



Επεξεργασία και διαχείριση στερεών αποβλήτων

Ενότητα 11: Αποκατάσταση ανεξέλεγκτων –
ημιελεγχόμενων χώρων διάθεσης - Τεχνικές και πρακτικές.

Μουσιόπουλος Νικόλαος
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





Αποκατάσταση ανεξέλεγκτων – ημιελεγχόμενων χώρων διάθεσης - Τεχνικές και πρακτικές



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα ενότητας

1. Αποκατάσταση ανεξέλεγκτων – ημιελεγχόμενων χώρων διάθεσης στην Ελληνική επικράτεια – Τεχνικές και πρακτικές.
2. Λύσεις για τους χώρους ημιελεγχόμενης και ανεξέλεγκτης διάθεσης.
3. Εξυγίανση χώρου διάθεσης.



Σκοποί ενότητας

- Στόχοι της αποκατάστασης των χώρων διάθεσης.
- Δίκτυο αποστράγγισης.
- Διαχείριση βιοαερίου.
- Τεχνικές σταθεροποίησης.
- Εξόρυξη: λύση αποκατάστασης.



Αποκατάσταση χώρων διάθεσης στην Ελληνική επικράτεια - Τεχνικές

ΕΡΓΟ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΔΡΑΣΗΣ
Επικαλύψεις – διαμορφώσεις	Δημιουργία νέου ανάγλυφου Αισθητική αναβάθμιση χώρου
Συλλογή του βιοαερίου	Έλεγχος οσμών Προστασία νέων φυτεύσεων
Διαχείριση στραγγισμάτων	Έλεγχος ρύπανσης υπόγειων υδάτων Προστασία επιφανειακών υδάτων
Τελική κάλυψη	Παρεμπόδιση εισόδου υδάτων στα απορρίμματα Διαμόρφωση εδάφους για φυτεύσεις
Αποστραγγιστικό σύστημα	Έλεγχος όμβριων υδάτων Προστασία χώρου ταφής
Φυτεύσεις	Αισθητική αναβάθμιση Διαμόρφωση νέων χρήσεων

Πηγή: Φραντζής & Συνεργάτες ΕΠΕ, 2000.



Τρόποι αποκατάστασης χώρων διάθεσης

- Απομάκρυνση των αστικών στερεών αποβλήτων (εξυγίανση) και διαμόρφωση του χώρου (ανάκτηση): εφαρμόσιμη σε μικρού μεγέθους ανεξέλεγκτους και ημιελεγχόμενους χώρους διάθεσης.
- Διαμόρφωση (ανάκτηση) του χώρου πάνω από τον όγκο των αστικών στερεών αποβλήτων: εφαρμόσιμη σε μεγάλου μεγέθους ανεξέλεγκτους και ημιελεγχόμενους χώρους διάθεσης.



Τρόποι αποκατάστασης χώρων διάθεσης - Καταγραφή ιστορικού

1. Η φύση του χώρου πριν αναπτυχθεί ο χώρος διάθεσης.
2. Το είδος των απορριφθέντων υλικών και η θέση τους μέσα στη χωματερή.
3. Τα στάδια διαμόρφωσης του χώρου (εάν έχει υπάρξει), το σχήμα και το μέγεθος του.
4. Ο τρόπος ταφής των υλικών (εάν πραγματοποιείται ταφή), π.χ. συμπίεση, διαπερατότητα, ομοιογένεια.
5. Η ύπαρξη περιοχών αστάθειας για πιθανές κατασκευές στο χώρο.
6. Η μελέτη της γεωλογίας και υδρολογίας της περιοχής.



Στόχοι της αποκατάστασης των χώρων διάθεσης

- Η διαμόρφωση ενός οπτικά αποδεκτού ανάγλυφου.
- Η δημιουργία νέων χρήσεων γης.
- Η δημιουργία κατάλληλου περιβάλλοντος για τη χλωρίδα και την πανίδα στο νέο ισορροπημένο οικοσύστημα.
- Η οικονομικότερη επαναφορά από τη νέα χρήση.
- Η αντιμετώπιση των διεργασιών μέσα στο χώρο διάθεσης.



Στόχοι της αποκατάστασης χώρων διάθεσης - Δημιουργία αισθητικής

- Οπτική αναβάθμιση του τοπίου.
- Οπτική βελτίωση της περιμέτρου του χώρου.
- Βελτίωση της περιβαλλοντικής του συμπεριφοράς.
- Εξασφάλιση της σωστής λειτουργίας του.



Παράμετροι αποκατάστασης χώρων διάθεσης

- Ανάγλυφο - Εξομάλυνση του υπάρχοντος απορριμματικού.
- Νέες χρήσεις.
- Τελική κάλυψη.
- Το δίκτυο αποστράγγισης.
- Διαχείριση στραγγισμάτων.
- Διαχείριση του βιοαερίου.
- Αντιμετώπιση των καθιζήσεων.
- Φυτεύσεις.
- Μεταφροντίδα.
- Περιβαλλοντικός έλεγχος.
- Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.



