

# Φθορά μη Υφασμένων Γεωϋφασμάτων κατά την Τοποθέτηση

## Installation Damage of Nonwoven Geotextiles

ΑΤΜΑΤΖΙΔΗΣ, Δ.Κ.

ΧΡΥΣΙΚΟΣ, Δ.Α.

ΠΑΠΑΕΥΣΤΑΘΙΟΥ, Ι.Μ.

Πολιτικός Μηχανικός, Καθηγητής, Παν/μιο Πατρών

Πολιτικός Μηχανικός, Λέκτορας, Παν/μιο Πατρών

Πολιτικός Μηχανικός, ΜΔΕ, Παν/μιο Πατρών

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ :** Ο δείκτης φθοράς κατά την τοποθέτηση, κατά ENV ISO 10722-1, προσδιορίστηκε για 32 μη υφασμένα γεωυφάσματα με μάζα ανά μονάδα επιφάνειας έως 2200g/m<sup>2</sup>. Επιπλέον, διερευνήθηκε η επίπτωση του αριθμού των κύκλων φόρτισης και της σκληρότητας του χρησιμοποιούμενου αδρανούς. Γεωυφάσματα με μάζα ανά μονάδα επιφάνειας μεγαλύτερη από 500g/m<sup>2</sup> υφίστανται πολύ περιορισμένη φθορά κατά την τοποθέτηση, ενώ για γεωυφάσματα με μάζα μικρότερη από 500g/m<sup>2</sup> η φθορά εξαρτάται έντονα από τη μάζα του γεωυφάσματος. Η σκληρότητα του αδρανούς από μόνη της δεν αποτελεί ικανοποιητικό δείκτη της πιθανής φθοράς. Αύξηση του αριθμού των κύκλων φόρτισης επιφέρει αύξηση της πιθανής φθοράς.

**ABSTRACT :** Installation damage index values, according to ENV ISO 10722-1, were obtained for 32 nonwoven, geotextiles with mass per unit area up to 2200g/m<sup>2</sup>. The effects of number of loading cycles and aggregate hardness were also investigated. Geotextiles with mass per unit area over 500g/m<sup>2</sup> experience very limited installation damage. The damage index values of geotextiles with mass less than 500g/m<sup>2</sup> are strongly affected by the geotextile mass. Aggregate hardness by itself may not be a good indicator of damage potential. Increasing load cycles results in increased damage potential.

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ιδιότητες των γεωυφασμάτων που προκύπτουν από πρότυπες εργαστηριακές διαδικασίες, ως γενική πρακτική, θα πρέπει να απόμειώνονται κατά το σχεδιασμό των έργων για να λαμβάνονται υπόψη οι επιτόπου συνθήκες. Οι διαθέσιμες τιμές των ιδιοτήτων προκύπτουν από τις αντίστοιχες εργαστηριακές με χρήση μειωτικών συντελεστών. Όσον αφορά την αντοχή, έχουν προταθεί μειωτικοί συντελεστές για τη φθορά των γεωυφασμάτων κατά την τοποθέτηση, την επίδραση του ερπυσμού και τη χημική και βιολογική αποδόμηση. Η φθορά των γεωυφασμάτων κατά την τοποθέτηση έχει διερευνηθεί τόσο στο πεδίο όσο και εργαστηριακά. Εκτεταμένη ανασκόπηση (Hufenus et al. 2005) αποτελεσμάτων από δοκιμές πεδίου έδειξε ότι η φθορά των γεωυφασμάτων κατά την τοποθέτηση εξαρτάται από τον τύπο του γεωυφάσματος, τη διαβάθμιση και το σχήμα

των κόκκων του αδρανούς, το πάχος της στρώσης του αδρανούς, την ενέργεια συμπίκνωσης και το χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό συμπίκνωσης. Πάντως, λόγω των πολλών παραμέτρων που επηρεάζουν τις δοκιμές πεδίου, η αξιολόγηση των διαθέσιμων πληροφοριών είναι περισσότερο ποιοτική παρά ποσοτική.

Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο ENV ISO 10722-1 προδιαγράφει μια δοκιμή για τη συγκριτική αξιολόγηση της φθοράς γεωσυνθετικών κατά την τοποθέτηση και ορίζει το “δείκτη φθοράς” ως ποσοστό της τιμής της κάθε ιδιότητας αναφοράς. Ένα δοκίμιο γεωσυνθετικού τοποθετείται ανάμεσα σε δύο στρώσεις συνθετικού αδρανούς (οξειδίου του αλουμινίου) με πάχος 75mm, μέγεθος κόκκων μεταξύ 5mm και 10mm και συντελεστή Los Angeles (αντίσταση σε θρυμματισμό) όχι μικρότερο από 1,9. Η φόρτιση επιβάλλεται μέσω άκαμπτης πλάκας διαστάσεων 100mm επί 200mm. Επιβάλλεται

ανακυκλιζόμενη φόρτιση μεταξύ 5kPa και 900kPa με συχνότητα 1Hz για 200 κύκλους. Οι διαθέσιμες πληροφορίες από εργαστηριακές διερευνήσεις βασισμένες στις τυποποιημένες διαδικασίες (π.χ. Naughton and Kempton 2002, Paula et. al. 2004) είναι περιορισμένες κυρίως λόγω του μικρού αριθμού γεωσυνθετικών που ελέγχθηκαν σε κάθε διερεύνηση και δεν παρέχουν συσχετίσεις μεταξύ της φθοράς κατά την τοποθέτηση και των φυσικών ή/και μηχανικών ιδιοτήτων των γεωσυνθετικών.

Οι παρατηρήσεις αυτές αποτέλεσαν το έναυσμα της εργαστηριακής διερεύνησης που παρουσιάζεται παρακάτω. Σκοπός της διερεύνησης είναι η ποσοτικοποίηση της φθοράς κατά την τοποθέτηση μη υφασμένων γεωυφασμάτων από ίνες πολυπροπυλενίου που να προκύπτει από τον έλεγχο μεγάλου αριθμού δοκιμών σύμφωνα με τις πρότυπες διαδικασίες. Επιχειρήθηκαν συσχετίσεις με φυσικές και μηχανικές ιδιότητες. Επίσης αξιολογήθηκε η επίδραση της σκληρότητας των αδρανών και του αριθμού των κύκλων φόρτισης.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται μια συνολική άποψη του εργαστηριακού εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε για την εκτέλεση των δοκιμών φθοράς κατά την τοποθέτηση που παρουσιάζονται σε αυτή την εργασία. Το πλαίσιο φόρτισης κατασκευάστηκε στο Πανεπιστήμιο Πατρών και επιτρέπει τον έλεγχο του μέγιστου επιβαλλόμενου φορτίου, τη συχνότητα καθώς και τον αριθμό κύκλων της ανακυκλιζόμενης φόρτισης. Σύμφωνα με το πρότυπο ENV ISO 10722-1, το κιβώτιο της δοκιμής κατασκευάστηκε από ανοξείδωτο χάλυβα, έχει εσωτερικές διαστάσεις 300mm επί 300mm και αποτελείται από δύο τμήματα βάθους 75mm το κάθε ένα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2. Το κάτω τμήμα του κιβωτίου γεμίζεται με δύο στρώσεις αδρανών, κάθε μία από τις οποίες συμπυκνώνεται υπό πίεση 200kPa για 60s. Μετά την τοποθέτηση του δοκιμίου του γεωυφάσματος το επάνω τμήμα του κιβωτίου γεμίζεται με χαλαρό αδρανές. Στο Σχήμα 1 φαίνεται επίσης το κιβώτιο συναρμολογημένο. Το τμήμα του δοκιμίου του γεωυφάσματος που προεξέχει χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό τιμής της ιδιότητας αναφοράς για μη φθαρμένο υλικό.

Για τους σκοπούς της παρούσας διερεύνησης χρησιμοποιήθηκαν δοκίμια γεωυφασμάτων από μεγάλα δείγματα προερχόμενα από πέντε διαφορετικούς κατασκευαστές. Το



Σχήμα 1. Εργαστηριακή διάταξη (ENV ISO 10722-1).

