

Αποκατάσταση και Σταθεροποίηση Διαταραγμένων Εδαφών σε Πρανή Δημοσίων Έργων με Σπορές

Public Works Slopes Landscape Restoration and Sabilisation with Seedings

ΒΑΛΙΑΝΤΖΑ, Ε. Πολιτικός Μηχανικός MSc. Μηχανικός Περιβάλλοντος
ΑΛΙΦΡΑΓΚΗΣ, Δ. Δρ. Δασολόγος Αναπληρωτής Καθηγητής ΑΠΘ
ΛΕΚΚΑΣ, Θ. Δρ. Χημικός Μηχανικός Καθηγητής Πανεπιστημίου Αιγαίου
ΤΡΟΥΜΠΗΣ, Α. Δρ. Οικολόγος Καθηγητής Πανεπιστημίου Αιγαίου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Η μέθοδος αποκατάστασης των πρανών δημοσίων έργων που εφαρμόζεται σήμερα, ήτοι η φύτευση φυτών φυτωρίων, απαιτεί για να επιτύχει, 2-4 χρόνια συντήρησης και άρδευσης με δαπανηρότατο αρδευτικό δίκτυο, ενώ αφορά μόνον τα εύκολα πρανή (γαιώδη μικρών κλίσεων). Στα δύσκολα (βραχώδη και ημιβραχώδη ορύγματα) δεν είναι εφαρμόσιμη, διότι δεν είναι εύκολο να γίνουν εργασίες φύτευσης και άρδευσης στα πρανή αυτά, τα οποία και παραμένουν συνήθως «ως έχουν». Η απάντηση στα προβλήματα αυτά, η οποία δίνει λύση και στα προβλήματα επιφανειακής διάβρωσης, είναι η σπορά και όχι η φύτευση, ειδών της τοπικής αυτοφυούς χλωρίδας, με κόστος υποδεκαπλάσιο της συμβατικής και εξασφαλισμένη επιτυχία.

ABSTRACT: The conventional method for public works landscape restoration, that is the planting of nursery plants, requires 2-4 years of maintenance and irrigation with very expensive systems while it is applicable only on easy slopes (earthy of small inclination). On the difficult slopes, the conventional method is not applicable and they usually remain as they are after cutting. The solution to this problem is seeding of slopes with seeds of the local indigenous plant species. The cost of this method is 10 times smaller than that of the conventional method, while its success is sure as well as its aesthetic result.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά την κατασκευή μεγάλων τεχνικών έργων, το περιβάλλον διαταράσσεται, το οικοσύστημα διακόπτεται, επιφάνειες δημιουργούνται στις οποίες το έδαφος έχει απομακρυνθεί ή έχει καταστραφεί. Ορύγματα, επιχώματα, αποθεσιοθάλαμοι, δανειοθάλαμοι, είναι τα συνήθη στοιχεία ενός μεγάλου τεχνικού έργου που συμβάλλουν στη διατάραξη του περιβάλλοντος. Οι συνέπειες της διατάραξης γίνονται ιδιαίτερα έντονες όταν το έργο βρίσκεται σε ορεινές ή ημιορεινές περιοχές και γενικότερα σε οικολογικά ευαίσθητες περιοχές, στις οποίες η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί πρωταρχικό στόχο.

Στα διαταραγμένα εδάφη που προκύπτουν από την κατασκευή των τεχνικών έργων η επανεγκατάσταση της ξυλώδους (θαμνώδους και δενδρώδους) βλάστησης, δεν αποτελεί

μόνο αναγκαιότητα για την αισθητική αναβάθμιση του περιβάλλοντος, αλλά πολύ περισσότερο δραστηριότητα που εξασφαλίζει τη μακροχρόνια σταθερότητα των πρανών του έργου και συμβάλλει στην εξέλιξη του περιβάλλοντος χώρου διαμέσου των διαφόρων λειτουργιών που παρέχει η βλάστηση στο έργο.

Η επανεγκατάσταση της βλάστησης με τη συμβατική μέθοδο φύτευσης φυτών φυτωρίων είναι δύσκολη, δαπανηρή και σε ορισμένες περιπτώσεις αδύνατη. Η επιλογή μεθόδων επανεγκατάστασης της βλάστησης, η επιλογή των ειδών, το κόστος επανεγκατάστασης, το κόστος συντήρησης είναι οι βασικές εκείνες παράμετροι που εξαρτώνται από το βαθμό διατάραξης των εδαφών και από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους.

Επειδή υπάρχει κάποια σύγχυση σχετικά με τον ορισμό των διαταραγμένων εδαφών ακόμη

και μεταξύ των ειδικών σημειώνεται ότι: Ως διαταραγμένα εδάφη θεωρούνται εκείνα τα εδάφη των οποίων όλες ή μέρος των λειτουργιών τους έχουν μεταβληθεί ή έχουν υποβαθμισθεί.

