

## ΓΕΩΑΦΡΟΣ - ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Η χρήση του γεωαφρού **EPS** (διεθνής ονομασία «geofoam EPS») σε γεωτεχνικές εφαρμογές σε συνεργασία με εδαφικά υλικά ξεκίνησε σε Ευρώπη και ΗΠΑ στις αρχές της δεκαετίας του 1970 και περιλαμβάνει την χρήση αφρών διογκωμένης πολυστερίνης **EPS** με την μορφή πρισμάτων, επειδή έχει πολύ μικρό ειδικό βάρος (περίπου το 1/100 του αντίστοιχου των εδαφικών υλικών και από **πολύ υψηλό λόγο αντοχής προς πυκνότητα**).

Σύμφωνα με τον **Hovart (1995, 1997)** τα πρίσματα του γεωαφρού EPS χρησιμοποιούνται σήμερα, μεταξύ άλλων σε πολλές γεωτεχνικές εφαρμογές όπως:

1. Μέσο θερμικής μόνωσης: Η εφαρμογή αυτή βασίζεται στην πολύ υψηλή Θερμική Αντίσταση του και **αποτελεί την πιο** συνηθισμένη χρήση του από τις αρχές της δεκαετίας του 1960 σε έργα που λειτουργούν σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες π.χ. παγετός
2. Ελαφρύ επίχωμα: Η εφαρμογή αυτή βασίζεται στην πολύ χαμηλή πυκνότητα και στον υψηλό λόγο αντοχής προς πυκνότητα του Γεωαφρού και χρησιμοποιείται από τη δεκαετία του 1970.
3. Συμπιεστό παρέμβλημα: Η εφαρμογή αυτή πρωτοεμφανίστηκε τη δεκαετία του 1980 και χρησιμοποιεί την υψηλή συμπιεστότητα του γεωαφρού. Όταν ο γεωαφρός βρίσκεται σε επαφή σε ένα εδαφικό υλικό ή σε μια κατασκευή, συμπιέζεται ευκολότερα κάτω από την επίδραση μιας εφαρμοζόμενης τάσης ή μετακίνησης συγκρινόμενος με το σχετικά άκαμπτο παρακείμενο υλικό, έχοντας ως αποτέλεσμα τη μείωση των τάσεων που ασκούνται σε αυτό.
4. Αποσβεστήρας ταλαντώσεων: Η εφαρμογή αυτή, η οποία ερευνήθηκε πρόσφατα και από το Πανεπιστήμιο Πατρών, βασίζεται στην ικανότητα απορρόφησης ενέργειας του γεωαφρού.

Η πλειοψηφία των εφαρμογών αφορά την κατασκευή επιχωμάτων οδοποιίας πάνω σε συμπιεστά εδάφη, την αντικατάσταση του εδαφικού επιχώματος πίσω από τοίχους αντιστήριξης και ακρόβαθρα γεφυρών, την έδραση κατασκευών και την βελτίωση της ευστάθειας πρανών.

Ουσιαστικά αποτελεί την μοναδική αξιόπιστη τεχνική λύση η οποία προσφέρει τεράστιες δυνατότητες στους γεωτεχνικούς μηχανικούς

Τα πρίσματα γεωαφρού **EPS** χρησιμοποιούνται διεθνώς σήμερα στις κατωτέρω κατηγορίες έργων:

- ❖ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ ΣΕ ΧΑΛΑΡΑ – ΜΙΚΡΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΕΔΑΦΗ
- ❖ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ
- ❖ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ ΣΕ ΤΟΙΧΟΥΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ
- ❖ ΕΔΡΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
- ❖ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΝ
- ❖ ΕΛΑΦΡΑ ΓΕΜΙΣΜΑΤΑ ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΑΚΡΟΒΑΘΡΑ ΓΕΦΥΡΩΝ (ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΑ ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ)

Στην χώρα μας οι ανωτέρω εφαρμογές έχουν εφαρμοστεί σε πολύ σημαντικά έργα όπως:

- ΠΑΘΕ τμήμα Κακιάς Σκάλας
- ΠΑΘΕ τμήμα Μαλακάσας
- ΠΑΘΕ πέταλο Μαλιακού

Πρόσφατα το Υπουργείο Δημοσίων έργων υιοθέτησε την μέθοδο «ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ ΣΕ ΧΑΛΑΡΑ – ΜΙΚΡΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΕΔΑΦΗ» στο Τμήμα ΠΑΘΕ Σκάρφεια - Ανθήλη με εξαιρετική επιτυχία, καθώς επίσης την μέθοδο «ΕΛΑΦΡΑ ΓΕΜΙΣΜΑΤΑ ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΑΚΡΟΒΑΘΡΑ ΓΕΦΥΡΩΝ (ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΑ ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ)» στα Τεχνικά και στα έργα Γεφυροποιίας του έργου.

