

2ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΑΘΗΝΑ 17-18 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 1989 ΕΛΛΗΝ.ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΦΥΣΙΚΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΧΩΡΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ
ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
ΞΕΝΑΚΗ, Ν. *, ΑΛΕΞΟΥΛΗ-ΛΕΙΒΑΔΙΤΗ, Α. **

Ένα από τα οξύτερα περιβαλλοντολογικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες κοινωνίες είναι αυτά της διάθεσης των στερεών αποβλήτων και κυρίως των οικιακών απορριμμάτων που αποτελούν κυρίως αστικό πρόβλημα. Η διάθεση των υγρών ή στερεών αποβλήτων, βιομηχανικών, τοξικών, κλπ. αποτελεί το άλλο άκλος του προβλήματος, που στις περισσότερες περιπτώσεις αντιμετωπίζονται με όχι ικανοποιητικό τρόπο ή αγνοούνται οι συνέπειες της εφαρμογής των διαφόρων μεθόδων. Ο αστικός πληθυσμός της χώρας μας παράγει ημερησίως 0,6-1 Κρ οικιακά απορρίμματα ανά κάτοικο που για ολόκληρη τη χώρα υπολογίζονται σε 3.000.000 τn το χρόνο και καταλαμβάνουν όγκο 17.500.000 m³ με τόση αύξησης 2-5% το χρόνο.

Μιά αστική κοινωνία παράγει διάφορους τύπους στερεών απορριμμάτων που ο καθένας προκαλεί διαφορετικά προβλήματα στο περιβάλλον. Για να κατανοήσουμε την επίδραση καθενός πρέπει να τα διακρίνουμε σε διάφορους τύπους ανάλογα με τα κύρια συστατικά τους. Κατά την ταξινόμηση που έχει υιοθετηθεί από την Αμερικανική ένωση Δημοσίων έργων (1966) θα καθορίσουμε τις διάφορες κατηγορίες αποβλήτων.

Απόβλητα: χαρακτηρίζονται τα άχρηστα, ανεπιθύμητα ή απορριπτόμενα υλικά που περιλαμβάνουν στερεά, υγρά και αέρια.

Απορρίμματα: χαρακτηρίζονται τα στερεά απόβλητα που μπορεί να ταξινομηθούν με διάφορους τρόπους. Μιά από τις πιο συνηθισμένες ταξινομήσεις είναι ανάλογα με το είδος των υλικών που περιέχουν: ζωικά και φυτικά υπολείμματα τροφών, ακου-

* Γεωλόγος, Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε., Πατησίων 147

**Επικ.Καθηγήτρια Βιβλιοθήκη Γεωγραφίας Πατησίων Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

πίδια, στάχτες, απορρίμματα του δρόμου, νεκρά ζώα, εγκαταλελειμμένα αυτοκίνητα, υλικά κατεδαφίσεως, κλπ.

Το πρόβλημα της διαχείρισης των αποβλήτων αντιμετωπίζεται σε δύο σκέλη. Στο πρώτο περιλαμβάνεται η διαχείριση των στερεών αποβλήτων (αστικών απορριμμάτων) το οποίο αντιμετωπίζεται από την τοπική αυτοδιοίκηση, δήμους και κοινότητες, και στο δεύτερο περιλαμβάνονται τα υγρά απόβλητα, τα μολυσματικά (νοσοκομειακά, απορρίμματα σφαγείων), τα βιομηχανικά, τα τοξικά και γενικά τα επικίνδυνα απόβλητα, που η διάθεσή τους γίνεται χωριστά και λαμβάνεται ειδική μέριμνα.

Η διαχείριση των απορριμμάτων περιλαμβάνει τη συλλογή, μεταφορά και διάθεσή τους. Η διάθεση των απορριμμάτων στο εξωτερικό γίνεται με διάφορες μεθόδους. Όλες χρησιμοποιούνται κατά ένα βαθμό σε διάφορες περιοχές στις Η.Π.Α. και στην Ευρώπη. Σε μεγάλο βαθμό η μέθοδος διάθεσης που χρησιμοποιείται εξαρτάται από τις τοπικές τεχνικο-οικονομικές και πολιτικές συνθήκες κάθε χώρας. Σε πολλά κράτη χρησιμοποιούνται περισσότερες της μίας μεθόδους. Κάθε μέθοδος προκαλεί διαφορετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Θα αναφέρουμε σε συντομία τους τρόπους διάθεσης με τα μειονεκτήματά και τα πλεονεκτήματά τους.

Απόθεση σε ανοικτούς χώρους. Είναι η πιο παλιά και πιο διαδεδομένη μέθοδος. Η πρακτική που ακολουθείται διαφέρει στους διάφορους χώρους. Σε μερικούς γίνεται περιοδικά επικάλυψη και συμπίεση των απορριμμάτων, σε άλλους γίνεται απλή συσσώρευση και σε άλλους επιτρέπεται η καύση για να μειωθεί ο όγκος τους. Γενικά δεν λαμβάνονται ουσιώδη μέτρα για την πρόληψη των οχλήσεων και των κινδύνων για τη δημόσια υγεία που συνήθως προκαλούν οι χώροι αυτοί (σήμερα αυτός ο τρόπος διάθεσης είναι απογορευμένος).

Υγειονομική ταφή. Συνίσταται στην απόθεση και συμπίεση με επικάλυψη στρωμάτων απορριμμάτων με στρώμα εδάφους σε αναλογία 1:4 ή 1:8 με σκοπό να εμποδίσει τα προβλήματα που δημιουργούν οι ανοικτοί χώροι. Λαμβάνεται μέριμνα προστασίας του περιβάλλοντος (νερά, έδαφος, αέρας). Είναι η πιο απλή και οικονομική μέθοδος διάθεσης.

Αποτέφρωση (καύση). Η καύση γίνεται σε κλιβάνους σε υψηλές θερμοκρασίες και απομένει στάχτη και άκουστα υλικά που έχουν όγκο 5-25% του αρχικού και για τα οποία απαιτείται χώρος απόρριψης. Ο χώρος απόρριψης στην περίπτωση αυτή είναι το 1/3 ή το 1/2 του απαιτούμενου για υγειονομική ταφή. Η μέθοδος αυτή είναι πολύπλοκη και ιδιαίτερα δαπανηρή και όχι κατάλληλη για σκουπίδια με μεγάλη υγρασία.