Τα εδάφη διακρίνονται ανάλογα με το βαθμό διατάραξης σε:

α. Ισχυρώς διαταραγμένα: στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται (1) εκτάσεις στις οποίες έχουν απομακρυνθεί οι επιφανειακοί ορίζοντες και έχει αποκαλυφθεί το μητρικό υλικό ή πέτρωμα, (2) τα εδάφη στα οποία έχουν αναμιχθεί οι επιφανειακοί και οι υποεπιφανειακοί ορίζοντες με μεγάλες ποσότητες σκελετικού υλικού (μικρών λίθων) (>80%), (3) οι χώροι απόθεσης αδρανών υλικών και (4) τα εδάφη που παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα ρύπανσης.

β. Μετρίως διαταραγμένα: στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται (1) τα εδάφη στα οποία έχουν αναμιχθεί οι επιφανειακοί και υποεπιφανειακοί ορίζοντες με μικρές ποσότητες σκελετικού υλικού έως 80%, (2) αυτά στα οποία έχει απομακρυνθεί ο επιφανειακός ορίζοντας χωρίς να αποκαλυφθεί το μητρικό πέτρωμα και (3) αυτά που έχουν συμπιεσθεί ισχυρά έως βάθος 50cm, (αύξηση της φαινομένης πυκνότητας >30%).

γ. Ελαφρώς διαταραγμένα: είναι αυτά των οποίων οι φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες έχουν μεταβληθεί σε βαθμό που δεν είναι απαγορευτικός για την εγκατάσταση και την εξέλιξη της βλάστησης.

Η βλάστηση παίζει καθοριστικό προστατευτικό ρόλο στην σταθεροποίηση και προστασία των πρηνών (Corrin and Richards, 1990), μέσω της δράσης του ριζικού συστήματος, αυξάνοντας τις δυνάμεις συνάφειας των κόκκων του εδάφους (Maheer and Gray, 1990, Nilaweera, 1994) ή ακόμη δρώντας ως σπλισμός αυξάνοντας την αντίσταση στην ολίσθηση και την αγκύρωση του εδάφους, μειώνει την ταχύτητα της επιφανειακής απορροής και βοηθά τη συγκράτηση των αποσαθρωμένων υλικών επί τόπου.

2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΑΝΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΑ ΔΙΑΤΑΡΑΓΜΕΝΑ ΕΔΑΦΗ ΤΩΝ ΠΡΑΝΩΝ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

Στη χώρα μας μέχρι σήμερα τα πρηνή των διαφόρων δημοσίων έργων είτε παραμένουν όπως έχουν διανοιχτεί (ιδιαίτερα αυτή η περίπτωση αφορά βραχώδη και ημιβραχώδη ορύγματα), είτε σε ορισμένες περιπτώσεις η

βλάστηση σ' αυτά επανεγκαθίσταται με φυτεύσεις έτοιμων φυτών (γαιώδη πρηνή μικρών κλίσεων). Τα χρησιμοποιούμενα είδη δεν είναι συνήθως της τοπικής χλωρίδας και έχουν αυστηρή διάταξη των φυτών στο χώρο υπό μορφή στρατιωτικής πειθαρχίας που δεν εξασφαλίζει τη βασική αρχή της διατήρησης της φυσιογνωμίας και του χαρακτήρα του φυσικού περιβάλλοντος. Με τη συμβατική μέθοδο των φυτεύσεων απαιτούνται πολλά χρόνια συντήρησης, άρδευσης με κατασκευή δαπανηρότατου αρδευτικού δικτύου, το οποίο συνήθως μετά από τριετία εγκαταλείπεται είτε γιατί έχει αποτύχει η φύτευση, είτε γιατί τα φυτά δεν το χρειάζονται πλέον. Το κόστος αυτής της μεθόδου κυμαίνεται σήμερα από 6000-9000€/στρέμμα στις περισσότερες εύκολες συνθήκες, ενώ στα δύσκολα βραχώδη και ημιβραχώδη ορύγματα η μέθοδος αυτή δεν είναι εφαρμόσιμη.

Οι μέθοδοι επανεγκατάστασης της βλάστησης είναι πολλές. Η επιλογή της καταλληλότερης σε κάθε περίπτωση δεν είναι απλή. Αυτό συμβαίνει γιατί στην επιλογή της μεθόδου δεν πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μόνο οικονομικά κριτήρια, αλλά και παράμετροι όπως οι δυνατότητες και ιδιότητες των διαταραγμένων εδαφών σε συνάρτηση με τα κατάλληλα είδη προς επαναβλάστηση.

2.1 Επιλογή των κατάλληλων φυτικών ειδών

Βασική προτεραιότητα πρέπει να δίνεται στη χρησιμοποίηση αυτόχθονων φυτικών ειδών, συμβατών με τη σύνθεση της φυσικής φυτοκοινότητας που περιβάλλει την προς αποκατάσταση επιφάνεια. Ιδιαίτερα πρέπει να προτιμούνται τα πρόσκοπα φυτικά είδη που θα αποτελέσουν τη βάση για την ανάπτυξη της φυτοκοινωνίας. Τα είδη που μπορούν να χρησιμοποιούνται κατά σειρά προτεραιότητας είναι τα εξής:

1. Πρόσκοπα αυτόχθονα είδη.