Με την εφαρμογή της μεθόδου σχεδόν μηδενίστηκαν οι καθιζήσεις των επιχωμάτων καθώς επίσης εξαλείφθηκαν ολοσχερώς οι διαφορικές καθιζήσεις οι οποίες έχουν σαν αποτέλεσμα την γενική ή μερική αποκατάσταση τμημάτων του οδοστρώματος σε πολύ σύντομα χρονικά διαστήματα.

Αυτό οφείλεται στην ομοιογένεια του υλικού επίχωσης (γεωαφρός **EPS**), στο εξαιρετικά μικρό ειδικό

βάρος του και στην σταθερή συμπεριφορά του σε βάθος χρόνου που σύμφωνα με διεθνείς και εθνικές μελέτες Πανεπιστημίων και Οργανισμών υπερβαίνει στις περισσότερες περιπτώσεις το όριο ζωής των άλλων τεχνιτών υλικών που συνεργάζονται με τον γεωαφρό **EPS** στα έργα πολιτικού μηχανικού. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε πρόσφατη γεωτεχνική έρευνα που έγινε σε δημόσιο έργο στην Νορβηγία (μεταβατικά επιχώματα γέφυρας ποταμού στο Εθνικό Δίκτυο) διαπιστώθηκε ότι ο γεωαφρός **EPS**, παρουσίασε μικρή αύξηση της αντοχής του, έπειτα από χρόνο εργασίας 30 ετών.

Η εφαρμογές αυτές εξασφαλίζουν μεγάλη διάρκεια ζωής του έργου με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιούν το κόστος συντήρησης ακόμη και στο ¼ του κόστους συντήρησης των συμβατικών μεθόδων.



Παντελής Πατενιώτης  
Πολιτικός Μηχανικός  
Γενικός Διευθυντής ΠΑ.ΣΙ.ΔΙ.Π.

## ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΕΡΓΩΝ

### ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΤΟΙΧΩΝ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΜΕ ΓΕΩΑΦΡΟ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ

#### Απόσβεση των σεισμικών κυμάτων κατά 50%

Η μεθοδολογία του συμπιεστού παρεμβλήματος γεωαφρού EPS έχει ήδη αρχίσει να χρησιμοποιείται και στην Ελλάδα για την μείωση των στατικών ωθήσεων που ασκούνται σε κατασκευές εδαφικής αντιστήριξης (και σε ακρόβαθρα γεφυρών μονολιθικής σύνδεσης) οι οποίες μάλιστα σε περίπτωση σεισμού μέτριας έντασης τριπλασιάζονται και γι' αυτό αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον η πρόσθετη αξιοποίηση του παρεμβλήματος με την 4<sup>η</sup> ιδιότητά του που αναφέρεται ανωτέρω από τον **Hovart (1995, 1997)** δηλαδή, ως μέσο **σεισμικής μόνωσης**,

Οι μόνιμες κατασκευές εδαφικής αντιστήριξης περιλαμβάνουν τους τοίχους οπλισμένου σκυροδέματος τύπου βαρύτητας ή μορφής προβόλου.

Σε πολλά έργα υποδομής οι τοίχοι αντιστήριξης λειτουργούν και ως στοιχεία του φέροντος οργανισμού όπως για παράδειγμα συμβαίνει στην περίπτωση ακροβάθρων γεφυρών και τοίχων υπογείων.

Σε πρόσφατους σεισμούς έχουν προκληθεί εκτεταμένες καταστροφές λόγω αστοχίας των ακροβάθρων γεφυρών αλλά και λόγω αστοχίας των υποστυλωμάτων και των τοιχείων των οικοδομών στο επίπεδο του εδάφους (σεισμοί Καλαμάτας, Αθηνών, κ.λ.π.)

Το **EPS** έχει τη μορφή, κατακόρυφου φύλλου μικρού σχετικά πάχους που τοποθετείται σε επαφή με την πίσω όψη του τοίχου παρεμβαλλόμενο μεταξύ τοίχου και επιχώματος.

**Το προτεινόμενο πάχος κυμαίνεται από 5 ~ 7% του ύψους του επιχώματος, ανάλογα με το αποτέλεσμα της μόνωσης που επιθυμούμε να επιτύχουμε.**

**Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι είναι δυνατή η επίτευξη των τιμών της αποτελεσματικότητας σεισμικής μόνωσης  $A_r > 50\%$ .**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ - ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ



Παντελής Πατενιώτης  
Πολιτικός Μηχανικός  
Γενικός Διευθυντής ΠΑ.ΣΙ.ΔΙ.Π.