Figure 1. Laboratory equipment (ENV ISO 10722-1).

μέγεθος των δειγμάτων κυμαινόταν από 6m<sup>2</sup> έως 10m<sup>2</sup> με το πλάτος κάθε ρολού να είναι αυτό της τυποποιημένης παραγωγής κάθε κατασκευαστή. Όλα τα γεωυφάσματα ήταν κατασκευασμένα από ίνες πολυπροπυλενίου, μικρού μήκους, με μηχανική εμπλοκή των ινών. Μία από τις σειρές αποτελείτο από γεωυφάσματα θερμικά μετεπεξεργασμένα και στις δύο πλευρές τους. Οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητες των γεωυφασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν κάλυπταν ένα ευρύ πεδίο τιμών. Η μάζα ανά μονάδα επιφάνειας (EN ISO 9864) κυμάνθηκε από 96,7g/m<sup>2</sup> έως 2205g/m<sup>2</sup>. Το πάχος (EN ISO 9863) κυμάνθηκε από 1,17mm έως 11,10mm. Η εφελκυστική αντοχή (EN ISO 10319) κυμάνθηκε από 7,9kN/m έως 75,1kN/m στη διεύθυνση παραγωγής και από 7,4kN/m έως 148,2kN/m στην εγκάρσια διεύθυνση. Για να αποφευχθεί η χρήση εμπορικών ονομασιών χρησιμοποιήθηκε μια γενική κωδικοποίηση (π.χ. M1) για τον προσδιορισμό του κατασκευαστή και της σειράς κάθε γεωυφάσματος.

Όλα τα γεωυφάσματα ελέγχθηκαν σύμφωνα με τις τυποποιημένες διαδικασίες που ορίζει το



Σχήμα 2. Κιβώτιο δοκιμής  
Figure 2. Test container

πρότυπο ENV ISO 10722-1. Επιπλέον, επιλέχθηκαν πέντε γεωυφάσματα, ως αντιπροσωπευτικά του συνόλου, στα οποία έγιναν δοκιμές για τη διερεύνηση της επίδρασης του αριθμού των κύκλων φόρτισης και της σκληρότητας του χρησιμοποιούμενου αδρανούς. Για το σκοπό αυτό εκτελέστηκαν δοκιμές (α) με 100 και 400 κύκλους φόρτισης, δηλαδή με το μισό και το διπλάσιο αριθμό κύκλων από τον προβλεπόμενο στο πρότυπο και (β) με δύο επιπλέον αδρανή, διαφορετικά από το πρότυπο.

Το αδρανές που χρησιμοποιήθηκε για τις πρότυπες δοκιμές κατά ENV ISO 10722-1 ήταν ένα εμπορικά παραγόμενο οξειδίο του αλουμινίου (κορούνδιο) με γωνιώδεις κόκκους μεγέθους από 5mm έως 10mm. Ο συντελεστής Los Angeles αυτού του αδρανούς ήταν ίσος με 11, σύμφωνα με το πρότυπο EN 1097.02. Το δεύτερο αδρανές ήταν εμπορικά παραγόμενη σκωρία υψικαμίνου με χρήση ηλεκτρικού τόξου, και το τρίτο αδρανές ήταν θρυμματισμένος ασβεστόλιθος (μάρμαρο). Και τα δύο είχαν γωνιώδεις κόκκους, κοκκομετρική διαβάθμιση σύμφωνα με το πρότυπο και συν-

τελεστή Los Angeles ίσο προς 16 και 26, αντίστοιχα. Φωτογραφίες των αδρανών που χρησιμοποιήθηκαν δίνονται στο Σχήμα 3.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Μετά από κάθε δοκιμή γινόταν προσεκτική ανάκτηση του δοκιμίου του γεωυφάσματος, οπτική παρατήρηση για φθορές με μορφή διάτρησης καθώς και καταμέτρηση και κατάγραφή του αριθμού των οπών. Στο Σχήμα 4