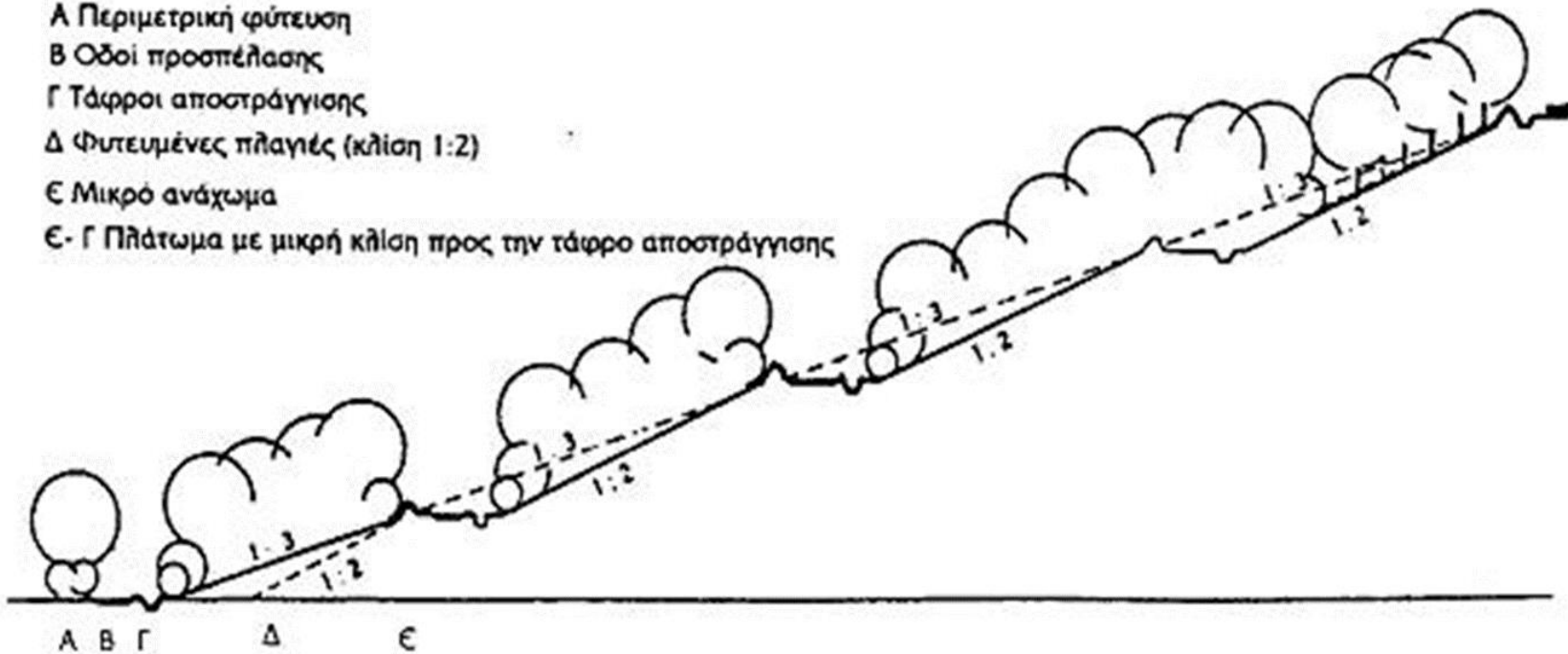
Ανάγλυφο - Εξομάλυνση του υπάρχοντος απορριμματικού

- Αποκλεισμός όλων των πιθανών σημείων πρόσβασης οχημάτων στο χώρο, ώστε να αποκλειστούν οι ανεξέλεγκτες απορρίψεις.
- Διαμόρφωση πύλης εισόδου από συγκεκριμένο σημείο για τον έλεγχο των εισερχόμενων φορτίων (σε περίπτωση που μέρος του χώρου θα εξακολουθήσει να δέχεται αστικά στερεά απόβλητα).
- Εκτέλεση χωματουργικών εργασιών εξομάλυνσης του ανάγλυφου σύμφωνα με την εκπονούμενη για αυτό το σκοπό μελέτη.



Τελική μορφή πρανών

- Α Περιμετρική φύτευση
- Β Οδοί προσπέλασης
- Γ Τάφροι αποστράγγισης
- Δ Φυτευμένες πλαγιές (κλίση 1:2)
- Ε Μικρό ανάχωμα
- Ε- Γ Πλάτωμα με μικρή κλίση προς την τάφρο αποστράγγισης



Πηγή: <http://eclass.auth.gr/modules/document/file.php/MENG320/Σημειώσεις%20μαθήματος/6%20ΤΕΛΙΚΗ%20ΔΙΑΘΕΣΗ%20-%20ΤΑΦΗ.pdf>, 21/06/2015.



Νέες χρήσεις

- Φυτεύσεις / καλλιέργειες:
 - Όπου η προτεινόμενη χρήση απαιτεί κάποιας μορφής επαναβλάστηση, το σχέδιο πρέπει να αξιολογεί την ποιότητα των χωμάτων που υπάρχουν στην περιοχή και τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στο χώρο.
- Κατασκευές:
 - Η δυσκολία εξεύρεσης γης κοντά σε κατοικημένες περιοχές αυξάνει την πίεση για την επαναφορά παλαιών χώρων διάθεσης σε τέτοιες χρήσεις.



Τελική κάλυψη

- Ελαχιστοποίηση της ποσότητας των ομβρίων που εισέρχονται στο χώρο:
 - Τοποθέτηση κάλυψης χαμηλής περατότητας.
 - Αύξηση της επιφανειακής απορροής.
- Υλικά για την τελική επικάλυψη:
 - Φυσικά επιστρωτικά υλικά.
 - Μίγματα άμμου με μπεντονίτη.
 - Συνθετικά υλικά (membrane liners).