2. Πρόσκοπα, διάφορα προς τη φυσική υφιστάμενη φυτοκοινότητα αλλά με δυνατότητα προσαρμογής στις δύσκολες εδαφικές συνθήκες.

3. Μη πρόσκοπα είδη που ανήκουν στη σύνθεση της υφιστάμενης φυτοκοινότητας.

4. Μη πρόσκοπα είδη, που μπορούν να προσαρμοσθούν στις δύσκολες εδαφικές συνθήκες της περιοχής.

Όταν μιλάμε για είδη της τοπικής αυτοφυούς χλωρίδας (αυτόχθονα τοπικά) θεωρούμε εκείνα που «φθάνουν, εγκαθίστανται και επιβιώνουν σ' έναν τόπο ή

σε μία συγκεκριμένη περιοχή ή σε ένα οικοσύστημα χωρίς άμεσες ή έμμεσες ανθρώπινες δράσεις» (ορισμός της Ομοσπονδιακής Επιτροπής διατήρησης της Αυτοφυούς Χλωρίδας ΗΠΑ, 1994).

Άλλα κριτήρια επιλογής των κατάλληλων φυτικών ειδών είναι επίσης:

1. Η προσαρμοστικότητα στις δύσκολες συνθήκες.

2. Η μορφή. Ως καταλληλότερες μορφές βλάστησης που εξασφαλίζουν την καλύτερη προστασία από την επιφανειακή διάβρωση θεωρούνται τα θαμνώδη είδη.

3. Η ικανότητα αναπαραγωγής τους. Πρέπει να προτιμούνται είδη που να πολλαπλασιάζονται εύκολα με σπόρους.

4. Η μορφή του ριζικού συστήματος. Πρέπει να προτιμούνται είδη που αναπτύσσονται γρήγορα το έντονο ριζικό σύστημα.

5. Η ευφλεκτικότητα.

6. Η ικανότητα αναβλάστησης. Πρέπει να προτιμούνται είδη που αναβλαστάνουν μετά από πυρκαγιά ή ξήρανση του υπέργειου μέρους του φυτού. Σχεδόν όλα τα είδη των αειφύλλων πλατυφύλλων της χώρας μας έχουν την ικανότητα αυτή.

7. Διάρκεια φυλλώματος. Πρέπει να προτιμούνται τα αείφυλλα είδη.

8. Η ποσότητα της παραγόμενης βιομάζας. Πρέπει να προτιμούνται είδη που παράγουν μικρή ποσότητα βιομάζας ανά μονάδα επιφάνειας (μικρότερες απαιτήσεις ανάπτυξης και μικρότερος κίνδυνος πυρκαγιάς).

9. Η αισθητική αξία.

Κατά την επιλογή των φυτών πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι σε παρακειμένες των διαταραγμένων εδαφών φυσικές συνθήκες, αναπτύσσονται πολλά είδη μαζί, ως μία σταθερή φυτοκοινότητα που είναι το αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η αλληλεπίδραση αυτή είναι πολύπλοκη και μια απλή καταγραφή ή χρήση των ίδιων ακριβώς ειδών και μάλιστα με τα ίδια ακριβώς ποσοστά κάλυψης πράγμα που παρατηρείται ως επιλογή τελευταία σε μεγάλες αποκαταστάσεις να μην είναι συμβατή (δυνατή να επιτευχθεί άμεσα) στις συνθήκες των παρακειμένων διαταραγμένων εδαφών.

2.2 Συνθήκες στα διαταραγμένα εδάφη

Οι συνθήκες στα διαταραγμένα εδάφη εξαρτώνται από:

1. το βαθμό διατάραξης

2. τη φύση του γεωλογικού υλικού

3. τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά (έκθεση – κλίση)

4. το κλίμα

Ένα από τα βασικά προβλήματα των διαταραγμένων εδαφών είναι το μικρό βάθος εδάφους ή η ανυπαρξία ενεργού εδαφικού υλικού. Ως λύση του προβλήματος αυτό προτείνεται πολλές φορές η εδαφοκάλυψη με κατάλληλης ποιότητας έδαφος. Η εδαφοκάλυψη είναι μία πρακτική που πρέπει να γίνεται σε εξαιρετικές περιπτώσεις δηλαδή:

1. σε περιοχές που περιέχονται σημαντικές ποσότητες χαλαζίτη,

2. σε περιοχές στις οποίες για αισθητικούς λόγους πρέπει να εγκατασταθεί βλάστηση με μεγάλες απαιτήσεις,

3. σε ορισμένες ακραίες περιπτώσεις που απαιτείται κάλυψη βραχωδών υλικών όπως αποθεσιοθάλαμοι κλπ.

