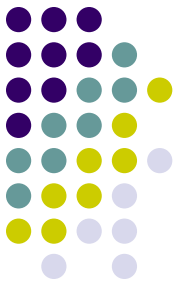


X.Y.T.A - Landfills



- Εστίαση σε διαφορετικές συνιστώσες για διαφορετικούς κοινωνικούς εταίρους
 - Ιδιοκτήτης των αποβλήτων
(απόθεση με το μικρότερο δυνατό κόστος)
 - Μηχανικός – κατασκευαστής
(κατάλληλος σχεδιασμός και κατασκευή με το μικρότερο δυνατό κόστος , την υψηλότερη δυνατή ποιότητα και αμελητέες επιπτώσεις στο περιβάλλον)
 - Κάτοικοι της περιοχής
(μακροπρόθεσμη λειτουργία με μηδενικές περιβαλλοντικές συνέπειες)
- Ζητούμενο: η οριστική και μόνιμη απομόνωση των αποβλήτων από το περιβάλλον με το λογικότερο κόστος κατασκευής

ΧΥΤΑ - Κριτήρια



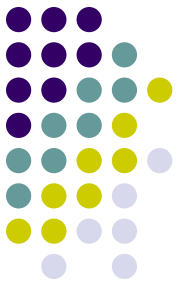
- 5 ομάδες κριτηρίων για την εύρεση και επιλογή των χώρων διάθεσης :
 1. Γεωλογικά - Υδρογεωλογικά - Υδρολογικά
 2. Περιβαλλοντικά
 3. Χωροταξικά
 4. Γενικά
 5. Οικονομικά

ΧΥΤΑ - Κριτήρια



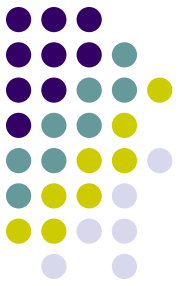
- Γεωλογικά – Υδρογεωλογικά - Υδρολογικά κριτήρια
 1. Μορφολογία εδάφους (σύνθεση, διάβρωση, ανάγλυφο)
 2. Υδροπερατότητα
 3. Τεκτονικά χαρακτηριστικά
 4. Σεισμικότητα
 5. Υπόγεια νερά
 6. Επιφανειακά νερά

ΧΥΤΑ - Κριτήρια



- Περιβαλλοντικά κριτήρια
 1. Αλλοίωση της εικόνας του φυσικού τοπίου
 2. Επιπτώσεις στην χλωρίδα / πανίδα
 3. Επιπτώσεις στα νερά
 4. Επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα
 5. Επιπτώσεις στο έδαφος
 6. Αισθητική κατάσταση

ΧΥΤΑ - Κριτήρια



- Χωροταξικά κριτήρια

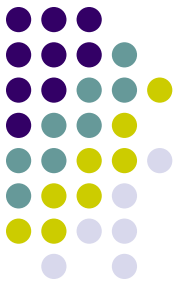
1. Απόσταση από κατοικημένες περιοχές
2. Απόσταση από περιοχές ιδιαίτερου κάλους ή προστασίας
3. Απόσταση από τουριστικές περιοχές
4. Απόσταση από ευαίσθητες παραγωγικές δραστηριότητες (βιομ. τροφίμων, φαρμάκων, ειδικές καλλιέργειες κτλ.)
5. Δυνατότητα πρόσβασης (οδικό, σιδηροδρομικό δίκτυο, λιμάνια, κτλ.)

ΧΥΤΑ - Κριτήρια



- Γενικά κριτήρια
 1. Δυνατότητα κοινωνικής αποδοχής
 2. Βροχοπτώσεις, κατακρημνίσεις
 3. Άνεμοι
 4. Θερμοκρασίες
 5. Επιφάνεια / όγκος του χώρου διάθεσης
 6. Ιδιοκτησιακό καθεστώς

ΧΥΤΑ - Κριτήρια



- Οικονομικά κριτήρια
 1. Ανάλυση κόστους – οφέλους
 2. Δημιουργία έργου υποδομής
 3. Εναλλακτικές χρήσης γης
 4. Κόστος συλλογής μεταφοράς