Δίκτυο αποστράγγισης

- Εξαρτάται από:
 - Ποσότητα και ένταση των βροχοπτώσεων.
 - Διαπερατότητα των χωμάτων.
 - Ύπαρξη ή όχι διαπερατής τελικής στρώσης.
 - Ύπαρξη βλάστησης και τύπος της.
 - Κλίσεις των διαμορφωμένων πρανών.
- Στόχοι:
 - Μείωση των υδάτων που εισέρχονται στα απορρίμματα.
 - Μείωση της ποσότητας των παραγόμενων στραγγισμάτων.
 - Αποφυγή διάβρωσης των πρανών του χώρου.



Διαχείριση στραγγισμάτων

- Επιτόπου επεξεργασία.
- Συλλογή και μεταφορά των στραγγισμάτων σε μονάδα βιολογικού καθαρισμού.
- Επανακυκλοφορία τους στη μάζα των αστικών στερών αποβλήτων.



Διαχείριση του βιοαερίου

- Χώροι αυτανάφλεξης:
 - Αποφεύγεται η κατασκευή έργων σύλληψης και απαγωγής του βιοαερίου επειδή αυτά λειτουργούν ως συστήματα οξυγόνωσης και αναζωπύρωσης τυχαίων εστιών καύσης.
- Όταν δεν υπάρχουν συμπτώματα αυτανάφλεξης:
 - Η απαγωγή του βιοαερίου γίνεται με περιορισμένο αριθμό «γεωτρήσεων» ή «παραθύρων» που διανοίγονται στη μάζα των αστικών στερεών αποβλήτων των τελευταίων στρωμάτων. Το βιοαέριο εξέρχεται με φυσικό ελκυσμό, καίγεται επί τόπου ή σε κεντρικό σημείο του χώρου με ειδική διάταξη που επιτρέπει την επίτευξη της καύσης στη μεγαλύτερη δυνατή θερμοκρασία.



Αντιμετώπιση των καθιζήσεων

- Είναι αναπόφευκτη σε χώρους που δέχονται βιοαποδομήσιμα υλικά.
- Χρειάζεται να προβλεφθεί και να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά.
- Μετά την αποκατάσταση των χώρων διάθεσης, αυτοί δίνονται για κατασκευή χώρων άθλησης, δρόμων, χώρων αναψυχής, για την επιτυχία των οποίων είναι αναγκαία η πρόβλεψη των χαρακτηριστικών και της συνολικής καθίζησης.
- Οι μεγαλύτεροι κίνδυνοι από τις καθιζήσεις οφείλονται στην ανομοιογένειά τους, τη διαφορική καθίζηση λόγω της μη ομοιόμορφης ταφής, τη συμπίεση και το είδος των αστικών στερεών αποβλήτων.

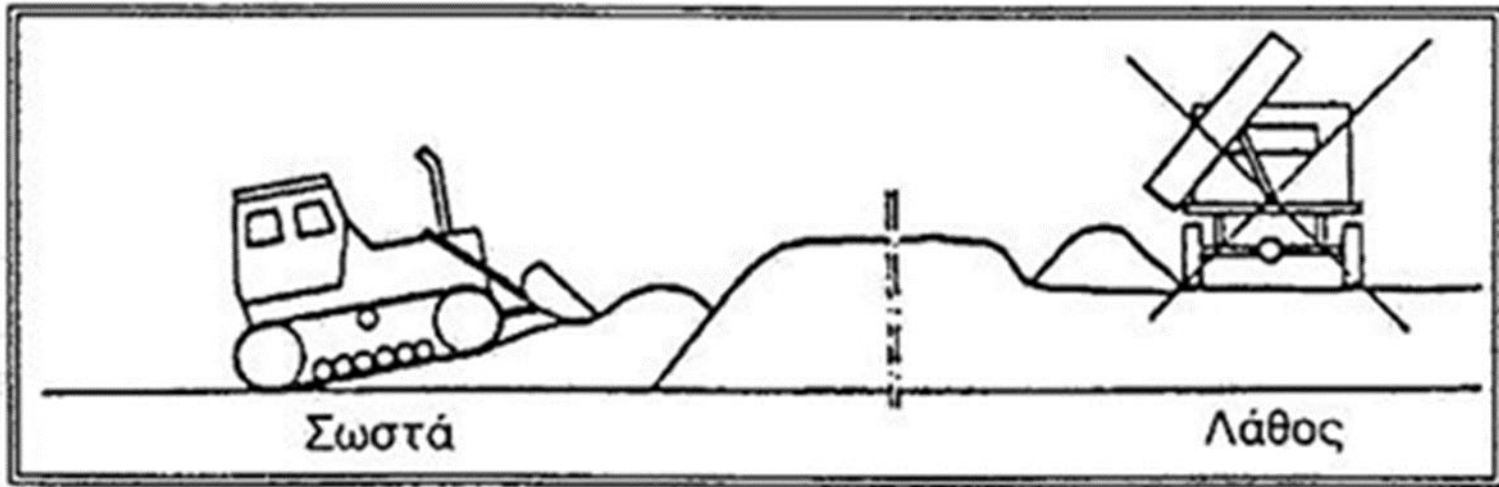


Φυτεύσεις

- Πάνω στη στεγανωτική επιφάνεια διαστρώνεται χώμα κατάλληλο για τη φυσική ανάπτυξη πρασίνου σε στρώση 50-60 cm.
- Η εκδήλωση και ανάπτυξη του πρασίνου συνίσταται να αφεθεί στις φυσικές διαδικασίες, σε περίπτωση που επιδιώκεται μία τεχνικά ασφαλής, οικολογικά ήπια και χωρίς πρόσθετο οικονομικό κόστος φυσική επανένταξη του χώρου στη χλωρίδα και πανίδα της περιοχής.
- Όταν σαν χρήσεις προτείνονται οι φυτεύσεις και η βλάστηση του χώρου, καθορίζονται τα είδη των φυτεμάτων (γρασίδι, δέντρα, φυσική βλάστηση) με ιδιαίτερη έμφαση στο ριζικό τους σύστημα και τη μετέπειτα συντήρησή τους.



