



Πανελλήνιος Σύνδεσμος
Παραγωγών
Διογκωμένης Πολυστερίνης

Πανεπιστήμιο Πατρών
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Εργαστήριο Γεωτεχνικής Μηχανικής



ΓΕΩΑΦΡΟΣ EPS

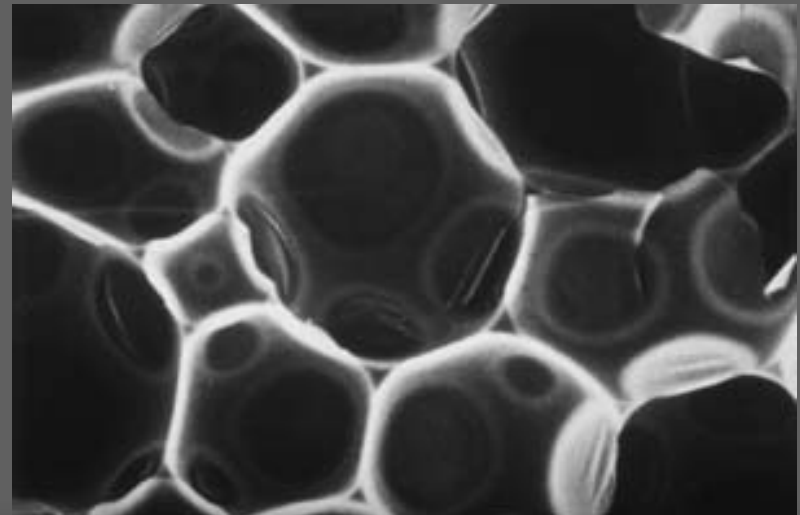
ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΟ ΠΟΛΥΣΤΥΡΕΝΙΟ ΣΕ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

ΓΕΩΛΑΦΡΟΣ EPS

Βιομηχανικό προϊόν μορφής ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου πρίσματος.

Εντάσσεται στα γεωσυνθετικά υλικά.

Αποτελείται από θερμικά συγκολλημένες πολυεδρικές κυψέλες διογκωμένου πολυστυρένιου.



ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΣΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

- ⇒ Δεκαετίες '50, '60 : Θερμομονωτικές στρώσεις για την αντιμετώπιση της εισχώρησης του παγετού στο υπέδαφος.
- ⇒ Δεκαετία '70 έως σήμερα : Κατασκευή ελαφρών επιχωμάτων, διερεύνηση κατασκευής συμπιεστών παρεμβλημάτων και αποσβεστήρων ταλαντώσεων.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΛΑΦΡΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ

Το χαμηλό βάρος και η ιδιαίτερη μηχανική του συμπεριφορά καθιστούν το γεωαφρό EPS μια αξιόπιστη λύση για την κατασκευή ελαφρών επιχωμάτων πάνω σε μαλακά / συμπιεστά εδάφη.

Ο γεωαφρός EPS ζυγίζει από 0.5% έως 2.5% του βάρους των συμβατικών επιχωμάτων και κατά την εφαρμογή ελαχιστοποιούνται οι εργασίες βελτίωσης του φυσικού εδάφους.