2.3 Μέθοδοι επανεγκατάστασης της βλάστησης στα διαταραγμένα εδάφη

Η κλασσική μέθοδος, δηλαδή η φύτευση έτοιμων φυτών στα δύσκολα πρηνή, πρέπει να θεωρείται ως μέθοδος που συνήθως αποτυγχάνει. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι εδαφικές συνθήκες δεν είναι μόνον οριακές, αλλά απαγορευτικές. Ανακύπτει λοιπόν το ερώτημα: Τι μπορεί να γίνει, ώστε να εγκατασταθεί η βλάστηση σ' αυτά με το μικρότερο δυνατό κόστος; Υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις στο πρόβλημα αυτό; Η απάντηση στο ερώτημα αυτό είναι οι μέθοδοι που προέκυψαν μετά από τη δημιουργία ενός πολύ μεγάλου δικτύου πειραματικών εφαρμογών σε ισχυρώς διαταραγμένα εδάφη, κυρίως σε πρηνή ορυγμάτων του αυτοκινητοδρόμου της Εγνατίας Οδού, αλλά και από ανάλογα αποτελέσματα 25ετούς εφαρμογής των μεθόδων αυτών στη Νότια Γαλλία με ανάλογες κλιματοεδαφικές συνθήκες με αυτές της χώρας μας.

Οι μέθοδοι αυτές είναι:

1. Οι απ' ευθείας σπορές ξυλωδών (θαμνωδών και δενδροδών) φυτικών ειδών.

2. Η χρησιμοποίηση πολύ μικρού μεγέθους φυτών ηλικίας 3-4 μηνών.

Παραλλαγές των δύο παραπάνω μεθόδων καθώς και παράλληλη χρησιμοποίησή τους είναι πολλές. Μετά από πολλούς πειραματισμούς έχουμε καταλήξει στο συμπέρασμα ότι οι μέθοδοι αυτές μπορούν με πολύ καλά αποτελέσματα να εφαρμοσθούν σε πολλές περιπτώσεις, αρκεί να λαμβάνεται

πάντοτε υπόψη η κατάσταση των δίνονται γενικές οδηγίες – προτάσεις για διαταραγμένων εδαφών. Στον πίνακα 1 ορισμένα γεωλογικά υλικά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Επανεγκατάσταση της Βλάστησης στα Διαταραγμένα Εδάφη
TABLE 1: Vegetation Restoration for the Disturbed Landscapes

A/A	ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ
1.	Δολομιτικός ασβεστόλιθος - Ασβεστόλιθος - Δολομίτης - Ασβεστολιθικά κολλούβια, πλακοπαγής ασβεστόλιθος	
1.1	Εδαφικό υλικό 20 - 30% του όγκου	Όταν το επιτρέπουν οι συνθήκες θα πρέπει να γίνεται άμεση ευρυσπορά με σπόρους φυτών ανθεκτικών στην ξηρασία. Κατά την επιλογή των ειδών θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πάντοτε η ζώνη βλάστησης, γιατί με τον τρόπο αυτό επιλέγονται τα είδη που αντέχουν στις κλιματολογικές συνθήκες και ιδιαίτερα στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Εννοείται ότι στην περίπτωση αυτή δεν πρέπει να γίνεται καθόλου υδροσπορά, παρά μόνο επανάληψη της ευρυσποράς για 2-3 φορές, στα επόμενα χρόνια, γιατί η επιτυχία εξαρτάται αποκλειστικά από τις συνθήκες υγρασίας της επόμενης Άνοιξης. Στην περίπτωση αυτή δεν πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια για τη συντήρηση των φυτών ούτε και απαιτείται άρδευση. Μετά την ευρυσπορά απαιτείται μια βασική λίπανση κυρίως με Κ και Ρ σε ποσότητες 15-20 λιπαντικές μονάδες ανά στρέμμα.
1.2	Εδαφικό υλικό 10-20% του όγκου ή της επιφάνειας	Στην περίπτωση αυτή και ιδιαίτερα εκεί όπου το επιτρέπουν οι συνθήκες θα πρέπει να καταβληθεί προσπάθεια απόθεσης φυτικής γης σε μικροθέσεις ώστε να καλύπτονται ανομοιόμορφα τα πρηνή και να μπορούν αυτά να αντιμετωπισθούν όπως και στην προηγούμενη κατηγορία. Σε αντίθετη περίπτωση η αναμενόμενη κάλυψη θα είναι μικρότερη.
1.3	Σκληρά ασβεστολιθικά υλικά με μεγάλη κλίση πρηνούς με προρηγμάτωση χωρίς την παρουσία σκελετικού υλικού.	Τα πρηνή της κατηγορίας αυτής απαιτούν τεχνητή γήρανση. Εδώ κάθε προσπάθεια αναχλόασης ή ανάπτυξης είναι αδύνατη, εκτός από τον πόδα του πρηνούς. Για τα πρηνή με βόρεια έκθεση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον πόδα τους ο κισσός ενώ για τις νότιες εκθέσεις τα είδη του γένους Clematis, αφού εξασφαλισθεί προηγουμένως η άρδευση των φυτών αυτών. Σε περίπτωση δημιουργίας βαθμιδώσεων θα πρέπει να εναποτεθεί εδαφικό υλικό πάχους 30 cm και να αντιμετωπιστούν όπως και στον πόδα του πρηνούς.
1.4	Κροκαλοπαγή - λατυποπαγή ασβεστολιθικά υλικά	
1.4.1	Χονδρόκοκκα κροκαλοπαγή και λατυποπαγή με συνδετικό υλικό ασβεστόχο ιλύ και άργιλο σε ποσοστό > 40%, κολλούβια	Η προστασία επιτυγχάνεται κυρίως με την υδροσπορά και την εγκατάσταση ποώδους βλάστησης. Απαιτείται εφαρμογή ενός ιδιαίτερου προγράμματος λίπανσης για την καλή εξέλιξη της υδροσποράς. Ενδείκνυται στο μίγμα των σπόρων της υδροσποράς να προστίθενται σπόροι ορισμένων ξυλωδών φυτών όπως για παράδειγμα: Spartium junceum, Coronilla hemeris, Collutea arborescens, Anthyllis hermaniae και πολυετών ποωδών