Σκουπιδοφάγοι. Χρησιμοποιούνται για την επιτόπου καταστροφή των απορριμμάτων στα σπίτια και σε ινστιτούτα. Έχουν περιορισμένη χρήση και η διάθεση των υπολειμμάτων γίνεται μέσω των υπονόμων μεταφέροντας το πρόβλημα στη διάθεση των υγρών αποβλήτων. Για το λόγο αυτό σε πολλά κράτη και πολιτείες των Η.Π.Α. απαγορεύεται η χρήση σκουπιδοφάγων νομοθετικά.

Βιοσταθεροποίηση. Συνίσταται στη βιοχημική αποσύνθεση των οργανικών συστατικών των στερεών αποβλήτων και τη δημιουργία ενός συστατικού που μοιάζει με humus. Χρησιμοποιείται σαν βελτιωτικό εδάφους. Το προϊόν αυτό όμως πολλές φορές είναι προβληματικό γιατί περιέχει κομμάτια γυαλιού, πλαστικά και επικίνδυνες ουσίες. Επίσης απομένουν κατάλοιπα της τάξης του 20-30% του αρχικού όγκου των απορριμμάτων, των οποίων η διάθεση απαιτεί χώρους απόρριψης. Στην Ευρώπη έχουν προβλήματα διάθεσης του υλικού αυτού γιατί περιέχονται βαρέα μέταλλα.

Με την εφαρμογή μεθόδων τεχνολογικά προηγμένων γίνεται προσπάθεια να μειωθεί ο όγκος των απορριμμάτων στο ελάχιστο και να αντικατασταθεί η μέθοδος της οπλής εναποθέσεως των στερεών αποβλήτων και της λάσπης κάθε τύπου που περιλαμβάνεται σ'αυτά με μερική ανακύκλωση και μείωση του όγκου τους στο ελάχιστο δυνατόν. Τα απορρίμματα ρυπαίνουν την περιοχή που γίνεται η συλλογή, αλλά κυρίως τις περιοχές που γίνεται η διάθεση. Όλες οι μέθοδοι που αναφέρθηκαν στο τέλος της επεξεργασίας αφήνουν κατάλοιπα που καταλήγουν στο έδαφος. Για το σκοπό αυτό πρέπει να καθοριστούν χώροι διάθεσης, που να πληρούν τις προϋποθέσεις σωστής και ασφαλούς λειτουργίας για την προστασία της υγείας των κατοίκων και του περιβάλλοντος (υπόγεια και επιφανειακά νερά,

έδαφος, ατμόσφαιρα, χλωρίδα, πανίδα, κλπ).

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος που χρησιμοποιείται στο εξωτερικό είναι της υγειονομικής ταφής. Στην Κεντρική Ευρώπη όπως προκύπτει από στοιχεία, το 78% των απορριμμάτων θάβονται, το 20% καίγονται και τα 2% λιπασματοποιούνται. Η επιλογή της μεθόδους διάθεσης γίνεται με τεχνικοοικονομικά και πολιτικά κριτήρια.

Η μέθοδος της υγειονομικής ταφής είναι ασύγκριτα η οικονομικότερη μέθοδος και μπορεί να αρχίσει να εφαρμόζεται σταδιακά χωρίς μεγάλες επενδύσεις. Από τεχνολογικής πλευράς είναι απλή, δεν απαιτεί ιδιαίτερα έμπειρο προσωπικό και μπορεί να εφαρμόζεται σταδιακά, δίνοντας στην αρχή έμφυση στα πιο σημαντικά θέματα προστασίας τους περιβάλλοντος. Επίσης πολλοί από τους εγκεκριμένους χώρους απόρριψης απορριμμάτων θα μπορούσαν εύκολα με εφαρμογή συγκεκριμένων μέτρων, να μετατραπούν σε χώρους υγειονομικής ταφής.

Γιά τη σωστή λειτουργία του χώρου πρέπει να υπολογιστεί ότι απαιτείται έκταση περίπου 10 στρεμμάτων ανά 25.000 κατοίκους το χρόνο και αυτό αποτελεί μειονέκτημα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές γιατί μπορεί το κόστος της κατάλληλης έκτασης να αποβαίνει οικονομικά ασύμφορο. Μετά το τέλος όμως της λειτουργίας και την επανένταξή τους στο περιβάλλον είναι κατάλληλοι για τη δημιουργία πάρκων, γηπέδων, οδικών αρτηριών και καλλιεργειών. Θα πρέπει να αποφεύγεται η χρησιμοποίησή τους για οικοδομικούς σκοπούς, γιατί με τη φόρτιση υπάρχει κίνδυνος καθιζήσεων εξαιτίας των ανακατατάξεων που γίνονται από τις συνεχιζόμενες ζυμώσεις και τη διαφυγή αερίων και υγρών διασπάλαξης που μπορεί να εξακολουθούν για σειρά ετών.

Η επιλογή των χώρων διάθεσης απορριμμάτων για την αποφυγή κατά το δυνατόν των δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον, πρέπει να γίνεται με ορισμένα φυσικογεωγραφικά κριτήρια που είναι μορφολογικά, γεωλογικά, υδρογεωλογικά και κλιματικά.

Μορφολογικά κριτήρια-γεωγραφικά

Η γεωγραφική θέση του χώρου απόρριψης αποτελεί ένα από τα πρωταρχικά κριτήρια που λαβαίνονται υπ' όψη. Ο χώρος δεν πρέπει να βρίσκεται σε μικρότερη απόσταση των 500μ από κατοικημένη περιοχή

ή κοντά σε αεροδρόμια ή αρχαιολογικούς χώρους, όπως ορίζει ο νόμος και θα πρέπει να βρίσκεται κατά προτίμηση κεντροβορικά των αστικών περιοχών που θα εξυπηρετήσει. Να υπάρχει οδική σύνδεση και να είναι προσπελάσιμος όλες τις ημέρες του χρόνου. Επίσης θα πρέπει να υπάρχει χώρος για τη στάθμευση των οχημάτων.

