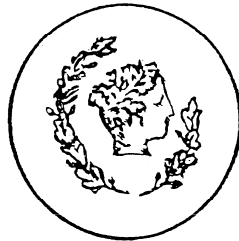


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΕΤΗΡΙΔΑ  
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ  
ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ARISTOTELIAN UNIVERSITY OF THESSALONIKI  
SCIENTIFIC ANNALS  
OF THE DEPARTMENT  
OF FORESTRY AND NATURAL ENVIRONMENT



5

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΧΑΡ. ΣΤΕΡΓΙΑΔΗΣ  
Καθηγητής

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΧΡ. ΕΣΚΙΟΓΛΟΥ  
Λέκτορας

Η ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ  
ΜΕ ΤΟ ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΠΟΛΥΜΕΡΕΣ RRP-235

Dr. GEORG CHAR. STERGIADIS  
o. Professor

Dr. PANAGIOTIS CHR. ESKIOGLOU  
Lektor

DIE BEFESTIGUNGSMÖGLICHKEIT VON WALDBÖDEN  
MIT DEM ORGANISCHEN POLYMERES RRP-235

ΤΟΜΟΣ ΑΒ/3  
VOL. ΑΒ/3

1989

Αριθ. 21  
No. 21

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο σταθεροποίηση εννοούμε την επεξεργασία του εδαφικού υλικού με άλλα εδαφικά ή ειδικά πρόσθετα υλικά, ώστε η στρώση δρόμου που θα προκύψει να έχει αυξημένη ευστάθεια στην επίδραση των φορτίων οχημάτων και των καιρικών επιδράσεων.<sup>6,8</sup>

Η σταθεροποίηση εδαφικού υλικού για την κατασκευή ανθεκτικών και οικονομικών στρώσεων στους δασικούς δρόμους της χώρας μας είναι επιθυμητή και αναγκαία, γιατί αφενός το υπέδαφος δεν αντέχει, σε πολλές περιπτώσεις, στις φορτίσεις της κυκλοφορίας και αφετέρου δεν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της οικονομικότητας και αντοχής των στρώσεων.<sup>8</sup>

Η απαίτηση αυτή οδηγεί στην έρευνα του προβλήματος με κάθε πρόσφορο υλικό για την κατάλληλη σταθεροποίηση του καταστρώματος των δασικών δρόμων.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη σταθεροποίηση του εδάφους είναι κυρίως η άσφαλτος, η άσβεστος, το τσιμέντο και η ιπτάμενη τέφρα.<sup>8</sup>

Εκτός όμως από αυτά τα υλικά, κυκλοφόρησε στη διεθνή αγορά, και το πολυμερές με κωδικό αριθμό RRP - 235, το οποίο, κατά πληροφορίες μας, χρησιμοποιήθηκε πειραματικά και εν μέρει στην πράξη, ως σταθεροποιητής εδαφικού υλικού, χωρίς όμως μέχρι σήμερα να υπάρχουν σαφή αποτελέσματα για την αποδοτικότητα και οικονομικότητα της σταθεροποίησης των στρώσεων.

Η έρευνα για το υλικό αυτό έγινε με σκοπό να εξαχθούν συμπεράσματα για τη συμπεριφορά του στη σταθεροποίηση εδαφικού υλικού και σε δασικούς δρόμους. Για το σκοπό αυτό συγκεντρώθηκαν στοιχεία από τις περιοχές Θεσσαλονίκης και Χαλκιδικής, όπου είχε μερικώς χρησιμοποιηθεί και πάρθηκαν εδαφικά δείγματα από άλλες δασικές περιοχές για να ερευνηθούν εργαστηριακά και να εξαχθούν τα σχετικά συμπεράσματα.

## 1. ΥΛΙΚΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 1.1. Περιγραφή, τρόπος δράσης

Το υλικό RRP - 235 (Reynolds Road Packer) είναι μια διάλυση 8% υδατοευδιάλυτου θείου σε υδατοευδιάλυτο λάδι, σουλφονάτο πετρέλαιο και ορ-

γανικό θείο και αποτελείται από τα παρακάτω συστατικά:

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Υδατοευδιάλυτο σουλφονάτο πετρέλαιο | 8%  |
| Άλλα συνδιασμένα οργανικά θεία      | 6%  |
| Σίδηρος                             | 1%  |
| Χαλκός                              | 1%  |
| Ασβέστιο                            | 1%  |
| Μαγνήσιο                            | 1%  |
| Μη μεταλλικά στοιχεία               | 82% |

Παρουσιάζει δε τις παρακάτω φυσικές ιδιότητες:

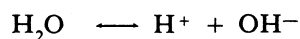
Σημείο ζέσης 116° - 135° C

Πυκνότητα 1.126 gr/cm<sup>3</sup>

PH = 1

Το υλικό αυτό είναι υγρός καταλύτης του νερού και προκαλεί ανταλλαγή ιόντων, έτσι που παραλλάσει κατά χημικό και φυσικό τρόπο το χώμα, ώστε όταν συμπυκνώνεται να επιτυγχάνεται μεγάλη πυκνότητα και ανθεκτικότητα, με την απουσία του υδροαπορροφητικού περιβλήματος στους κόκκους του εδάφους (κολλοειδή).

Η εξωτερική στοιβάδα του προσροφημένου ύδατος περιέχει σημαντικό αριθμό θετικά φορτισμένων μεταλλικών ιόντων (Na, K, Al, Mg) που εξισορροπούν τα αρνητικά φορτία των ιόντων του εδάφους, ενώ η αύξησή του έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατόπιση των κόκκων του εδάφους, ώστε να αυξάνει ο εδαφικός όγκος. Επομένως για να εμποδιστεί ένα τέτοιο φαινόμενο, απαραίτητο είναι να μικραίνει το πάχος του υδάτινου στρώματος ή να διασπάται κατά τη σχέση:



Η παρουσία των σταθεροποιητών και συγκεκριμένα του RRP - 235 εκπληρώνει τους παραπάνω σκοπούς.