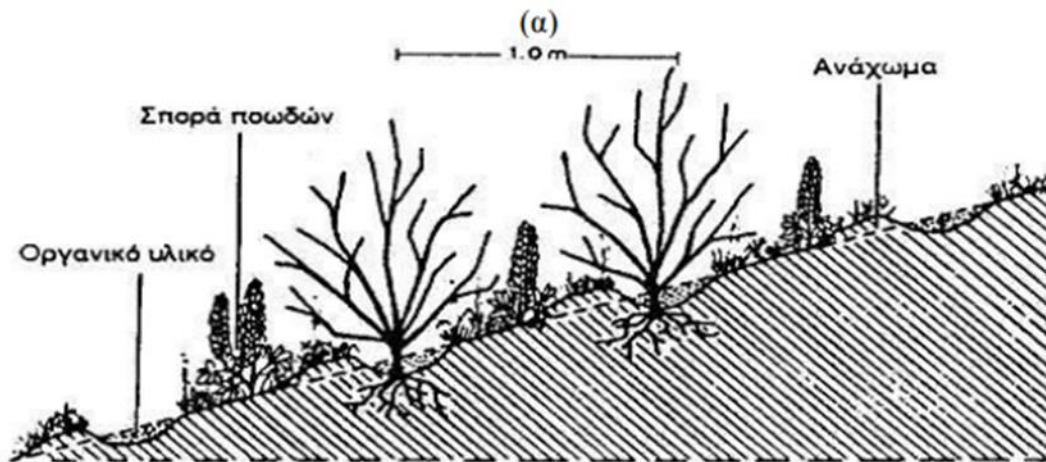
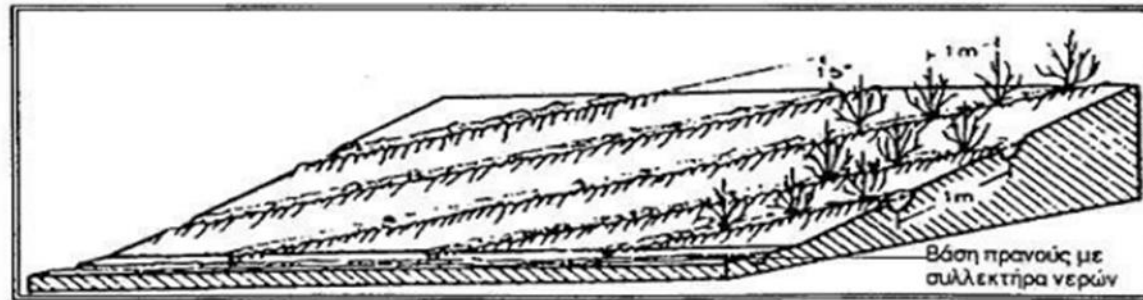
Τοποθέτηση τελευταίας στρώσης εδάφους



Πηγή: Φραντζής & Συνεργάτες ΕΠΕ, 2000.



Τρόπος διαμόρφωσης των χώρων φύτευσης



Πηγή: <http://eclass.auth.gr/modules/document/file.php/MENG320/Σημειώσεις%20μαθήματος/6%20ΤΕΛΙΚΗ%20ΔΙΑΘΕΣΗ%20-%20ΤΑΦΗ.pdf>, 21/06/2015.



Μεταφροντίδα

- Παρακολούθηση κατά τακτά χρονικά διαστήματα της μηχανικής συμπεριφοράς του αναπλασθέντος ανάγλυφου.
- Τακτική επιθεώρηση ή /και συντήρηση των επιμέρους έργων και εγκαταστάσεων.
- Παρακολούθηση και όταν χρειάζεται προστασία αλλά και υποστήριξη της φυσικής διαδικασίας φυτοκάλυψης του χώρου.
- Προστασία του χώρου έναντι ανεπιθύμητων ανθρωπογενών παρεμβάσεων.



Περιβαλλοντικός έλεγχος

- Διαχρονική παρακολούθηση και αξιολόγηση βασικών φυσικοχημικών παραμέτρων των στραγγισμάτων και της ποσότητάς τους.
- Διαχρονική παρακολούθηση και αξιολόγηση βασικών φυσικοχημικών παραμέτρων των νερών του πλησιέστερου κατάντι επηρεαζόμενου σημείου υδροληψίας.
- Διαχρονική παρακολούθηση και αξιολόγηση βασικών παραμέτρων του παραγόμενου βιοαερίου και της εκτιμώμενης ποσότητάς του, εφόσον υφίσταται το σχετικό δίκτυο.



Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Ρύπανση οικοτόπων – βιοτόπων.
- Ρύπανση υπόγειων και επιφανειακών υδάτων.
- Εκπομπή αναθυμιάσεων και οσμών.
- Ανοικτή καύση αστικών στερεών αποβλήτων.
- Απουσία περίφραξης.



Ανάλυση παλαιών χώρων διάθεσης

- Εύφλεκτα αέρια
 - Αέρια από παλιούς χώρους διάθεσης περιέχουν έως και 80% κ.ό. μεθάνιο, ενώ ο κίνδυνος έκρηξης υπάρχει ήδη από το 4% κ.ό.
 - Υποβόσκουσες πυρκαγιές σε χώρους διάθεσης προκαλούν τη δημιουργία και την εκπομπή τοξικών αερίων ακόμα και από αβλαβή απορριφθέντα υλικά.
- Τοξικά αέρια
 - Η συνδυασμένη δράση των διαφόρων τοξικών ουσιών μπορεί να είναι έως και 10 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μεμονωμένη δράση της κάθε τοξικής ουσίας.