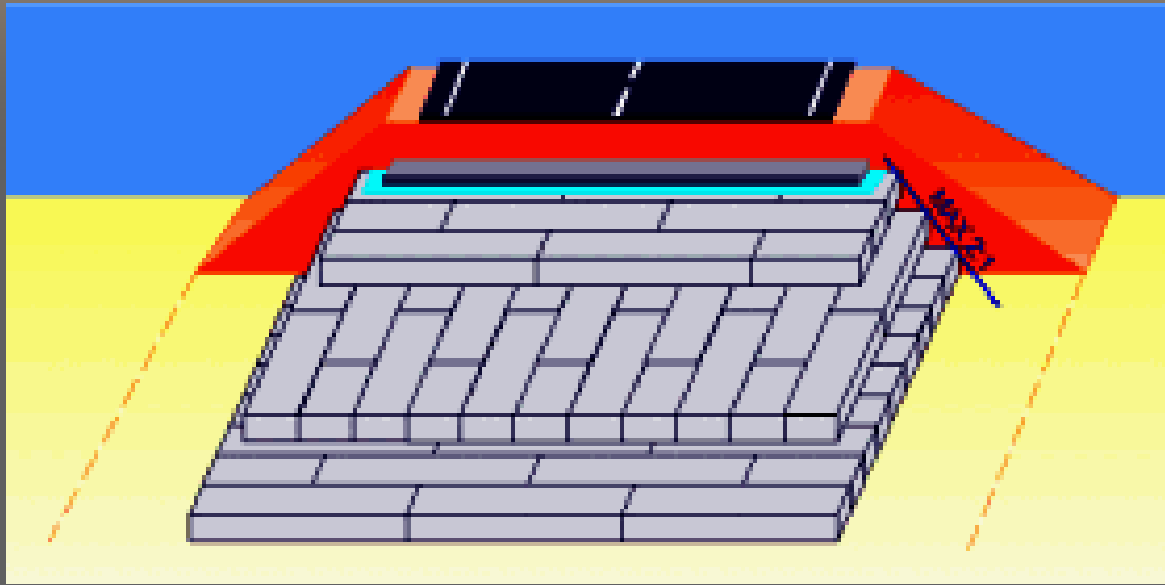
Ελαχιστοποιούνται προβλήματα καθιζήσεων.

Μειώνεται το κόστος συντήρησης του έργου.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΛΑΦΡΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ

- ⇒ Επιχώματα οδοποιίας (μεγαλύτερος αριθμός εφαρμογών).
- ⇒ Μεταβατικά επιχώματα γεφυρών.
- ⇒ Επιχώματα αποκατάστασης / βελτίωσης ευστάθειας πρανών.
- ⇒ Ελαφρά επιχώματα πάνω από υπόγειες κατασκευές.
- ⇒ Ελαφρά επιχώματα για διαμόρφωση τοπίων.

ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ



- ⇒ Μείωση του ίδιου βάρους της κατασκευής.
- ⇒ Δεν απαιτούνται χρονοβόρες εργασίες βελτίωσης του συμπιεστού φυσικού εδάφους (π.χ. επίχωμα προφόρτισης, στερεοποίηση).
- ⇒ Μείωση του χρόνου κατασκευής.
- ⇒ Μείωση του κόστους συντήρησης κατά τη λειτουργία του έργου.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

1. Διαπολιτειακή οδός I15, Salt Lake City, Utah, USA

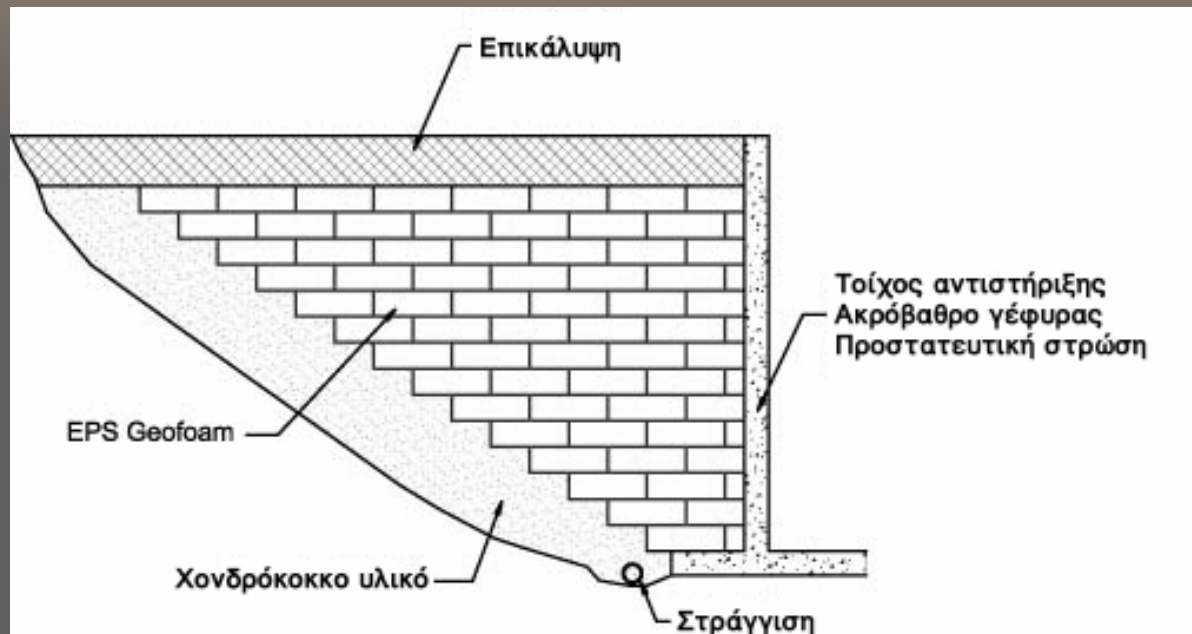
- ⇒ **Το πρόβλημα:** Υπερβολικά συμπιεστό υπέδαφος, ύπαρξη ευαίσθητων υπόγειων αγωγών ύδρευσης, αερίου και τηλεπικοινωνιών, σφικτό χρονοδιάγραμμα.
- ⇒ **Η λύση:** Κατασκευή επιχωμάτων με γεωαφρό EPS.
- ⇒ **Αποτέλεσμα:** Ελαχιστοποίηση καθιζήσεων, τήρηση χρονοδιαγράμματος.



