



Υλικά και Στοιχεία Κατασκευής Αγωγών

Π. Σιδηρόπουλος

Εργαστήριο Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Π.Θ.

E-mail: psidirop@uth.gr



Αποχέτευση Οικισμού

- Οι αγωγοί αποχέτευσης κατασκευάζονται είτε με προκατασκευασμένους σωλήνες είτε χυτοί επί τόπου του έργου.
- Με την πρώτη μέθοδο κατασκευάζονται οι αγωγοί με διατομή μικρού ή μεσαίου μεγέθους ενώ με την δεύτερη αγωγοί μεγάλης διατομής.
- Στην Ελλάδα προσφέρονται στην αγορά προκατασκευασμένοι σωλήνες μόνο κυκλικής διατομής ενώ σε άλλες χώρες και ωοειδείς.
- Η κατασκευή των σωλήνων γίνεται βάσει ελληνικών προδιαγραφών ή, όταν δεν υπάρχουν ελληνικές, βάσει των διεθνών ISO ή των γερμανικών DIN.



Αποχέτευση Οικισμού

- ο Διακρίνονται σε:
 1. Αργιλοπυριτικοί σωλήνες
 2. Σωλήνες από οπλισμένο σκυρόδεμα
 3. Σωλήνες από αμιαντοτσιμέντο
 4. Πλαστικοί σωλήνες
 5. Χυτοσιδηροί σωλήνες
 6. Χαλύβδινοι σωλήνες
 7. Χυτοί αγωγοί



Αποχέτευση Οικισμού

- Αργιλοπυριτικοί σωλήνες
 - ❖ Οι αργιλοπυριτικοί σωλήνες χρησιμοποιούνται στις αποχετεύσεις από τον προηγούμενο αιώνα.
 - ❖ Κύρια πλεονεκτήματά τους είναι η στεγανότητα και η ανθεκτικότητά τους έναντι μηχανικής και χημικής διάβρωσης.
 - ❖ Μειονεκτήματά τους είναι η παντελής έλλειψη ελαστικότητας με συνέπεια την εύκολη θραύση των, το μεγάλο σχετικά βάρος, η αδυναμία διατήρησης κανονικών διαστάσεων κατά την παραγωγή και το μικρό μήκος των.
 - ❖ Το σύνηθες μήκος των είναι 1,0 μέτρο σπανιότερα δε 1,5 μέτρα.
 - ❖ Στην Ελλάδα παράγονται σωλήνες μέχρι Φ40 εκατοστά.
 - ❖ Στην Γερμανία μέχρι Φ100 εκατοστά.
 - ❖ Για τις αλλαγές κατεύθυνσης, τις συμβολές αγωγών κ.τ.λ. υπάρχουν ειδικά τεμάχια.

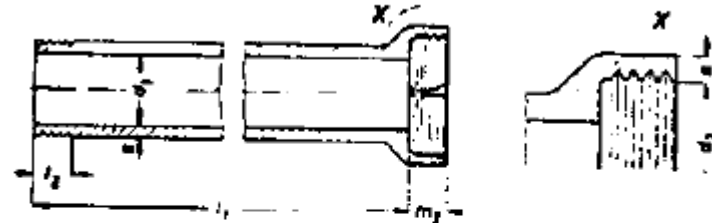


Αποχέτευση Οικισμού

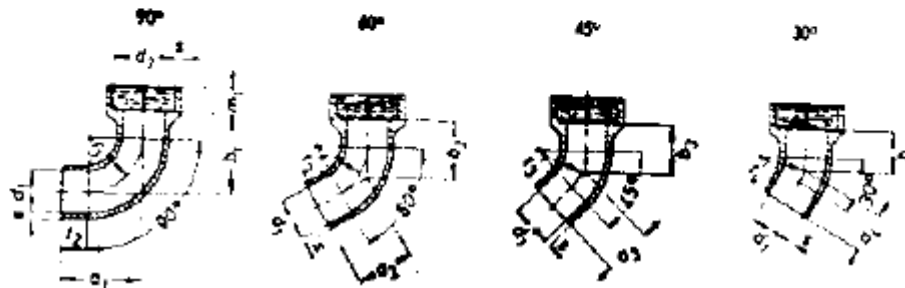
- Ειδικά τεμάχια

Αργιλοπυριτικοί σωλήνες (DIN 1230)

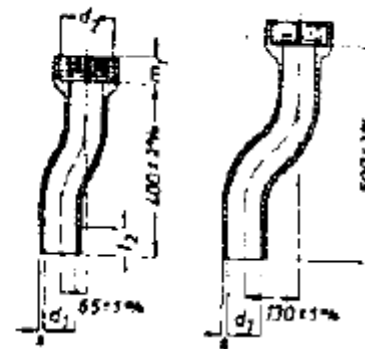
Τυποποιημένος σωλήνας



Γωνίες



Ειδικά τεμάχια παράλληλης μετατόπισης σωλήνων



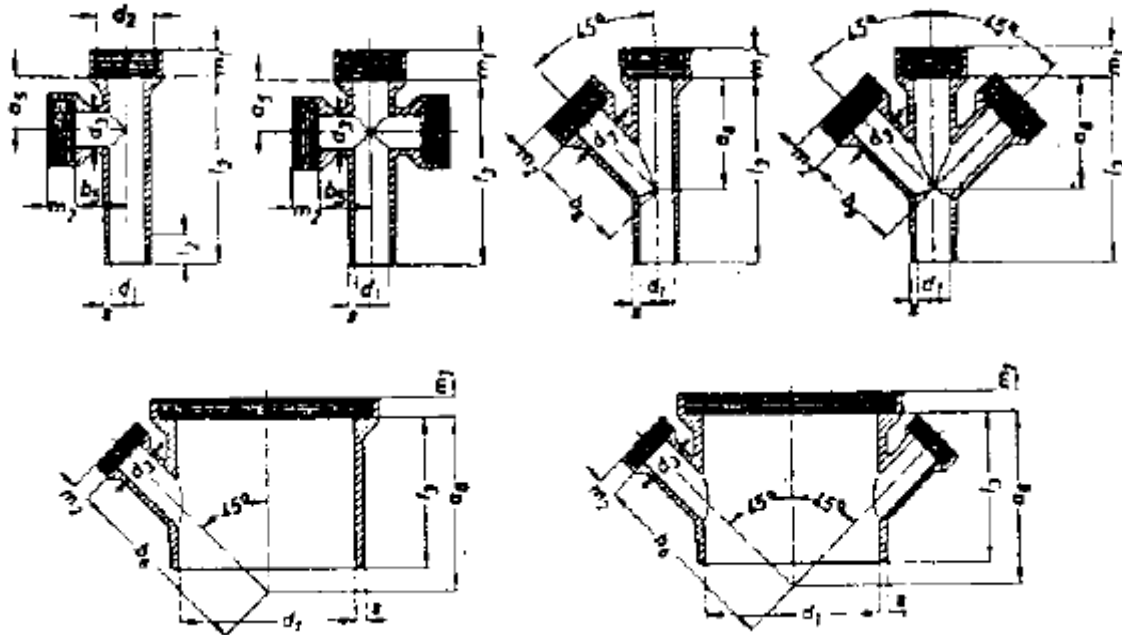


Αποχέτευση Οικισμού

- Ειδικά τεμάχια

Αργιλοπυριτικοί σωλήνες (DIN 1230)

Ειδικά τεμάχια διακλάδωσης και συμβολής



Συστολές, διαστολές





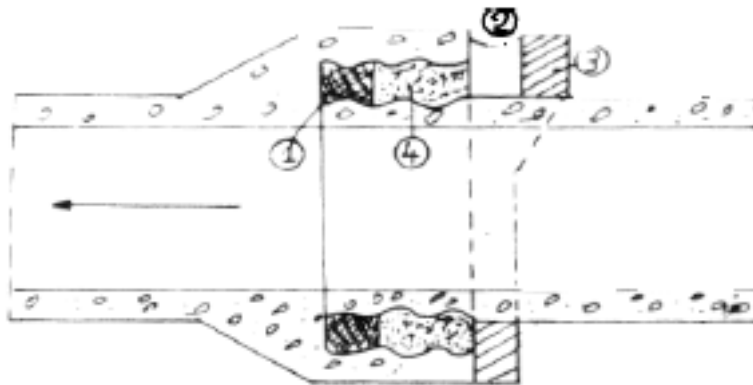
Αποχέτευση Οικισμού

- Αργιλοπυριτικοί σωλήνες
 - ❖ Στην ελληνική αγορά βρίσκονται λίγα μόνο από τα παραπάνω ειδικά τεμάχια.
 - ❖ Για αυτόν τον λόγο δημιουργούνται στην πράξη πρόσθετες δυσκολίες.
 - ❖ Η άρτια εκτέλεση των συνδέσεων των σωλήνων έχει μεγάλη σημασία καθώς από μη στεγανές συνδέσεις είναι δυνατή
 - α) η εκροή λυμάτων η οποία έχει σαν συνέπεια την μόλυνση των υπογείων νερών και
 - β) η εισροή υπογείων υδάτων στο δίκτυο η οποία έχει σαν συνέπεια την αύξηση των παροχών των δικτύων.
 - ❖ Σαν υλικό στεγανοποίησης αρχικά χρησιμοποιήθηκε η άργιλος.
 - ❖ Μειονέκτημα της ήταν ότι εισχωρούσαν σε αυτήν ρίζες φυτών οι οποίες και κατέστρεφαν την στεγανότητα της σύνδεσης.
 - ❖ Η χρησιμοποίηση τσιμεντοκονίας αποδείχθηκε επίσης ακατάλληλη λόγω της έλλειψης κάθε ελαστικότητας.



