	150	200	250	300
α	0,03	0,04	0,08	0,12	0,51	0,35	0,52

Δp = μετρηθείσα μεταβολή της πίεσης

L = μήκος σωλήνος

Για τους σωλήνες από άλλα υλικά ισχύουν αντίστοιχα άλλοι τύποι και άλλες τιμές του συντελεστή α .

Στην περίπτωση που ο έλεγχος δείξει ότι δεν ισχύει η πάρα πάνω ανισότητα, έπεται ότι οι σωλήνες περιέχουν αρκετή ποσότητα αέρος η οποία πρέπει να αφαιρεθεί προκειμένου να επαναληφθεί ο έλεγχος.

3.6 Παραλαβή έργου

Η παραλαβή του έργου γίνεται γραπτά με λεπτομερή καταγραφή όλων των αποτελεσμάτων των μετρήσεων σε τυποποιημένα έντυπα.

3.7 Τελικές εργασίες

- α. Επίχωση όλων των θέσεων των οργάνων που δεν έχουν επιχωθεί στην πρώτη φάση επίχωσης του έργου.
- β. Καθαρισμός και βάψιμο των φρεατίων
- γ. Σήμανση όλων των σημείων στα οποία έχουν τοποθετηθεί όργανα (βάνες, πυροσβεστικά στόμια κ.λ.π.) εντός του εδάφους.
- δ. Καθαρισμός των αγωγών με πλύση. Η ταχύτητα του νερού που διοχετεύεται στους αγωγούς πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,5 μ/δλ. Η απαιτούμενη ποσότητα νερού είναι 3 έως 5 φορές μεγαλύτερη από τον όγκο των αγωγών.
- ε. Απολύμανση των αγωγών. Αυτή γίνεται με την διοχέτευση διαλύματος χλωρίου (30 γραμμάρια ελεύθερο χλώριο/μ³ νερού).

ζ. Έλεγχος παροχетеυτικής ικανότητας των έργων. Όλα τα έργα ελέγχονται ως προς την παροχетеυτική των ικανότητα. Γίνονται μετρήσεις των πιέσεων και των παροχών. Εξ αυτών υπολογίζεται ο συντελεστής τραχύτητας των αγωγών. Εάν οι αγωγοί έχουν κατασκευαστεί και έχουν καθαριστεί σωστά η τιμή που υπολογίζεται πρέπει να είναι 0,1 χιλιοστά.

1.- Γενικά

Κατάσταση ανάγκης παρουσιάζεται όταν το δίκτυο ύδρευσης δεν είναι σε θέση να διοχετεύσει νερό σε ποιότητα και ποσότητα ικανοποιητική για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αίτια δημιουργίας τέτοιων καταστάσεων είναι:

- Ζημίες σε βασικούς αγωγούς, ιδιαίτερα των εξωτερικών υδραγωγείων, όπως και ζημίες στα άλλα βασικά έργα των δικτύων π.χ. πυρκαγιές σε αντλιοστάσια.
- Φυσικές καταστροφές όπως είναι οι πλημμύρες, οι σεισμοί κ.τ.λ..
- Ατυχήματα όπως είναι τα τροχαία βυτιοφόρων οχημάτων μεταφοράς επικινδύνων ουσιών για την ρύπανση των υπογείων νερών.
- Δολιοφθορές από τρομοκρατικές ενέργειες.
- Πολεμικές επιχειρήσεις κατά την διάρκεια των οποίων είναι δυνατόν να καταστραφούν μεγάλα τμήματα των υδραγωγείων.

Το κράτος πρέπει με νόμους να υποχρεώνει όλους τους δήμους και τις κοινότητες να λαμβάνουν εγκαίρως όλα τα απαραίτητα μέτρα για την στοιχειώδη ύδρευση των κατοίκων των στην περίπτωση που τα δίκτυα των τεθούν εκτός λειτουργίας για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

2. Παροχές

Οι απαιτούμενες παροχές για κατάσταση ανάγκης δίνονται στον πάρα κάτω πίνακα.