Τεχνικά χαρακτηριστικά

- ⇒ Όγκος EPS: 107000 m^3
- ⇒ Ύψος επιχώματος: 8.3 m ($H_{\max}$)
- ⇒ Κατακόρυφα πρανή
- ⇒ Τύπος EPS: 20 kg/m^3

ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΑ ΕΠΙΚΩΜΑΤΑ ΓΕΦΥΡΩΝ



- ⇒ Μείωση του ίδιου βάρους της κατασκευής.
- ⇒ Αμελητέες καθιζήσεις του συμπιεστού υπεδάφους.
- ⇒ Ικανότητα διαμόρφωσης κατακόρυφων παρειών.
- ⇒ Δραστική μείωση οριζόντιων φορτίων στο ακρόβαθρο της γέφυρας.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

2. Μεταβατικό επίχωμα γέφυρας, Hjelmungen, Norway

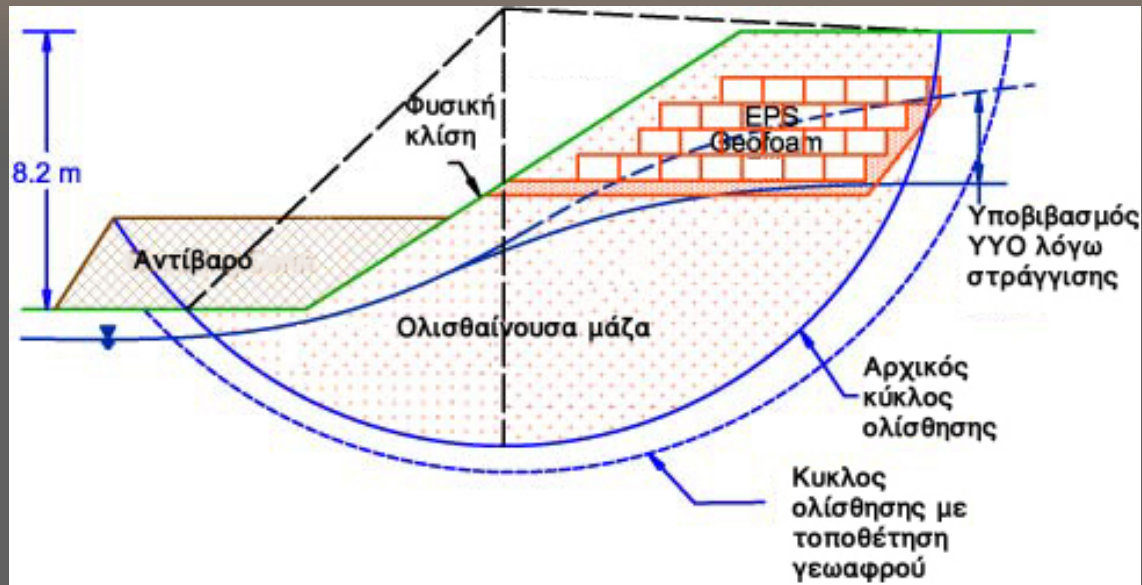
- ➔ **Το πρόβλημα:** Υπερβολικά συμπιεστό υπέδαφος, σημαντικές καθιζήσεις των μεταβατικών επιχωμάτων, εγκάρσια εξώθηση υπεδάφους και προβλήματα δυσλειτουργίας των ακροβάθρων.
- ➔ **Η λύση:** Αντικατάσταση επιχωμάτων πρόσβασης και ακροβάθρων με γεωαφρό EPS.
- ➔ **Αποτέλεσμα:** Ελαχιστοποίηση συνολικών και διαφορικών καθιζήσεων, αποκατάσταση λειτουργικότητας της γέφυρας.