Η μορφολογία των χώρων που θεωρούνται κατάλληλοι είναι:

- α) Επίπεδες περιοχές (κλίση 0-5%) στις οποίες μπορεί να δημιουργηθούν "λόφοι απορριμμάτων" και συγκαταλέγονται στις χωματερές, με τα λιγότερα προβλήματα για τους ακόλουθους λόγους. Χαρακτηρίζονται από ευστάθεια πρανών και δυνατότητα επέκτασης. Δεν επηρεάζονται από την επιφανειακή απορροή, αλλά δέχονται μόνο τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Τέλος είναι εύκολος ο προγραμματισμός για την επανένταξη στο φυσικό περιβάλλον. Μειονέκτημα των χώρων αυτών είναι ότι είναι ευπρόσβλητοι από τους ανέμους, οι οποίοι παρασύρουν ελαφρά υλικά και οσμές και παρουσιάζουν κίνδυνο καθιζήσεων εξαιτίας του βάρους.
- β) Φυσικά ή τεχνητά βυθίσματα, όπως φαράγγια, εγκαταλελειμμένα λατομεία, λατομεία αργίλου, κλπ. μπορεί να χρησιμοποιηθούν σαν χωματερές. Δεν παρουσιάζουν προβλήματα, αντίθετα μπορεί να αποτελέσουν τρόπο αποκατάστασης του τοπίου. Το μειονέκτημα των χώρων αυτών είναι τεχνικά και ότι συνήθως έχουν περιορισμένη χωρητικότητα.
- γ) Φυσικά πρανή με κλίση μικρότερη του 25%. Έχουν το πλεονέκτημα ότι κατά την προέκταση του χώρου απόρριψης προς την πλαγιά το υλικό εκσκαφής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επικάλυψη.

Απαραίτητη προϋπόθεση για τον καθορισμό της θέσης απόρριψης είναι η οριοθέτηση της λεκάνης απορροής μέσα στην οποία βρίσκεται ο χώρος και η μελέτη των μορφομετρικών παραμέτρων, τόσο της λεκάνης απορροής, όσον και του υδρογραφικού δικτύου. Με βάση τα στοιχεία αυτά, τα κλιματολογικά δεδομένα, τη λιθολογική σύσταση της λεκάνης και τη βλάστηση πρέπει να υπολογιστεί η επιφανειακή απορροή της λεκάνης, το υδρολογικό ισοζύγιο και η μέγιστη παροχή σε περιόδους πλημμύρας, που υπολογίζεται ότι συμβαίνει με μία περιοδικότητα 10 ετών περίπου. Με τα στοιχεία αυτά υπολογίζεται η ευρεία κοίτη των ποταμών, ώστε ο χώρος να μην επηρεάζει το

υδρογραφικό δίκτυο. Για το λόγο αυτό, ανάλογα με την μορφολογία του χώρου, πρέπει να δημιουργηθεί ανάντη του χώρου περιφερειακή τάφρος ομβρίων υδάτων, ώστε να διευθετούνται τα νερά της διάχυτης απορροής και να μην διέρχονται από το χώρο εναπόθεσης, κατάντη δε του χώρου να δημιουργηθεί τάφρος συλλογής και δεξομενή των υγρών διαστάλαξης των οποίων η ποσότητα είναι ευθέως ανάλογη των κλιματολογικών συνθηκών και του υλικού επικάλυψης.

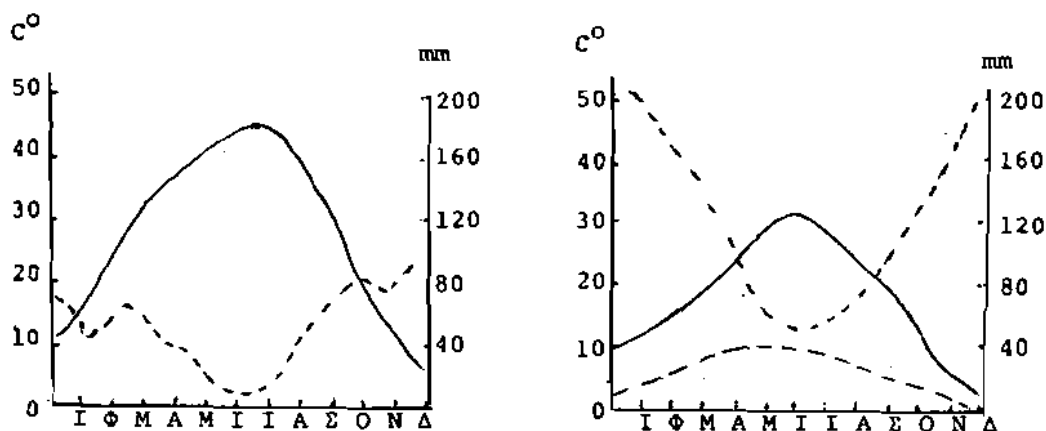
Κλιματολογικά στοιχεία. Τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά μιάς περιοχής έχουν άμεση ή έμμεση σχέση στη ρύπανση που προκαλείται στον ευρύτερο χώρο της θέσης διάθεσης απορριμμάτων. Οι κλιματολογικοί παράγοντες που επιδρούν στη ρύπανση των περιοχών είναι:

α) ο άνεμος που μπορεί να μεταφέρει σμέες και ελαφρά συστατικά των σκουπιδιών από το χώρο διάθεσης προς την κατεύθυνση που πνέει, β) η ηλιοφάνεια, η θερμοκρασία και η υγρασία, που καθορίζουν τη τοχύτητα και την πρόοδο των χημικών αντιδράσεων που δημιουργούνται στα απορρίμματα, καθώς και την παραγωγή των δευτερογενών ουσιών και γ) οι βροχοπτώσεις συντελούν στην απόπλυση των απορριμμάτων και σε συνδυασμό με την εξατμισοδιαπνοή, στην παραγωγή και στον όγκο των ατραγγιαμάτων. Για το λόγο αυτό πρέπει να υπολογιστεί το υδραυλικό ισοζύγιο. Επίσης ενδιαφέρουν οι μέρες παγετού και χιόνος κατά τη διάρκεια του έτους γιατί καθορίζουν την προσιτότητα του χώρου.

Οι παραπάνω παράγοντες επιδρούν στον τύπο και στην έκταση της παραγόμενης ρύπανσης. Για τους λόγους αυτούς είναι απαραίτητη η γνώση των μάκρο και αν είναι δυνατόν και των μικροκλιματολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής, τα οποία θα συνέκτιμηθούν με τις γεωμορφολογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής για την τελική επιλογή των χώρων. Τα μετεωρολογικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τη μελέτη είναι: ύψος βροχής, ημερήσιο και ετήσιο, βροχομετρικός δείκτης, ημέρες χιόνος, ημέρες πάγου, υγρασία αέρα, θερμοκρασία αέρα και άνεμοι. Τα μετεωρολογικά στοιχεία θα πρέπει να καλύπτουν χρονικό διάστημα τουλάχιστον 30 ετών, για να είναι ανιπροσωπευτικά.