Πίνακας 1. Παροχές κατάστασης ανάγκης

1	Ύδρευση από πηγές	15	λ/κατ.ημ.
2	Ύδρευση από το δίκτυο ύδρευσης	100	λ/κατ.ημ.
3	Ελάχιστη ποσότητα νερού για επιβίωση 14 ημερών σε χώρους προστασίας (π.χ. καταφύγια)	2,5	λ/κατ.ημ.
4	Νοσοκομεία	75	λ/κρεβ.ημ.
5	Χειρουργεία + θάλαμοι μολυσματικών ασθενειών	150	λ/κρεβ.ημ.
6	Εξωτερικά ιατρεία	30	λ/ασθ.
7	Ζώα (μον.= 1 άλογο ή αγελάδα, 5γουρούνια, 10 πρόβατα)	40	λ/μον.ημ.
8	Σημαντικές βιοτεχνίες για την επιβίωση του πληθυσμού (μετά από έρευνα)		

3.- Ύδρευση σε κατάσταση ανάγκης από τα δίκτυα

Τα δίκτυα πρέπει να σχεδιάζονται κατά τρόπο ώστε να μην είναι εύκολη η θέση των εκτός λειτουργίας. Προς τούτο λαμβάνονται τα εξής μέτρα:

- Αποκέντρωση των υδροληψιών. Περισσότερες υδρομαστεύσεις και γεωτρήσεις σε διαφορετικές περιοχές βοηθούν ώστε να μην είναι εύκολη η καταστροφή όλων των υδροληψιών των πόλεων ταυτοχρόνως.
- Κατασκευάζονται κυκλοφοριακά δίκτυα με πολλούς μικρούς βρόχους οι οποίοι απομονώνονται εύκολα από το υπόλοιπο δίκτυο με βάνες τοποθετημένες σε κατάλληλα σημεία. Τούτο βοηθά στην διατήρηση σε λειτουργία μεγάλων τμημάτων των δικτύων ακόμα και όταν αυτά έχουν υποστεί κατά περιοχές σοβαρές ζημιές.
- Βοηθητικές γεωτρήσεις οι οποίες κατασκευάζονται σε κατάλληλες θέσεις αποτελούν σημαντική βοήθεια για την αντιμετώπιση κρίσιμων καταστάσεων. Αντλίες εκ των οποίων ορισμένες θα είναι χειροκίνητες, πρέπει να είναι εκ των προτέρων εγκαταστημένες και έτοιμες προς λειτουργία.
- Η ηλεκτρική ενέργεια του δικτύου πρέπει να είναι συνεχώς εξασφαλισμένη. Το δίκτυο πρέπει να διαθέτει ανεξάρτητο δίκτυο ηλεκτροδότησης και δικές του ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες σε όλα τα αντλιοστάσιά του και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού.
- Οι δεξαμενές ανάγκης πρέπει να είναι αρκετές και εγκατεστημένες σε κατάλληλα σημεία των πόλεων.
- Κινητές δεξαμενές νερού (βιτιοφόρα οχήματα) πρέπει να είναι διαθέσιμα για την ύδρευση των περιοχών που έχουν υποστεί ζημιές.
- Οι εγκαταστάσεις των γεωτρήσεων, τα αντλιοστάσια, οι δεξαμενές κ.τ.λ. σε περιοχές ιδιαίτερα σημαντικές για την άμυνα της χώρας, πρέπει να κατασκευάζονται κατά ιδιαίτερα ασφαλή τρόπο ώστε σε περίπτωση εχθροπραξιών να μην προσβάλλονται εύκολα.
- Η απολύμανση του νερού πρέπει σε κάθε περίπτωση να είναι εξασφαλισμένη. Κινητές μονάδες χλωρίωσης πρέπει να βρίσκονται έτοιμες για χρησιμοποίηση ανά πάσα στιγμή. Επίσης πρέπει να βρίσκεται αποθηκευμένη ικανοποιητική ποσότητα δισκίων χλωρίου για μεμονωμένη χρήση.