		φυτών όπως το Phagnalon graecum, Origanum vulgare, Thymus capitatus, Cistus, Salvia fruticosa και από τα δενδρώδη Pinus brutia, P.halepensis
1.4.2	Χονδρόκοκα κροκαλοπαγή και λατυποπαγή με συνδετικό υλικό ασβεστούχο ιλύ και άργιλο σε ποσοστό 20-40%, κολλούβια	<p>Δημιουργία χειρονακτικά, στα απότομα και υψηλά πρανή με κλίση μεγαλύτερη του 1:1 μικροαυλακώσεων ακανόνιστα τοποθετημένων επί του πρανούς κατά την έννοια των ισοϋψών καμπυλών. Επί των αυλακώσεων αυτών σε πρώτη φάση θα πρέπει να γίνει σπορά με μίγματα από τα παρακάτω είδη:</p> <p>Δενδρώδη: Pinus brutia, Crataegus, Pirus, Prunus Θαμνώδη: Spartium junceum, Anthyllis hermaniae, Calycotome villosa, Coronilla emerus Ημίθαμνοι: Thymus capitatus, Phlomis fruticosa, Euphorbia acanthothamus, Euphorbia dendroides, Origanum vulgare, Ballota acetabulosa, Cistus sp.</p> <p>Τον επόμενο χειμώνα απαιτείται να γίνει, ανάλογα με τα αποτελέσματα, λίπανση με μικτό λίπασμα. Παράλληλα με τη λίπανση γίνεται και μία εκτίμηση των αναγκών σε συμπληρώσεις φυτών με φυτεύσεις, οι οποίες και θα γίνουν επί των αυλακώσεων. Τα φυτικά είδη που χρησιμοποιούνται είναι αυτά των σπορών. Είναι πιθανό στο στάδιο αυτό να χρειαστεί άρδευση των φυτών. Για το λόγο αυτό θα πρέπει από το πρώτο στάδιο να προβλεφθεί η δυνατότητα άρδευσης.</p>
1.4.3	Χονδρόκοκα κροκαλοπαγή λατυποπαγή με συνδετικό υλικό CaCO ₃ ή ασβεστούχα ιλύ και άργιλο σε ποσοστό <20% και κολλούβια	<p>Γίνεται ευρυσπορά κυρίως με πολυετή ποώδη φυτά ή και υδροσπορά με αυτά κυρίως τα είδη, επαναλαμβανόμενη για 2-3 φορές, χωρίς να λαμβάνεται καμία πρόνοια για τη συντήρησή τους. Είναι πιθανό να χρειάζεται εφαρμογή ενός προγράμματος βασικής λίπανσης για τα τρία έως τέσσερα χρόνια. Η σπορά πρέπει να γίνει αφού επί της επιφανείας του πρανούς έχουν δημιουργηθεί μικροαυλακώσεις και έχει πληγωθεί η επιφάνεια του πρανούς</p>
2.	Παλαιές αλλουβιακές αποθέσεις (τριτογενούς περιόδου)	
2.1	Μάργες, ασβεστούχος ιλύς και άργιλος	<p>Εγκατάσταση καλής ποώδους βλάστησης με την υδροσπορά, η οποία πρέπει να γίνεται σχεδόν ταυτόχρονα με την κατασκευή των πρανών ορυγμάτων. Στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται και χρήση γεωυφάσματος (juta net) σε πρανή με ύψος μεγαλύτερο των 6 m ακόμη και σε κλίσεις μικρότερες του 1:2. Τον επόμενο της υδροσποράς χειμώνα πρέπει να αρχίσουν οι φυτεύσεις για την αποκατάσταση.</p>
2.2	Αμμώδους υφής αποθέσεις, ψαμμίτης με μικρό βαθμό συγκόλλησης των τεμαχιδίων της άμμου.	<p>Εγκατάσταση καλής ποώδους βλάστησης με την υδροσπορά. Στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται και χρήση γεωυφάσματος (juta net). Λόγω της μικρής ικανότητας υδατοσυγκράτησης θα πρέπει πριν από κάθε προσπάθεια φύτευσης να λαμβάνεται πάντοτε πρόνοια για την εξασφάλιση της άρδευσης των φυτών με ταυτόχρονη λίπανσή τους. Κατά την επιλογή των φυτικών ειδών θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν η χημική σύσταση των υλικών και ιδιαίτερα το pH και η πιθανή</p>