## 2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας διαπιστώνεται πως όλα τα εδάφη είναι κατάλληλα για επεξεργασία με RRP - 235, εκτός από τα αμμώδη που περιέχουν λιγότερο του 15% λεπτά συστατικά<sup>1,3,4</sup>.

Το υλικό RRP - 235 παρουσιάζεται στην πράξη πρώτη φορά το 1971. Χρησιμοποιείται ταυτόχρονα στην Αμερική και την Ευρώπη. Οι πρώτες εφαρμογές καλύπτουν μικρούς χώρους (πλατείες), αλλά η οικονομία κατασκευής και η ευκολία χρησιμοποίησής του αρχίζει να προκαλεί ενδιαφέρον και για μεγαλύτερες κατασκευές. Λασπώδεις εκτάσεις μετατρέπονται σε χώρους στάθμευσης βαρέων οχημάτων, ενώ αγροτικοί δρόμοι, βαλτώδεις τους χειμερινούς μήνες, μετατρέπονται σε βατούς όλη τη διάρκεια του χρόνου (στο Όρεγκον βαλτώδης λωρίδα που προήλθε από αποψιλωτική υλοτομία, μετατρέπεται σε χώρο προσγείωσης - απογείωσης ελαφρών αεροσκαφών).

Εκεί όμως που το υλικό σήμερα βρίσκει τη μεγαλύτερη εφαρμογή είναι οι δασικοί δρόμοι στους οποίους κυκλοφορούν τριαξονικά ή και τετραξονικά οχήματα.<sup>1.2.3.4.</sup>

Σήμερα σε όλη σχεδόν την Ευρώπη και την Αμερική υπάρχουν δασικοί δρόμοι που κατασκευάστηκαν με το RRP - 235 με πολύ καλά αποτελέσματα.<sup>1.2.3.4.</sup>

Στις φωτογραφίες 1 και 2 φαίνονται χαρακτηριστικές περιπτώσεις δασικών δρόμων στην αρχική φυσική κατάσταση και στην τελική μορφή κατόπιν ανάμιξης του εδάφους με το υλικό RRP - 235.

### 3. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Σε όλες τις περιπτώσεις εφαρμογής, οι εργασίες γίνονται με την ακόλουθη σειρά:

α. Απομάκρυνση της φυτικής γης, των οργανικών ουσιών, του υπάρχοντος επιφανειακού ύδατος και του ύδατος των τάφρων για τη μεγαλύτερη αντοχή του εδάφους στους παγετούς.

β. Καλή αναμόχλευση του εδάφους ώστε να αποκτήσει απορροφητικότητα για την ευκολότερη διείσδυση του διαλύματος (RRP - 235 - νερού).

γ. Ράντισμα του διαλύματος από βυτία διά μέσου διάτρητου σωλήνα απευθείας στο έδαφος και ταυτόχρονο φρεζάρισμα με υγρασία εδάφους ίση με τη βέλτιστη.

Σε εδάφη με περιεκτικότητα 15 - 20% σε λεπτόκοκκο υλικό απαιτούνται: 3 Kg υλικού RRP για 100 m<sup>2</sup> δρόμου σε 2 δόσεις.

— Πρώτη δόση: 2 Kg υλικό με 200 Kg νερό και

— Δεύτερη δόση: 1 Kg υλικού με 400 Kg νερού

με άμεση κατάβρεξη και φρεζάρισμα.

Σε εδάφη με περιεκτικότητα σε λεπτόκοκκα υλικά από 20 - 35% απαιτούνται: 4 Kg υλικού / 100 m<sup>2</sup> δρόμου σε δύο δόσεις:

— Πρώτη δόση: 3 Kg υλικού με 200 Kg νερού και

— Δεύτερη δόση: 1 Kg υλικού με 300 Kg νερού.



Φωτ. 1α. Δασικός δρόμος στην περιοχή Sauerland της Αγγλίας πριν τη σταθεροποίησή του με το υλικό RRP - 235. (Schwarz VBI. 1978)



Φωτ. 1β. Ο ίδιος δασικός δρόμος μετά τη σταθεροποίηση με το υλικό. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι ο δρόμος αυτός χρησιμοποιείται από βαριά στρατιωτικά οχήματα του NATO (Schwarz VBI. 1978)



Φωτ. 2α. Δασικός δρόμος στη δασική περιοχή Meissner πριν τη σταθεροποίηση με το υλικό RRP - 235 (Schwarz VBI. 1978)



Φωτ. 2β. Ο ίδιος δασικός δρόμος μετά τη σταθεροποίησή του με RRP - 235 (Schwarz VBI. 1978)

Σε εδάφη με λεπτά συστατικά πάνω από 36% απαιτείται ποσότητα υλικού 5 ή 6 Kg / 100 m<sup>2</sup> σε δύο δόσεις:

- Πρώτη δόση: 3 Kg ή 4 Kg υλικού αναμιγμένα με 200 Kg νερού και
- Δεύτερη δόση: 2 Kg υλικού με 200 Kg νερό.

δ. Μόρφωση του εδάφους με Grader και άριστη συμπύκνωση με δονητικό οδοστρωτήρα τουλάχιστον 10 tn.

Μετά από τα παραπάνω το έργο παραδίνεται έτοιμο για να τοποθετηθεί επιφανειακός τάπητας από άσφαλτο 5 cm ή από σύντριμμα 3Α.