Αποχέτευση Οικισμού

- ο Αργιλοπυριτικοί σωλήνες
 - ❖ Καταλληλότερα υλικά αποδείχθηκαν στην πράξη το κατραμόσχοινο και το κανναβόσχοινο.
 - ❖ Αυτά σφηνώνονται στο βάθος του αρμού της μούφας.
 - ❖ Ο υπόλοιπος κενός χώρος γεμίζει με ασφαλτικό ή άλλο κατάλληλο χυτό υλικό (σχ.1).



1. Κατραμόσχοινο
2. Οπή έκχυσης
3. Βοηθητικός ελαστικός δακτύλιος έκχυσης
4. Χυτό υλικό

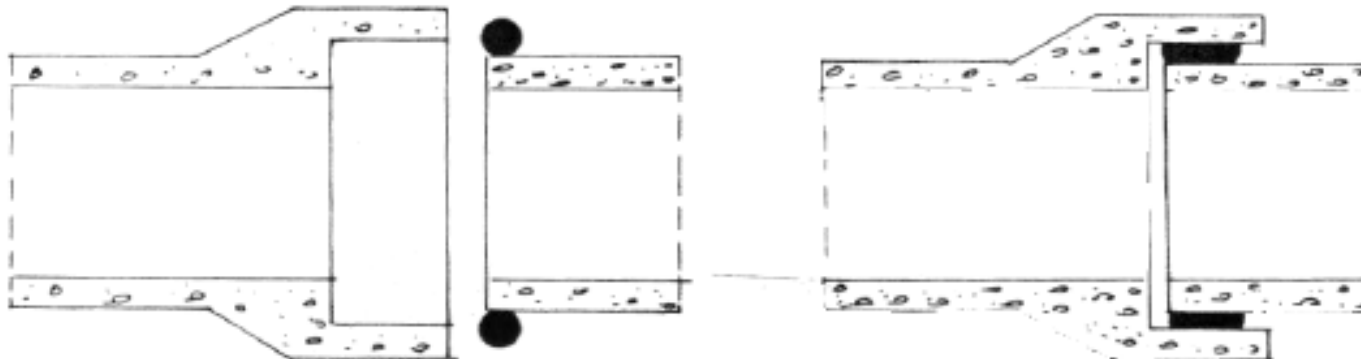
Παρατήρηση: Η πλήρωση του χώρου με χυτό υλικό πρέπει να γίνεται από την μία πλευρά του σωλήνα για να μπορεί να φεύγει ο αέρας από την άλλη.

Σχήμα 1. Σύνδεση αργιλοπυριτικών σωλήνων με χυτό υλικό.



Αποχέτευση Οικισμού

- ο Αργιλοπυριτικοί σωλήνες
 - ❖ Η στεγανοποίηση με αυτόν τον τρόπο απαιτεί πολλή εργασία και η ποιότητά της εξαρτάται από την επιμέλεια με την οποία γίνεται η κατασκευή.
 - ❖ Για τον λόγο αυτό τελευταία γίνεται χρήση συνδέσεων με ελαστικά ειδικά τεμάχια (σχ.2-4).



Παρατήρηση: Η στεγανοποίηση δεν είναι επιτυχής όταν η διατομή των σωλήνων δεν είναι τελείως κυκλική.

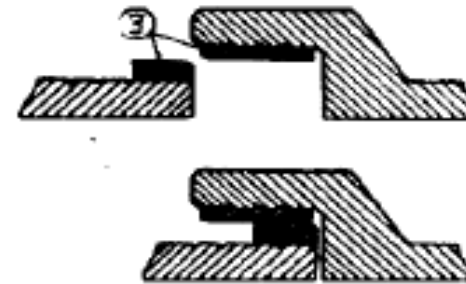
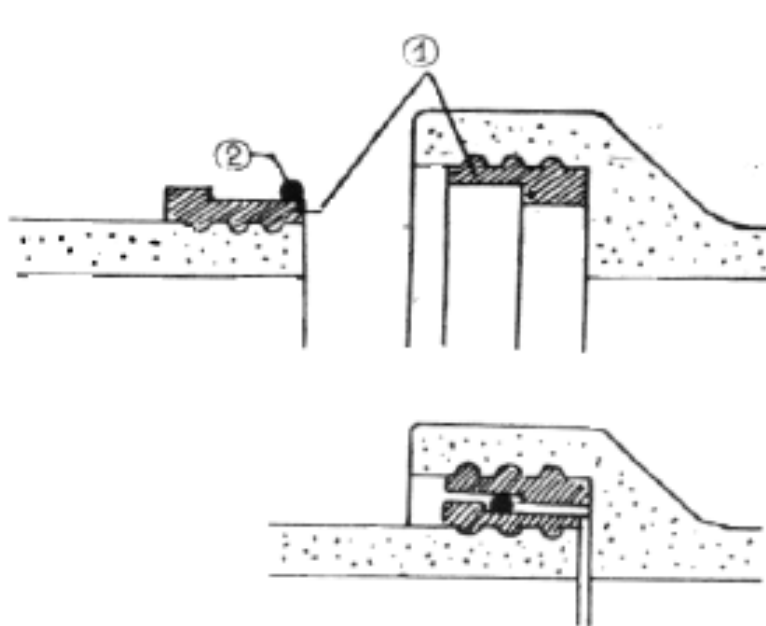
Σχήμα 2. Σύνδεση αργιλοπυριτικών σωλήνων με κυκλικό ελαστικό δακτύλιο.



Αποχέτευση Οικισμού

ο Αργιλοπυριτικοί σωλήνες (εφυαλωμένοι)

❖ Για τον λόγο αυτό τελευταία γίνεται χρήση συνδέσεων με ελαστικά ειδικά τεμάχια (σχ.2-4).



1. Πολυεστέρας
2. Ελαστικός δακτύλιος
3. Ομόκεντροι ελαστικοί δακτύλιοι

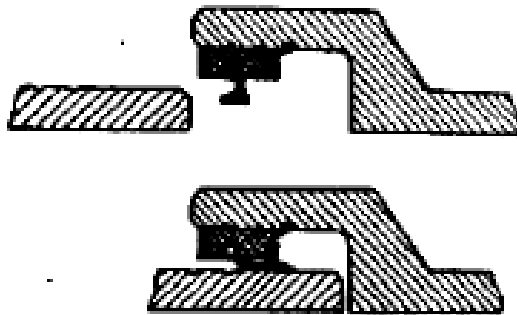
Παρατήρηση: Χρησιμοποιούνται συνήθως για διατομές $\varnothing 200$ - $\varnothing 1000$ χλστ.

Σχήμα 3. Ειδικές μούφες τύπου Κ για αργιλοπυριτικούς σωλήνες.



Αποχέτευση Οικισμού

- ο Αργιλοπυριτικοί σωλήνες (εφυαλωμένοι)
- ❖ Για τον λόγο αυτό τελευταία γίνεται χρήση συνδέσεων με ελαστικά ειδικά τεμάχια (σχ.2-4).



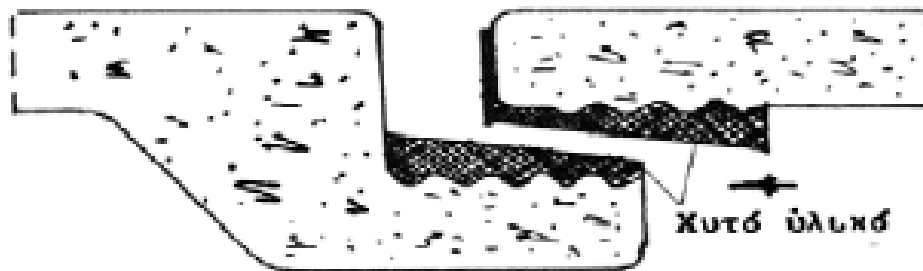
Παρατήρηση: Χρησιμοποιούνται
συνήθως για διατομές
Ø100-Ø200 χλστ.

Σχήμα 4. Ειδικές μούφες τύπου L για αργιλοπυριτικούς σωλήνες.



Αποχέτευση Οικισμού

- ο Αργιλοπυριτικοί σωλήνες (εφυαλωμένοι)
- ❖ Στο σχήμα 5 δίνεται ένας διαφορετικός τύπος στεγανοποίησης της μούφας με χυτό στεγανοποιητικό υλικό.



Παρατήρηση: Οι δοκτύλιοι από το χυτό υλικό χύνονται με την βοήθεια ειδικών καλουπιών

Σχήμα 5. Ειδικές κωνικές μούφες γι' αργιλοπυριτικούς σωλήνες.



Αποχέτευση Οικισμού

- ο Σωλήνες από οπλισμένο σκυρόδεμα
 - ❖ Πλεονεκτήματα των σωλήνων από το υλικό αυτό σε σχέση με τους αργιλοπυριτικούς σωλήνες, είναι ότι
 1. κατασκευάζονται σε μεγαλύτερα μήκη,
 2. επιτυγχάνεται κατά την κατασκευή τους μεγαλύτερη ακρίβεια των διαστάσεών τους και τέλος
 3. με τον σιδηρό οπλισμό είναι δυνατόν η αντοχή των να καθοριστεί ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε περίπτωσης.
 - ❖ Σαν μειονέκτημα μπορούμε να αναφέρουμε την μικρή αντοχή του σκυροδέματος στην διάβρωση από διάφορες χημικές ουσίες όπως είναι το θείο (S), το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και άλλες παρόμοιες οι οποίες βρίσκονται στα λύματα.
 - ❖ Επίσης, η στεγανότητα των τοιχωμάτων των σωλήνων επιτυγχάνεται πολύ δύσκολα και η αντοχή τους στην μηχανική φθορά η οποία προκαλείται από το σύρσιμο της άμμου, είναι σχετικά μικρή.