Για να γίνει κατανοητή η σχέση θερμοκρασίας και βροχόπτωσης

στην εκτίμηση του υδραυλικού ισοζυγίου μίας περιοχής στη διάρκεια του χρόνου, χωρίς να λάβουμε υπόψη την φυτοκάλυψη και τα άλλα στοιχεία, δίνουμε διαγράμματα στο σχήμα 1 στα οποία διακρίνουμε δύο περιπτώσεις: α) Η καμπύλη θερμοκρασίας βρίσκεται χαμηλότερα από την καμπύλη βροχοπτώσεως και έχουν την ίδια καμπυλότητα. Στην



Σχ.1. Διαγράμματα θερμοκρασίας και βροχοπτώσεων. Με συνεχή γραμμή σημειώνεται η καμπύλη θερμοκρασίας και με εστιγμένη η καμπύλη βροχοπτώσεων.

περίπτωση αυτή το υδρογραφικό ισοζύγιο είναι θετικό. β) Η καμπύλες θερμοκρασίας και βροχοπτώσεως έχουν αντίθετη καμπυλότητα και τέμνονται. Στους μήνες που περιλαμβάνονται στο τμήμα τομής, έχουμε αρνητικό υδραυλικό ισοζύγιο. Οι παρατηρήσεις αυτές μας βοηθούν στον υπολογισμό του όγκου των υγρών διαστάλαξης που παράγονται κατά τη διάρκεια του χρόνου και στον υπολογισμό η χωρητικότητα της περιφερειακής τάφρου, η διατομή των σωληνώσεων για την αποστράγγιση και ο όγκος της δεξαμενής των λυμάτων.

Γεωλογικά και υδρογεωλογικά κριτήρια. Στην επιλογή του χώρου διάθεσης απορριμμάτων οι γεωλογικοί και υδρογεωλογικοί παράγοντες είναι καθοριστικής σημασίας γιατί αποτελούν τους άμεσους απόδεκτες της ρύπανσης με σοβαρές επιπτώσεις, τόσο στη στενή περιοχή της απόθεσης, όσο και στον ευρύτερο χώρο.

Τα στοιχεία που πρέπει να μελετηθούν είναι η γεωλογική δομή της περιοχής, δηλαδή, η πετρολογική σύσταση, η κλίση και το πάχος των στρωμάτων, οι διακλάσεις, τα ρήγματα, η ύπαρξη, το πάχος και το είδος του εδαφικού καλύμματος ή αποσαθρωμένης ζώνης. Η λιθολογική σύσταση του χώρου σε σχέση με την τεκτονική δομή προσδιορίζουν τη συμπεριφορά και τα τεχνικά χαρακτηριστικά που αποτελούν κριτήρια καταλληλότητας στην επιλογή των χώρων διάθεσης. Για το λόγο αυτόν απαιτείται γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής, σε μικρή κλίμακα στην αρχή, προκειμένου μαζί με τα άλλα κριτήρια, μορφολογικά, κλιματολογικά και κοινωνικά, να γίνει η ορθική επιλογή των χώρων διάθεσης. Στη συνέχεια για τους χώρους που κατ'αρχήν επιλέγονται, μία λεπτομερέστερη χαρτογράφηση των γεωλογικών και υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών και εκτίμηση όλων των άλλων στοιχείων. Με βάση τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών μπορεί να γίνει η τελική επιλογή των χώρων διάθεσης, αφού φυσικά προταθούν τα έργα που θα πρέπει να εκτελεστούν για την ασφαλή λειτουργία, καθώς και τα έργα για την επανένταξη των χώρων. Εκτός από τη γεωλογική χαρτογράφηση των περιοχών απαιτούνται και γεωλογικές τομές στις οποίες φαίνεται η γεωλογική κατασκευή στα βαθύτερα στρώματα.

Η λιθολογική μελέτη πρέπει να περιλαμβάνει την αναγνώριση και την περιγραφή των σχηματισμών και τη μελέτη των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων τους, δηλαδή αντοχή στη θλίψη, πορώδες, υδροπερατότητα και αντοχή στη φυσική και χημική αποσάθρωση. Αν πρόκειται για ιζήματα (χαλαρά ή ημισυνεκτικά) χρειάζεται και κοκκομετρική ανάλυση.

Κατά τη διάρκεια της αποσύνθεσης των απορριμμάτων, από τα οργανικά κυρίως συστατικά τους, από άλλα υγρά που περιέχουν, καθώς και τα νερά της βροχής παράγονται τα υγρά διαστάλαξης (στραγγίσματα), τα οποία αντιδρούν με τα μέταλλα που υπάρχουν στα σκουπίδια και παράγουν ισχυρά διαβρωτικά και οξειδωτικά διαλύματα

που προσβάλλουν τα πετρώματα. Τα πετρώματα που υπόκεινται σε χημική αποσάθρωση είναι κυρίως τα ανθρακικά, ασβεστόλιθαι, μάρμαρα και δολομίτες. Χημική αποσάθρωση παθαίνουν, σε μικρότερο όμως βαθμό και άλλα πετρώματα εξαιτίας της διάλυσης ορισμένων ορυκτολογικών τους συστατικών, γιατί τα υγρά διαστάλαξης είναι έντονα διαβρωτικά. Παράλληλα με τις χημικές αυτές διαδικασίες παράγονται διάφορα άλατα από μετατροπή των υδροξειδίων των μετάλλων σε σουλφίδια, ανθρακικά, πυριτικά και φωσφορικά.

Εκτός από τα υγρά διαστάλαξης, από τη μικροβιακή διαδικασία και τον αέρα που εισρέει στα απορρίμματα, δημιουργούνται αέρια, CO_2 , NH_3 , CH_4 , κλπ. σε όγκο που ανέρχεται σε 60-290m³ ανά τόννο απορριμμάτων και ασκούν τεράστια πίεση, στα γειτονικά πετρώματα προκαλώντας διαρήξεις και χολάρωση της συνοχής τους με τη διεύρυνση των ρωγμών και των διακλάσεων. Τα υγρά διαστάλαξης προσβάλλουν και αυτά το υποκείμενα πετρώματα και προκαλούν ή επιταχύνουν τη χημική τους αποσάθρωση και δημιουργούν ή διευρύνουν τις ρωγμές και τις διακλάσεις. Επίσης είναι δυνατόν να απομοκρύνουν υλικά που είχαν συσσωρευτεί και πληρώσει τα κενά. Οι διεργασίες αυτές είναι δυνατόν να αυξήσουν την υδροπερατότητα των πετρωμάτων ή να τα καταστήσουν υδροπερατά με σοβαρές συνέπειες για τον υδροφόρο ορίζοντα.