Στον ελλαδικό χώρο έγιναν διάφορες κατασκευές δρόμων με υλικό RRP - 235 (πειραματικό οδόστρωμα μπροστά από το κτίριο του ΚΕΔΕ Θεσσαλονίκης, στις Αλυκές Αγαθούπολης και στην Πορταριά Χαλκιδικής). Από την τελευταία αυτή κατασκευαστική εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε το Μάιο του 1981 και την οποία παρακολούθησε και ο κ. Εσκιόγλου είναι οι φωτογραφίες 3 και 4.

#### 4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Ως περιοχές έρευνας εκλέχτηκαν κατάλληλες θέσεις δασικών δρόμων σε τρεις διαφορετικές περιοχές της χώρας μας από τις οποίες πάρθηκαν εδαφικά δείγματα:

|              | αριθμός<br>δείγματος | Βάρος υλικού<br>κάθε δείγματος | Θέση        |
|--------------|----------------------|--------------------------------|-------------|
| 1. Περούλι   | 6                    | 10 Kg                          | Γκαλντερίμι |
| 2. Καλαμπάκα | 6                    | 10 Kg                          | Χαλίκι      |
| 3. Δράμα     | 10                   | 10 Kg                          | Φρακτό      |

Τα εδαφικά δείγματα επεξεργάστηκαν καταλλήλως στο Περιφερειακό Εργαστήριο Δημοσίων Έργων Θεσσαλονίκης και ερευνήθηκαν τα εξής στοιχεία:

- Προσδιορισμός κοκκομετρικής διαβάθμισης των εδαφών
- Προσδιορισμός ορίων Atterberg
- Υπολογισμός βέλτιστης υγρασίας και μέγιστης ξηρής πυκνότητας με τη μέθοδο Proctor

Στη συνέχεια έγινε ανάμιξη των εδαφικών δειγμάτων με τα παρακάτω υλικά:



Φωτ. 3. Επαρχιακός δρόμος στην Πορταριά Χαλκιδικής κατά το στάδιο της κατεργασίας του εδαφικού υλικού RRP - 235 (φωτ. Εσκίογλου)



Φωτ. 4. Ο ίδιος δρόμος μετά την κατεργασία του εδαφικού υλικού με το υλικό RRP - 235, έτοιμος προς κυκλοφορία (φωτ. Εσκίογλου)



- Με το υλικό RRP - 235 σε ποσοστά 5 Kg RRP / 100 m<sup>2</sup>
- Με ασβέστη σε ποσοστό 7% κατά βάρος
- Με τσιμέντο σε ποσοστό 7% κατά βάρος

για να υπολογισθούν και να συγκριθούν οι αναπτυσσόμενες τιμές αντοχής θλίψεως. Η σταθεροποίηση έγινε σε δοκίμια Proctor με δοκιμή μονοαξονικής θλίψης πολλαπλής συμπίεσης.

## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την επεξεργασία, τις δοκιμές και την ανάλυση των παραπάνω στοιχείων προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα για τα εδαφικά δείγματα των περιοχών έρευνας.

- Τα διαγράμματα της κοκκομετρικής διαβάθμισης των εδαφικών δειγμάτων που παριστώνται στο σχήμα 1.
- Οι εδαφικές τιμές για το ποσοστό % της περιεκτικότητας των δειγμάτων σε λεπτά συστατικά, τα όρια Atterberg, τη βέλτιστη υγρασία και την ξηρή πυκνότητα, που δείχνονται στον πίνακα 1.

Από τα στοιχεία του σχήματος 1 και του πίνακα 1 προκύπτει ότι τα εδάφη των δειγμάτων της έρευνας κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

### Περιοχές εδαφικών δειγμάτων

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| — Αργιλώδη CL (1-2)    | Περτούλι και Καλαμπάκα |
| — Αμμοπηλώδη SC-CL (3) | Δράμα                  |
| — Αμμώδη SC-CL (4)     | Δράμα                  |

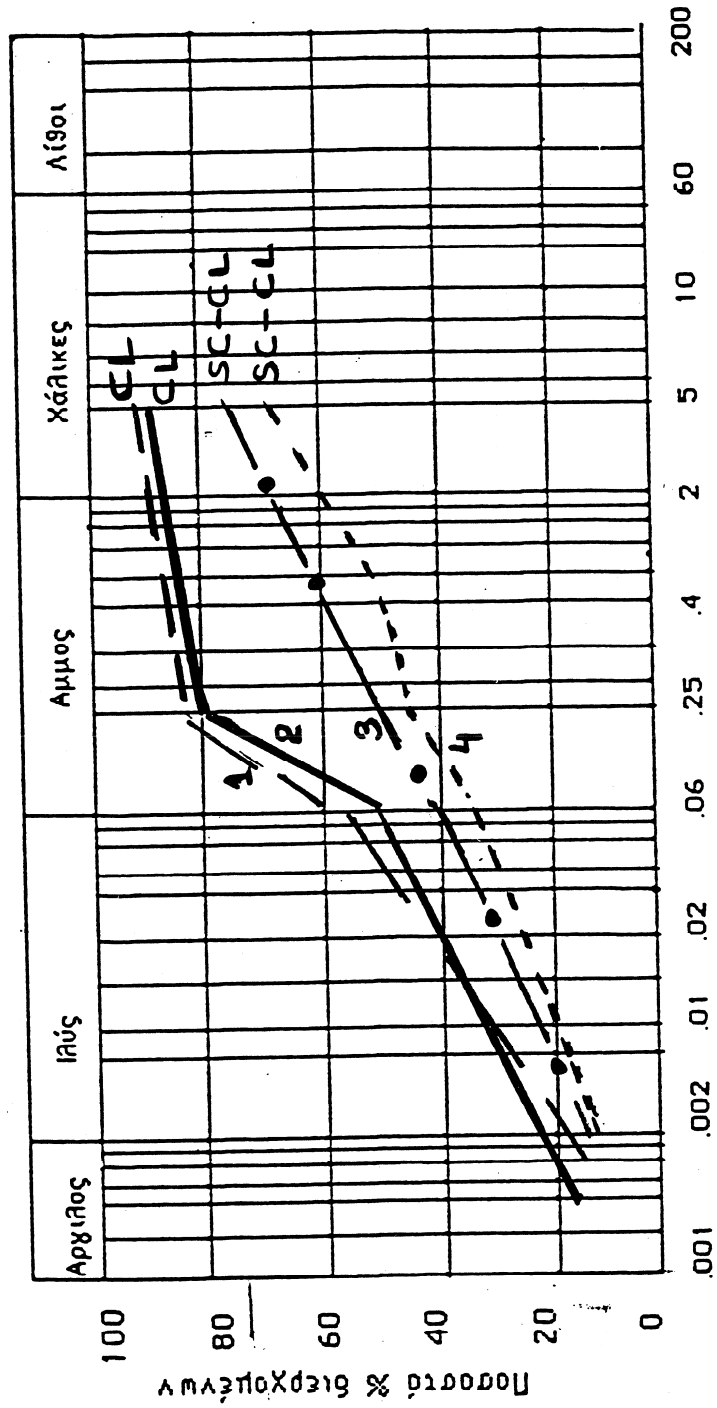
Τα στοιχεία που προέκυψαν από την έρευνα των εδαφικών δειγμάτων που σταθεροποιήθηκαν με το υλικό πολυμερές RRP - 235 σε ποσοστό 5 Kg υλικού / 100 m<sup>2</sup> εδάφους δείχνονται στον πίνακα 2.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα διαπιστώνονται τα εξής:

1. Αλλαγή της δομής του εδαφικού μίγματος σαν αποτέλεσμα της μείωσης των λεπτόκοκκων υλικών (σε απόλυτους αριθμούς, σε ποσοστά μέχρι 38% για τα αργιλώδη εδάφη, μέχρι 27% για τα αμμοπηλώδη και μέχρι 13% για τα αμμώδη) εξαιτίας της επίδρασης του σταθεροποιητή RRP - 235.
2. Μείωση στις τιμές των ορίων Atterberg σε ποσοστό μικρότερο στα αμμώδη εδάφη από ό,τι στα αργιλώδη εδάφη.
3. Μείωση της βέλτιστης υγρασίας και αύξηση της μέγιστης ξηρής πυκνότητας των σταθεροποιημένων εδαφών.

Αποτέλεσμα των παραπάνω ιδιοτήτων είναι η ελάττωση της κατακρατηθείσας ποσότητας νερού από τους εδαφικούς κόκκους.

Στα σχήματα 2 και 3 δείχνεται το ποσοστό του σταθεροποιητή ανά 100 m<sup>2</sup> εδάφους για την επίτευξη της μέγιστης αναπτυσσόμενης αντοχής θλί-



Διάγραμμα κοκκομετρικής διαβάθμισης εδαφών από το Περτούλι

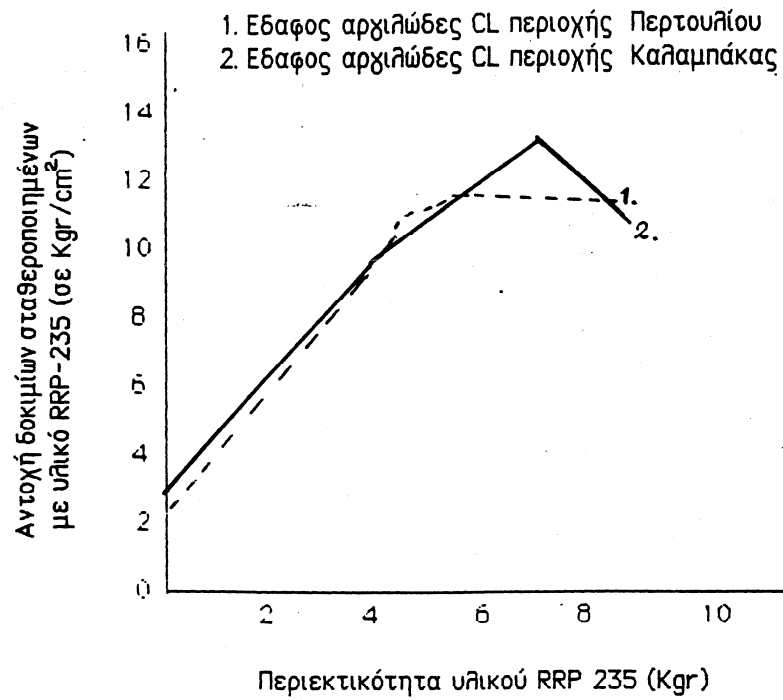
(1), την Καλαμπάκα (2) και την Δράμα (3 και 4)

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 1  
Εδαφικές σταθερές εδαφών περιοχής Πετρουλίου-Καλαμπάκας  
και Δράμας