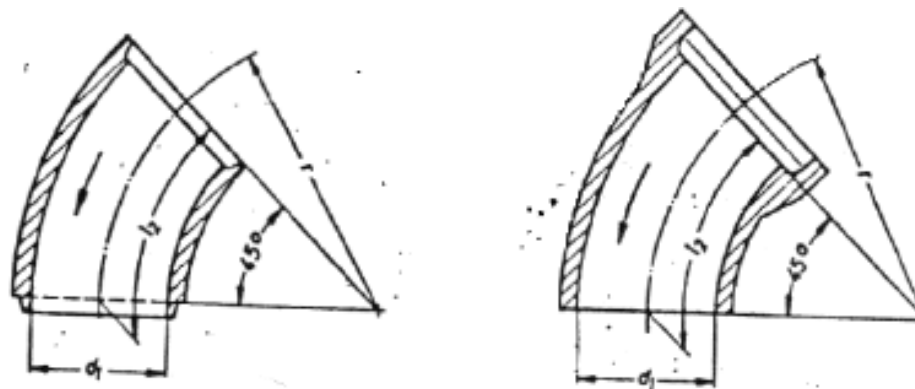
Αποχέτευση Οικισμού

ο Σωλήνες από οπλισμένο σκυρόδεμα

❖ Τα παραπάνω σοβαρά μειονεκτήματα αντιμετωπίζονται στην πράξη ως εξής:

1. Επένδυση του κάτω τμήματος των σωλήνων με αργιλοπυριτικά πλακίδια. κατασκευάζονται σε μεγαλύτερα μήκη,
2. Επάλειψη με ουσίες εποξειδικής βάσης ή με ισχυρά τσιμεντοκονιάματα.
3. Χρησιμοποίηση ειδικών μεθόδων κατασκευής των σωλήνων (φυγοκέντριση, κενόν).

❖ Προκατασκευασμένα ειδικά τεμάχια για τις αλλαγές κατεύθυνσης, τις συμβολές αγωγών κ.λ.π., υπάρχουν ελάχιστα (σχ.3).

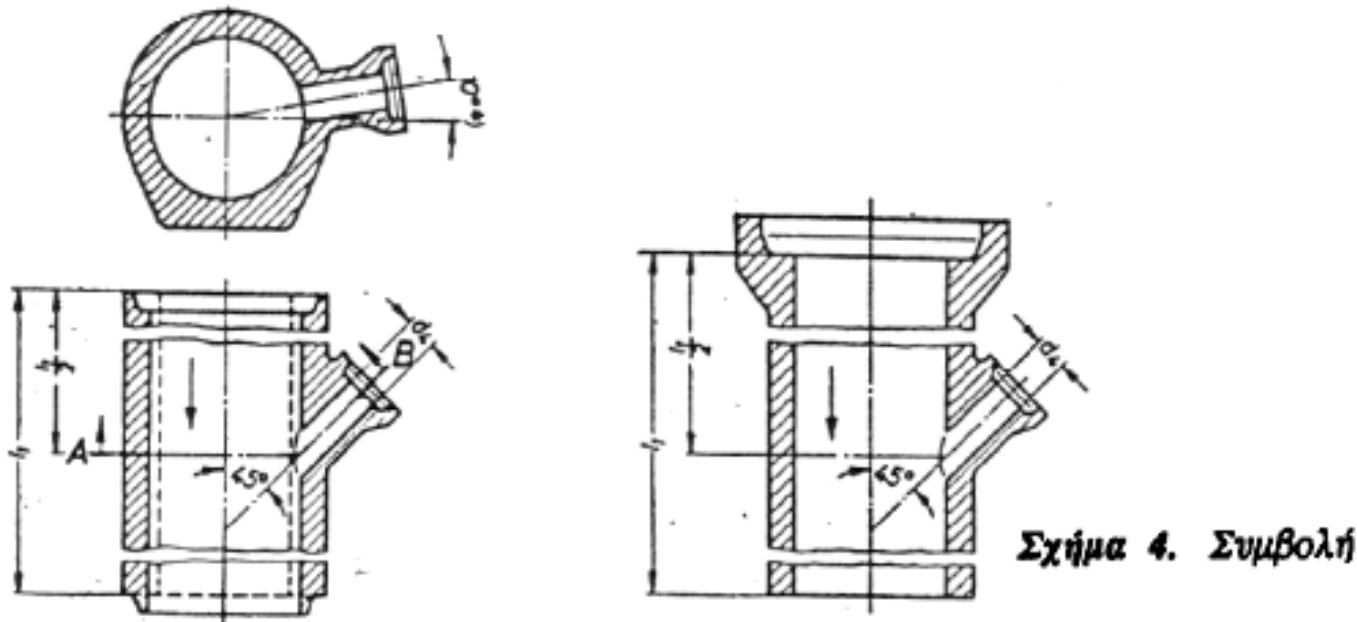


Σχήμα 3. Γωνίες 45ο



Αποχέτευση Οικισμού

- Σωλήνες από οπλισμένο σκυρόδεμα
 - ❖ Στις άλλες περιπτώσεις αυτά κατασκευάζονται επί τόπου του έργου.
 - ❖ Για τις συνδέσεις των οικιών υπάρχουν ειδικά τεμάχια υποδοχής (σχ.4).
 - ❖ Στην Ελλάδα πολλές φορές οι συνδέσεις αυτές εκτελούνται πολύ κακότεχνα με διάνοιξη οπής στον σωλήνα.

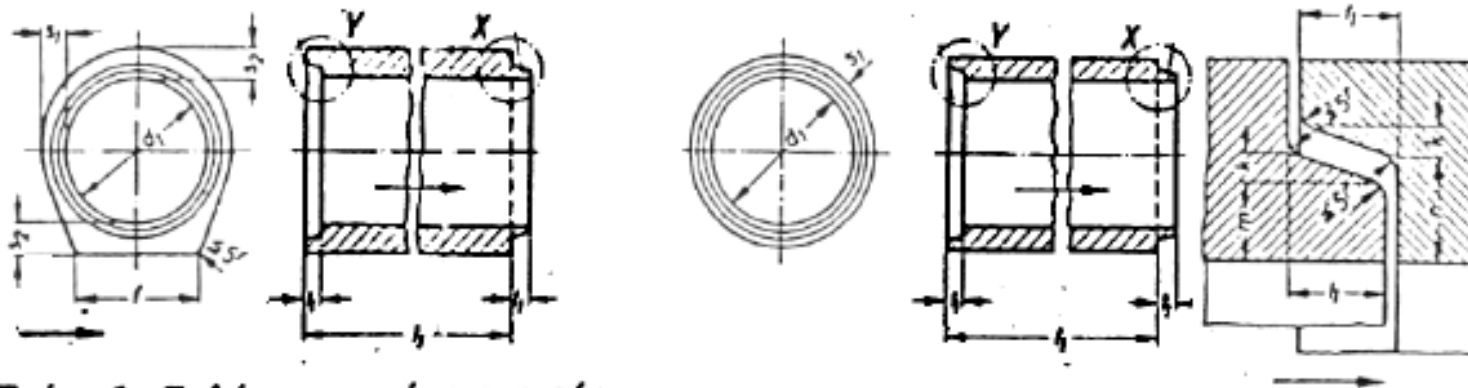




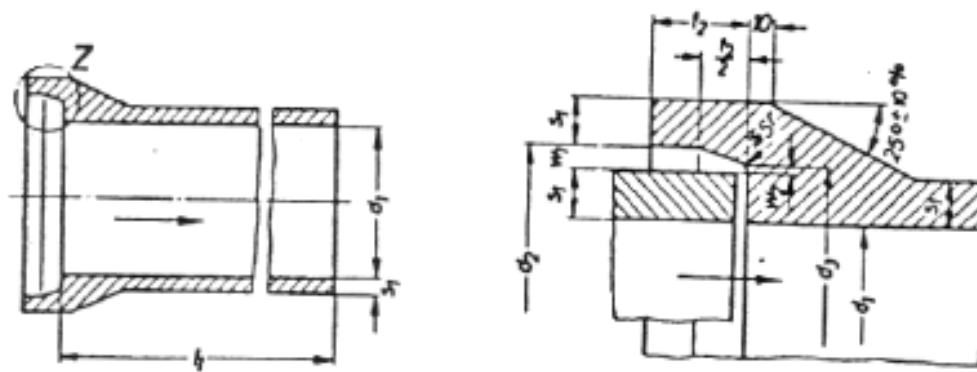
Αποχέτευση Οικισμού

ο Σωλήνες από οπλισμένο σκυρόδεμα

❖ Η σύνδεση των σωλήνων μεταξύ τους γίνεται με αυλακωτή ή καμπανοειδή μούφα (σχ. 1 και 2).