Η αλληλεπίδραση των φυσικοχημικών και βιολογικών φαινομένων που εξελίσσονται στη μάζα των απορριμμάτων παίζουν καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία του χώρου διάθεσης.

Η υδροπερατότητα. Είναι η ικανότητα που έχει το πέτρωμα να επιτρέπει τη διείσδυση και κυκλοφορία του νερού μέσα σ'αυτό. Η υδροπερατότητα εξαρτάται από το ενεργό πορώδες, το βαθμό διάρρηξης, την κλίση, τη στρώση και τη σχιστότητα των πετρωμάτων. Υπολογίζεται από το συντελεστή διαπερατότητας K σε m/sec ή σε cm/sec. Σαν υδατοστεγή χαρακτηρίζονται τα πετρώματα που δεν επιτρέπουν πρακτικά την κυκλοφορία νερού μέσα σ'αυτά. Τα υδροπερατά πετρώματα διακρίνονται σε ισότροπα και ανισότροπα. Ισότροπα είναι τα πετρώματα στα οποία ο συντελεστής K είναι ο ίδιος σε όλες τις διευθύνσεις στο χώρο, ενώ ανισότροπα αυτά που ο συντελεστής K παρουσιάζει μία μέγιστη τιμή σε μία κατεύθυνση και

μιά ελάχιστη σε άλλη, ενδιάμεσα δε διαφορετικές τιμές. Η τιμή του K εξαρτάται από τη στρώση, την κλίση καθώς και τη διεύθυνση και την πυκνότητα των ρωγμών και της σχιστότητας και το πορώδες.

Προκειμένου να αποφανθούμε για την καταλληλότητα ενός χώρου μελετάται ιδιαίτερα η λιθολογία και το πάχος των επιφανειακών σχηματισμών και τους κατατάσσαμε ανάλογα με το συντελεστή υδροπερατότητας.

- Άργιλος γενικά με μικρή, μέση ή υψηλή πλαστικότητα-παχιές άργιλοι, χαλικώδεις-αμμώδεις-ιλιούχος άργιλος, αργιλώδης άμμος, μίγμα αργίλου με αμμοχάλικο, αργιλικά χαλίκια και τύρφη με πολύ πλαστικό υλικό έχουν $K=10^{-4}$ έως 10^{-6} .

- Ιλύς, μαρμαρυγιάκα ή διατομικά λεπτόκοκκα αμμώδη ή ιλιούχα εδάφη, άργιλος χαμηλής πλαστικότητας, ιλιούχα χαλίκια, μίγμα ιλύος και αμμοχάλικου, ιλιούχος άμμος, πολύ λεπτόκοκκη άμμος, αργιλώδης άμμος και άμμος με ιλύ έχουν $K=10^{-3}$ έως 10^{-6} .

- Καλά ή πολύ ασθενώς διαβαθμισμένα χαλίκια, καλά ή πολύ ασθενώς διαβαθμισμένη άμμος και αμμοχάλικο έχουν $K=10^{-3}$.

- Πολύ ασθενώς διαβαθμισμένα χαλίκια έχουν $K=10^{-2}$.

Όσο μικρότερο συντελεστή K έχουν οι σχηματισμοί και μεγαλύτερο πάχος τόσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απαιτείται για να περάσουν τα στραγγίσματα μέσα απ' αυτούς και να φθάσουν στο υπόβαθρο ή το υδροφόρο σώμα και τόσο πιά ασφαλή μπορεί να χαρακτηριστούν.

Ενδεικτικά ανσφέρουμε ότι για να διαπεράσουν τα στραγγίσματα ένα στρώμα πάχους 1m με $K=1 \cdot 10^{-4}$ cm/sec χρειάζονται 3 χρόνια και 2 μήνες, ενώ αν το στρώμα αυτό έχει $K=1 \cdot 10^{-7}$ cm/sec απαιτούνται 30 χρόνια περίπου. Σχηματισμοί με συντελεστή $K=3 \cdot 10^{-7}$ cm/sec απαιτείται 1 χρόνος, 7 μήνες και 22 μέρες για να διαπεράσουν τα στραγγίσματα πάχους 20m.

Απόσο αναφέραμε πιο πάνω η καταλληλότητα του χώρου κρίνεται από το πάχος και το είδος των επιφανειακών σχηματισμών. Σε περίπτωση που επιφανειακά συναντώνται υδροπερατά πετρώματα θα μπορούν να λειτουργήσουν χώροι για υγειονομική ταφή, μ ό ν ο μετά από επιφανειακή στεγανοποίηση με επίστρωση υδροστεγανού υλικού ικανοποιητικού πάχους ώστε να διασφαλίζεται η προστασία των υποκειμένων υδροφόρων οριζώντων. Αν οι σχηματισμοί αποτελού-

νται από αμμοχάλικο θα μπορούσε αυτή να χρησιμοποιηθεί σαν υλικό επικάλυψης. Οι σχηματισμοί αυτοί γενικά πρέπει να θεωρούνται ακατάλληλοι σαν υπόβαθρο για τη δημιουργία χώρων υγειονομικής ταφής και να χρησιμοποιούνται μόνο σαν έσχατη λύση αφού ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα στεγανοποίησης.

Σχηματισμοί με μικρή υδροπερατότητα ($K=1 \cdot 10^{-7}$ cm/sec) με πάχος μεγαλύτερο των 10m αποτελούν περιοχές με υψηλό βαθμό ασφάλειας από τη ρύπανση και παρέχουν τη δυνατότητα διαμόρφωσης του χώρου με εκκαφή, με σκοπό να μην επέλθει σλλαγή της μορφολογίας, ενώ οι ίδιοι σχηματισμοί πάχους μικρότερου των 10m αποτελούν ασφαλές υπόστρωμα χωρίς καμιά κατεργασία αλλά αποκλείεται η εκκαφή και έχουν σαν συνέπεια την σλλαγή της μορφολογίας.