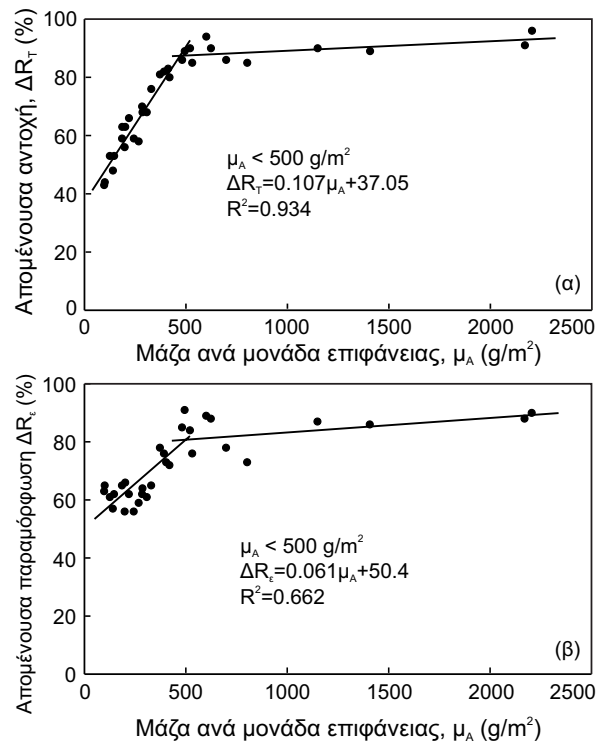
Σχήμα 3. Αδρανή για εκτέλεση δοκιμών.  
Figure 3. Aggregates used for testing.



Σχήμα 4. Παρατήρηση φθοράς με μορφή διάτρησης κατά την εκτέλεση δοκιμής εφελκυσμού.  
Figure 4. Damage observed as holes on geotextile specimen during tensile testing.

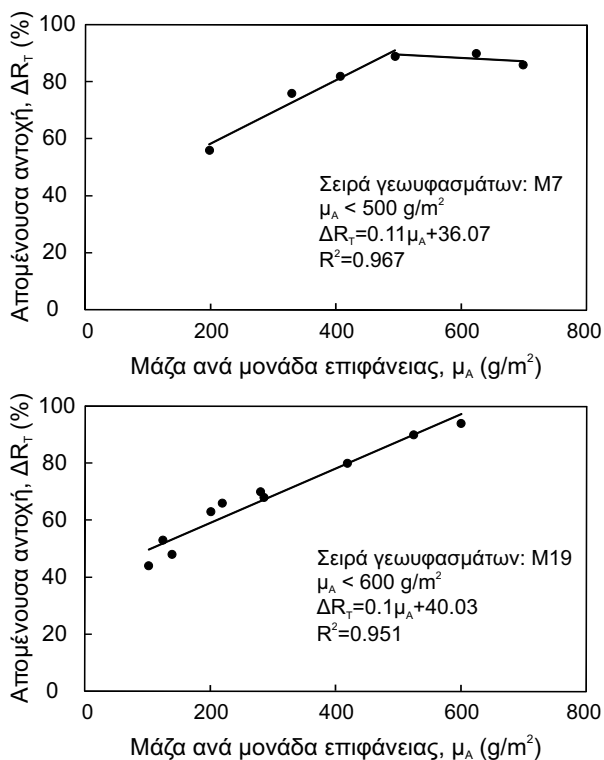
παρουσιάζεται, ως παράδειγμα φθοράς αυτού του τύπου, δοκίμιο γεωφάσματος σε ένα ενδιάμεσο στάδιο δοκιμής εφελκυσμού πλατιάς λωρίδας. Γενικά, παρατηρήθηκε μείωση του αριθμού των οπών με την αύξηση της μάζας ανά μονάδα επιφάνειας των γεωφασμάτων, ενώ δεν παρατηρήθηκαν οπές ή άλλες ασυνέχειες για γεωφάσματα με μάζα ανά μονάδα επιφάνειας μεγαλύτερη από 300g/m<sup>2</sup>. Για ελαφροβαρή γεωφάσματα, με μάζα ανά μονάδα επιφάνειας μεταξύ 100g/m<sup>2</sup> και 150g/m<sup>2</sup>, παρατηρήθηκε σημαντικός αριθμός οπών, μεταξύ 10 και 20 ανά δοκίμιο (500 έως 1000 ανά m<sup>2</sup>), ενώ για γεωφάσματα με μάζα ανά μονάδα επιφάνειας μεταξύ 150g/m<sup>2</sup> και 300g/m<sup>2</sup> ο αριθμός οπών κυμάνθηκε μεταξύ 5 και 10 ανά δοκίμιο (250 έως 500 ανά m<sup>2</sup>).