Σχήμα 1. Σωλήνες με μούφα εγκοπής



Σχήμα 2. Σωλήνες με μούφα καμπανοειδή



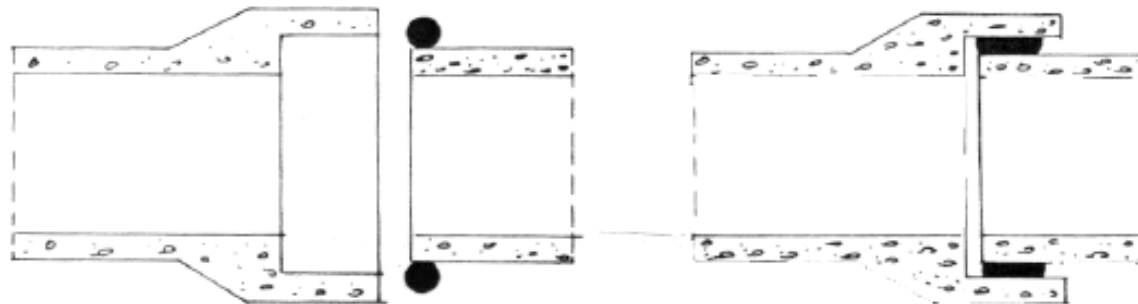
Αποχέτευση Οικισμού

- ο Σωλήνες από οπλισμένο σκυρόδεμα
 - ❖ Η στεγανοποίηση των συνδέσεων εξασφαλίζεται
 1. στην πρώτη περίπτωση κατά το σχήμα 6,



Σχήμα 6. Σύνδεση σωλήνων από σκυρόδεμα με αυλακωτή μούφα.

2. στη δε δεύτερη με ελαστικούς δακτυλίους, όπως οι Αργιλοπυριτικοί .



Παρατήρηση: Η στεγανοποίηση δεν είναι επιτυχής όταν η διατομή των σωλήνων δεν είναι τελείως κυκλική.



Αποχέτευση Οικισμού

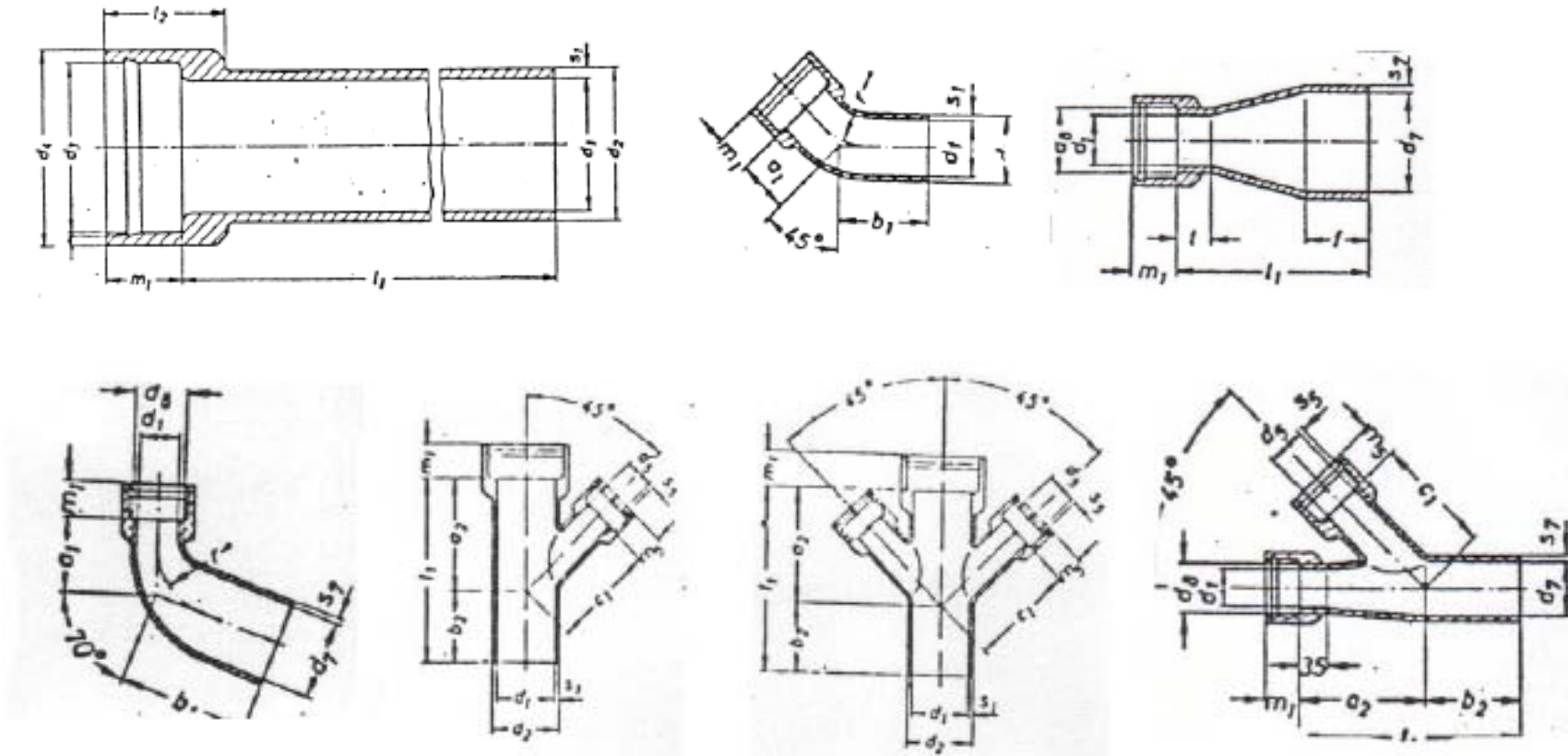
- Σωλήνες από αμιαντοτσιμέντο
 - ❖ Οι σωλήνες από αμιαντοτσιμέντο κατασκευάζονται σε μήκη 4-5 μέτρων.
 - ❖ Τα κυριότερα πλεονεκτήματά τους είναι:
 1. Μικρό βάρος και επομένως μικρά έξοδα μεταφοράς.
 2. Εύκολη τοποθέτηση.
 3. Λόγω του μεγάλου μήκους των σωλήνων, σοβαρή ελάττωση του αριθμού των συνδέσεων.
 4. Εύκολη τοποθέτηση ειδικών τεμαχίων σε ήδη κατασκευασμένο αγωγό καθώς η τομή του υλικού είναι εύκολη και οι χρησιμοποιούμενες συνδέσεις διευκολύνουν εργασίες αυτού του είδους.
 5. Ικανοποιητική αντοχή σε χημική διάβρωση. Αυτή μπορεί να βελτιωθεί ακόμη περισσότερο με την χρησιμοποίηση προστατευτικών επαλείψεων με πίσσα κ.τ.λ.
 - ❖ Στην πράξη χρησιμοποιούνταν οι σωλήνες αυτοί σε μεγάλη κλίμακα λόγω των αναφερθέντων πλεονεκτημάτων του υλικού.



Αποχέτευση Οικισμού

ο Σωλήνες από αμιαντοτσιμέντο

- ❖ Ιδιαίτερα χρησιμοποιούνταν στην κατασκευή σιφώνων, αγωγών εκβολής λυμάτων σε λίμνες, αγωγών υποβίβασης της στάθμης του υπόγειου ορίζοντα κ.τ.λ.
- ❖ Για τις αλλαγές κατεύθυνσης, τις συμβολές αγωγών κ.τ.λ. υπάρχουν ειδικά τεμάχια .





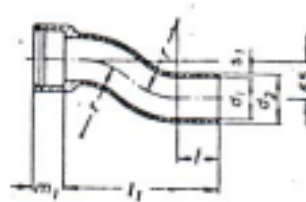
Αποχέτευση Οικισμού

ο Σωλήνες από αμιαντοτσιμέντο

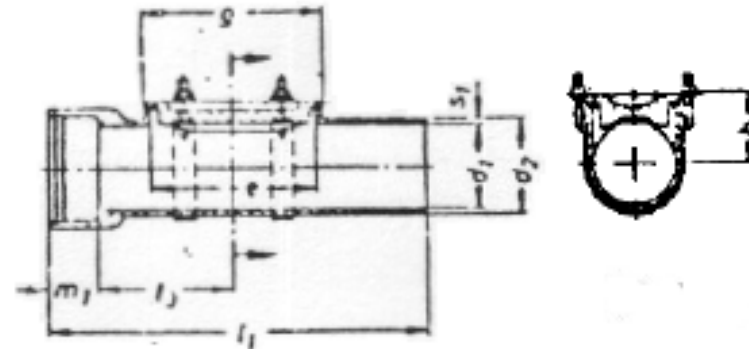
❖ Για τις αλλαγές κατεύθυνσης, τις συμβολές αγωγών κ.τ.λ. υπάρχουν ειδικά τεμάχια.



Σύνδεση σωλήνων
με μούφες



Ειδικά τεμάχια
παράλληλης
μετατόπισης



Ειδικά τεμάχια καθαρισμού σωληνώσεων

❖ Αυτά βρίσκονται εύκολα στην ελληνική αγορά, πράγμα που διευκολύνει την χρησιμοποίηση του υλικού αυτού στην κατασκευή των δικτύων αποχέτευσης.



Αποχέτευση Οικισμού

- Σωλήνες από αμιαντοτσιμέντο
- ❖ Για την σύνδεση των σωλήνων που δεν έχουν μούφα χρησιμοποιείται ο σύνδεσμος REKA (σχ.7).