		παρουσία CaCO ₃ .
3.	Αργιλικό σχιστόλιθοι - Φλύσχης της Αδριατικοϊόνιας ζώνης	
3.1	Πρανή ορυγμάτων με χρώμα ορφνό, στρωμάτωση των υλικών του πρανούς παράλληλη με την κλίση του πρανούς, χωρίς ενδείξεις κακής αποστράγγισης.	Η όλη προσπάθεια αποκατάστασης θα πρέπει να γίνει με απ' ευθείας φυτεύσεις πολύ μικρών και κατάλληλων ειδών. Θεωρείται απαραίτητη η χρήση αειθαλών ειδών σε πυκνό φυτευτικό σύνδεσμο για τη μείωση του κινδύνου διάβρωσης και για να αυξηθεί η σταθερότητα του πρανούς. Για τον περιορισμό των αναγκών άρδευσης θα μπορούσε να γίνει τοποθέτηση γεωφάσματος στην μεταξύ των αυλακώσεων επιφάνεια. Απαραίτητα τα πρώτα 4 - 5 χρόνια θα πρέπει να γίνεται ετήσια λίπανση.
3.2	Πρανή ορυγμάτων με χρώμα ορφνό, στρωμάτωση των υλικών του πρανούς παράλληλη με την κλίση του πρανούς, με ενδείξεις κακής αποστράγγισης (γκρι αποχρώσεις)	
3.2.α	Πρανή ύψους μεγαλύτερου των 6 m και με ενδείξεις ολίσθησης.	Οι απαιτούμενοι χειρισμοί είναι περίπου ίδιοι με αυτούς που αναφέρονται στην προηγούμενη κατάσταση. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την αύξηση της ευστάθειας του πρανούς
3.2.β	Ύψος πρανούς μικρότερο από τα 6 m χωρίς ενδείξεις ολίσθησης και στρωμάτωση του αργιλικού σχιστόλιθου κάθετη προς την κλίση του πρανούς.	Αν και τα υλικά αυτά σε σχέση με τα προηγούμενα είναι σταθερότερα θα πρέπει πριν από τα φυτοτεχνικά έργα να γίνει προσπάθεια τοποθέτησης φυτικής γης, αφού μειωθούν οι κλίσεις, και μετά την υδροσπορά να αντιμετωπισθούν τα πρανή με φυτεύσεις αειθαλών ειδών σε πυκνούς συνδέσμους. Σε αντίθετη περίπτωση, εάν το επιτρέπουν οι συνθήκες αντιμετωπίζονται όπως τα πρανή της κατηγορίας 2.1
3.3	Φλύσχης της Ζώνης της Πίνδου.	
3.3.1	Φλύσχης της Ζώνης της Πίνδου με ποσοστό ψαμμίτη μεγαλύτερο του 60%	Όταν τα γαιώδη υλικά καλύπτουν ένα μεγάλο ποσοστό του πρανούς ή ο ψαμμίτης είναι αποσαθρωμένος σε μεγάλο ποσοστό, συνίσταται άμεση προστασία του πρανούς από τη διάβρωση με την εγκατάσταση ποώδους βλάστησης (υδροσπορά). Όταν η κλίση του πρανούς είναι μεγαλύτερη από 1:1 συνίσταται οι φυτεύσεις να γίνονται σε διαμορφωμένες μικροαυλακώσεις
3.3.2	Φλύσχης της Ζώνης της Πίνδου με ποσοστό ψαμμίτη μικρότερο του 60%	Τα πρανή της κατηγορίας αυτής θα πρέπει να αντιμετωπιστούν όπως τα πρανή των περιπτώσεων 2.2.α και 2.2.β
4.	Γνεύσιοι, Γνευσιακοί σχιστόλιθοι	
4.1	Γνευσιακοί σχιστόλιθοι με μεγάλο βαθμό αποσάθρωσης	Στις περιπτώσεις που η κλίση των πρανών είναι μικρότερη του 1:1 η προστασία επιτυγχάνεται άμεσα με την ποώδη βλάστηση αρκεί μετά τη φύτευση των σπόρων να εξακολουθήσει η λίπανση για τα επόμενα 2-3 χρόνια. Συνήθως η ποώδης βλάστηση ξηραίνεται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Για το λόγο αυτό είναι καλό να προτιμηθεί η προστασία τους με πυκνές φυτεύσεις φυτικών ειδών ανθεκτικών στην ξηρασία όπως π.χ. μονοετή φυτάρια ειδών Cistus, Poterium
4.2	Γνευσιακοί σχιστόλιθοι με μικρό βαθμό αποσάθρωσης	Όταν τα λεπτόκοκκα υλικά καταλαμβάνουν έκταση μεγαλύτερη του 20% θα πρέπει να γίνονται

		επαναλαμβανόμενες ευρυσπορές. Σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να γίνει προσπάθεια τεχνικής γήρανσης των βράχων.
--	--	---