Η ποσοτικοποίηση της φθοράς κατά την τοποθέτηση έγινε με βάση τα αποτελέσματα δοκιμών εφελκυσμού πλατιάς λωρίδας που εκτελέστηκαν, σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO 10319, σε φθαρμένα και μη φθαρμένα δοκίμια από όλα τα δείγματα γεωφασμάτων. Υπολογίστηκαν η απομένουσα αντοχή και η απομένουσα παραμόρφωση αστοχίας ως ποσοστό των αντίστοιχων τιμών αναφοράς και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 5. Παρατηρείται ότι γεωφάσματα με μάζα ανά μονάδα επιφάνειας περίπου 500g/m<sup>2</sup> ή υψηλότερη, διατηρούν σημαντικό ποσοστό της εφελκυστικής αντοχής τους και της παραμόρφωσης αστοχίας, κυμαινόμενο από 85% έως 96% και από 75% έως 90%, αντίστοιχα. Για γεωφάσματα με μάζα ανά μονάδα επιφάνειας περίπου 500g/m<sup>2</sup> ή χαμηλότερη, η



Σχήμα 5. Συσχετίσεις μεταξύ μάζας ανά μονάδα επιφάνειας γεωφασμάτων και απομένουσας (α) αντοχής σε εφελκυσμό, (β) παραμορφώσεις αστοχίας.  
Figure 5. Correlation between geotextile mass pre unit area and retained (a) tensile strength, (b) failure deformation.

απομένουσα εφελκυστική αντοχή και παραμόρφωση αστοχίας μειώνονται σημαντικά με τη μείωση της μάζας ανά μονάδα επιφάνειας. Για αυτά τα γεωφάσματα διαπιστώθηκε, σε πρώτη προσέγγιση, γραμμική συσχέτιση ανάμεσα στη μάζα ανά μονάδα επιφάνειας και την απομένουσα εφελκυστική αντοχή και παραμόρφωση αστοχίας. Όταν ο δείκτης φθοράς εκφράζεται ως συνάρτηση της αντοχής, η συσχέτιση είναι πολύ καλή (συντελεστής συσχέτισης  $R^2=0,934$ ). Εντούτοις, όταν οι τιμές του δείκτη φθοράς εκφράζονται ως συνάρτηση της παραμόρφωσης αστοχίας, προκύπτει σημαντική διασπορά και δεν συσχετίζονται καλά με τη μάζα ανά μονάδα επιφάνειας ( $R^2=0,662$ ). Αυτές οι γενικές παρατηρήσεις υποστηρίζονται και από ξεχωριστή θεώρηση κάθε μίας από τις σειρές γεωφασμάτων που ελέγχθηκαν. Στο Σχήμα 6 παρουσιάζονται τυπικά αποτελέσματα για δύο από τις σειρές γεωφασμάτων που ελέγχθηκαν και υποδεικνύουν ότι η φθορά σε δείγματα γεωφασμάτων με μάζα ανά μονάδα