Χ.Υ.Τ.Α - Γεωτεχνική έρευνα



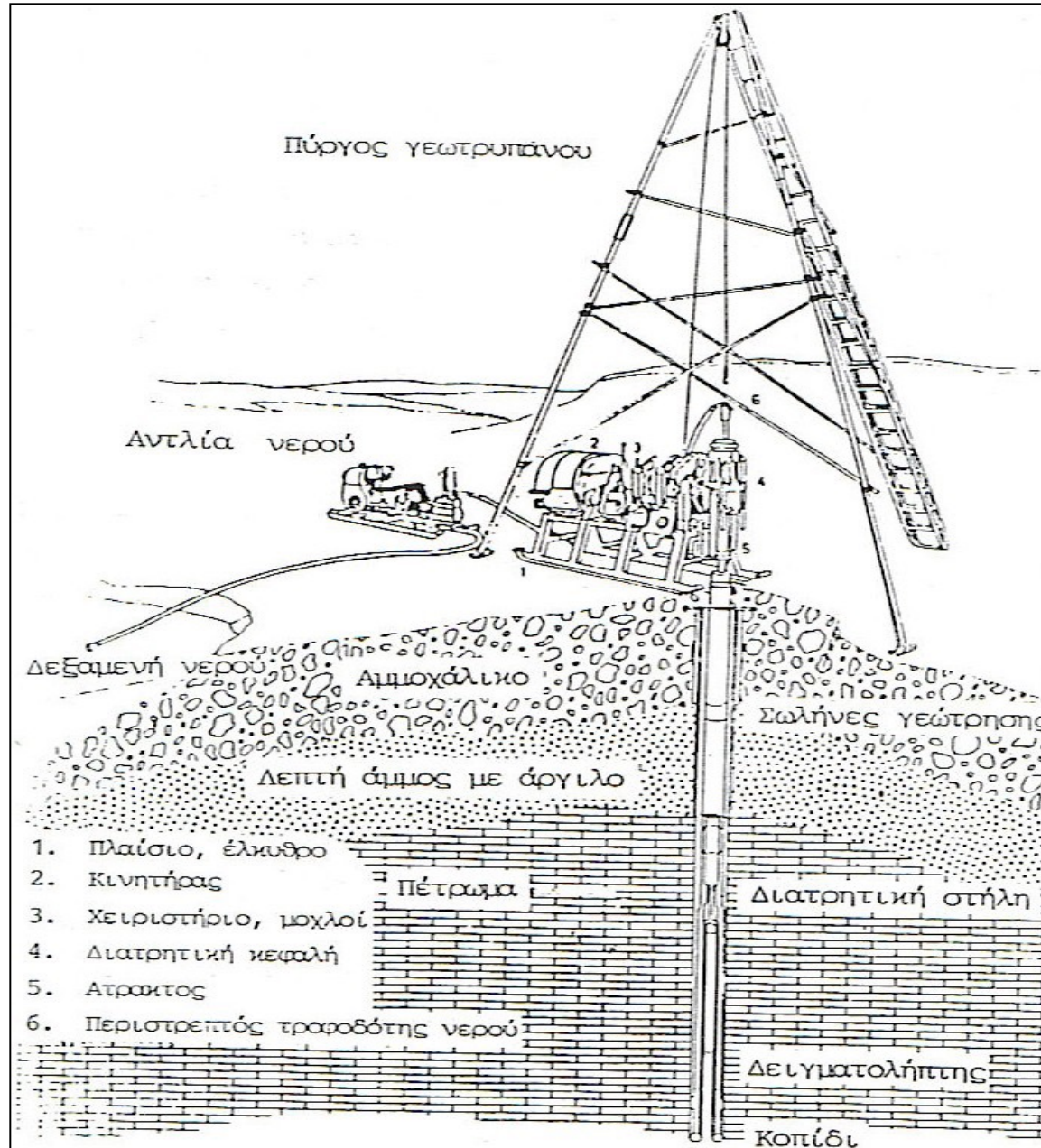
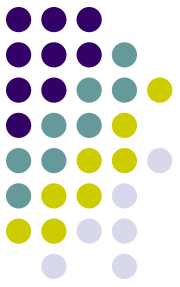
- Χρήση **αδιαπέρατων προστατευτικών στρώσεων** στους χώρους διάθεσης αποβλήτων εφαρμόστηκε τη δεκαετία του 1980 (υποχρεωτική από την ΕΡΑ)
- Απαραίτητη η γεωτεχνική, γεωλογική και υδρογεωλογική έρευνα των συνθηκών του υπεδάφους
 - Σύνθεση και μηχανική συμπεριφορά των γεωυλικών του υπεδάφους (είδος βραχώδους, μηχανικές ιδιότητες, βαθμός αποσάθρωσης, πορώδες, διαλυτότητα, κτλ.)
 - Συνέχεια των ιδιοτήτων στην κατακόρυφη και οριζόντια διεύθυνση
 - Χαρακτηριστικά των υπόγειων ροών (πάχος και βάθος υπόγειου υδροφορέα, εποχιακή διακύμανση, θέσεις εκροής υπογείων πηγών, χημική σύνθεση των υπογείων υδάτων, συνέπειες του προσωρινού ή μόνιμου υποβιβασμού της στάθμης του υπόγειου ορίζοντα)

Χ.Υ.Τ.Α - Γεωτεχνική έρευνα

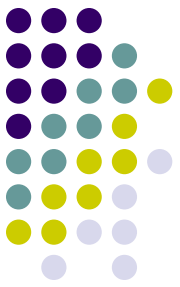


- Διενέργεια **ερευνητικών γεωτρήσεων**, σκαμμάτων, ή γεωφυσικών μεθόδων αναγνώρισης (εξέταση μεγάλης έκτασης) για το σύνολο του χώρου διάθεσης
- 1 γεώτρηση / εκτάριο, γεωτρήσεις περιμετρικά του χώρου διάθεσης
 - Απεικόνιση της γεωλογικής δομής του υπεδάφους
 - Θέσεις και χαρακτηριστικά ρηγμάτων, ασυνεχειών
 - Εντοπισμός και χαρακτηρισμός των εδαφικών στρωμάτων μικρής διαπερατότητας (πάχος, βάθος, ισοτροπία, διαπερατότητα, κτλ.)
 - Χαρακτηριστικά και μοντελοποίηση υδροφορέων
 - Συνολική εκτίμηση για την ικανότητα του υπεδάφους να προστατεύσει το περιβάλλον από διαρροές σε περίπτωση αστοχίας του προστατευτικού φραγμού (liner)
 - Βελτιστοποίηση των μηχανικών, φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών του υπεδάφους