Τεχνικά χαρακτηριστικά

- ➔ Ογκος EPS: $\approx 2500 \text{ m}^3$
- ➔ Ύψος επιχώματος: 5.0 m ($H_{\max}$)
- ➔ Τύποι EPS: 20, 25, 35 kg/m³

ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ / ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ



- ⇒ Μείωση της δρώσας μάζας ολίσθησης.
- ⇒ Δυνατότητα κατασκευής κατακόρυφου μετώπου.
- ⇒ Αύξηση του συντελεστή ασφάλειας.
- ⇒ Ταχεία αποκατάσταση οδών σε περιοχές κατολισθήσεων.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

3. Αποκατάσταση ολισθαίνοντος πρανούς, Schoharie, NY, USA

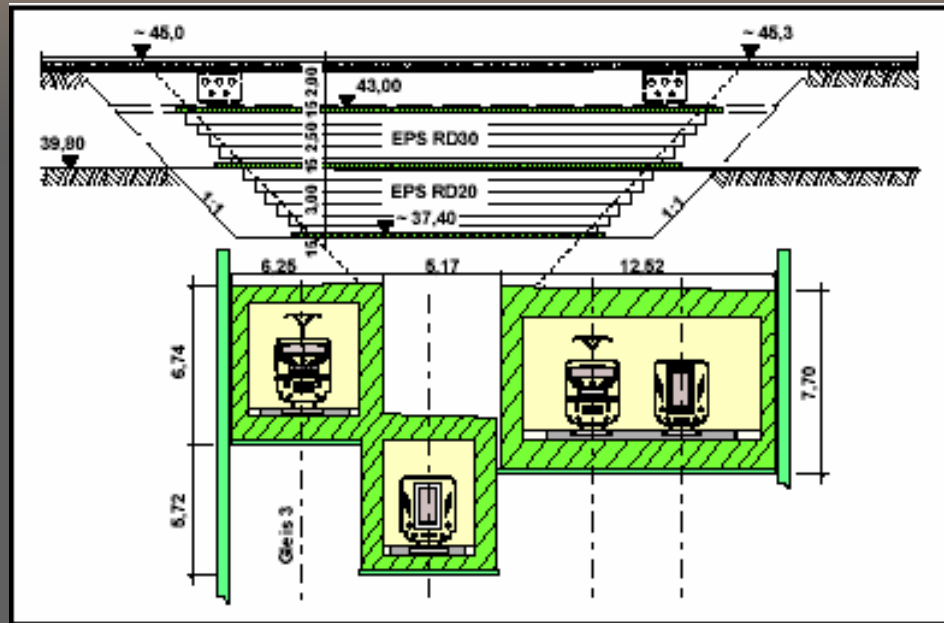
- ⇒ **Το πρόβλημα:** Συνεχής (ερπυστική) ολίσθηση πρανούς οδοποιίας, αναποτελεσματικότητα συμβατικών γεωτεχνικών μεθόδων.
- ⇒ **Η λύση:** Αντικατάσταση εδαφικού επιχώματος με γεωαφρό EPS.
- ⇒ **Αποτέλεσμα:** Μείωση του βάρους της κατασκευής, αύξηση του συντελεστή ασφάλειας, αποκατάσταση οδού.