Σχηματισμοί αμμοχάλικώδεις ($K=1 \cdot 10^{-3}$) επικείμενοι σε υδροστεγανό αργιλικό υλικό επιτρέπουν την εναπόθεση με διενέργεια εκκαφής μέχρι το υδροστεγανό πέτρωμα με την προϋπόθεση ότι θα στεγανοποιηθεί πλευρικά ο χώρος. Η πλάγια πρόστασία μπορεί να γίνει αφήνοντας κενό μεταξύ των πλευρών και του υλικού επικάλυψης.

Σχηματισμοί αργιλικής σύστασης αποτελούν εξαιρετικό υλικό πάνω στο οποίο γίνεται εναπόθεση γιατί είναι πολύ καλό υδροστεγανό υλικό, αλλά και εξαιτίας της ιδιότητας της κατιοντοανταλλαγής επιφέρουν εξυγείανση των στραγγισμάτων για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα λειτουργίας. Θα πρέπει όμως να λαβαίνουμε υπ'όψη ότι το έδαφος λειτουργεί μεν σα φυσικό φίλτρο, αλλά και σαν αποθήκη βλαβερών ουσιών.

Είναι χρήσιμο ο έλεγχος υδροπερατότητας των σχηματισμών να γίνεται επί τόπου στην περιοχή που ερευνάται, γιατί στις γεωτρήσεις, που είναι απαραίτητες γι'αυτό το σκοπό, μελετώνται μαζί με την υδροπερατότητα και άλλες ιδιότητες των πετρωμάτων στη φυσική τους θέση (π.χ. ρωγμάτωση). Αυτό είναι αναγκαίο γιατί η τιμή του K στον εργαστηριακό έλεγχο είναι πολλές φορές τόσο μικρότερη απ'αυτήν που προσδιορίζεται επί τόπου, ώστε να μην ανταποκρίνεται καθόλου στην πραγματικότητα. Επίσης ο έλεγχος υδροπερατότητας πρέπει να γίνεται σε πολλές θέσεις γιατί ιδιαίτερα στις προσχώσεις δεν υπάρχει ομοιογένεια.

Μετά τον προσδιορισμό του K είναι απαραίτητο να μετρηθεί η

στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα στη λεκάνη απορροής, τουλάχιστον σε τέσσερις περιόδους, και να κατασκευαστεί πιεζομετρικός χάρτης, στον οποίο θα δίνονται η υψηλότερη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα καθώς και η διεύθυνση ροής.

Επίσης πρέπει να διερευνηθεί η ύπαρξη υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων, η περιοχή τροφοδοσίας τους, η περιοχή που πιθανώς υδροδοτούν και η επίδραση που θα έχει σ'αυτούς η λειτουργία του χώρου υγειονομικής ταφής.

Να υπολογιστεί η ποσοστική σχέση μεταξύ βροχόπτωσης και πιεζομετρίας και να γίνεται ποιοτικός έλεγχος των επιφανειακών και υπόγειων νερών, ώστε αν μετά την εναπόθεση των απορριμμάτων παρουσιαστεί κάποια αλλαγή στην ποιότητα των νερών να μπορέσουμε να αιτιολογήσουμε τη ρύπανση και να προβούμε στα κατάλληλα μέτρα εξυγίανσης. Επισημαίνουμε ότι εξαιτίας των πολλαπλών επιδράσεων που δέχεται μία περιοχή είναι δύσκολο να διαπιστώσουμε αν η ρύπανση οφείλεται στα στραγγίσματα ή σε άλλους ρύπους που σχετίζονται με τη βιομηχανία, τις καλλιέργειες ή από τις δραστηριότητες των αστικών περιοχών.

Γιά τη λειτουργία χώρου υγειονομικής ταφής είναι απαραίτητη η εξεύρεση υλικού επικάλυψης. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για επικάλυψη είναι άργιλος, αργιλώδης άμμος, αργιλώδης ή λασπώδης χαλίκι, λάσπη, καθαρή άμμος, χαλίκια και μπάζα. Καθ' ένα από τα υλικά αυτά έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Τα αργιλώδη υλικά είναι υδατοστεγή, εμποδίζουν την κατείδυση των στραγγισμάτων στα κατώτερα στρώματα. Ευνοούν τις αναερόβιες αντιδράσεις, εμποδίζουν τη διαφυγή των αερίων και γιαυτό πρέπει να υπάρχουν σωλήνες εξαερισμού, εμποδίζουν την ανάπτυξη εντόμων και τη διασπορά ελαφρών συστατικών και εξασφαλίζουν καλή εμφάνιση.

Η άμμος, τα χαλίκια και τα μπάζα έχουν μεγαλύτερους πόρους είναι υδροπερατά και τα στραγγίσματα κατείδουν αυξάνοντας την υγρασία στο κύριο σώμα των απορριμμάτων. Επιτρέπουν τη διαφυγή των παραγομένων αερίων και δεν απαιτούνται σωλήνες εξαερισμού. Εμποδίζουν τη διάνοιξη στοών από τα τρωκτικά αλλά αναπτύσσονται περισσότερο τα έντομα απ'ότι στην προηγούμενη περίπτωση. Το υλικό αυτό μπορεί να προέρχεται από έργα εκσκαφής του χώρου, για την

απόθεση των απορριμμάτων, το οποίο χρησιμοποιείται και για επικάλυψη, να λαμβάνεται με εκσκαφή από γειτονική περιοχή ή να είναι μπάζα που θα απορρίπτονται στο χώρο. Από τις παραπάνω περιπτώσεις η πρώτη, δηλαδή το υλικό να προέρχεται από έργα που γίνονται για τη διαμόρφωση του χώρου είναι και η προτιμότερη γιατί έχει πολύ μικρό κόστος. Επίσης η περίπτωση απόρριψης μπαζών είναι πολύ ικανοποιητική γιατί μπορεί να εισπράττονται δικαιώματα ανά m^3 που αποτελούν έσοδο. Επί πλέον είναι πορώδη και τα αέρια που δημιουργούνται από τις χημικές διεργασίες στα απορρίμματα, διαφεύγουν χωρίς να δημιουργείται κίνδυνος ή να απαιτείται πρόβλεψη εξαερισμού.