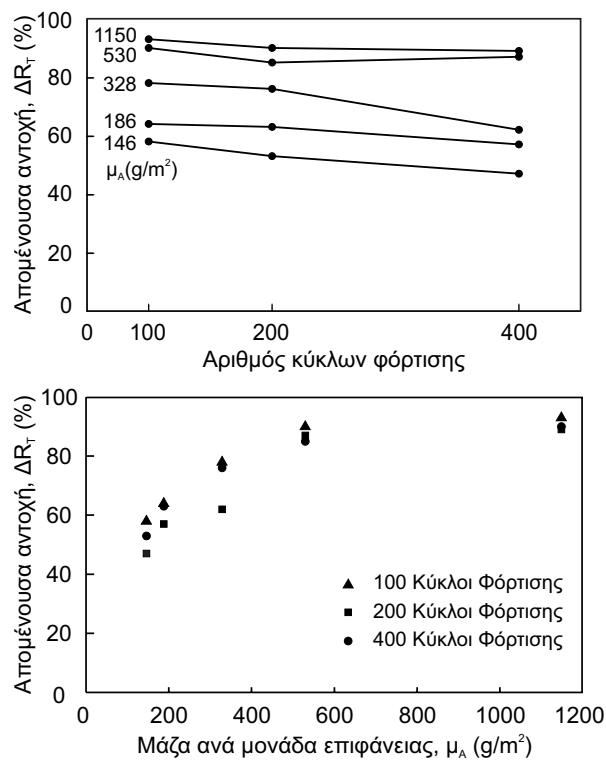
Σχήμα 6. Τυπικά αποτελέσματα ανά σειρά γεωυφασμάτων

Figure 6. Typical results per geotextile series.

επιφάνειας μεγαλύτερη από  $400 \text{ g/m}^2$  ως  $500 \text{ g/m}^2$  είναι σχετικά μικρή και ότι η μείωση της τιμής της ιδιότητας αναφοράς δεν υπερβαίνει το 10% έως 20%.

Για την εκτίμηση της επίδρασης του αριθμού των κύκλων φόρτισης και της σκληρότητας του αδρανούς στην προκαλούμενη φθορά, ελέγχθηκαν πέντε γεωυφάσματα που θεωρήθηκαν αντιπροσωπευτικά του συνόλου. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 7, σε όρους απομένουσας αντοχής, αύξηση του αριθμού των κύκλων φόρτισης προκαλεί αύξηση της φθοράς. Εντούτοις, όταν επιβάλλεται το μισό (100) ή το διπλάσιο (400) του τυπικού αριθμού κύκλων φόρτισης (200), η επίδραση στις τιμές του δείκτη φθοράς δεν είναι αναλογική. Κατά μέσο όρο προκλήθηκε αύξηση του δείκτη φθοράς κατά 4% και μείωση κατά 7% όταν επιβλήθηκαν 100 και 400 κύκλοι φόρτισης, αντίστοιχα. Συνεπώς, ο προδιαγραφόμενος αριθμός των 200 κύκλων φόρτισης φαίνεται εύλογος.

Στο Σχήμα 8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τα πέντε αντιπροσωπευτικά γεωυφάσματα που ελέγχθηκαν με αδρανή διαφορετικής σκληρότητας, εκφρασμένης σε τιμές του συντελεστή Los Angeles. Γενικά προκύπτει ότι μείωση της σκληρότητας των αδρανών έχει ως



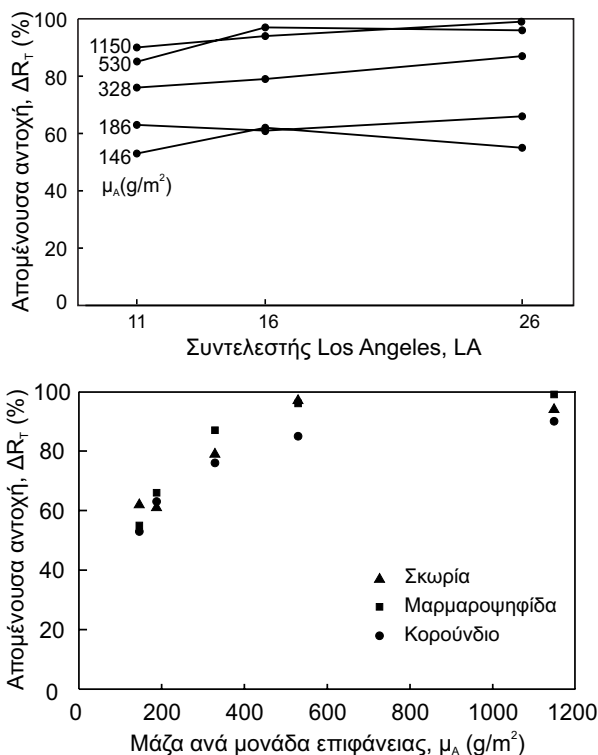
Σχήμα 7. Επίδραση του αριθμού κύκλων φόρτισης στην απομένουσα αντοχή.