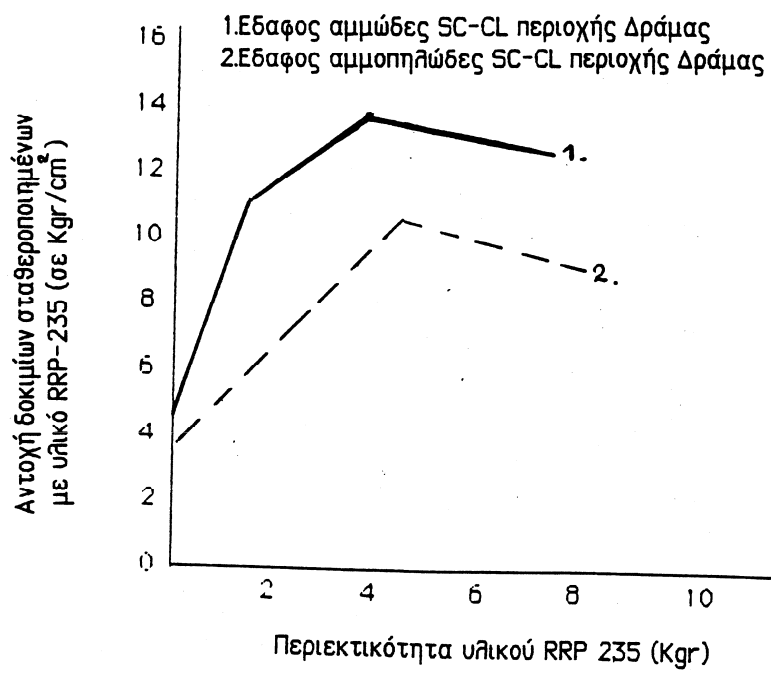
| Είδη εδαφών                   | Περιεκτικότητα<br>λεπτών<br>συστατικών<br>% | Όριο<br>Υδαρό-<br>τητας<br>WL | Δείκτης<br>Πλαστι-<br>κότητας<br>IP | Βέλτιστη<br>Υγρασία<br>w % | Ξηρή<br>Πυκνότητα<br>$d \text{ t/m}^3$ |
|-------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--|
| 1 Αρχιλιώδες CL<br>Πετρουλίου | 58  | 36                            | 15                                  | 19                         | 1.6                                    |
| 2 Αρχιλιώδες CL<br>Καλαμπάκας | 50  | 26                            | 12.2                                | 17.5                       | 2.04                                   |
| 3 Αμμοπηλώδες<br>SC-CL Δράμας | 41  | 30                            | 20.5                                | 14.5                       | 1.85                                   |
| 4 Αμμώδες<br>SC-CL Δράμας     | 31  | 25.1                          | 9                                   | 9.5                        | 1.98                                   |

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2  
 Εδαφικές σταθερές εδαφών περιοχής Πετρουλίου-Καθαμπάκας  
 και Δράμας,κατοπιν σταθεροποίησης τους με ποσοστό 5 Kg RRP  
 ανά 100 m<sup>2</sup> εδάφους

| Είδη εδαφών                     | Περιεκτικότης<br>λεπτών<br>συστατικών<br>% | Όριο<br>Υδαρό-<br>τητας<br>WL | Δείκτης<br>Πλαστι-<br>κότητας<br>IP | Βέλτιστη<br>Υγρασία<br>w % | Ξηρή<br>Πυκνότητα<br>d t/m <sup>3</sup> |
|---------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|
| 1. Αρχιλιώδες CL<br>Πετρουλίου  | 36   | 22                            | 7.5                                 | 11.8                       | 2.1                                     |
| 2. Αρχιλιώδες CL<br>Καθαμπάκας  | 34   | 32                            | 10                                  | 16.8                       | 1.7                                     |
| 3. Αμμοπηλιώδες<br>SC-CL Δράμας | 30   | 26                            | 17                                  | 13                         | 1.9                                     |
| 4. Αμμώδες<br>SC-CL Δράμας      | 27   | 23                            | 8                                   | 9                          | 2.1                                     |



Σχ. 2. Μεταβολή της αντοχής σταθεροποιημένων εδαφών για διάφορες ποσότητες υλικού RRP 235 / 100 m<sup>2</sup> εδάφους



Σχ. 3. Μεταβολή της αντοχής σταθεροποιημένων εδαφών για διάφορες ποσότητες υλικού RRP 235 / 100 m<sup>2</sup> εδάφους

ψεως των σταθεροποιημένων δοκιμίων. Από τα στοιχεία των παραπάνω σχημάτων προκύπτει ότι για τα *αμμώδη και αμμοπηλώδη εδάφη* η μέγιστη τιμή αντοχής τους εμφανίζεται όταν αυτά σταθεροποιούνται με ποσοστό 4 Kg ανά 100 m<sup>2</sup> εδάφους. Αντίθετα στα *αργιλώδη εδάφη* το ιδανικό ποσοστό σταθεροποίησης είναι τα 6 Kg υλικού ανά 100 m<sup>2</sup> εδάφους.

Τα εδαφικά δείγματα σταθεροποιήθηκαν και με υλικά ασβέστη και τσιμέντου και ερευνήθηκαν τα αντίστοιχα στοιχεία. Οι τιμές αντοχής σε θλίψη (kg / cm<sup>2</sup>) των σταθεροποιημένων με ασβέστη και τσιμέντο εδαφών καθώς και οι αντίστοιχες τιμές των σταθεροποιημένων δειγμάτων με το υλικό RRP - 235, δείχνονται στα σχήματα 4, 5, 6 και 7 για τα διάφορα είδη εδαφών.

Από τη μελέτη και σύγκριση αυτών των στοιχείων προκύπτουν τα εξής:

1. Εδάφη αργιλώδη σταθεροποιημένα με RRP - 235 αναπτύσσουν μεγαλύτερη τιμή αντοχής από τα ίδια εδάφη που σταθεροποιούνται με ασβέστη και τσιμέντο όταν αυτά συντηρούνται μέχρι και 35 ημέρες. Για δοκίμια μεγαλύτερης συντήρησης, τα σταθεροποιημένα με τσιμέντο αναπτύσσουν μεγαλύτερη αντοχή (σχ. 4 και 5).
2. Εδάφη αμμώδη και αμμοπηλώδη σταθεροποιημένα με τσιμέντο αναπτύσσουν μεγαλύτερη αντοχή από τα σταθεροποιημένα με RRP - 235 και ασβέστη (Σχ. 6 και 7).
3. Τα σταθεροποιημένα εδάφη με RRP - 235 δίνουν τιμές αντοχής που αντιστοιχούν σε υψηλές τιμές CBR, ώστε να μην απαιτείται κατασκευή βάσης ή υπόβασης, παρά μόνον ένα μικρό στρώμα επιφανειακού τάπητα.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