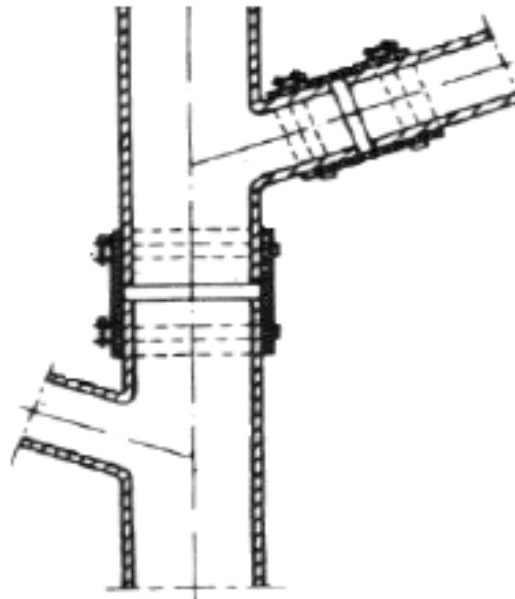
Σχήμα 7. Σύνδεση αμιαντοτσιμεντοσωλήνων με σύνδεσμο REKA.

Οι σύνδεσμοι REKA αποτελούνται από μία μούφα από ινοτσιμέντο που εσωτερικά φέρει τρεις εγκοπές. Στην μεσαία εγκοπή τοποθετείται ελαστικός δακτύλιος στάσεως ειδικής διατομής που εξασφαλίζει την παραλαβή των συστολοδιαστολών, διευκολύνει την συναρμολόγηση και προστατεύει τα άκρα του σωλήνα. Στις δύο ακραίες εγκοπές τοποθετούνται δύο ελαστικοί δακτύλιοι στεγανότητας που εξασφαλίζουν την στεγανότητα από το εσωτερικό προς τα έξω και αντίστροφα. Οι δύο αυτοί ελαστικοί δακτύλιοι εφαρμόζονται με μια μικρή προένταση, ώστε να μην μπορούν να μετατοπιστούν μέσα στα αυλάκια του συνδέσμου από ινοτσιμέντο.



Αποχέτευση Οικισμού

- Σωλήνες από αμιαντοτσιμέντο
- ❖ Στις σωληνώσεις εντός των οικιών, η σύνδεση των σωλήνων είναι δυνατή μέσω ελαστικών καλύπτρων (σχ. 9).



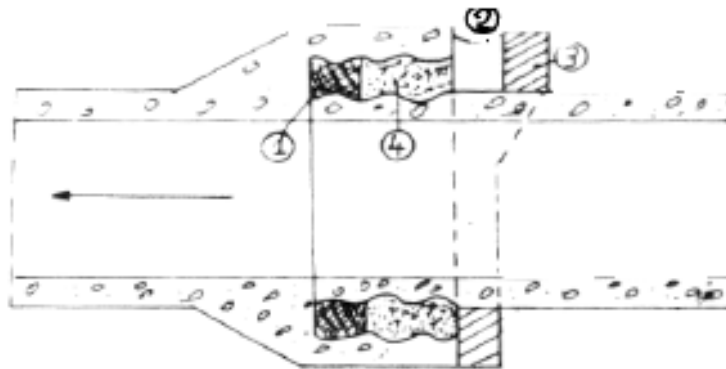
Σχήμα 9. Σύνδεση σωλήνων αμιαντοτσιμέντου χωρίς μούφες με ελαστικό παρέμβυσμα διά καλύπτρας (Manscheitendichtung).



Αποχέτευση Οικισμού

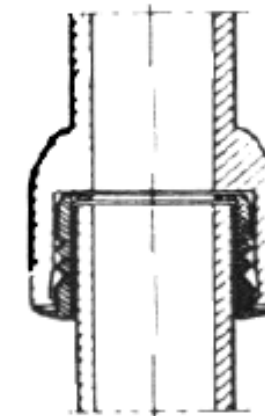
ο Σωλήνες από αμιαντοτσιμέντο

- ❖ Στους σωλήνες με μούφα η στεγανοποίηση γίνεται είτε κατά το σχήμα όπως οι αργιλοπυριτικοί



1. Κατραμύσχοινο
2. Οπή έγχυσης
3. Βοηθητικός ελαστικός δακτύλιος έγχυσης
4. Χυτό υλικό

- ❖ είτε μέσω ειδικών ελαστικών εξαρτημάτων (σχ.8)



Σχήμα 8. Σύνδεση σωλήνων αμιαντοτσιμέντου με μούφα και ειδικό ελαστικό εξάρτημα (Eternit AG).



Αποχέτευση Οικισμού

- Πλαστικοί σωλήνες
 - ❖ Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους είναι:
 - Σκληρό χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC-σκληρό)
 - Σκληρό πολυαιθυλένιο (PE-σκληρό)
 - Μαλακό πολυαιθυλένιο (PE-μαλακό)
 - Πλαστικά ενισχυμένα με υαλοβάμβακα (GFK), π.χ. πολυεστερικοί σωλήνες
 - ❖ Τα κυριότερα πλεονεκτήματα τα οποία παρουσιάζουν οι πλαστικοί σωλήνες αναφέρονται παρακάτω.
- I. Σωλήνες από σκληρό PVC
 1. Έχουν μικρό βάρος.
 2. Είναι άθραυστοι.
 3. Είναι τελείως στεγανοί.
 4. Παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στην χημική και βιοχημική διάβρωση.
 5. Είναι τελείως λείοι με αποτέλεσμα να περιορίζεται ο σχηματισμός εσωτερικών επιστρώσεων αλάτων επί των τοιχωμάτων τους (πουρί).
 6. Η χρησιμοποίηση και συναρμολόγησή τους είναι εύκολη.



Αποχέτευση Οικισμού

ο Πλαστικοί σωλήνες

- ❖ Τα κυριότερα πλεονεκτήματα τα οποία παρουσιάζουν οι πλαστικοί σωλήνες αναφέρονται παρακάτω.

II. Σωλήνες από σκληρό PE

Εκτός από τα παραπάνω αναφερόμενα πλεονεκτήματα οι σωλήνες αυτοί παρουσιάζουν επιπρόσθετα και τα εξής:

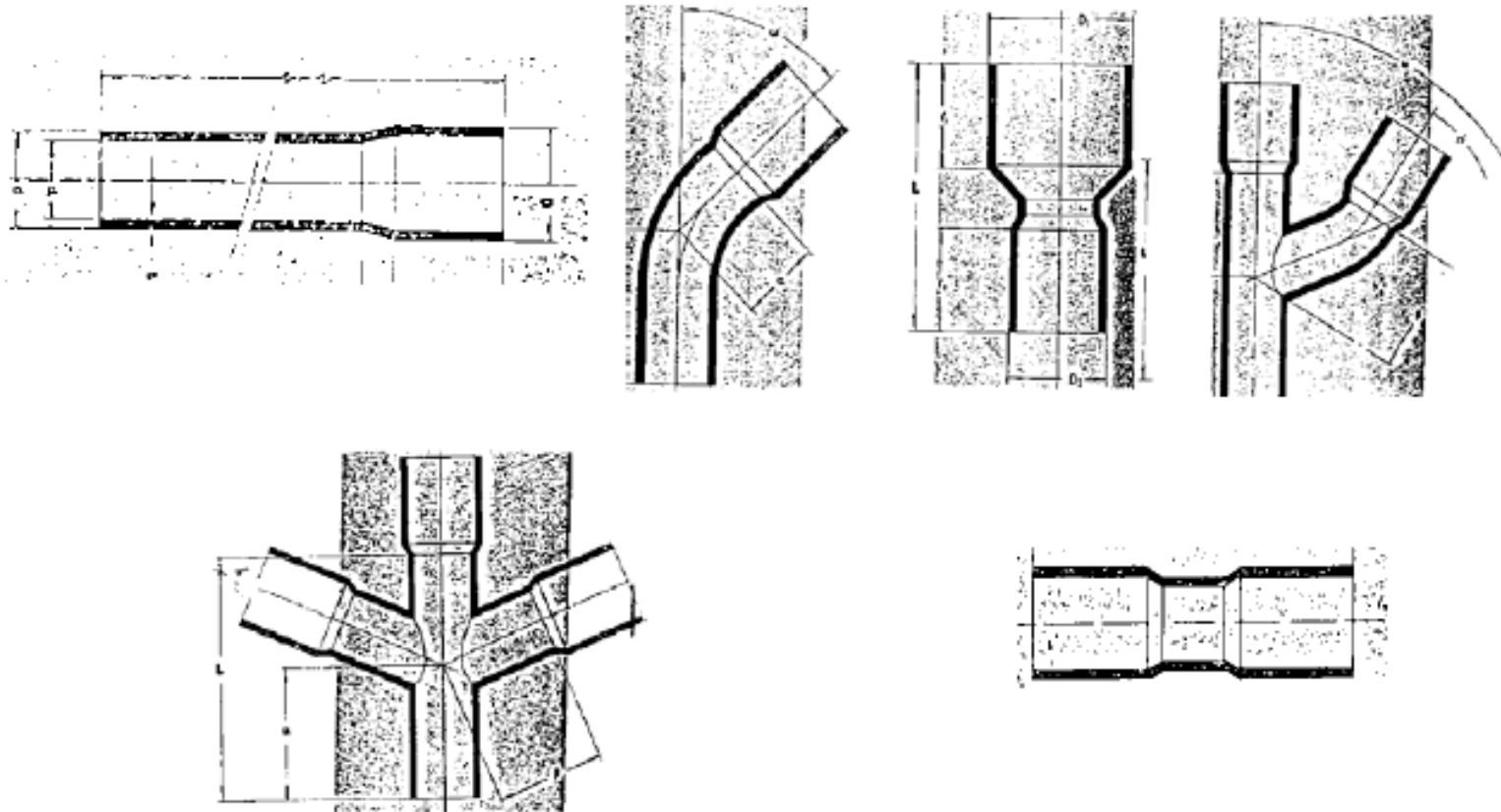
2. Μεγάλα μήκη σωλήνων (μέχρι 12 μέτρα ή σε ειδικές περιπτώσεις και μεγαλύτερα).
 3. Μεγάλες διαμέτροι (μέχρι 1,2 μέτρα και με ειδικές μεθόδους παραγωγής ακόμη μεγαλύτερες).
 4. Ασφαλή σύνδεση των σωλήνων με ηλεκτροκόλληση (σε ορισμένες περιπτώσεις).
- ❖ Σωλήνες από μαλακό πολυαιθυλένιο δεν χρησιμοποιούνται στις αποχετεύσεις.
 - ❖ Επίσης οι πολυεστερικοί σωλήνες και γενικότερα οι σωλήνες GFK (σωλήνες από πλαστικό ενισχυμένο με υαλόνημα) δεν έχουν αρχίσει ακόμη να χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα.