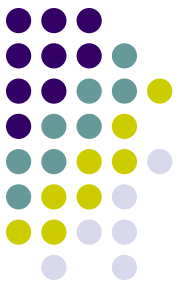
Γεωτεχνική έρευνα - Γεωτρήσεις



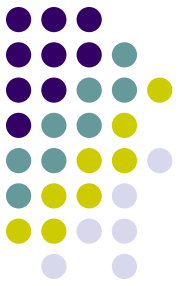
Γεωτεχνική έρευνα - Γεωτρήσεις



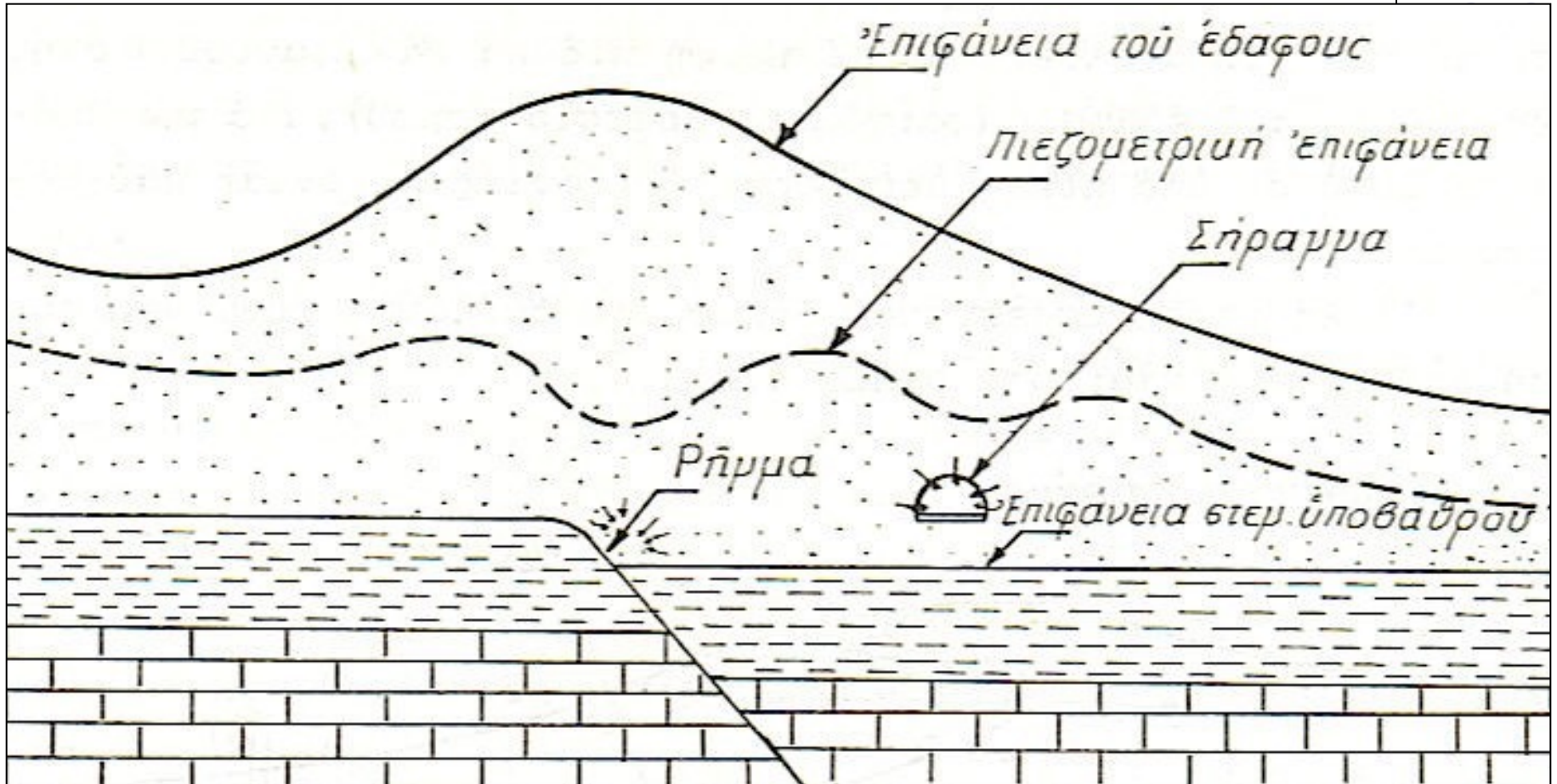
Γεωτεχνική έρευνα - Γεωτρήσεις



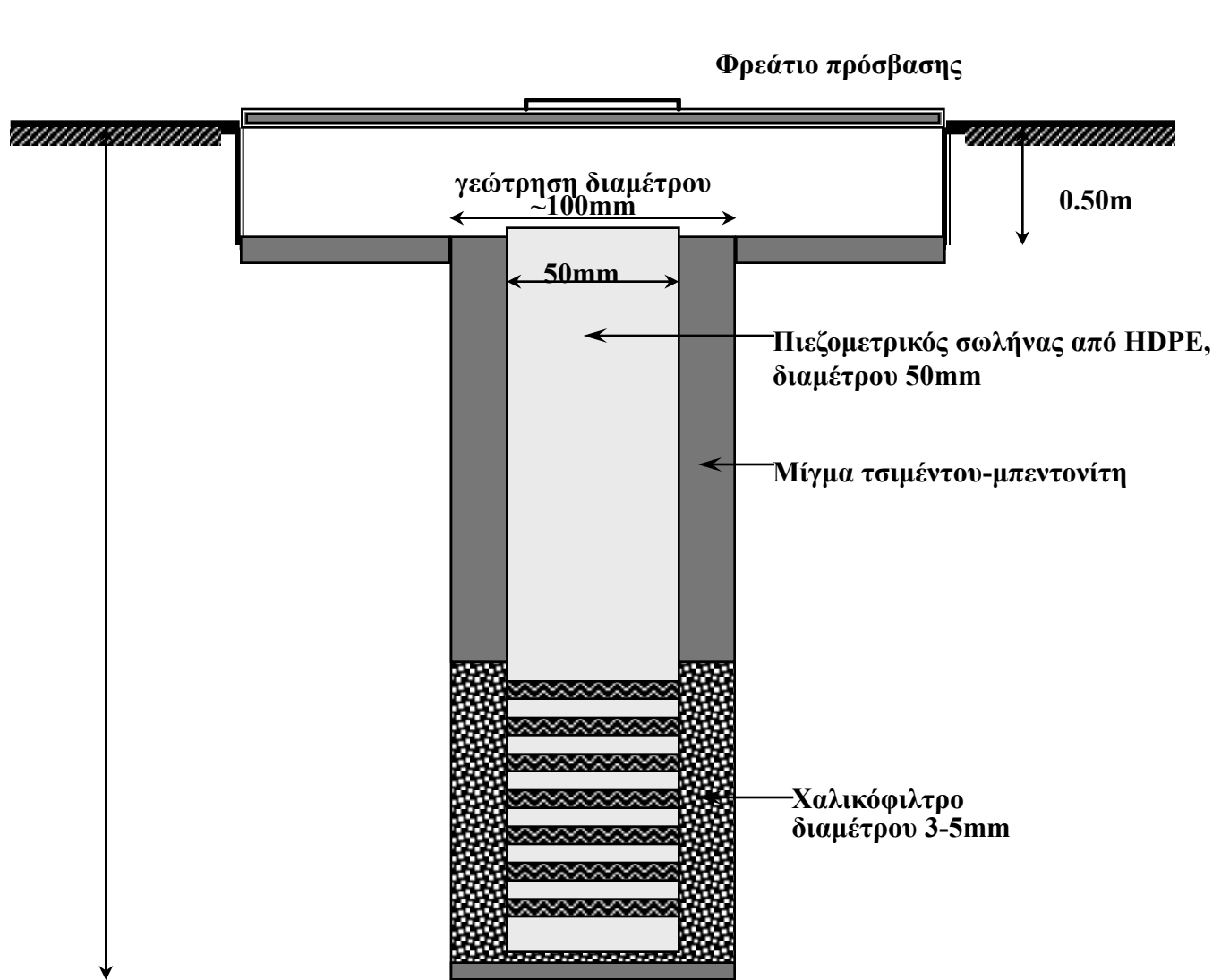
Γεωτεχνική έρευνα - Σκάμματα



Υδρογεωλογική έρευνα

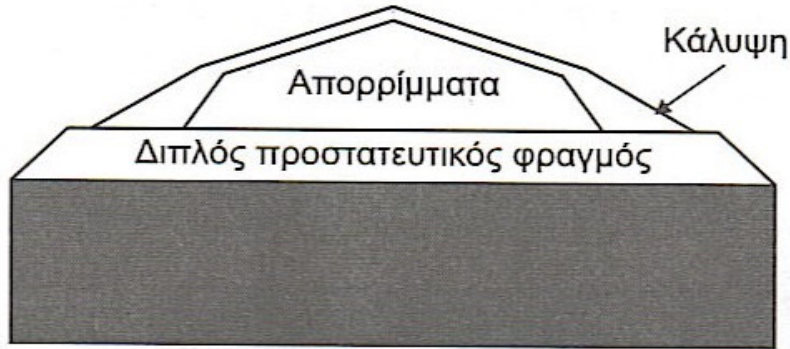
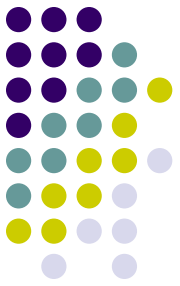


Επίδραση των διαφόρων διαφυγών νερού στην πιεζομετρική επιφάνεια.