Τέλος είναι απαραίτητη η μελέτη και ο σχεδιασμός των έργων που θα εκτελεσθούν ο σχεδιασμός του τρόπου εναπόθεσης, ώστε να εντάσσονται στο περιβάλλον χωρίς να δημιουργούν προβλήματα σε κανέναν από τους παράγοντες που εξετάσαμε πιο πάνω. Ένα άλλο σημείο που χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή είναι η γωνία εναπόθεσης των απορριμμάτων. Εξαιτίας της μεγάλης υγρασίας που περιέχεται στα απορρίμματα η γωνία εναπόθεσης δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη γιατί υπάρχει υψηλός κίνδυνος κατολισθήσεων με αποτέλεσμα να προκληθεί εκτεταμένη και σοβαρή ρύπανση.

Προβλεπόμενα έργα

Για τη σωστή λειτουργία της χωματερής είναι απαραίτητη η διενέργεια ορισμένων έργων υποδομής. Αυτά είναι τα πιο κάτω:

Είναι απαραίτητη η διαμόρφωση του πυθμένα του χώρου στον οποίο θα γίνει η εναπόθεση, ώστε τα υγρά διαστάλαξης να κυλούν προς τους αγωγούς συλλογής με την ίδια κλίση που έχουν οι αγωγοί των υγρών διαστάλαξης, δηλ. περίπου 3%.

Περιφερειακά στη χωματερή πρέπει να κατασκευαστεί τάφρος για τη συλλογή των νερών της βροχής, ώστε να μην περνούν από τη μάζα των απορριμμάτων και να παροχετεύονται σε φυσικούς αποδέκτες (ρυάκια, κλπ).

Απαραίτητο μέτρο για την ασφάλεια του χώρου και την οριοθέτησή του καθώς για να εμποδίζεται η είσοδος ανθρώπων που δεν έχουν σχέση εργασίας με το χώρο, ζώων, ή η διασπορά ελαφρών

αντικειμένων (χαρτιών) αποτελεί η περίφραξη του χώρου. Για την περίφραξη, που πρέπει να έχει ύψος περίπου 2,10m, χρησιμοποιείται συρμοτόπλεγμα τύπου N, πάχους 2,4mm με βρόχους 53X53mm. Οι πόσσαλοι πρέπει να κατασκευαστούν ανά 2,5m από μορφοσίδηρο T60 να πακτωθούν σε βάση από σκυρόδεμα βάθους 40 cm.

Κρίνεται απαραίτητη η κατασκευή περιφερειακού δρόμου, ο οποίος θα χρησιμεύει για αφετηρία των εσωτερικών δρομολογίων και σαν ζώνη πυρασφάλειας.

Η καταλληλότητα ενός χώρου διάθεσης, όπως αναφέραμε πιο πάνω, κρίνεται εκτός των άλλων από το πάχος και το είδος των επιφανειακών σχηματισμών. Σχηματισμοί περατοί, ημιπερατοί ή αδιαπέρατοι μικρού πάχους χρειάζονται έργα στεγανοποίησης. Αυτή επιτυγχάνεται με επίστρωση αργίλου ($K < 10^{-7}$ cm/sec και κάτω) της οποίας το πάχος εξαρτάται από τη διάρκεια λειτουργίας της χωματερής. Στόχος της είναι η προφύλαξη των υπόγειων νερών και των εδαφών εκτός του χώρου διάθεσης.

Είναι απαραίτητη η τοποθέτηση αγωγών συλλογής των υγρών διαστάλαξης. Οι αγωγοί πρέπει να τοποθετηθούν με κλίσεις ίδιες με τις κλίσεις του διαμορφωμένου πυθμένα. Η διάμετρός τους θα εξαρτηθεί από τις μικροκλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Οι αγωγοί θα τοποθετούνται σε κανάλια, θα κασλήγουν σε συλλεκτήρες και από εκεί θα οδηγούνται στη δεξαμενή συλλογής των υγρών διαστάλαξης.

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας της χωματερής (αλλά και αργότερα), δημιουργούνται από την αποσύνθεση του οργανικού φορτίου και τη βροχή, υγρά διαστάλαξης, τα οποία συλλέγονται με αγωγούς που τοποθετούνται στον πυθμένα του χώρου εναπόθεσης κατά τη διάρκεια της διαμόρφωσης και συμπύκνής του και οδηγούνται σε δεξαμενή συλλογής. Απ'εκεί με αντλία λυμάτων ή με βυτιοφόρα μεταφέρονται και πάλι στο χώρο εναπόθεσης απορριμμάτων, σε μονάδα βιολογικού καθαρισμού. Ο όγκος των υγρών διαστάλαξης εξαρτάται από το υδραυλικό ισοζύγιο του χώρου διάθεσης.

Είναι απαραίτητη η κατασκευή αναχώματος κατόπτη του χώρου για να οδηγούνται τα υγρά διαστάλαξης στους αγωγούς συλλογής για να μην ρέουν εκτός του χώρου εναπόθεσης και για να στηρίζονται τα πρανή των στρώσεων εναπόθεσης των απορριμμάτων.

Τέλος είναι απαραίτητο να πραγματοποιούνται γεωτρήσεις ανάντη και κατόντη του χώρου διάθεσης με σκοπό τον έλεγχο της ποιότητας των υπόγειων νερών, έτσι ώστε σε περίπτωση ρύπανσής τους να προβούμε άμεσα σε μέτρα εξουγίανσης. Οι γεωτρήσεις πρέπει να είναι τουλάχιστον τρεις (3) έτσι ώστε με την πιεζομετρία να καθοριστεί η διεύθυνση ροής. Είναι ευνόητο ότι πρέπει να υπάρχει άφθονο υλικό για την καθημερινή επικάλυψη των απορριμμάτων η οποία θα πρέπει να γίνεται με σχολαστικότητα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Απόσα αναπτύξαμε πιο πάνω πρακικη ότι για τη σωστή και ασφαλή λειτουργία των χώρων υγειονομικής ταφής είναι απαραίτητα η επιλογή τους να γίνεται με ορισμένα φυσικογεωγραφικά κριτήρια, τα οποία είναι μορφολογικά, γεωγραφικά, κλιματολογικά, γεωλογικά και υδρογεωλογικά.