Οι μέθοδοι αυτές για την επανεγκατάσταση της βλάστησης στα δύσκολα διαταραγμένα εδάφη πρέπει να προτιμώνται στις ξηρές συνθήκες της χώρας μας όχι μόνον ως μέθοδοι με μικρό κόστος, αλλά και ως καταλληλότερες, αρκεί η επιλογή τους να βασίζεται στην καλή καταγραφή των συνθηκών. Τα χαρακτηριστικά των διαταραγμένων εδαφών που πρέπει να περιγράφονται με ακρίβεια είναι:

1. το γεωλογικό υλικό,
2. τα τεχνικά και φυσιογραφικά χαρακτηριστικά (έκθεση, κλίση, επιφάνεια κλπ.),
3. τα φαινόμενα διάβρωσης (ένταση, διάβρωση, είδος),
4. ο βαθμός και το είδος αποσάθρωσης,
5. ο βαθμός σχιστότητας και η κατεύθυνση των στρώσεων σε περίπτωση σχιστολίθων (ο βαθμός σχιστότητας εκτιμάται με τον αριθμό των στρώσεων/m),
6. το ποσοστό του σκελετικού υλικού,
7. η κοκκομετρία του λεπτόκοκκου υλικού (<2mm),
8. η ένταση βρασμού μετά από έκχυση μικρής ποσότητας διαλύματος HCl 10% v/v ως ένδειξη της παρουσίας CaCO₃,
9. φαινόμενα κακής αποστράγγισης,
10. η στρωμάτωση των υλικών σε περίπτωση αλλουβιακών αποθέσεων και
11. ο βαθμός κερματισμού του πετρώματος.

Πώς όμως εξηγείται η συγκριτικά καλύτερη εξέλιξη των φυτών με τη χρησιμοποίηση των μεθόδων που περιγράφηκαν σε σχέση με την πολύ περισσότερο δαπανηρή κλασική μέθοδο των φυτεύσεων. Η καλύτερη εξέλιξη των φυτών αποδίδεται στην καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος που εκμεταλλεύεται πλήρως τις ρωγμές των πετρωμάτων, γεγονός που δεν παρατηρείται στα βλώφυτα, των οποίων η ρίζα περιστρέφεται. Ορισμένα είδη που προέρχονται από απ' ευθείας σπορές αναπτύσσουν ρίζα μήκους 40-50cm χωρίς να έχει εκπτυθεί το αρτίφυτρο (δρυς), η αναπτύσσουν ρίζα μήκους ενός μέτρου, έχοντας υπέργειο ύψος μόνο 5-10cm κατά τον πρώτο χρόνο. Αντίθετα, φυτά που αναπτύσσονται σε σακίδια, η ρίζα τους έχει μεγαλύτερη ανάγκη από εδαφικό νερό, γιατί πρέπει να καλύψουν τη διαπνοή, ενώ πολλές

φορές, λόγω των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους, δημιουργείται περιμετρικά της ρίζας ραγάδωση. Η δημιουργία της ραγάδωσης αυτής πολλές φορές συνδέεται και με τη χρησιμοποίηση της τύρφης ως υποστρώματος για την ανάπτυξη των φυτών. Σε πολλές περιπτώσεις έχουμε διαπιστώσει ότι μετά από πάροδο 3-4 ετών μετά τη φύτευση οι ρίζες των φυτών εξακολουθούν να παραμένουν μέσα στο υπόστρωμα του φυτού που έρχεται από το φυτώριο, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αναγκαιότητα και η συχνότητα της άρδευσης.

Η απ' ευθείας σπορά, επί πλέον των άλλων σημαντικών πλεονεκτημάτων, αποτελεί μια ελκυστική, εναλλακτική μέθοδο, επανεγκατάστασης της βλάστησης στα διαταραγμένα εδάφη, γιατί μεγάλες εκτάσεις μπορούν να καλυφθούν σε μικρό χρονικό διάστημα, με πολύ μικρό κόστος. Δεν είναι όμως απλή μέθοδος, όπως πιθανόν φαίνεται, και απαιτεί γνώση του τρόπου προμεταχείρισης του σπόρου για σπάσιμο του ληθάργου και των αναγκών του επί τόπου για να φυτρώσει. Οι γνώσεις αυτές είναι ειδικές. Παλαιότερες αναφορές χρήσης της μεθόδου αυτής για την επανεγκατάσταση της βλάστησης σε διαταραγμένα εδάφη αναφέρονται σε σπορά καστανιάς στο Illinois των ΗΠΑ. Ορισμένες φορές οι αποτυχίες οφείλονται (1) στην ξήρανση των φυτών μετά τη φύτευση, (2) στην καταστροφή των σπόρων από τρωκτικά και πουλιά, (3) στη διάβρωση του επιφανειακού στρώματος.