Τεχνικά χαρακτηριστικά

- ⇒ Όγκος EPS: 2800 m³
- ⇒ Τύπος EPS: 20 kg/m³

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



- ➔ Σημαντική απομείωση της επιφόρτισης σε υπόγειες κατασκευές.
- ➔ Δυνατότητα ανύψωσης της στάθμης εδάφους χωρίς επιβάρυνση της υπάρχουσας κατασκευής.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

4. Ανύψωση στάθμης εδάφους, Dusseldorf, Germany

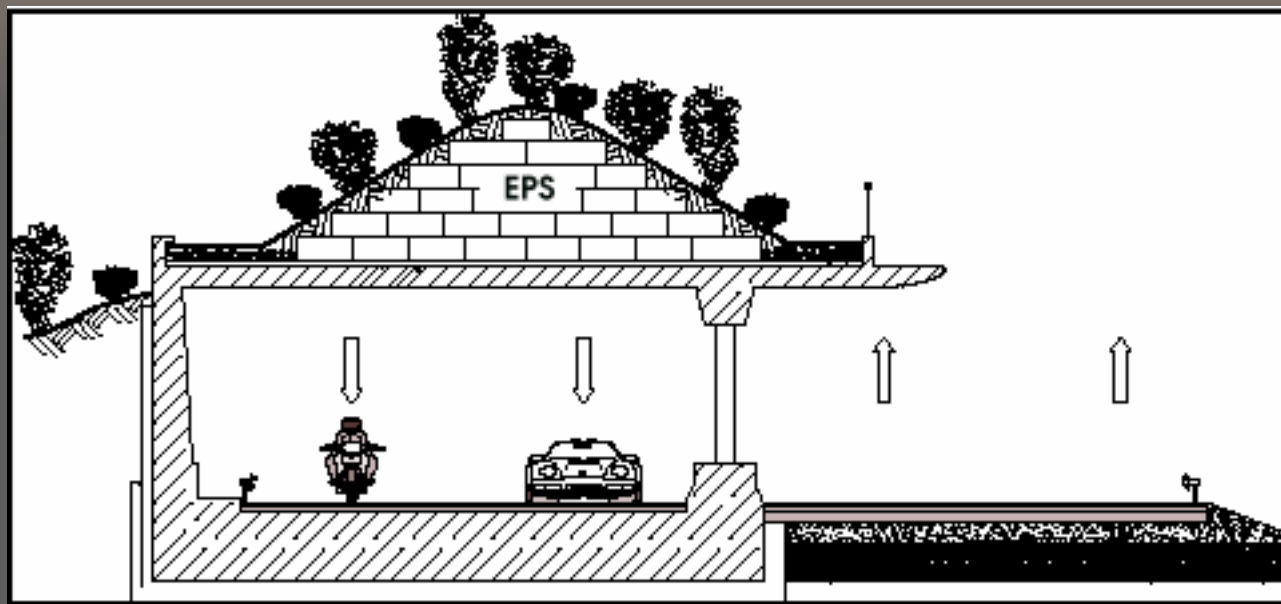
- ➔ **Το πρόβλημα:** Ανύψωση στάθμης εδάφους κατά 5.0 m και κατασκευή οδού πάνω από υπόγειο τερματικό σταθμό μετρό.
- ➔ **Η λύση:** Κατασκευή επιχώματος με γεωαφρό EPS.
- ➔ **Αποτέλεσμα:** Μικρή επιφόρτιση υπόγειας κατασκευής, διασφάλιση υπάρχουσας κατασκευής χωρίς πρόσθετα μέτρα.



Τεχνικά χαρακτηριστικά

- ➔ Ογκος EPS: 2165 m³
- ➔ Υψος επιχώματος: 5.5 m
- ➔ Τύποι EPS: 15, 20 kg/m³

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΠΙΟΥ



- ⇒ Διαμόρφωση όγκου με μικρή επιφόρτιση των υποκείμενων εδαφών ή κατασκευών.
- ⇒ Ευελιξία στο σχεδιασμό.
- ⇒ Προστασία σηράγγων από καταπτώσεις βράχων.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

5. Ανάπλαση τοπίου, Hamburg, Germany

- ⇒ **Το πρόβλημα:** Διαμόρφωση τοπίου πάνω από σήραγγα αυτοκινητόδρομου.
- ⇒ **Η λύση:** Κατασκευή επιχώματος με γεωαφρό EPS, εδαφική επικάλυψη, δενδροφύτευση.
- ⇒ **Αποτέλεσμα:** Μικρή επιφόρτιση υπόκειμενης κατασκευής, βελτίωση της αισθητικής του χώρου.