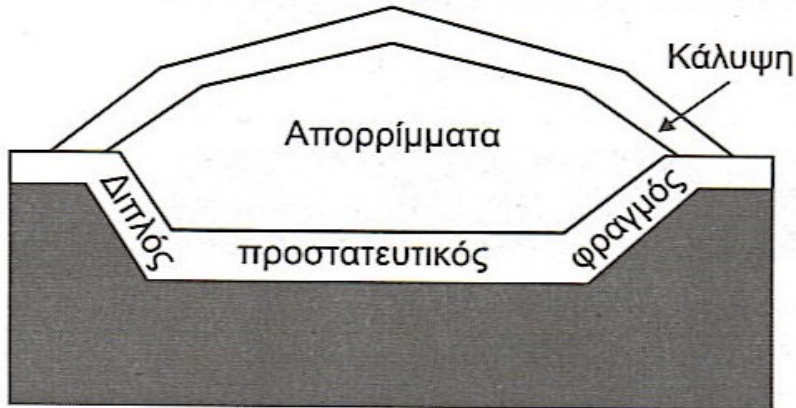
Σχήμα. Σκαρίφημα πιεζόμετρου παρακολούθησης ποιότητας υπόγειου νερού.

Πλήρωση ΧΥΤΑ



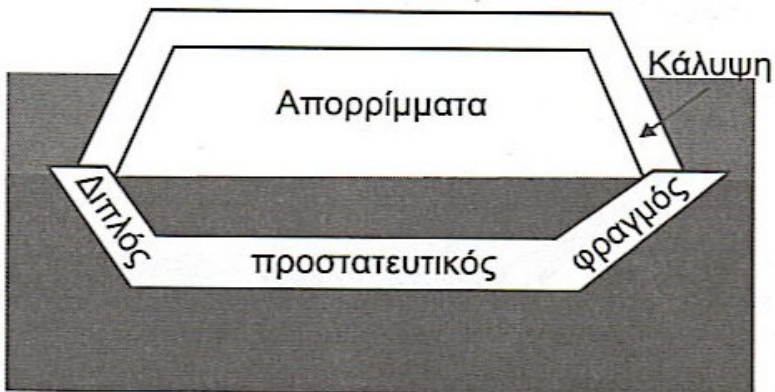
(Α)

Σχήμα. Εναλλακτικές προτάσεις για τη σωστή τοποθέτηση των χώρων διάθεσης αποβλήτων σε σχέση με το φυσικό έδαφος.



(Β)

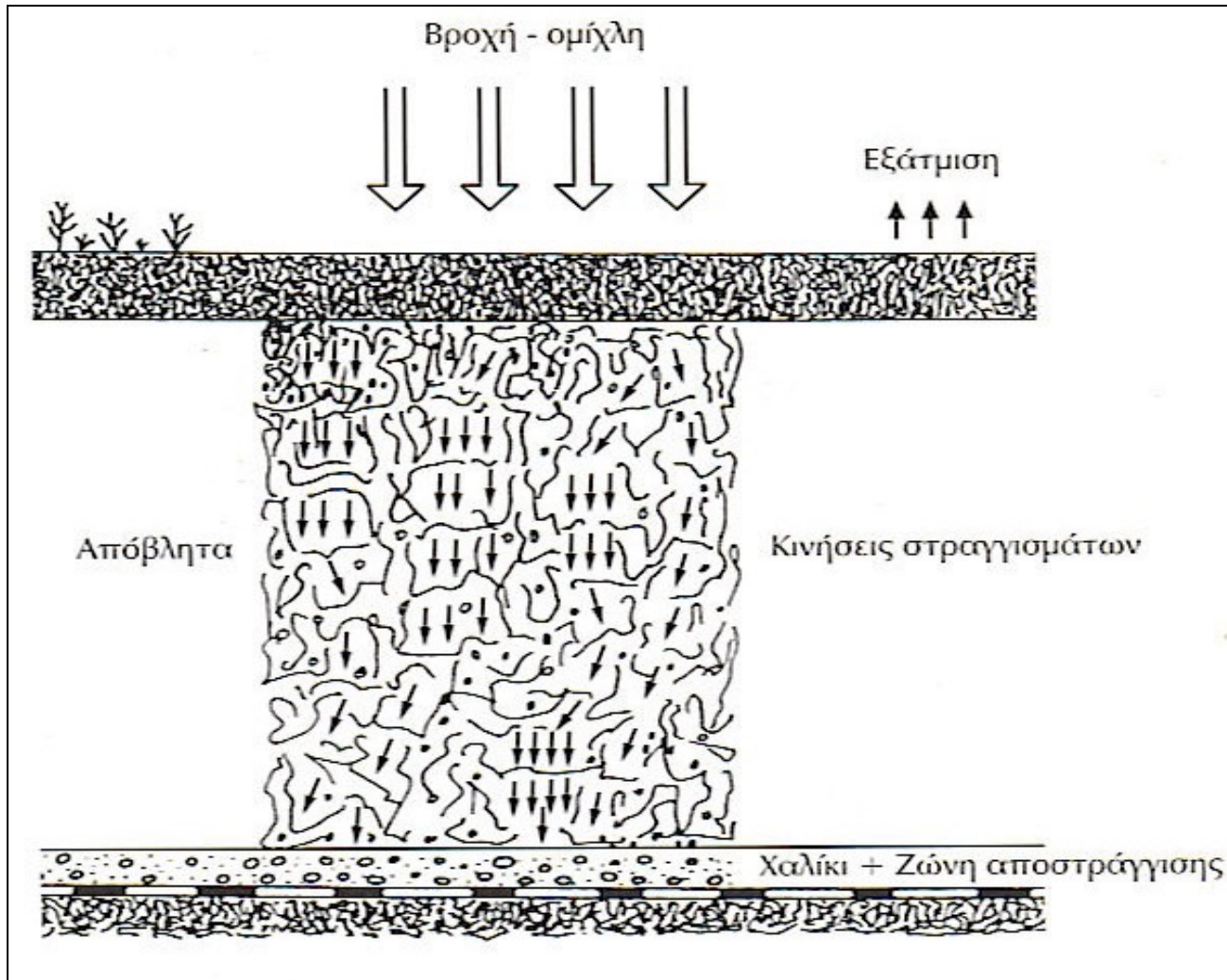
(Α) Πλήρωση επιπέδων εκτάσεων ευρισκομένων πάνω από τη γη
(Β) Πλήρωση επιπέδων εκτάσεων ευρισκομένων πάνω και κάτω από τη γη