Λύσεις για τους χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης

- Δαπανηρή επικάλυψη όλων των χώρων διάθεσης και μακροπρόθεσμη παρακολούθησή τους για πολλά ακόμα χρόνια, επειδή υπάρχει μία περίοδος στην οποία ο χώρος θα εξακολουθεί να παράγει αέρια και στραγγίσματα.
- Σταθεροποίηση των ρύπων που βρίσκονται στο εσωτερικό της χωματερής και των ρύπων που έχουν εναποτεθεί και έχουν ήδη μολύνει το έδαφος.
- Εξουδετέρωση (εξυγίανση) των ρύπων είτε με τη μετατροπή τους σε μη τοξικές ουσίες ή με την απομάκρυνσή τους μέσω βιολογικών, θερμικών, φυσικών ή και χημικών επεξεργασιών.
- Εκσκαφή (εξόρυξη) του χώρου διάθεσης και του ρυπασμένου εδάφους και –αν είναι απαραίτητο- επεξεργασία καθαρισμού των υπόγειων υδάτων.



Εξυγίανση χώρου διάθεσης

- Εξυγίανση εδάφους επιτόπου στο χώρο (in situ).
- Εξυγίανση εδάφους εκτός του χώρου (ex situ).
- Εξυγίανση υπόγειων υδάτων.



Εξυγίανση εδάφους επιτόπου στο χώρο (in situ)

- Βιοεξυγίανση: Εισαγωγή αέρα και θρεπτικών στοιχείων ακολουθούμενη από εξαγωγή.
- Βιοοξυγόνωση: Επεξεργασία με φρεάτια οξυγόνωσης υποστηριζόμενα από τεχνικές θέρμανσης, πλαστικό κάλυμμα, εισαγωγή οξυγόνου, θρεπτικών στοιχείων και υγρασίας.
- Θερμική επεξεργασία: Εισαγωγή νερού και εξαγωγή του εμπλουτισμένου υγρού, σε συνδυασμό με εξαγωγή αερίου χαμηλής πίεσης.
- Φυτοεξυγίανση: Χρήση διαφόρων φυτών, χρήση λιπασμάτων εδάφους, ρύθμιση pH.
- Εξαγωγή ατμού: Κατακόρυφα φρεάτια εξαγωγής, οριζόντια φρεάτια εισαγωγής, διαχωρισμός ατμού και αερίου, επεξεργασία και των δύο κλασμάτων, συνδυασμός με εξαγωγή αερίου χαμηλής πίεσης.



Εξυγίανση εδάφους εκτός του χώρου (ex situ)

- Διήθηση οξέων: Φυσικός διαχωρισμός ακολουθούμενος από διήθηση με ένα ασθενές ή ισχυρό οξύ.
- Κομποστοποίηση.
- Καύση: Μηχανική και φυσική προεπεξεργασία, σύστημα καθαρισμού αερίου, χρήση τέφρας ως υλικού.
- Βιοεξυγίανση παχύρρευστης φάσης: Αποσύνθεση βλαβερών συστατικών με τη βοήθεια φυσικών μικροβιολογικών πληθυσμών, βιοαντιδραστήρων και μονάδων ύγρυνσης.
- Πλύση εδάφους: Επιλεκτική εκσκαφή με χρήση ακτινών Χ, κοσκίνισμα, διαχωρισμός, επίπλευση αφρού.
- Απορρόφηση θερμότητας: Προεπεξεργασία εδαφών, επεξεργασία αερίων με βιοφίλτρα ή καυστήρα.



Εξυγίανση υπόγειων υδάτων

- Ψεκασμός αέρα: Εισαγωγή αποστειρωμένου αέρα.
- Βιοεξυγίανση (επιτόπου): Στο εξαγόμενο νερό παρέχεται οξυγόνο, θρεπτικά στοιχεία, βακτήρια και ένζυμα προτού εισαχθεί ξανά.
- Εφαρμογές:
 - Εξυγίανση ανεξέλεγκτων και ημιελεγχόμενων χώρων διάθεσης, περιοχών που έχουν πληγεί από εξαιρετικά επικίνδυνες ουσίες (ραδιενεργά απόβλητα, δραστικές δηλητηριώδεις χημικές ουσίες, πετρελαιοειδή και γενικώς καύσιμα, απόβλητα στρατιωτικών και χημικών εγκαταστάσεων) .



Τεχνικές σταθεροποίησης

- Αναερόβια.
- Αερόβια σταθεροποίηση στο χώρο διάθεσης (in situ).
- Biopuster.
- Smell Well.



Αναερόβια σταθεροποίηση – Συνέπειες

- Παραγωγή τοξικών στραγγισμάτων, με συγκεντρώσεις οργανικών και μεταλλικών συστατικών, καθώς και παθογόνων.
- Βραδεία σταθεροποίηση της μάζας των αστικών στερεών αποβλήτων.
- Αύξηση του κινδύνου διέλευσης τοξικών στραγγισμάτων διαμέσου των συστημάτων στεγανοποίησης.
- Μακροπρόθεσμη ανάγκη για εξυγίανση του χώρου.