Από τη διεθνή αλλά και από την Ελληνική εμπειρία που αποκτήθηκε για τις Ελληνικές συνθήκες για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής πρέπει:

1. Να επιλέγονται τα κατάλληλα φυτικά είδη και μάλιστα τα αυτόχθονα πρόσκοπα είδη.
2. Οι σπόροι να έχουν υποστεί τον κατάλληλο προχειρισμό. Οι σπόροι να είναι πολύ καλής ποιότητας ως προς την φυτρωτικότητα τους.
3. Οι σπορές να γίνονται στον κατάλληλο χρόνο.
4. Να υπάρχουν σωστές οδηγίες για τις απ' ευθείας σπορές. Να προστατεύονται οι σπόροι από πουλιά και τρωκτικά. Να υπάρχει σωστή καταγραφή (μελέτη) των συνθηκών των διαταραγμένων εδαφών. Οι οδηγίες για την εφαρμογή της μεθόδου των απ' ευθείας

σπορών θα πρέπει να προσαρμόζονται ανάλογα με τις συνθήκες, γιατί οδηγίες που δίνονται για τα φυσικά εδάφη δεν μπορούν να εφαρμοσθούν στα διαταραγμένα εδάφη. Συνιστάται πριν από ευρείες εφαρμογές να γίνονται συνεχείς δοκιμές.

Η μέθοδος των απ' ευθείας σπορών μπορεί να εφαρμοσθεί ως ευρυσπορά (διά χειρός ή με υδροσπορέα), σε αυλακώσεις, σε οπές, σε γραμμές με ταυτόχρονη αναμόχλευση ή σε πινάκια. Σε όλες όμως τις περιπτώσεις οι σπόροι πρέπει να αναμιγνύονται με μικρή ποσότητα εδάφους από φυσικές συστάδες για τη διευκόλυνση της ανάπτυξης της μυκόρριζας (συμβιωτικού μύκητα που βοηθάει το φυτό για την ανάπτυξή του σε συνθήκες ξηρασίας).

Ο σχεδιασμός της επανεγκατάστασης της βλάστησης πρέπει να ξεκινά από τα πρώτα στάδια των μελετών ενός έργου. Με τον τρόπο αυτό λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα που μελλοντικά θα βοηθήσουν την επανεγκατάσταση της βλάστησης και θα μειώσουν το κόστος εργασιών.

Σε κάθε όμως περίπτωση πριν από τις εργασίες επανεγκατάστασης της βλάστησης με τις μεθόδους που περιγράφηκαν θα πρέπει να ακολουθούνται τα παρακάτω στάδια:

1. Περιγραφή των συνθηκών των διαταραγμένων εδαφών.
2. Υπολογισμός των επιφανειών.
3. Επιλογή των κατάλληλων φυτικών ειδών.
4. Επιλογή της μεθόδου σποράς ή φύτευσης φυταρίων.
5. Προγραμματισμός για τη συλλογή των σπόρων.
6. Προχειρισμοί των σπόρων.

Από την εμπειρία αλλά και τα αποτελέσματα των ερευνών μας φαίνεται ότι η οι μέθοδοι επανεγκατάστασης βλάστησης στα διαταραγμένα πρηνή με σπορά ή φύτευση φυταρίων της τοπικής αυτοφυούς χλωρίδας είναι οι πιο οικονομικές και ταυτόχρονα οι πιο οικολογικές, που αντιμετωπίζουν δηλαδή με σεβασμό και φρόνηση το περιβάλλον.



Φωτογραφία 1. Αποτελέσματα σπορών σε Γαλλικό αυτοκινητόδρομο

Photo 1. Seeding results at a French

3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αλιφραγκής Δ. (2002), «Επανεγκατάσταση της Βλάστησης στα Διαταραγμένα Εδάφη της Εγνατίας Οδού». (Εγνατία Οδός ΑΕ- Σύμβαση 453/GK/A01) Ελλάς.

Autoroute du Sud de la France (1985), «Guide to the Upkeep of Highway Landscape Appurtenances». France.

Βαλιάντζα Ε. (2000), «Μελέτη Κόστους Εφαρμογής Νέων Προτύπων Αποκατάστασης Τοπίου της Εγνατίας Οδού». Τμήμα Περιβάλλοντος Εγνατίας Οδού Α.Ε. Ελλάς.

Bonnie L. Harper-Lore-Maggie Wilson (2000), «Roadside Use of Native Plants». Federal Highway Administration Island Press Washington DC USA.

Coppin N. J. and Richards, I. G. (1990), "Use of Vegetation in Civil Engineering". CIRIA and Butter worth's.

Henrie Coumoul at Herve Mineau (2002), «Jardins de l' Autoroute». Actes Sud France.

Maher M. and Gray D. H. 1990, "Static Response of Sands Reinforced with Randomly Distributed Fibers". J. of Geotechnical Engineering 116 (11): 1661-1667.

Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας (1989), «ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΔΑΣΗ». Ελλάς.

Nilaweera N. S. (1994), "Effects of Tree Roots In Slope Stability: The Case Of Khao Luang Mountain Area". So. Thailand.

Υπ. Γεωργίας (1992), «Αποτελέσματα της Πρώτης Εθνικής Απογραφής Δασών». Ελλάς.



Φωτογραφία 2. Πειραματικές σπορές σε αργιλικό σχιστόλιθο στην Εγνατία οδό 2002.

Photo 2. Experimental seedings at Egnatia highway 2002.