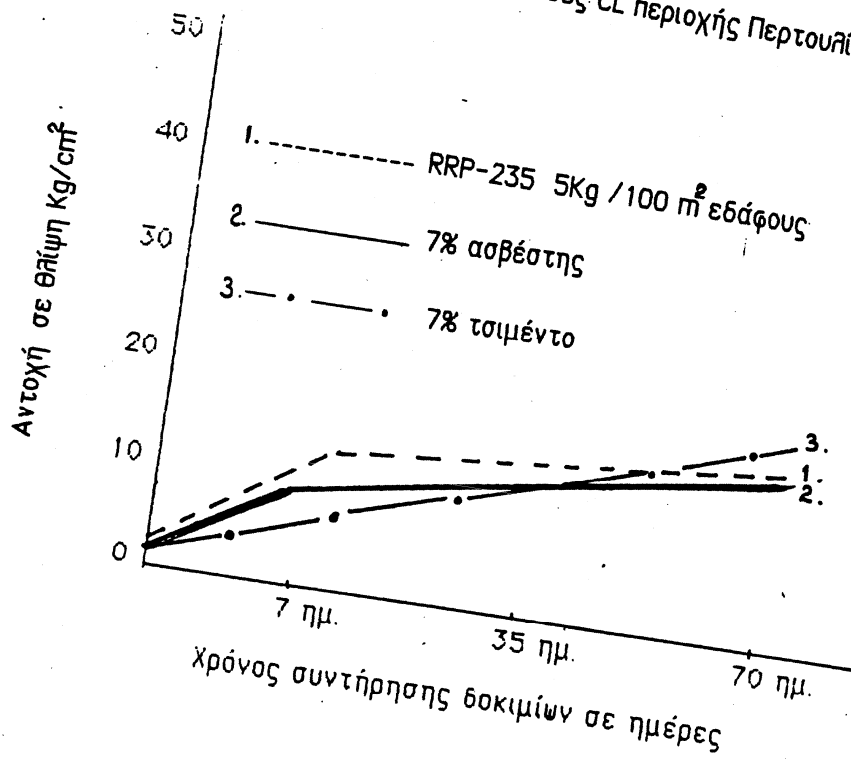
Στην παρούσα εργασία ερευνήθηκε για πρώτη φορά η δυνατότητα της σταθεροποίησης δασικών εδαφών τριών περιοχών της χώρας μας με το οργανικό πολυμερές RRP - 235.

Από την έρευνα αυτή διαπιστώθηκε ότι για τα αργιλώδη εδάφη το ιδανικό ποσοστό του σταθεροποιητή είναι τα 6 kg υλικού / 100 m<sup>2</sup> εδάφους, ενώ για τα αμμώδη και αμμοπηλώδη εδάφη τα 4 Kgr / 100 m<sup>2</sup> εδάφους.

Τα δοκίμια που σταθεροποιήθηκαν με το υλικό RRP - 235 λαμβάνουν ενδιαμέση τιμή αντοχής μεταξύ σταθεροποιημένων δοκιμίων με τσιμέντο και ασβέστη όταν πρόκειται για αμμώδη και αμμοπηλώδη εδάφη. Στα αργιλώδη όμως εδάφη τα σταθεροποιηθέντα με υλικό RRP - 235 αναπτύσσουν μεγαλύτερες τιμές αντοχής από δοκίμια σταθεροποιηθέντα με άλλα υλικά.

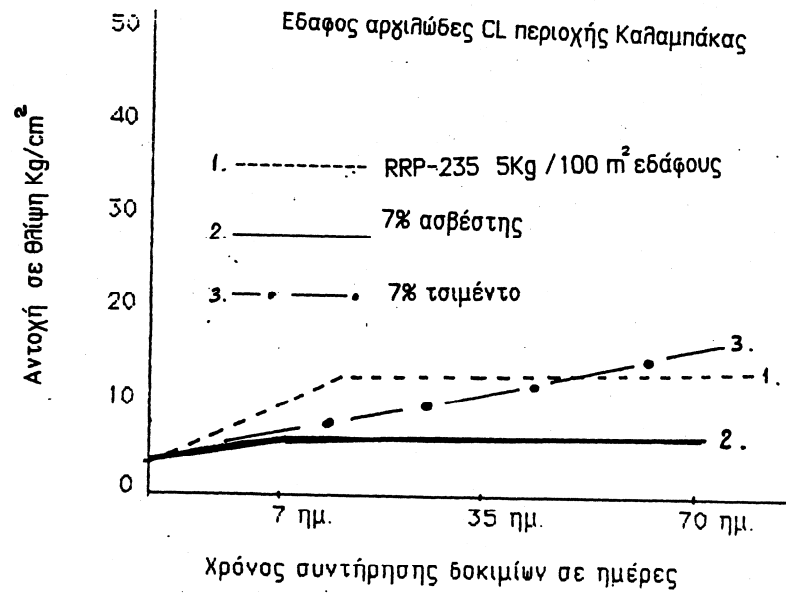
Το υλικό RRP - 235 μεταβάλλει τη *δομή του εδάφους*, μετατρέποντας τα μηχανικά χαρακτηριστικά εδαφών συνεκτικού τύπου σε χαρακτηριστικά