Τεχνικά χαρακτηριστικά

- ⇒ Ογκος EPS: 2100 m³
- ⇒ Υψος επιχώματος: 6.0 m
- ⇒ Τύπος EPS: 15 kg/m³

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΛΑΦΡΩΝ ΕΠΙΚΩΜΑΤΩΝ

- ⇒ Έλεγχος εξωτερικής ευστάθειας
- ⇒ Έλεγχος εσωτερικής ευστάθειας

Απαιτούμενα στοιχεία και πληροφορίες:

- Γεωτεχνική έρευνα
- Φορτία σχεδιασμού
- Ιδιότητες και μηχανική συμπεριφορά γεωαφρών EPS

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

⇒ Καθιζήσεις

Ελαστική (άμεση/αρχική) συμπίεση γεωαφρού και εδάφους έδρασης

Στερεοποίηση (κύρια και δευτερεύουσα συμπίεση)

Ερπυσμός γεωαφρού EPS

⇒ Φέρουσα ικανότητα εδάφους θεμελίωσης

⇒ Ευστάθεια πρανών.

⇒ Ευστάθεια υπό σεισμική δράση

⇒ Άνωση

⇒ Ολίσθηση/ανατροπή: λόγω υδροστατικών πιέσεων
λόγω ανεμοπίεσης

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

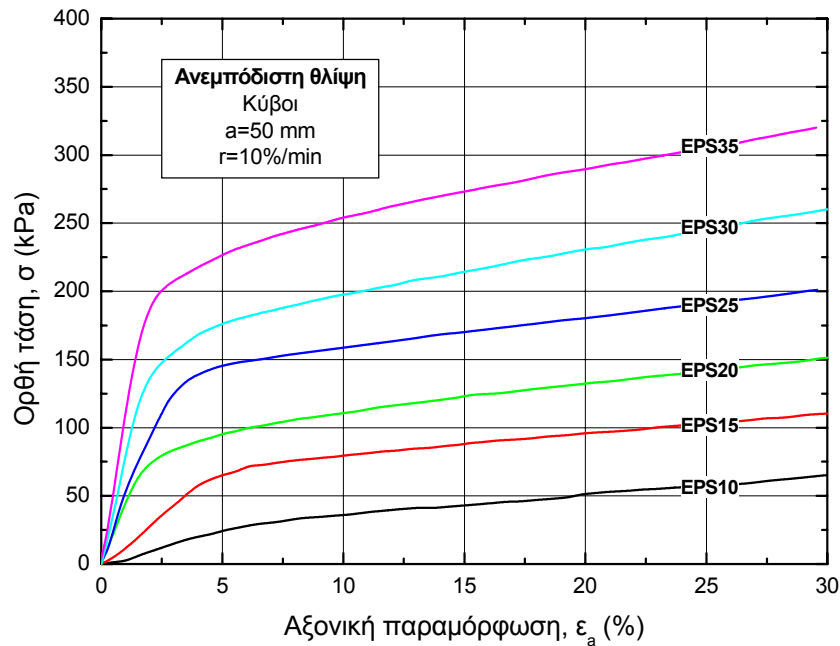
- ⇒ Ολίσθηση λόγω υδροστατικών πιέσεων
- ⇒ Ολίσθηση λόγω ανεμοπίεσης
- ⇒ Ευστάθεια έναντι σεισμικών δράσεων
- ⇒ Συμπίεση λόγω εξωτερικών φορτίων

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΥΠΟΥ ΓΕΩΑΦΡΟΥ EPS

- ⇒ **Μηχανική συμπεριφορά σε θλίψη:** Απαραίτητη η γνώση των παραμέτρων συμπεριφοράς σε ανεμπόδιστη και τριαξονική θλίψη για την κατάλληλη επιλογή τύπου γεωαφρού EPS και τον υπολογισμό των αρχικών παραμορφώσεων.
- ⇒ **Ερπυσμός:** Πρόβλεψη της εξέλιξης των παραμορφώσεων στο χρόνο λειτουργίας της κατασκευής.
- ⇒ **Αλληλεπίδραση με άλλα υλικά:** Αντιστάσεις ολίσθησης στις επιφάνειες επαφής μεταξύ πρισμάτων γεωαφρού EPS και υλικών με τα οποία έρχονται σε επαφή (γεωαφρός EPS, έδαφος, σκυρόδεμα, γεωσυνθετικά).