(Γ)

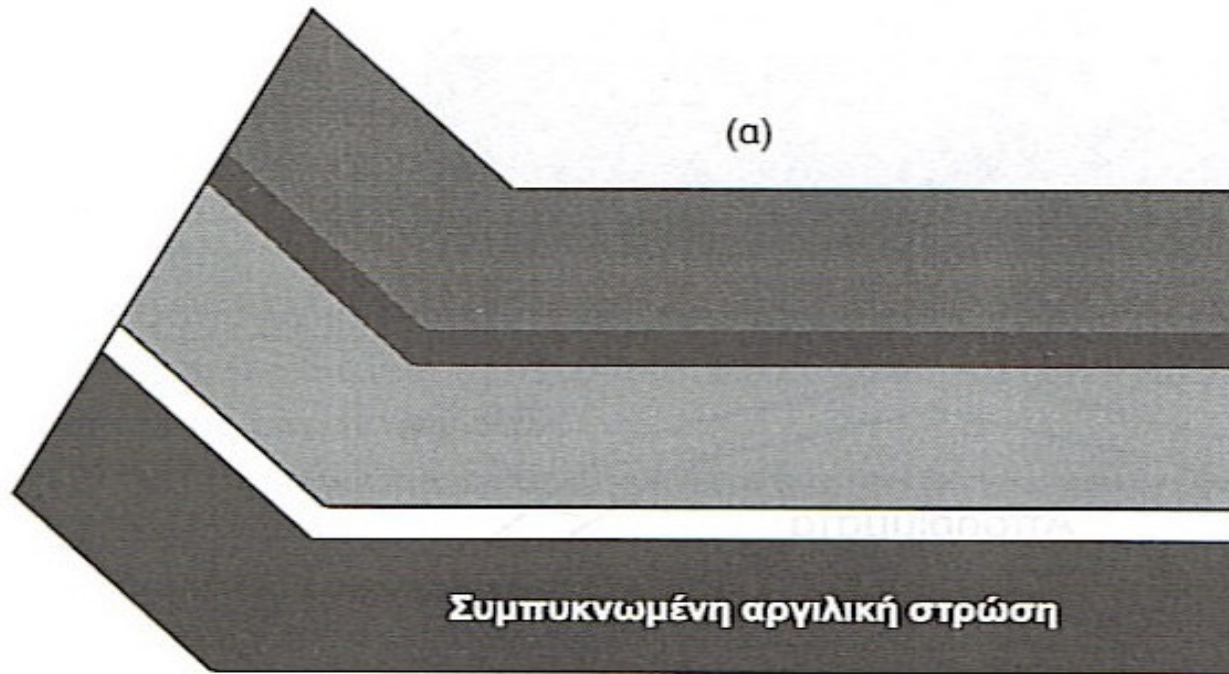
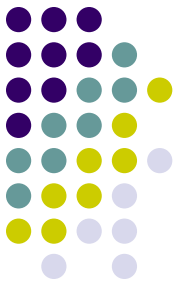
(Γ) Πλήρωση τάφρων






Παραγωγή των στραγγισμάτων



Σχηματική παράσταση των στραγγισμάτων μιας ελεγχόμενης εναπόθεσης στερεών αποβλήτων.