## Η ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΝ

### Το τρίπτυχο της επιτυχίας:

#### - Ταχύτητα – Οικονομία – Καθαριότητα -

- ❖ Δεν απαιτείται να τοποθετηθεί ξυλότυπος σε πέδιλα και πεδιλοδοκούς
- ❖ Οπλίζονται και σκυροδετούνται ταυτόχρονα Θεμέλια και δάπεδο Υπογείου

### Θεμελίωση με παλαιά μέθοδο

#### Σειρά εργασιών:

- Διαμόρφωση δαπέδου θεμελίωσης (ΤΑΜΠΑΝΙ)
- Διάστρωση σκυροδέματος καθαριότητας
- Τοποθέτηση ξυλότυπου θεμελίωσης
- Τοποθέτηση οπλισμών
- Σκυροδέτηση θεμελίων χωρίς επικάλυψη άνω μέρους σιδηροπλισμών
- Αποξήλωση ξυλοτύπου
- Μπάζωμα θεμελίων με μηχανικά μέσα και διαβαθμισμένα υλικά
- Στρώσεις ανά 30 cm Διαβροχή – Συμπύκνωση
- Τοποθέτηση σιδηροπλισμού δαπέδου υπογείου
- Σκυροδέτηση δαπέδου υπογείου

#### Προβλήματα:

- Υπόγεια χωρίς θερμομόνωση
- Στράβωμα οπλισμών
- Επικάλυψη με χώμα πεδιλοδοκών – ΣΚΟΝΗ – ΜΠΑΖΑ
- **ΜΗ** επιμελής καθαρισμός (πλύσιμο) άνω τμημάτων πέδινων – πεδιλοδοκών
- Χρονοβόρα διαδικασία
- Εναλλαγή συνεργείων
- Μεγάλα περιθώρια αστοχίας
- Διαφορικές καθιζήσεις – υποχωρήσεις επιχωμάτων
- Μεγάλο κατασκευαστικό κόστος

### Θεμελίωση με νέα μέθοδο – Τοποθέτηση Γεωαφρού

#### Σειρά εργασιών:

- Διαμόρφωση δαπέδου θεμελίωσης (ΤΑΜΠΑΝΙ)
- Διάστρωση σκυροδέματος καθαριότητας
- Τοποθέτηση οπλισμών
- Τοποθέτηση Γεωαφρού *dipol@*
- Τοποθέτηση οπλισμού πλάκας
- Σκυροδέτηση κοστούμι

#### Οφέλη:

- Ταχύτητα – Μείωση συνεργείων
- Οικονομία

- Μείωση κατασκευαστικού κόστους μέχρι και **50%**, χωρίς να υπολογιστεί η διαφορά από την ταχύτητα αποπεράτωσης
- Μείωση σπλισμών – σκυροδέματος
- Αξιοπιστία - Μηδενισμός αστοχιών - Ενιαία αντοχή - Ισότροπο υλικό
- Ποιότητα
- Θερμομόνωση υπογείων
- Ασφάλεια
- Καθαριότητα

## ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

- ❖ ΠΑΝΤΩΣ ΕΙΔΟΥΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ ΕΡΓΑ
- ❖ ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ – ΓΡΑΦΕΙΩΝ – ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ
- ❖ ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΪΑΣ – ΓΕΦΥΡΟΠΟΪΑΣ
- ❖ ΠΡΑΝΗ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

Ε.Μ.Π. / Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας

**Επιστημονικός Υπεύθυνος:** Κων/νος Σπυράκος, Καθηγητής **Ε.Μ.Π.**

**Επιστημονικός Συνεργάτης:** Πρόδρομος Ψαρρόπουλος, Δρ. Π. Μηχανικός Καθηγητής **Σ.Μ.Α.**



**Τυποποίηση και Σήμανση**



**ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ EN 13163 – 89/106/ΕΟΚ**



Τύπος προϊόντος :	EPS50	EPS80	EPS100	EPS150	EPS200
Θλιπτική τάση $\sigma_{10}$ (kPa)	50	80	100	150	200
Καμπτική αντοχή $\sigma_b$ (kPa)	75	100	150	200	250
Διατμητική αντοχή $\tau$ (kPa)	35	60	75	100	125
Εφελκυστική αντοχή $\sigma_{mt}$ (kPa)	100	200	200	200	300
Θερμική Αγωγιμότητα $\lambda$ (W/mK)	0,037	0,036	0,035	0,034	0,033
Θερ. Αντίσταση R ( $m^2K/W$ ) για πάχος 50 χιλ	1,35	1,355	1,40	1,45	1,50
Πυκνότητα $\rho$ ( $kg/m^3$ )	$\geq 12$	$\geq 16$	$\geq 19$	$\geq 25$	$\geq 30$
Αντίσταση διαπερατότητας υδρατμών	20~40	30~60	30~70	40~70	60~100