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

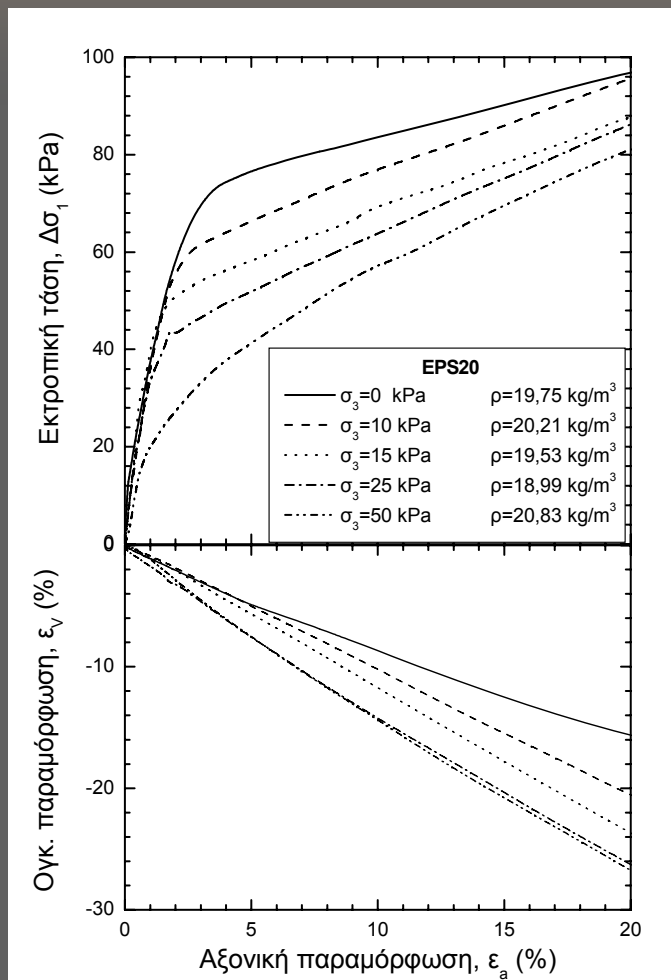
1. Δοκιμές Ανεμπόδιστης Θλίψης



Από δοκιμές στο Εργαστήριο Γεωτεχνικής Μηχανικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Πατρών.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

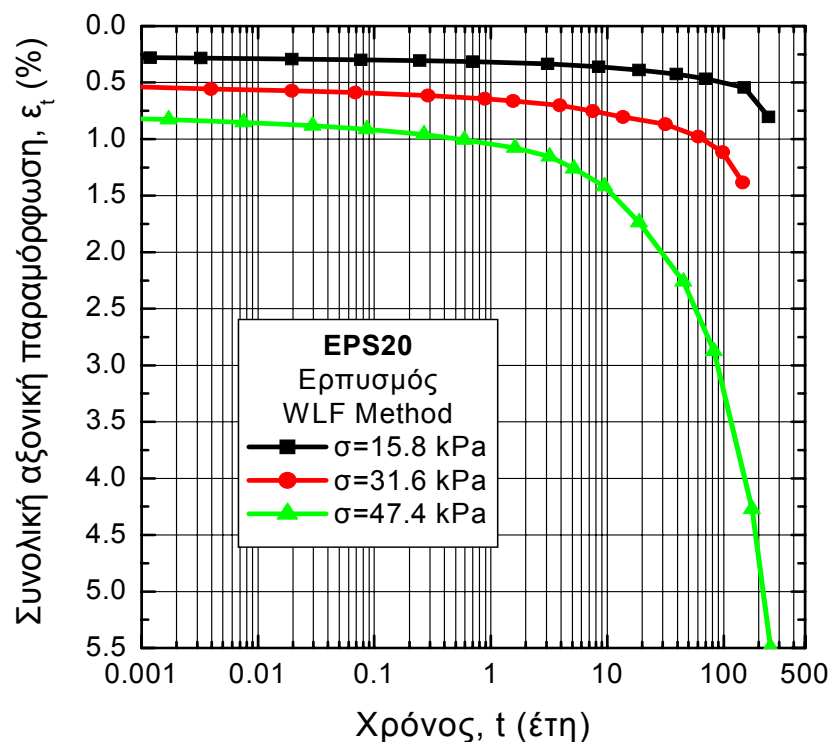
2. Δοκιμές Τριαξονικής Φόρτισης



Από δοκιμές στο Εργαστήριο Γεωτεχνικής Μηχανικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