- Συστήματα τηλεπικοινωνιών (ενσύρματα και ασύρματα) πρέπει να βρίσκονται ανά πάσα στιγμή έτοιμα να χρησιμοποιηθούν για τον συντονισμό των ομάδων παροχής βοήθειας.
- Τα οχήματα των οργανισμών ύδρευσης δεν επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες έκτακτης ανάγκης. Πρόσθετα πρέπει να εξασφαλίζονται με επίταξη ιδιωτικών οχημάτων. Οι σχετικοί κατάλογοι πρέπει να είναι έτοιμοι εκ των προτέρων.
- Τα σχέδια δράσης και η εκπαίδευση του προσωπικού πρέπει να γίνουν εγκαίρως.

4.- Ύδρευση από επιλεγμένα σημεία σε κατάσταση ανάγκης

Όταν ένα δίκτυο ύδρευσης τεθεί εκτός λειτουργίας στο σύνολό του, ο πληθυσμός της περιοχής του δικτύου πρέπει να υδρευτεί με γεωτρήσεις εγκατεστημένες στην περιοχή του δικτύου ή σε γειτονικές περιοχές. Η μελέτη των έργων αυτών γίνεται ως εξής:

- Πρέπει να γίνει έρευνα για υπάρχουσες ιδιωτικές γεωτρήσεις και να γίνει καταγραφή της θέσης, της παροχεταιυτικής ικανότητας και της ποιότητας του νερού των, με ταυτόχρονες παρατηρήσεις υπό ποιες προϋποθέσεις θα είναι δυνατή η χρησιμοποίηση του νερού των (π.χ. μετά από βράσιμο ή χλωρίωση κ.τ.λ.).
- Κατασκευή νέων γεωτρήσεων για χρησιμοποιήσει μόνο σε περίπτωση ανάγκης. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των είναι:
 1. Παροχή = $6 \mu^3/\omega\rho$.
 2. Διάρκεια λειτουργίας = 15 $\omega\rho./\eta\mu$.
 3. Εξυπηρετούμενοι κάτοικοι = 6000/γεώτρηση
 4. Αριθμό κρουών υδροληψίας = 8 έως 10
 5. Ακτίνα περιοχής εξυπηρέτησης = 2000 μ .
- Πρέπει να λαμβάνονται όλα τα μέτρα προστασίας έναντι εξωτερικής μόλυνσης του νερού των γεωτρήσεων και να υπάρχουν αποθηκευμένα δισκία χλωρίου σε ικανοποιητικό αριθμό.

5.- Δραστηριότητες κατά την διάρκεια της κατάστασης ανάγκης.

Οι οργανισμοί ύδρευσης πρέπει να είναι προετοιμασμένοι για τις πάρα κάτω δραστηριότητες.

- Ταχύ έλεγχο της ποιότητας του νερού. Θα πρέπει να γίνει καταγραφή όλων των δημοσίων και ιδιωτικών εργαστηρίων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν γι' αυτόν τον σκοπό.
- Διαπίστωση της διαθέσιμης παροχής και πίεσης στο δίκτυο. Πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα ελάττωσης της πίεσης προκειμένου να περιορισθούν οι απώλειες νερού από τα κατεστραμμένα τμήματα των δικτύων. Πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα κατεστραμμένα τμήματα αγωγών να απομονώνονται. Ζημίες σε βασικούς αγωγούς πρέπει να αποκαθίστανται ταχύτατα. Προς τούτο πρέπει να γίνεται επίταξη ιδιωτικών οχημάτων και μηχανημάτων βάσει σχεδίου. Επίσης πρέπει να γίνεται επιστράτευση μηχανικών και τεχνιτών.
- Πληροφόρηση του πληθυσμού για την δυνατότητα εύρεσης νερού με οχήματα εξοπλισμένα με μεγάφωνα. Τα οχήματα αυτά περιφερόμενα στις πληγείσες περιοχές θα γνωστοποιούν στους κατοίκους τις θέσεις υδροληψίας.