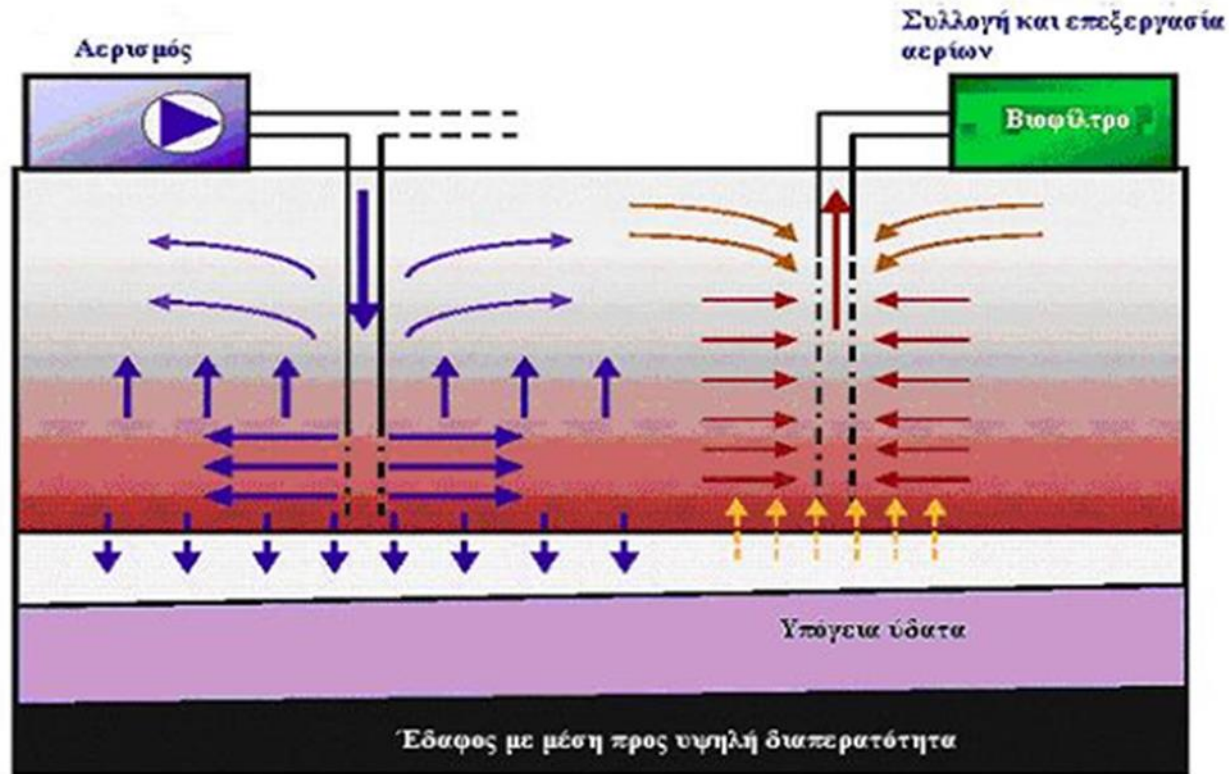


Αερόβια σταθεροποίηση στο χώρο διάθεσης

- Η παραγωγή μεθανίου μειώνεται και επομένως περιορίζεται το φαινόμενο αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη.
- Επιτυγχάνεται σταθεροποίηση των αστικών στερεών αποβλήτων, καθιστώντας δυνατή την επιστροφή τους σε ολοκληρωμένους χώρους διάθεσης σε πιο σύντομη περίοδο.
- Η τεχνολογία είναι αποδοτική από άποψη κόστους, απλή στην κατασκευή και τη λειτουργία, επιτρέποντας μία πληθώρα επιλογών όσον αφορά στα υλικά των σωληνώσεων και των εξαρτημάτων.



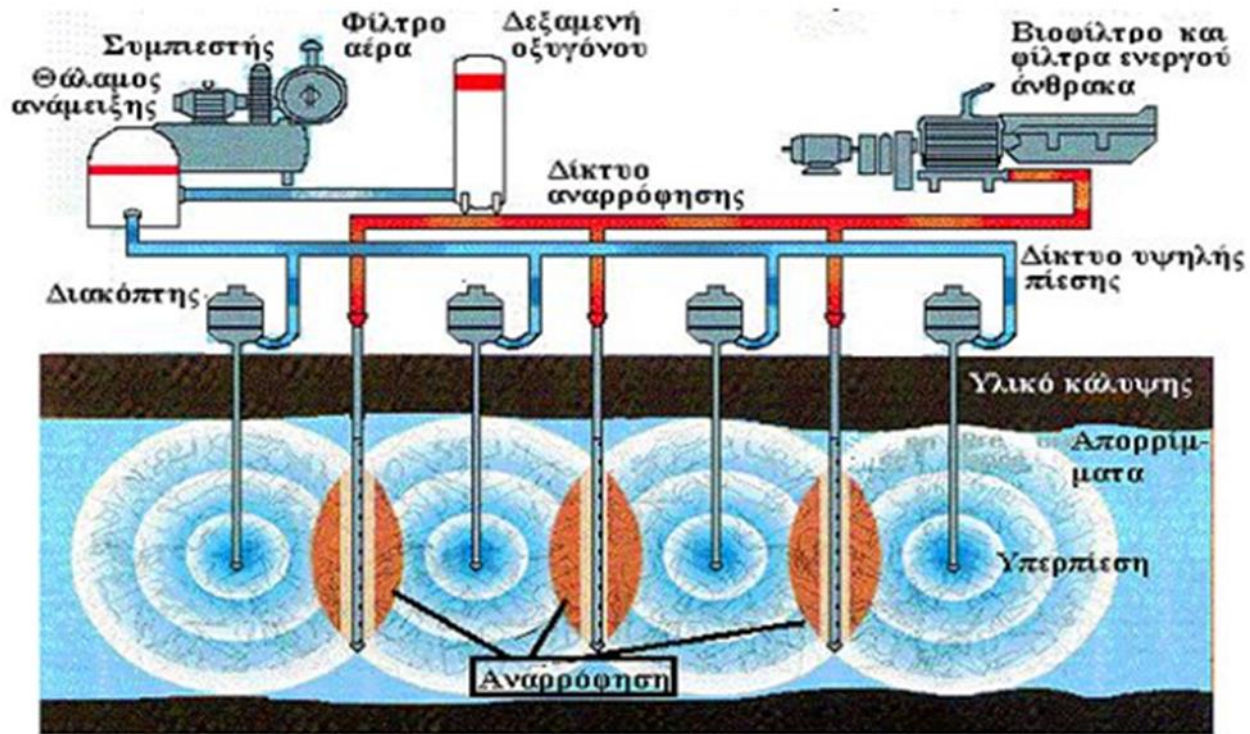
ΒΙΟΡΥΣΤΕΡ – Εποπτική εικόνα αερόβιας σταθεροποίησης