Figure 7. Effect of number of loading cycles on retained tensile strength.

αποτέλεσμα αύξηση της απομένουσας τιμής της ιδιότητας αναφοράς (μειωμένη φθορά). Εντούτοις, θα πρέπει να επισημανθεί ότι ενώ ο συντελεστής Los Angeles αυξήθηκε από 11 σε 16 και 26 (αύξηση 45% και 136%, αντίστοιχα), η αύξηση του δείκτη φθοράς ήταν, κατά μέσο όρο, μόνο 8% και 9% αντίστοιχα. Η παρατήρηση αυτή υποδεικνύει ότι μόνη η σκληρότητα του αδρανούς δεν αποτελεί καλό δείκτη της πιθανής φθοράς του γεωυφάσματος.

#### 4. ΜΕΙΩΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ

Ο Koerner (2005) συνιστά μειωτικούς συντελεστές της αντοχής λόγω φθοράς κατά την τοποθέτηση για έντεκα διαφορετικές περιπτώσεις εφαρμογών. Η ελάχιστη προτεινόμενη τιμή είναι ίση με 1,1 (1,5 για φίλτρα/διαχωρισμό σε σιδηροδρόμους) και αναφέρεται σε εφαρμογές με σχετικά μικρό ωφέλιμο χρόνο ζωής ή/και σε περιπτώσεις όπου ο ερπυσμός δεν είναι κρίσιμος για τη συνολική συμπεριφορά. Οι μέγιστες συνιστώμενες τιμές κατά Koerner (2005) κυμαίνονται από 1,5 έως 2,5 (3,0 για σιδηροδρόμους). Ο οργανισμός FHWA (Elias 2001) συνιστά μειωτικούς συντε-



Σχήμα 8. Επίδραση της σκληρότητας του αδρανούς στην απομένουσα αντοχή.

Figure 8. Effect of aggregate hardness on retained tensile strength.

λεστές για φθορά κατά την τοποθέτηση με τιμές μεταξύ 1,4 και 2,5 για αδρανές με  $d_{max} < 102\text{mm}$  και  $d_{50} \approx 30\text{mm}$ , ενώ για λεπτότερο αδρανές ( $d_{max} < 20\text{mm}$  και  $d_{50} \approx 0,7\text{mm}$ ) συνιστώνται τιμές μεταξύ 1,1 και 1,4. Οι Hufenus et al. (2005), βασιζόμενοι σε αποτελέσματα δοκιμών πεδίου επί 83 μη υφασμένων γεωυφασμάτων, προσδιόρισαν τιμές που κυμαίνονται από 1,1 έως 1,2 οι ελάχιστες και 1,8 έως 2,1 οι μέγιστες, ανάλογα με το αδρανές και τα χαρακτηριστικά του εξοπλισμού συμπύκνωσης.