Η μορφολογία των χώρων που θεωρούνται κατάλληλοι και παρουσιάζουν τα λιγότερα μειονεκτήματα είναι: επίπεδες περιοχές με κλίση 0-5%, φυσικά και τεχνητά βυθίσματα, όπως φαράγγια, εκταταλελειμένα λατομεία, κλπ. και τέλος φυσικά πρήνη με κλίση μικρότερη των 25%. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι οι χώροι να μην επηρεάζουν το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής και απαιτείται μελέτη των μορφομετρικών στοιχείων της λεκάνης απορραής και του υδρογραφικού δικτύου.

Οι χώροι πρέπει να βρίσκονται κεντρόβαρκα των αστικών περιοχών που θα εξυπηρετούν και μακριά από κατοικημένες περιοχές, αρχαιολογικούς χώρους και αεροδρόμια.

Κλιματολογικά στοιχεία που επηρεάζουν την καταλληλότητα του χώρου είναι: ο άνεμος, η ηλιοφάνεια, η θερμοκρασία, η υγρασία, οι μέρες παγετού και χιόνιας, οι βροχοπτώσεις και η εξατμισοδιαπνοή, γιατί από αυτά καθορίζονται το υδραυλικό ισοζύγιο, η ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων, η απρόσκοπτη καθημερινή λειτουργία του χώρου και ο προγραμματισμός των απαιτούμενων έργων υποδομής.

Γεωλογικά και υδρογεωλογικά κριτήρια αποτελούν: η γεωλογική και τεκτονική δομή της περιοχής, η λιθολογική σύσταση, το πάχος των στρωμάτων, η πυκνότητα διακλάσεων και ρηγμάτων, ο βαθμός

αποσάθρωσης και διάβρωσης των πετρωμάτων. Επίσης η διαπερατότητα των σχηματισμών, η πιεζομετρία, η παροχή και η διεύθυνση ροής του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και η ύπαρξη υλικού επικάλυψης. Σαν κατάλληλες για τη δημιουργία χώρων υγειονομικής ταφής χαρακτηρίζονται οι περιοχές που καλύπτονται από υδατοστεγανά πετρώματα, ενώ θα πρέπει να αποκλειστούν αυτές με υδροπερατούς σχηματισμούς.

Για τη δημιουργία χώρων υγειονομικής ταφής είναι απαραίτητη η λήψη μέτρων και η δημιουργία υποδομής στους χώρους, που θα εξασφαλίζει σωστή και ασφαλή λειτουργία και θα προστατεύει τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Τέτοια μέτρα είναι η στεγανοποίηση του πυθμένα, η διαμόρφωσή του, ώστε τα υγρά διαστάλαξης να κυλούν προς τους αγωγούς συλλογής διασταλαζόντων, η δημιουργία δεξαμενής συλλογής των υγρών διαστάλαξης, η δημιουργία περιφερειακής τάφρου ομβρίων υδάτων, η περίφραξη του χώρου, η δημιουργία περιφερειακού δρόμου και η καθημερινή επικάλυψη των απορριμμάτων. Επίσης πρέπει να λαβαίνεται πρόνοια, ώστε η γωνία σπόθεσης των απορριμμάτων να είναι μικρότερη του 25% για την αποφυγή κατολισθήσεων.

SUMMARY

For the proper and safe function of sanitary burial sites it is necessary to satisfy certain requirements, which are morphological, geographical, climatological, geological and hydrogeological.

The sites to be used must be a resultant of urban areas which will be serviced and at a distance from the urban and archaeological sites and airports. The most appropriate morphology of the sites considered with the least disadvantages are flat surfaces with 0-5% inclination, natural or artificial depression as coves, deserted quarries etc, and natural slopes with an inclination of less than 25%. A necessary requirement is that the site should not affect the drainage system of drainage basin.

The climatic conditions which affect the proper function of the site area are: the wind, the sunlight, the temperature, the humidity, frost and snow, the rain and the evaporation because

they define the hydrologic balance, the rate of the chemical reactions and the work of infrastructure. Geological and hydrogeological criteria, include: the geological and tectonic structure of the area, the lithological composition, the thickness of the layers, the density of joints and faults, the degree of weathering and the erosion of the rocks, the permeability of formation, the piezometry and the direction of flow of the ground waters table.

Having studied the above mentioned factors, the appropriate construction work is under way to assure the safe function of the site to protect the public health and the environment.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΛΕΞΟΥΔΗ-ΛΕΙΒΑΔΙΤΗ, Α. 1982. Γήινο Φυσικό Περιβάλλον (Σημειώσεις σπουδαστικές). Αθήνα.
- ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗ, Ι., ΚΥΡΟΥΣΗ, Γ., ΜΙΜΙΔΗ, Θ., ΛΑΜΠΡΑΚΗ, Ν., 1986. Υδρογεωλογικές συνθήκες σε σχέση με τη ρύπανση των υπόγειων νερών στις περιοχές απόθεσης απορριμμάτων της Αττικής και Ιεράπετρας. Πρακτ. 3ο Συνέδριο Ελλην.Γεωλ.Εταιρείας, Αθήνα.
- ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΥ, Η. 1968. Σημειώσεις υδρογεωλογίας. Αθήνα.
- MILNER, H. 1962. Sedimentary Petrography. Allen and Unwin Ltd. London.
- ΜΠΟΥΡΚΑΣ, Κ., 1984. Το πρόβλημα των απορριμμάτων στην επαρχία Σχεδιασμός-Οργάνωση-Εφαρμογή. Ινστιτούτο Geothe. Αθήνα.
- ΠΟΥ, 1973. Πρότυπος κώδιξ μεθόδου διάθεσης των στερεών αποβλήτων επί του εδάφους. Κοπεγχάγη, 1972 (Μετάφραση Ε.Καλακτενίδης; Υπ.Εσωτερικών, Αθήνα 1973).
- SCHNEIDER, W., 1975. Hydrologic implications of Solid-Waste disposal. Environmental Geology. Pennsylvania, 1975.
- ΣΚΟΡΔΙΑΗ, Α., 1982. Στερεά απορρίμματα. Κίνδυνοι, εναλλακτικές λύσεις διαθέσεις. Εκ. Ένωση Ελλ.Χημικών. Ρύπανση

και προστασία περιβάλλοντος. Αθήνα.

ΣΚΟΡΔΙΑΗ, Α., 1983. Υγειονομική ταφή απορριμμάτων (ελεγχόμενη αναπόθεση). ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα.

ΥΠΕΧΩΔΕ, 1987. Έκθεση κατάστασης περιβάλλοντος στην Ελλάδα. Στερεά απόβλητα. Αθήνα.