Εδαφος αρχιλιώδες CL περιοχής Περγουαίου



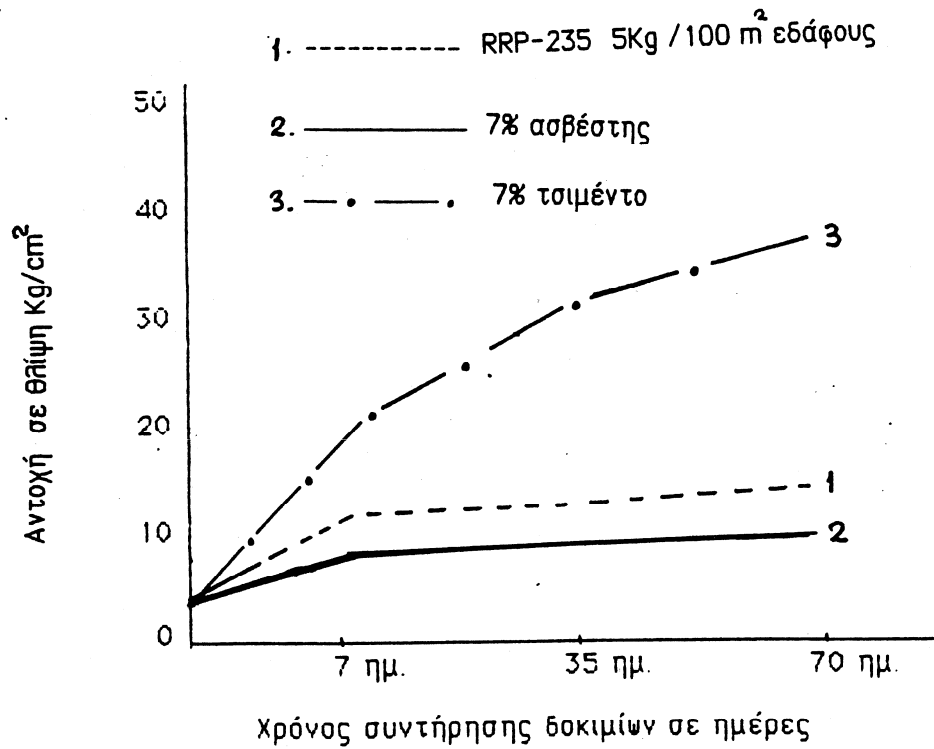
4. Μεταβολή της αντοχής εδαφών σταθεροποιημένων με ασβέστη και τσιμέντο ποσότητα 7% και με υλικό RRP - 235 με ποσότητα 5 Kg υλικού / 100 m² εδάφους



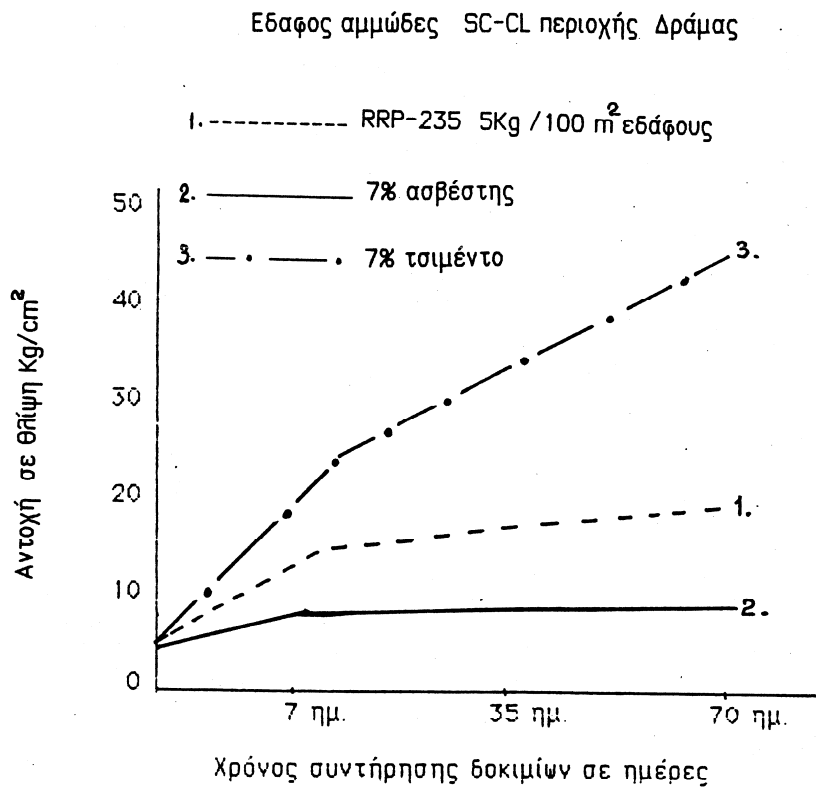


Σχ. 5. Μεταβολή της αντοχής εδαφών σταθεροποιημένων με ασβέστη και τσιμέντο με ποσότητα 7% και με υλικό RRP - 235 με ποσότητα 5 Kg υλικού / 100 m<sup>2</sup> εδάφους

Εδαφος αμμοπηλώδες SC-CL περιοχής Δράμας



Σχ. 6. Μεταβολή της αντοχής εδαφών σταθεροποιημένων με ασβέστη και τσιμέντο με ποσότητα 7% και με υλικό RRP - 235 με ποσότητα 5 Kg υλικού / 100 m<sup>2</sup> εδάφους



Σχ. 7. Μεταβολή της αντοχής εδαφών σταθεροποιημένων με ασβέστη και τσιμέντο με ποσότητα 7% και με υλικό RRP - 235 με ποσότητα 5 Kg υλικού / 100 m<sup>2</sup> εδάφους

παθυρού τύπου εδάφους ελαττώνοντας την ποσότητα ύδατος που μπορεί να συγκρατήσουν οι εδαφικοί κόκκοι. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η διόγκωση του εδάφους.

Τέλος οι αναπτυσσόμενες αντοχές των σταθεροποιημένων εδαφών με RRP - 235 λαμβάνουν τέτοιες τιμές, ώστε να μην απαιτείται κατασκευή στρώσεων βάσεων και υποβάσεων.