Αποχέτευση Οικισμού

ο Πλαστικοί σωλήνες

- ❖ Στο σχήμα δίνονται ειδικά τεμάχια από σκληρό PVC κατά DIN 8062.

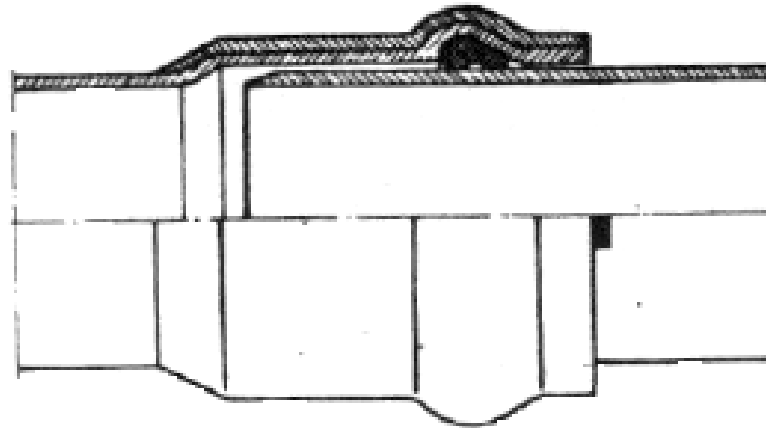




Αποχέτευση Οικισμού

ο Πλαστικοί σωλήνες

- ❖ Στους σωλήνες τους εξοπλισμένους με μούφα, η σύνδεσή τους γίνεται είτε με την χρησιμοποίηση κάποιου συγκολλητικού υλικού (η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως στις σωληνώσεις εντός των οικοδομών), είτε με ελαστικό δακτύλιο (σχ.10).



Σχήμα 10. Ειδική μούφα με ελαστικό δακτύλιο πλαστικού σωλήνα.

- ❖ Οι σωλήνες από ΡΕ ηλεκτροκολλούνται.



Αποχέτευση Οικισμού

- Χυτοσιδηροί σωλήνες
 - ❖ Οι χυτοσιδηροί σωλήνες χρησιμοποιούνται στις αποχετεύσεις κατά το παρελθόν.
 - ❖ Σήμερα έχουν σχεδόν εξ ολοκλήρου τεθεί εκτός συναγωνισμού από τα προαναφερθέντα υλικά.
 - ❖ Τελευταία υπάρχουν στην ελληνική αγορά χυτοσιδηροί σωλήνες για την αποχέτευση των οικοδομών.
 - ❖ Το πλεονέκτημά τους είναι ότι περιορίζουν σημαντικά τους θορύβους των αποχετευομένων νερών.
- Χαλύβδινοι σωλήνες
 - ❖ Η χρησιμοποίηση χαλύβδινων σωλήνων στα έργα αποχέτευσης είναι σπάνια.
 - ❖ Μόνο για καταθλιπτικούς αγωγούς μεγάλων διαμέτρων, για τους οποίους οι αμιαντοτσιμεντοσωλήνες είναι πολύ δαπανηροί, ενδείκνυται η χρησιμοποίησή τους.
 - ❖ Το βασικό μειονέκτημά τους είναι η μικρή αντοχή τους στην χημική διάβρωση.

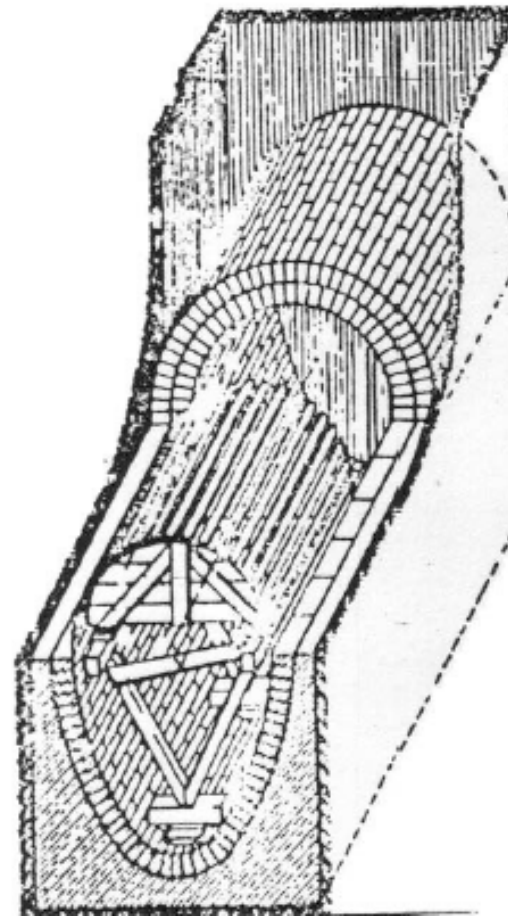
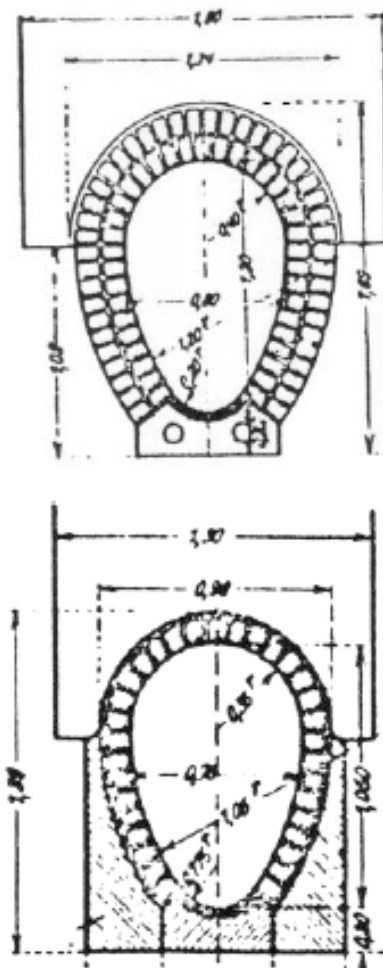


Αποχέτευση Οικισμού

ο Χυτοί σωλήνες

❖ Παλαιότερα οι μεγάλης διατομής αγωγοί κατασκευάζονταν από τοιχοποιία (342/4).

Τοιχόκτιστοι αγωγοί





Αποχέτευση Οικισμού

- Χυτοί σωλήνες
 - ❖ Σήμερα η κατασκευή τους γίνεται αποκλειστικά και μόνο με την χρήση του οπλισμένου σκυροδέματος.
 - ❖ Μειονεκτήματα των εν λόγω κατασκευών είναι:
 1. Απαιτούνται πολλοί ειδικευμένοι εργάτες στο εργοτάξιο.
 2. Απαιτείται πολύς χρόνος για την κατασκευή του έργου.
 3. Η ποιότητα του σκυροδέματος συνήθως είναι χαμηλή.
 4. Μεγάλες δαπάνες κατασκευής.
 - ❖ Για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται συνήθως ολισθαίνοντες σιδηροί ξυλότυποι και ειδικά τσιμέντα ανθεκτικά στην παρουσία ενώσεων του θείου.
 - ❖ Η στεγανότητα και η αντοχή στην μηχανική φθορά εξασφαλίζονται με την προσεκτική σύνθεση των αδρανών υλικών.
 - ❖ Συχνά χρησιμοποιούνται και στεγανοποιητικά υλικά μάζης.



Αποχέτευση Οικισμού

- Χυτοί σωλήνες
 - ❖ Επίσης σχεδόν πάντοτε προστατεύεται η βρεχόμενη επιφάνεια των αγωγών με αργιλοπυριτικά πλακίδια ή εφραλωμένους πλίνθους.
 - ❖ Τελευταία γίνονται και επαλείψεις της εσωτερικής των επιφάνειας με υλικά εποξειδικής βάσης ή επιστρώσεις με ανθεκτική τσιμεντοκονία καθώς η επένδυση με αργιλοπυριτικά πλακίδια είναι πολύ δαπανηρή.