Πηγή: <http://eclass.auth.gr/modules/document/file.php/MENG320/Σημειώσεις%20μαθήματος/6%20ΤΕΛΙΚΗ%20ΔΙΑΘΕΣΗ%20-%20ΤΑΦΗ.pdf>, 21/06/2015.



Εποπτική εικόνα ενός συστήματος BIOPUSTER



Πηγή: <http://eclass.auth.gr/modules/document/file.php/MENG320/Σημειώσεις%20μαθήματος/6%20ΤΕΛΙΚΗ%20ΔΙΑΘΕΣΗ%20-%20ΤΑΦΗ.pdf>, 21/06/2015.



Πλεονεκτήματα της BIOPUSTER

- Σύντομοι χρόνοι επεξεργασίας εξαιτίας της εισαγωγής οξυγόνου με τεχνητό τρόπο.
- Η μάζα μειώνεται με μείωση της περιεχόμενης υγρασίας.
- Ανακυκλώσιμα υλικά ανακτώνται με ταξινόμηση.
- Μείωση του χώρου διάθεσης.
- Επέκταση του χρόνου λειτουργίας του χώρου διάθεσης.
- Απαιτούνται ελάχιστα μέτρα ασφαλείας.



SMELL - WELL

(Σύστημα φρεατίων οσμών)

- Το σύστημα Smell-well αερίζει συνεχώς το χώρο διάθεσης με φρέσκο αέρα υπό χαμηλή πίεση, έτσι ώστε να μεταβάλλει τη βιολογική ατμόσφαιρα από αναερόβια σε αερόβια κατάσταση μέσα στο χώρο διάθεσης.
- Η δραστηριότητα των αναερόβιων βακτηρίων που είναι υπεύθυνα για τις εκπομπές οσμών θα σταματήσει όταν αεριστεί ο χώρος διάθεσης.
- Υπό αερόβιες συνθήκες, οι ουσίες που φέρουν τις οσμές και προκύπτουν με αναερόβια αποσύνθεση μπορούν να αποσυντεθούν σε σύντομο χρόνο από μικροοργανισμούς.
- Το μείγμα αέρα-αερίων που αντλείται από το χώρο διάθεσης καθαρίζεται σε βιοφίλτρα.



Σύγκριση τεχνικών BIOPUSTER[®], Smell-Well και Αερόβιας (in situ)

	Προσθετικά στον εισαγόμενο αέρα	Τρόπος Εισαγωγής αέρα	Βεληνεκές εισαγόμενου αέρα	Χρόνος επεξεργασίας	Τελική κατάσταση
BIOPUSTER [®]	O ₂ , υγρασία, θρεπτικά στοιχεία	Υψηλή πίεση	Έως 12 m (με βάση διαθέσιμα στοιχεία)	4 –6 εβδομάδες	Τερματισμός παραγωγής βιοαερίου, Μείωση παραγωγής στραγγισμάτων Μετατροπή απορριμμάτων σε CO ₂ , H ₂ O και σταθεροποιημένα υγρά, μείωση μάζας
Smell-Well	Βακτήρια, θέρμανση	Χαμηλή πίεση	3.5 m από την επιφάνεια	Μετά 4 έως 10 ημέρες είναι δυνατή εφαρμογή εξόρυξης	Μείωση CH ₄ τουλάχιστον κατά 50%, αυτή η κατάσταση παραμένει σταθερή έως 6 εβδομάδες, Μείωση περιεχομένου σε νερό
Αερόβια σταθεροποίηση στο χώρο διάθεσης (in situ)	Υγρασία – στραγγίσματα	Χαμηλή υπερπίεση	Έως 3 m (με βάση διαθέσιμα στοιχεία)	1 έως 2 χρόνια	Πλήρης μετατροπή σε αερόβια κατάσταση, μείωση παραγόμενου βιοαερίου, μείωση παραγόμενων στραγγισμάτων, συρρίκνωση μάζας
	Κόστος σταθεροποίησης / τόνο απορριμμάτων [\$/ton]				
BIOPUSTER [®]	4 - 5				
Smell-Well	-				
Αερόβια σταθεροποίηση στο χώρο διάθεσης (in situ)	3 - 5				

Πηγή: <http://eclass.auth.gr/modules/document/file.php/MENG320/Σημειώσεις%20μαθήματος/6%20ΤΕΛΙΚΗ%20ΔΙΑΘΕΣΗ%20-%20ΤΑΦΗ.pdf>, 21/06/2015.