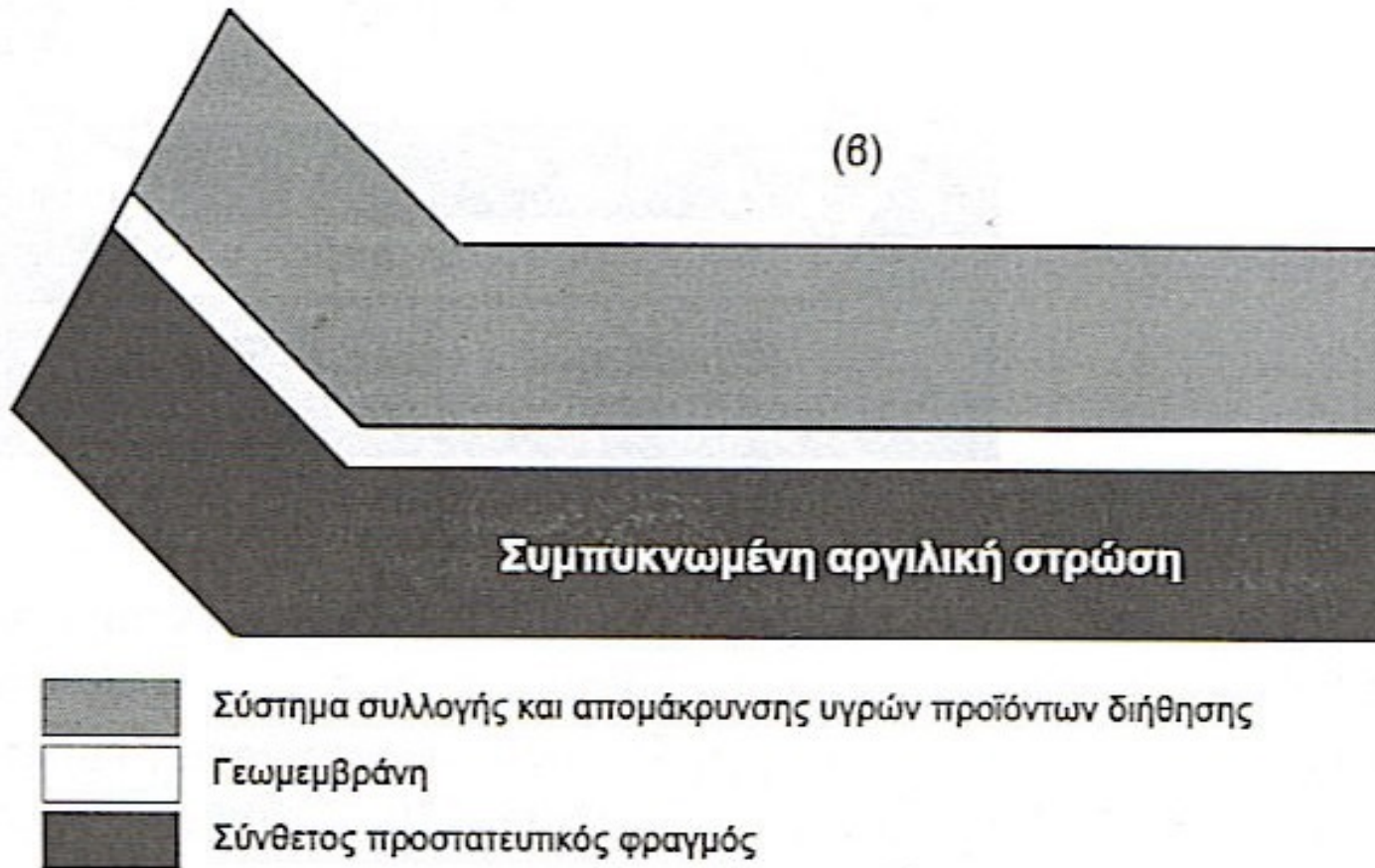
Κατασκευή ΧΥΤΑ



-  Σύνθετος δευτερεύων προστατευτικός φραγμός
-  Δευτερεύουσα αδιαπέρατη γεωμεμβράνη
-  Αρχική αδιαπέρατη γεωμεμβράνη
-  Αρχικό σύστημα συλλογής και απομάκρυνσης υγρών προϊόντων διήθησης
-  Σύστημα ανίχνευσης διαρροών και απομάκρυνση τους

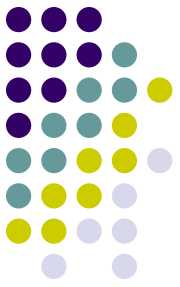
Σχήμα. Τομές σύνθετων προστατευτικών φραγμών κάτω στρώσης σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις της EPA για επικίνδυνα απόβλητα (Πηγή: EPA, 1985).

Κατασκευή ΧΥΤΑ



Σχήμα. Τομές σύνθετων προστατευτικών φραγμών κάτω στρώσης σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις της ΕΡΑ για μη επικίνδυνα απόβλητα (Πηγή: ΕΡΑ, 1985).

ΧΥΤΑ – Γεωμεμβράνες



Διασφάλιση συνδυασμένης υδροπερατότητας της τάξης των 10^{-9} m/s και ελάχιστης γεωλογικής στρώσης 1 m,

ή συστήματος με ισοδύναμη περιβαλλοντική προστασία

Ορισμός – στρώμα χαμηλής διαπερατότητας

Φυσικό εδαφικό υλικό,

Εμπλουτισμένο εδαφικό υλικό (π.χ. προσθήκη μπεντονίτη),

Τεχνητό υλικό, HDPE κτλ.,

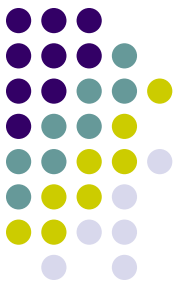
Συνδυασμός των παραπάνω.

Κατασκευή – Λειτουργία ΧΥΤΑ



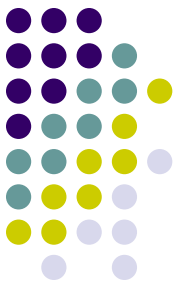
Πίνακας 7-1: Ανεπιθύμητες συνθήκες κατά την κατασκευή και λειτουργία των προστατευτικών φραγμών (Πηγή: EPA, 1985).

| Ανεπιθύμητες συνθήκες | Συνέπειες - Προβλήματα |
|------------------------------------|--|
| Γεωτεχνικές/ Υδρογεωλογικές | |
| Ενεργή σεισμική περιοχή | Γενική αστοχία |
| Καθίζηση ή πλευρική μετακίνηση | Ρωγμές στο αργιλικό- σκίσιμο στο συνθετικό φραγμό |
| Υψηλή στάθμη των υπογείων υδάτων | Ανασήκωμα |
| Κενά | Ρωγμές |
| Υπόγεια ύδατα | Ανασήκωμα |
| Κλιματολογικές | |
| Παγωμένο έδαφος | Ρωγμές, σκίσιμο |
| Άνεμος | Ανασήκωμα συνθετικού φραγμού |
| Ηλιακή ακτινοβολία | Ξήρανση αργιλικού φραγμού, καταστροφή συνθετικού φραγμού |
| Υγρασία | Προβλήματα στη συγκόλληση των λωρίδων της γεωμεμβράνης |



Χαρακτηριστικά υλικών για την κατασκευή ΧΥΤΑ

- **Αργιλική στρώση**
 - Επιλογή κατάλληλου υλικού, μεθόδου συμπύκνωσης, πάχους στρώσης
 - Αντίσταση στη διάβρωση
 - Ικανότητα απορρόφησης βαρέων μετάλλων
 - **Min πάχος 1 m, σε στρώσεις <15 cm, διαπερατότητα <10⁻⁹ m/sec** (αποτροπή μεταφοράς υγρών ρύπων διαμέσου της αργιλικής στρώσης για 30 έτη χωρίς τη χρήση συνθετικού φραγμού)
- **Αρχική αδιαπέρατη στρώση (συνήθως συνθετική μεμβράνη)**
 - Επιλογή συνάρτηση του κόστους και των τεχνικών χαρακτηριστικών
 - Δημιουργία ομαλής και σταθερής βάσης έδρασης
 - Καταστρεπτικές και μη δοκιμές αντοχής της συγκόλλησης
 - Πάχος γεωμεμβράνης (liner) ~ 2 mm