Αποχέτευση Οικισμού

ο Εκσκαφή σκάμματος

- ❖ Το βάθος εκσκαφής λαμβάνεται ίσο προς το βάθος του πυθμένα του αγωγού συν το πάχος του τοιχώματος του σωλήνα.
- ❖ Σε εδάφη μικρής αντοχής είναι δυνατόν να απαιτηθεί προστατευτικό στρώμα λίγων δεκάδων εκατοστών επί του οποίου τοποθετείται ο αγωγός.
- ❖ Το ελεύθερο πλάτος B σκάμματος με αντιστήριξη πρανών, στο βάθος της τοποθέτησης του αγωγού, πρέπει κατά DIN 4124 να είναι:

Αγωγοί εξωτερικής διαμέτρου $D < 40 \text{ εκ} \rightarrow B = D + 40 \text{ εκ}$

Αγωγοί εξωτερικής διαμέτρου $40 < D < 175 \text{ εκ} \rightarrow B = D + 70 \text{ εκ}$

Αγωγοί εξωτερικής διαμέτρου $D > 175 \text{ εκ} \rightarrow B = D + 100 \text{ εκ}$

Αγωγοί εξωτερικής διαμέτρου $40 < D < 60 \text{ εκ} \rightarrow B = D + 50 \text{ εκ}$

(κατ' εξαίρεση όταν αυτό είναι δυνατόν να αιτιολογηθεί βάσει των ειδικών τοπικών συνθηκών).



Αποχέτευση Οικισμού

ο Εκσκαφή σκάμματος

- ❖ Τα παραπάνω πλάτη εκσκαφών γίνονται δεκτά και από το Υπουργείο Δημοσίων Έργων.
- ❖ Η κλίση των πρανών καθορίζεται κατά DIN 18300 περί χωματουργικών εργασιών είτε από τον εργοδότη είτε από τον ανάδοχο εκτέλεσης του έργου ο οποίος ευθύνεται για την λήψη των απαιτούμενων μέτρων ασφαλείας για τους εργαζόμενους.
- ❖ Κατά τον καθορισμό της λαμβάνεται υπόψη η ποιότητα του εδάφους, η διάρκεια που θα είναι ανοικτό το σκάμμα, οι φορτίσεις του εδάφους παραπλεύρως του σκάμματος κ.τ.λ.
- ❖ Στην Ελλάδα συνηθίζεται η κλίση του σκάμματος να προτείνεται από τον ανάδοχο και να εγκρίνεται στη συνέχεια από τον επιβλέποντα μηχανικό.
- ❖ Πάντως πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη ο υπάρχων κίνδυνος κατάρρευσης των πρανών στις περιπτώσεις ξαφνικών βροχοπτώσεων.



Αποχέτευση Οικισμού

ο Εκσκαφή σκάμματος

- ❖ Για την επιμέτρηση των χωματουργικών εργασιών κατά DIN 18300 γίνεται δεκτό, όταν η κλίση των πρανών καθορίζεται από τους αναδόχους, ότι αυτή κατά μέσον όρο θα είναι:
 - a) Υπό γωνία 45^0 → για την φυτική γη, για εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό και για ελαφρά αμμώδη εδάφη μέχρι διαμέτρου κόκκων 60 χλστ.
 - b) Υπό γωνία 60^0 → για εδάφη μετρίως βαρέα (αμμοχαλικώδη με διάμετρο κόκκων > 60 χλστ και συνεκτικά εδάφη) και για βαρέα εδάφη είτε συνεκτικά όπως π.χ. η άργιλος είτε μη συνεκτικά με μεγάλη όμως περιεκτικότητα σε πέτρες διαμέτρου μέχρι 200 χλστ.
 - c) Υπό γωνία 80^0 → για μη συμπαγή βραχώδη εδάφη
 - d) Υπό γωνία 90^0 → για συμπαγή βραχώδη εδάφη.



Αποχέτευση Οικισμού

ο Εκσκαφή σκάμματος

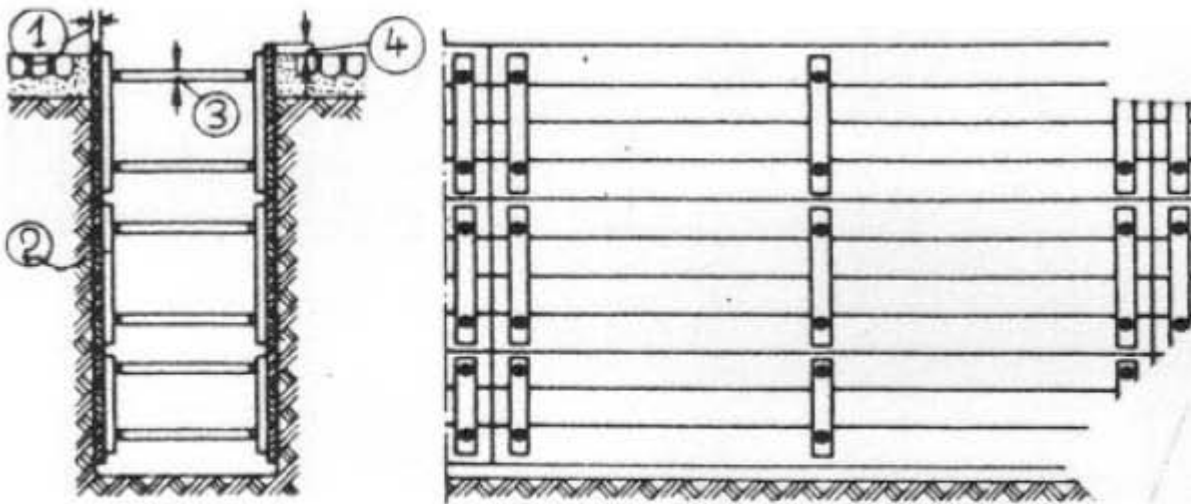
- ❖ Η επίχωση με τα προϊόντα εκσκαφής εκτελείται σε στρώσεις των 20 έως 30 εκατοστών με ταυτόχρονη συμπύκνωση με το χέρι και μέχρι το ύψος των 75 εκατοστά πάνω από το ανώτατο άκρο του σωλήνα.
- ❖ Το υπόλοιπο σκάμμα επιτρέπεται να επιχωθεί και να συμπυκνωθεί μηχανικά.
- ❖ Στην Ελλάδα επειδή η συμπύκνωση των επιχώσεων σπάνια είναι επιτυχής με αποτέλεσμα με τον καιρό να παρουσιάζονται καθιζήσεις στους δρόμους στις θέσεις των σκαμμάτων, έχει επικρατήσει τελευταία η επίχωση να γίνεται με άμμο και όχι με τα προϊόντα της εκσκαφής.
- ❖ Αυτό συντελεί όμως σε σημαντική αύξηση των δαπανών κατασκευής του έργου.
- ❖ Στην περίπτωση που το έδαφος δεν είναι βραχώδες τα δε τοιχώματα του σκάμματος είναι κατακόρυφα πρέπει να γίνει αντιστήριξή τους.
- ❖ Στα σχήματα που ακολουθούν δίνονται διατάξεις αντιστήριξης κατά DIN 4033.



Αποχέτευση Οικισμού

ο Εκσκαφή σκάματος

- ❖ Η οριζόντια αντιστήριξη χρησιμοποιείται για βάθη σκάματος μεταξύ 2-4 μέτρα και για έδαφος αρκετά σταθερό το οποίο δεν καταρρέει στο χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να γίνει η κατασκευή της αντιστήριξης.



1. Σανίδες 5 εκ
2. Καδρόνια κατ' ελάχιστο 8/16 εκ
3. Αντιστηρίξεις κατ' ελάχιστο $\varnothing 10$ εκ
4. Προεξοχή κατ' ελάχιστο 5 εκ

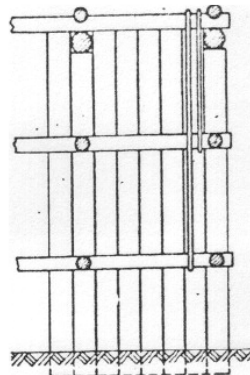
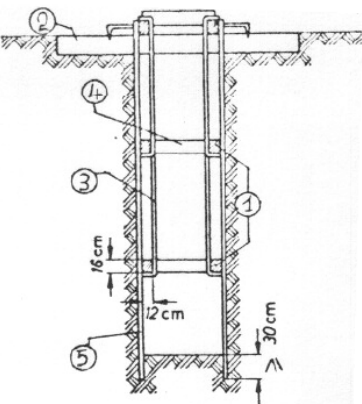
Παράδειγμα οριζόντιας αντιστήριξης.



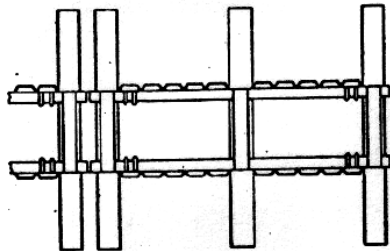
Αποχέτευση Οικισμού

ο Εκσκαφή σκάμματος

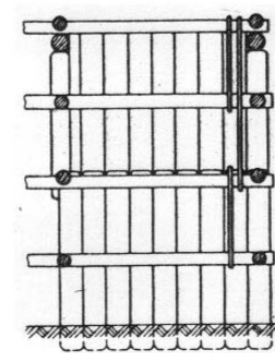
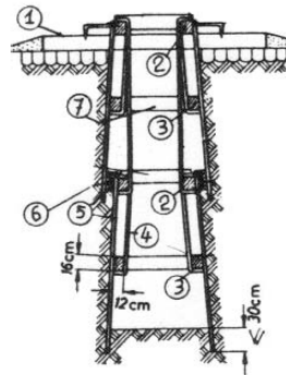
- ❖ Η κατακόρυφη αντιστήριξη (σχ.2 και 3) χρησιμοποιείται για μεγαλύτερα βάθη εκσκαφής και έδαφος λιγότερο σταθερό.