Οι τιμές του δείκτη φθοράς που προέκυψαν για όλα τα γεωυφάσματα που ελέγχθηκαν στα πλαίσια αυτής της διερεύνησης χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό κατάλληλων μειωτικών συντελεστών φθοράς κατά την τοποθέτηση (το αντίστροφο του δείκτη φθοράς, εκφραζόμενου ως δεκαδικού αριθμού). Για γεωυφάσματα με μάζα ανά μονάδα επιφάνειας μεγαλύτερη των  $500\text{g/m}^2$  οι τιμές των μειωτικών συντελεστών κυμαίνονται από 1,05 έως 1,20 ενώ για γεωυφάσματα με μικρότερη μάζα ανά μονάδα επιφάνειας κυμαίνονται από 1,20 έως 2,10. Όπως φαίνεται, τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά την παρούσα διερεύ-

νηση βρίσκονται σε πολύ καλή συμφωνία με τις συνιστώμενες τιμές. Θα πρέπει όμως να επισημανθεί ότι οι διαθέσιμες συστάσεις δεν ταξινομούν ούτε αξιολογούν τα γεωυφάσματα σύμφωνα με τις φυσικές ή/και τις μηχανικές τους ιδιότητες και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε παρόμοιες τιμές μειωτικών συντελεστών για ελαφρά ή βαριά γεωυφάσματα.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν και τις παρατηρήσεις που έγιναν κατά τη διάρκεια αυτής της διερεύνησης, μπορούν να εξαχθούν τα ακόλουθα συμπεράσματα σχετικά με τη φθορά κατά την τοποθέτηση μη υφασμένων γεωυφασμάτων από ίνες προλυπτροπυλενίου:

1. Η μάζα ανά μονάδα επιφάνειας των γεωυφασμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης της πιθανής φθοράς κατά την τοποθέτηση.
2. Οι τιμές του δείκτη φθοράς που προέκυψαν με βάση την απομένουσα εφελκυστική αντοχή πλατειάς λωρίδας συσχετίζονται καλά με τη μάζα ανά μονάδα επιφάνειας των γεωυφασμάτων.
3. Η επίδραση της φθοράς κατά την τοποθέτηση δεν είναι σημαντική για γεωυφάσματα με μάζα ανά μονάδα επιφάνειας μεγαλύτερη των  $500\text{g/m}^2$ .
4. Ο αριθμός των κύκλων φόρτισης που ορίζεται από το πρότυπο ENV ISO 10722-1 είναι εύλογος και δεν υπάρχει λόγος σημαντικών αποκλίσεων από αυτόν.
5. Ο συντελεστής Los Angeles του αδρανούς που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση της πρότυπης δοκιμής δεν αποτελεί, από μόνος του, καλό δείκτη της πιθανής φθοράς.
6. Οι υφιστάμενες συστάσεις παρέχουν ρεαλιστικές τιμές των μειωτικών συντελεστών έναντι φθοράς κατά την τοποθέτηση, αλλά θα πρέπει να επιλέγονται οι τελικές τιμές ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι φυσικές ή οι μηχανικές ιδιότητες των γεωυφασμάτων.

## 6. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΙΣ

Οι συγγραφείς αναγνωρίζουν τη συμβολή των κ.κ. Α. Παρασύρη και Ε. Πολυβίου στην εκτέλεση μέρους των εργαστηριακών δοκιμών. Δείγματα γεωυφασμάτων μεγάλου μεγέθους παρέιχαν οι εξής κατασκευαστές: Bonar, Fibertex, Geofabrics, Synthetic Industries, Thrace Plastics.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Elias, V. (2001), "Corrosion/degradation of soil reinforcements for mechanically stabilized earth walls and reinforced soil slopes", FHWA-NHI-00-044, Federal Highway Administration, Washington, USA.
- Hufenus, R., Ruegger, R., Flum, D. and Sterba, I. (2005), "Strength reduction factors due to installation damage of reinforcing geosynthetics", Geotextiles and Geomembranes, Vol. 23, pp.401-424.
- Koerner, R.M. (2005), "Designing with Geosynthetics", Pearson Prentice Hall, New Jersey, U.S.A.
- Naughton, P.J. and Kempton, G.T. (2002), "In service performance of geotextile separators", Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference on Geosynthetics, Nice, France, 22-27 September, Vol. 4, pp. 1505-1508.
- Paula, A.M., Pinho-Lopes, M. and Lopes, M. (2004), "Damage during installation laboratory test. Influence of the type of granular material", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> European Geosynthetics Conference, Munich, Germany, 1-3 March, Vol. II, pp. 603-606.