Χαρακτηριστικά υλικών για την κατασκευή ΧΥΤΑ

- **Αποστραγγιστική στρώση**

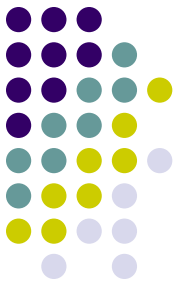
- Αρχικό σύστημα συγκέντρωσης και απομάκρυνσης των υγρών διήθησης
 - Τοποθέτηση αμέσως πάνω από τον αρχικό φραγμό
 - Αντοχή στις τάσεις λόγω των υπερκειμένων υλικών
 - Πάχος στραγγιστικής στρώσης ≥ 30 cm, κλίση $\geq 2\%$, υδραυλική αγωγιμότητα $> 1 \times 10^{-3} - 1$ cm/sec
- Δευτερεύον σύστημα συλλογής υγρών διήθησης
 - Τοποθέτηση μεταξύ των 2 φραγμών

Χαρακτηριστικά υλικών για την κατασκευή ΧΥΤΑ

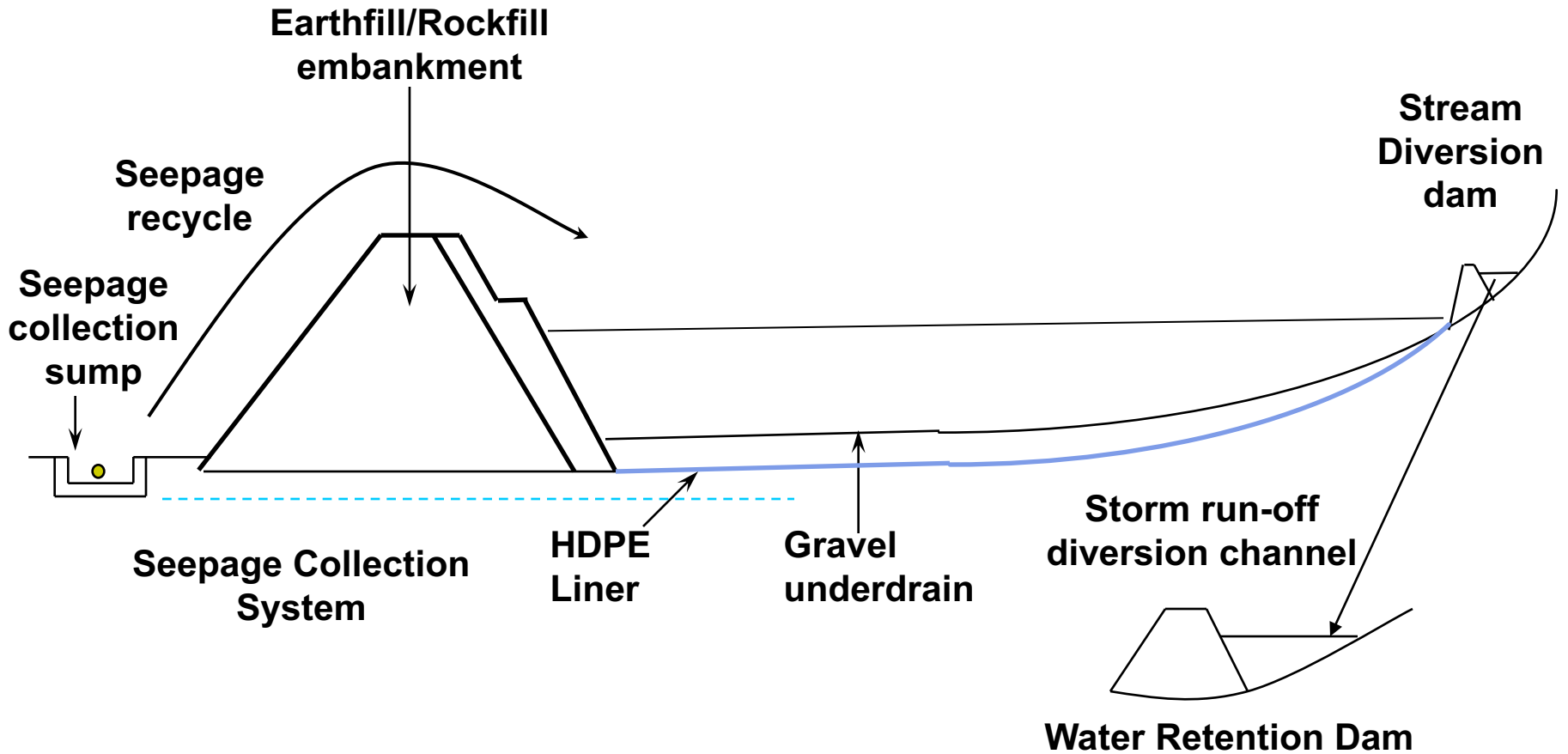


● Άνω αδιαπέρατη στρώση

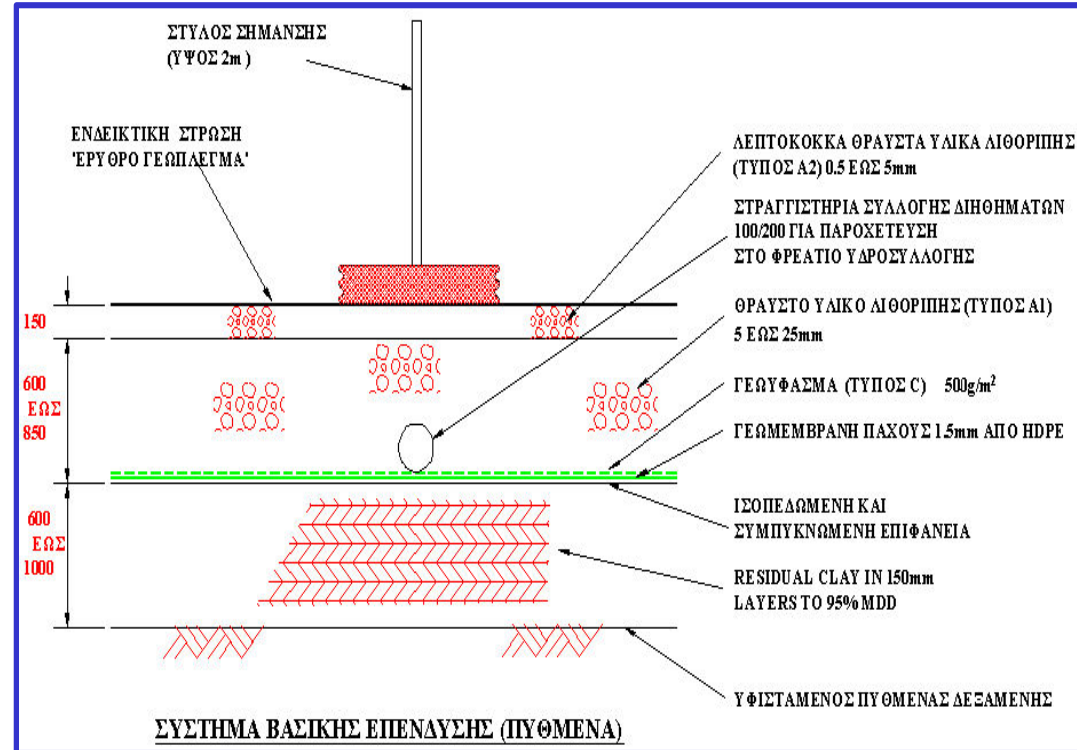
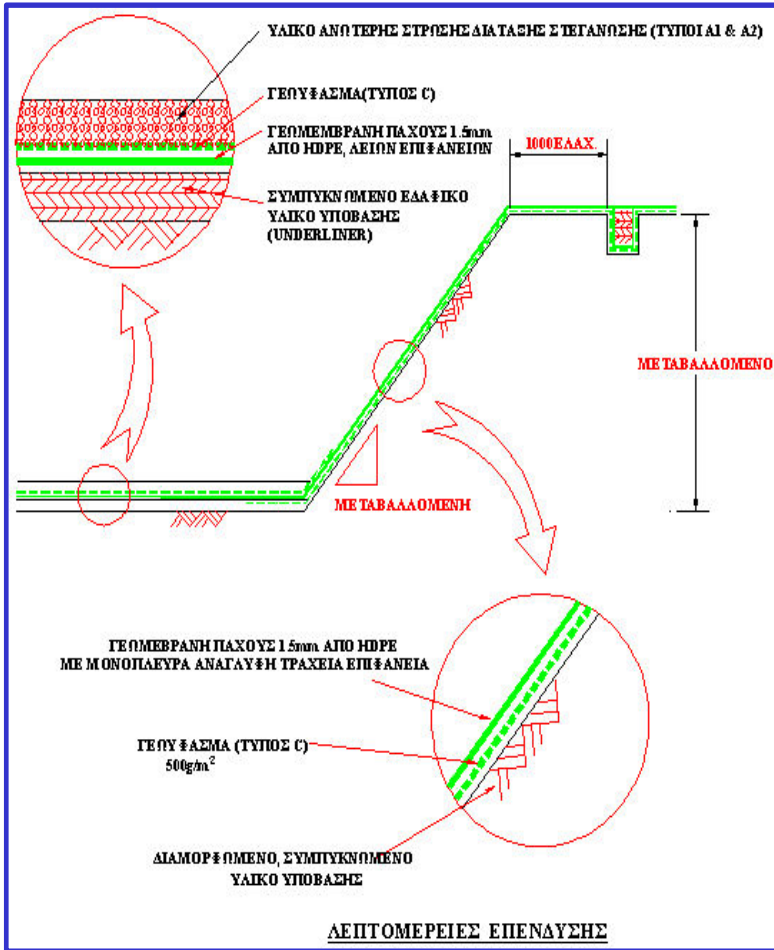
- **Επιφανειακή στρώση** (προστασία από διάβρωση, διευκόλυνση φυτοκάλυψης)
- **Προστατευτική στρώση** (απομόνωση του υποκείμενου σώματος των αποβλήτων)
- **Στρώση αποστράγγισης** (αποστράγγιση → μείωση του υδραυλικού φορτίου πάνω από τα απόβλητα → αύξηση της ευστάθειας του συστήματος)
- **Αδιαπέρατη στρώση** (συμπυκνωμένη άργιλος + γεωμεμβράνη για την ταφή τοξικών)
- **Σύλλογή αερίων** (δέσμευση των παραγόμενων αερίων)



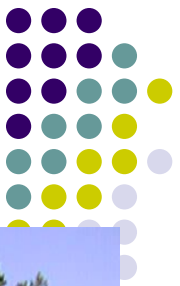