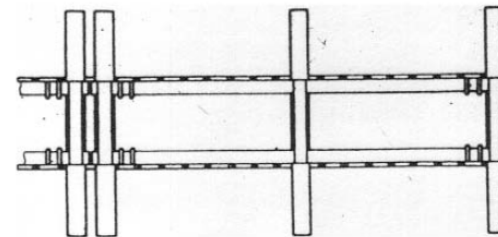
1. Κύριοι κατά μήκος δοκοί
2. Καδρόνια έδρασης των κατά μήκος δοκών
3. Σιδηρές ράβδοι ανάρτησης, κατ' ελάχιστο $\varnothing 16$ χλστ ή 10/30 χλστ
4. Αντιστήριξεις
5. Σιδηρές πασσαλοσανίδες



Παράδειγμα κατακόρυφης αντιστήριξης με σιδηρές πασσαλοσανίδες.



1. Καδρόνια έδρασης κατά μήκος δοκών
2. Κύριες κατά μήκος δοκοί, κατ' ελάχιστο 12/16 εκ
3. Ενδιάμεσοι κατά μήκος δοκοί, κατ' ελάχιστο 10/16 εκ
4. Σιδηρές ράβδοι ανάρτησης, κατ' ελάχιστο $\varnothing 16$ χλστ ή 10/30 χλστ
5. Σανίδες
6. Σφήνες
7. Αντιστήριξεις



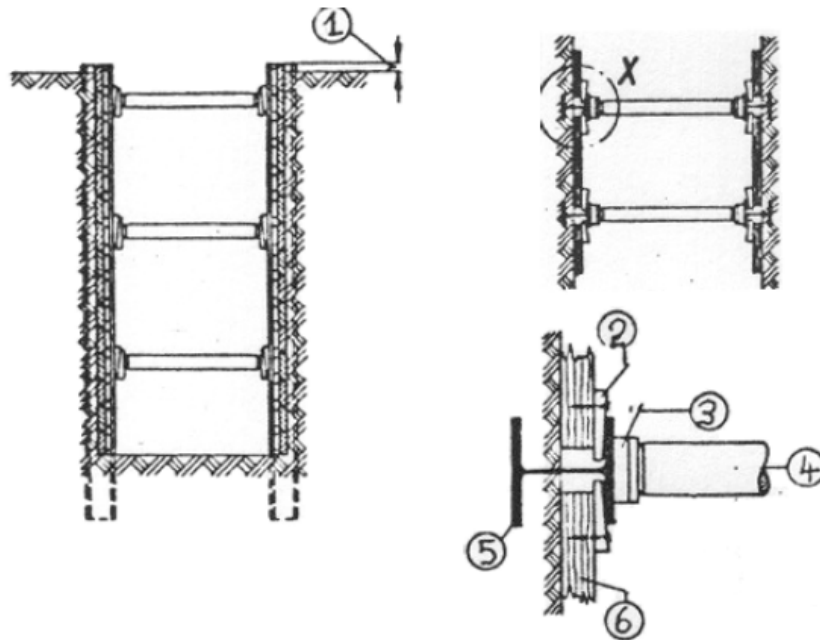
Παράδειγμα κατακόρυφης ξύλινης αντιστήριξης.



Αποχέτευση Οικισμού

ο Εκσκαφή σκάματος

- ❖ Για μεγάλα βάθη εκσκαφής χρησιμοποιείται η μέθοδος αντιστήριξης του σχήματος.
- ❖ Για βάθη εκσκαφής μέχρι 1,25 μέτρα η αντιστήριξη είναι δυνατόν να παραλειφθεί.



1. Προεξοχή κατ' ελάχιστο 5 εκ
2. Σφήνα
3. Σφήνες
4. Αντιστηρίξεις
5. Σιδηροδοκός (κατακόρυφη)
6. Οριζόντιες δοκοί

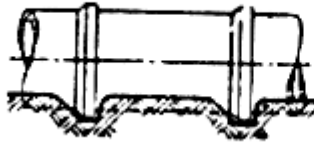
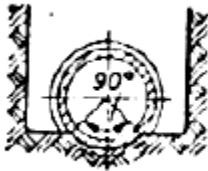
Παράδειγμα κατακόρυφης αντιστήριξης με σιδερένιες πασσαλοδοκούς



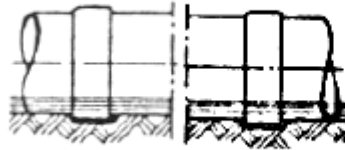
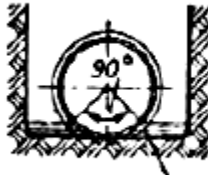
Αποχέτευση Οικισμού

○ Έδραση σωλήνων

- ❖ Η έδραση των σωλήνων πρέπει να γίνεται κατά το σχήμα.



Επί του εδάφους



Επί υποστρώματος
άμμου



Επί του εδάφους

Επιτρεπόμενη έδραση σωλήνων



Αποχέτευση Οικισμού

ο Έδραση σωλήνων

- ❖ Η έδραση των σωλήνων πρέπει να γίνεται κατά το προηγούμενο σχήμα.
- ❖ Η σημειακή και γραμμική έδραση κατά το επόμενο σχήμα πρέπει να αποφεύγεται.
- ❖ Σε εδάφη συνεκτικά είναι σκόπιμο ο αγωγός να τοποθετηθεί πάνω σε υπόστρωμα από μη συνεκτικό υλικό (άμμο, λεπτοί χάλικες) το πάχος του οποίου κατά DIN 4033 πρέπει να είναι $10+D/10$ (D =διάμετρος σωλήνων).
- ❖ Σε εδάφη βραχώδη πρέπει επίσης να προβλεφθεί υπόστρωμα πάχους 4 εκατοστών για κάθε μέτρο εκσκαφής, κατ' ελάχιστο όμως 20 εκατοστά.
- ❖ Σε συνεκτικά εδάφη όπως η άργιλος είναι δυνατόν να ασκηθούν μεγάλες πιέσεις στους σωλήνες επειδή τα εδάφη αυτά διογκώνονται όταν διαβρέχονται.
- ❖ Το αποτέλεσμα είναι η καταστροφή της στεγανότητας των συνδέσεων.
- ❖ Επιβάλλεται λοιπόν οι σωλήνες μέχρι ύψους 20-30 εκατοστών πάνω από το ανώτατο άκρο τους να επιχωθούν με μη συνεκτικό υλικό.



Αποχέτευση Οικισμού

ο Έδραση σωλήνων

- ❖ Η σημειακή και γραμμική έδραση κατά το σχήμα πρέπει να αποφεύγεται.



Γραμμική έδραση



Σημειακή έδραση

Μη επιτρεπόμενη έδραση σωλήνων

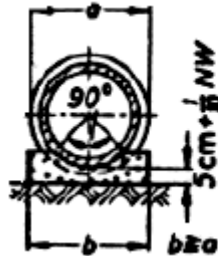
- ❖ Όταν ο πυθμένας του σκάμματος δεν είναι κατάλληλος για την απευθείας επ' αυτού έδραση των σωλήνων και όταν το υπόστρωμα από άμμο ή από λεπτές χάλικες δεν ενδείκνυται να χρησιμοποιηθεί επειδή υπάρχει κίνδυνος απόπλυσης των υλικών αυτών από νερά που εισρέουν στο σκάμμα → τότε συνιστάται η τοποθέτηση των σωλήνων να γίνει πάνω σε υπόστρωμα από σκυρόδεμα πάχους $5+D/10$ εκατοστά (D =διατομή σωλήνων σε εκατοστά).



Αποχέτευση Οικισμού

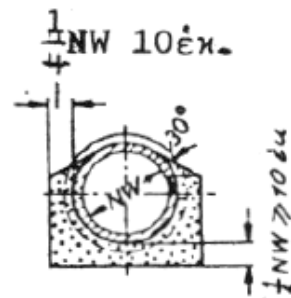
ο Έδραση σωλήνων

- ❖ Η ποιότητα του σκυροδέματος πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο B120.

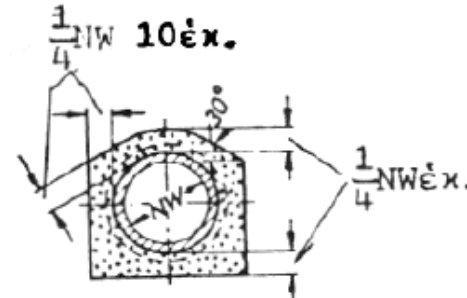


Έδραση σωλήνων σε
υπόστρωμα από σκυρόδεμα

- ❖ Εάν από την στατική μελέτη προκύψει ότι η αντοχή των σωλήνων δεν επαρκεί για την ανάληψη των επ' αυτών φορτίων (στατικών και δυναμικών) τότε είναι δυνατόν αυτή να αυξηθεί με μερική ή πλήρη επένδυσή τους με οπλισμένο σκυρόδεμα.



Μερική επένδυση



Ολική επένδυση

Προστασία σωλήνων με επένδυση από σκυρόδεμα

- ❖ Σε τελείως ασταθή εδάφη και σε περιπτώσεις μεγάλης διατομής αγωγών είναι δυνατόν να απαιτηθεί η θεμελίωση του αγωγού επί πασσάλων.