Η ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ  
ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ  
ΜΕ ΤΟ ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΠΟΛΥΜΕΡΕΣ RRP-235

ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΧΑΡ. ΣΤΕΡΓΙΑΔΗ  
Καθηγητή

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ ΧΡ. ΕΣΚΙΟΓΛΟΥ  
Λέκτορα

*Τμήματος Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος  
Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην προσπάθεια κατασκευής ανθεκτικών και οικονομικών στρώσεων στους δασικούς δρόμους της χώρας μας πραγματοποιήθηκε έρευνα επί της δυνατότητας σταθεροποίησης δειγμάτων δασικών δρόμων με το οργανικό πολυμερές RRP - 235.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με εδάφη από τις περιοχές Περτουλιού, Καλαμπάκας και Δράμας και διαπιστώθηκαν τα παρακάτω:

1. Για αργιλώδη εδάφη ιδανικό ποσοστό σταθεροποιητή είναι τα 6 kg υλικού RRP - 235 / 100 m<sup>2</sup> εδάφους, ενώ για αμμώδη και αμμοπηλώδη τα 4 Kg / 100 m<sup>2</sup> εδάφους.
2. Το υλικό RRP - 235 μεταβάλλει τη δομή του εδάφους ώστε τα μηχανικά χαρακτηριστικά του να ομοιάζουν με τα χαρακτηριστικά των ψαθρών εδαφών, εμποδίζοντας τη διόγκωσή του.
3. Τα εδαφικά δείγματα που σταθεροποιήθηκαν με το υλικό RRP - 235 λαμβάνουν ενδιάμεση τιμή αντοχής μεταξύ σταθεροποιημένων δοκιμίων με τσιμέντο και ασβέστη στα αμμώδη και αμμοπηλώδη εδάφη. Τα αργιλώδη όμως εδάφη που σταθεροποιήθηκαν με RRP - 235 αναπτύσσουν μεγαλύτερες τιμές αντοχής από δοκίμια που σταθεροποιήθηκαν με άλλα υλικά.

DIE BEFESTIGUNGSMÖGLICHKEIT  
VON WALDBÖDEN  
MIT DEM ORGANISCHEN POLYMERES RRP-235

Dr. GEORG CHAR. STERGIADIS  
Dipl. Forsting. und Dipl. Bauingenieur  
o. Professor

Dr. PANAGIOTIS CHR. ESKIOGLOU  
Dipl. Forsting.  
Lektor

*Abteilung für Forstwissenschaften und Natürliche Umwelt  
Aristoteles Universität Thessaloniki*

ZUSAMMENFASSUNG

Beim Bestreben, ertragsfähige und wirtschaftliche Schichten in den Forstwegen unseres Landes herzustellen, wurde eine Forschung über die Festbarkeit von Stichproben aus Waldböden mit dem Polymerer RRP - 235 durchgeführt.

Die Forschung wurde mit Böden aus den Gegenden von Pertouli, Kalambaka und Drama durchgeführt, wobei folgendes festgestellt wurde:

1. Für tonartige Böden optimales Anteil des Stabilisators ist in 6 Kg RRP -235 / 100 m<sup>2</sup> Bodens während für sandige und mörtelsandige Böden 4 Kg / 100 m<sup>2</sup> Bodens ist.
2. Das Material RRP - 235 verändert die Struktur des Bodens, sodass seine mechanischen Eigenschaften denen der nicht kohäsiven Böden gleichen, indem es seine Anschwellung behindert.
3. Der Festigkeitswert der mit RRP - 235 stabilisierten sandigen und mörtelsandigen Bodenproben liegt zwischen den Festigkeitswerten der mit Zement oder Kalk stabilisierten Bodenproben, während die mit RRP - 235 stabilisierten tonartigen Bodenproben größere Festigkeitswerte als die mit anderen Materialien stabilisierten Bodenproben aufweisen.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Chemisches Laboratorium Fresenius. 1978: Qualitative und quantitative Untersuchung des Wirkstoffes RRP zur Bodenstabilisierung, Zürich.
2. Εσκίογλου Π. 1991: Οικονομικά και ανθεκτικά οδοστρώματα στα ορεινά δάση της Ελλάδας. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη.
3. Inter Zel Chemical Est Laboratory 1981. RRP Oregon 97233 USA.
4. Schwarz VBI. 1978: Tschache RRP Laboratory.
5. Στεργιάδης Γ.Χ. - Kuonen V. 1978: Σταθεροποίηση εδαφών με ασβέστη. Επιστ. Επετηρίδα Γ.Δ. Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου, Τόμος ΚΑ, Θεσσαλονίκη.
6. Στεργιάδης Γ.Χ., 1980: Δασική Οδοποιία Ι, Θεσσαλονίκη.
7. Στεργιάδης Γ.Χ., 1985: Εδαφομηχανικές συνθήκες και προβλήματα κατασκευής στους δασικούς δρόμους, Θεσσαλονίκη.
8. Στεργιάδης Γ.Χ., 1988: Δασική Οδοποιία ΙΙ, Κατασκευή Δασικών Δρόμων, Θεσσαλονίκη.
9. Στεργιάδης Γ.Χ. - Εσκίογλου Π. 1991: Τα εύκαμπτα οδοστρώματα στη δασική οδοποιία και ο οικονομικός υπολογισμός των διαστάσεων των στρώσεών τους. 1ο Πανελλήνιο συνέδριο Ασφαλτοακυροδέματος και εύκαμπτων οδοστρωμάτων. Θεσσαλονίκη.
10. ΥΠΕΧΩΔΕ. Διεύθυνση Ερευνών Εδαφών 1981: Τεχνική έκθεση για χρήση του υλικού RRP - 235 για τη σταθεροποίηση εδαφών, Αθήνα.