ΧΥΤΑ – Τυπική τομή



Σχεδιασμός συστήματος στεγάνωσης



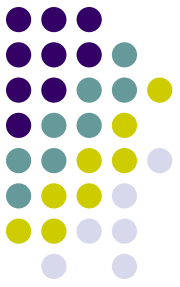
Underliner drainage system



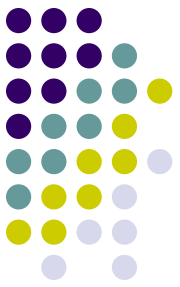
Underliner drainage system



Clay compaction test



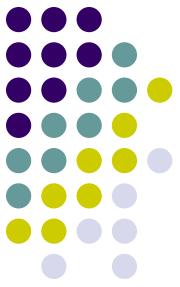
Clay-Fabric-Liner



Clay-Fabric-Liner



Overliner drain



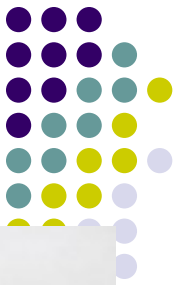
Liner testing



Liner - sump



General view



ΧΥΤΑ – Περιβαλλοντικά μέτρα



Ατμόσφαιρα

έλεγχος σκόνης με έλεγχο υγρασίας στην επιφάνεια

Επιφανειακά νερά

εκτροπή ρεμάτων, έλεγχος στραγγισμάτων, έλεγχος διαπερατότητας μεμβράνης

Υπόγεια νερά

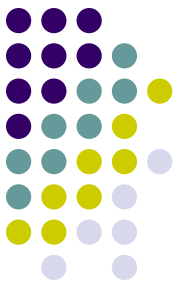
έλεγχος διηθημάτων, συλλογή και ανακύκλωση

Τοπίο

χωροθέτηση, σχεδιασμός κλεισίματος-αποκατάστασης, επαναφύτευση

ΧΥΤΑ -

Περιβαλλοντική παρακολούθηση



Ποιότητα ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος (παρακολούθηση επιπέδων σκόνης, οσμών)

Ποιότητα ρεμάτων και εποχιακών ροών

Υπόγεια νερά (εγκατάσταση πιεζομέτρων, παρακολούθηση στάθμης και δειγματοληψία

Παρακολούθηση ποσότητας και ποιότητας των στραγγισμάτων

Δειγματοληψία εδαφών

Υδατική και χερσαία οικολογική παρακολούθηση