Εξόρυξη ανεξέλεγκτων και ημιελεγχόμενων χώρων διάθεσης

- Η εξόρυξη υλικών (Landfill mining) και η αποκατάσταση (Reclamation) χώρων διάθεσης (LFMR-LandFill Mining Reclamation) είναι μία διαδικασία όπου αστικά στερεά απόβλητα που προηγουμένως είχαν εναποτεθεί, εξορύσσονται και επεξεργάζονται.
- Η τυπική διαδικασία περιλαμβάνει μία σειρά μηχανικών επεξεργασιών σχεδιασμένες για ανάκτηση ενός ή όλων των ακόλουθων: ανακυκλώσιμα υλικά, συστατικά με υψηλή θερμογόνο δύναμη, χώμα και έκταση προς διάθεση.



Τι περιλαμβάνει μία επιχείρηση εξόρυξης

- Πολύπλευρη έρευνα και σχεδιασμό.
- Εγκατάσταση των απαραίτητων μονάδων στο χώρο, όπως χημικό εργαστήριο, τροφοδοσίες καθαρισμού και εξοπλισμός ασφαλείας προσωπικού.
- Επεξεργασία βιοαερίου πριν την εξόρυξη.
- Εξόρυξη των αστικών στερεών αποβλήτων.
- Διαχωρισμός και προεπεξεργασία των υλικών προς ανάκτηση (μέταλλα), καθώς και για λόγους περιορισμού κινδύνων.
- Εξυγίανση εδάφους και υπόγειων υδάτων (αν κριθεί απαραίτητο).
- Μεταφορά σε εγκαταστάσεις ανακύκλωσης, τελική επεξεργασία και διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής χρησιμοποιώντας τεχνολογίες συμπίεσης.
- Διαμόρφωση του τοπίου και προετοιμασία για μελλοντική χρήση του χώρου.
- Παρακολούθηση του χώρου.



Εξόρυξη: Landfill Mining – Reclamation – Clean Closure

- Για πρώτη φορά εξόρυξη υλικών από χώρους διάθεσης αστικών στερεών αποβλήτων περιεγράφηκε το 1953, σε ένα άρθρο που κατέγραφε τις διαδικασίες που πραγματοποιήθηκαν σε χώρο διάθεσης της πόλης του Tel Aviv, Israel.



Λόγοι υιοθέτησης της εξόρυξης ως λύση αποκατάστασης (1/2)

- Μείωση κόστους διαχείρισης του χώρου. Το ανακτηθέν χώμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό κάλυψης σε άλλους χώρους διάθεσης, έτσι ώστε να εξοικονομηθεί το κόστος αγοράς υλικού κάλυψης. Επίσης μπορεί να υφίσταται μία αγορά για ανακτηθέν χώμα με άλλες χρήσεις όπως πλήρωση κατασκευών.
- Εμπορική εκμετάλλευση εκτάσεων.
- Μείωση περιβαλλοντικών κινδύνων μέσω εξυγίανσης.
- Συνεργασία μικρότερων χώρων διάθεσης (ευκολότερος έλεγχος).
- Μικρότερη αισθητική ρύπανση.
- Αύξηση όγκου του χώρου διάθεσης και συνεπακόλουθη αύξηση της διάρκειας ζωής του με απλοποιημένη διαδικασία έγκρισης.
- Ανάκτηση χρήσιμων υλικών (σιδηρούχα μέταλλα, αλουμίνιο, πλαστικό και γυαλί) μπορούν να πωληθούν σε περίπτωση που υπάρχει αγορά για αυτά.
- Τεχνικές και κατασκευαστικές απαιτήσεις των χώρων διάθεσης.
- Χρήση του ανακτηθέντος χώματος ως υλικό επικάλυψης χώρων διάθεσης.



Λόγοι υιοθέτησης της εξόρυξης ως λύση αποκατάστασης (2/2)

- Μείωση καταλαμβανόμενου χώρου διάθεσης και επομένως μείωση κόστους ολοκλήρωσης του κύκλου ζωής του χώρου, δηλαδή μείωση κόστους μελλοντικής αποκατάστασης και μεταφροντίδας.
- Ανάκτηση όγκου του χώρου διάθεσης προκειμένου να ξαναχρησιμοποιηθεί.
- Δυνατή η εγκατάσταση καλυμμάτων και συστημάτων συλλογής στραγγισμάτων σε παλαιούς χώρους διάθεσης. Αυτά τα συστήματα μπορούν να επιθεωρηθούν και να επιδιορθωθούν στην περίπτωση που είναι ήδη εγκαταστημένα.
- Δυνατή η απομάκρυνση και η ασφαλής διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
 - **Σχήματα και Πίνακες:**
 - Φραντζής Ι. & Συνεργάτες ΕΠΕ (2000), Σχέδιο διαχείρισης απορριμμάτων Νομού Ημαθίας, Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, Δεκέμβριος.
 - http://eclass.auth.gr/modules/document/file.php/MEN_G320/Σημειώσεις%20μαθήματος/6%20ΤΕΛΙΚΗ%20ΔΙΑΘΕΣΗ%20-%20ΤΑΦΗ.pdf, 21/06/2015.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Μουσιόπουλος Νικόλαος. «Επεξεργασία και διαχείριση στερεών αποβλήτων. Αποκατάσταση ανεξέλεγκτων – ημιελεγχόμενων χώρων διάθεσης - Τεχνικές και πρακτικές». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS392/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Περκουλίδης Γιώργος
Θεσσαλονίκη, Εαρινό Εξάμηνο 2014-2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