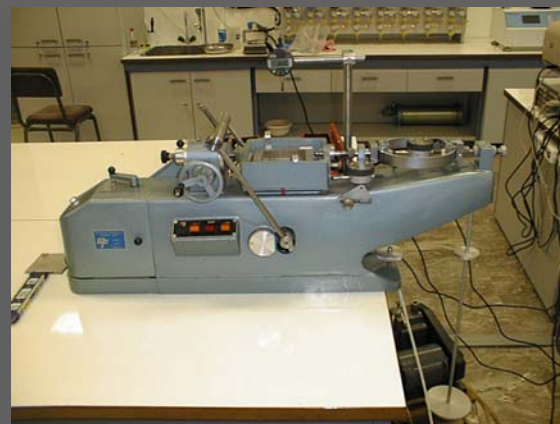
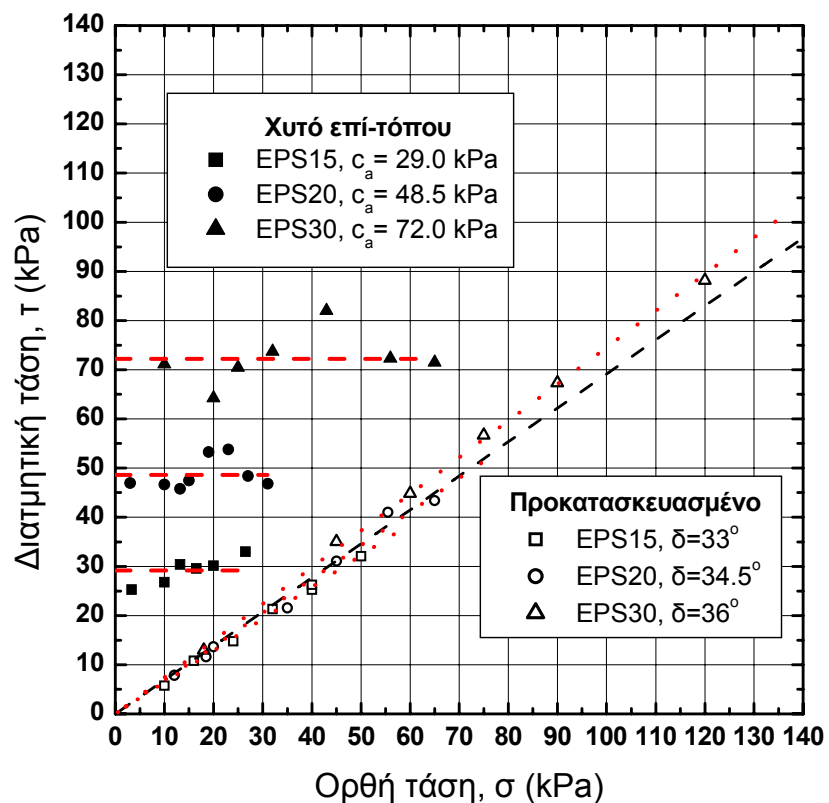
3. Δοκιμές Ερπυσμού



Από δοκιμές στο Εργαστήριο Γεωτεχνικής Μηχανικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Πατρών.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

4. Δοκιμές Διατμητικής Αντίστασης



Από δοκιμές στο Εργαστήριο Γεωτεχνικής Μηχανικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Πατρών.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΜΕ ΓΕΩΑΦΡΟ EPS



- ➔ **Στράγγιση:** Οι γεωαφροί EPS είναι ελαφρύτεροι από το νερό και συστήνεται η κατασκευή στραγγιστηρίων (χονδρόκοκκα αδρανή) στη βάση και στις παρειές του επιχώματος.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΜΕ ΓΕΩΑΦΡΟ EPS



- ➔ **Επικάλυψη:** Συστήνεται η κατασκευή πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος στη στέψη του επιχώματος για την κατανομή των κινητών φορτίων στη μάζα του επιχώματος.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΜΕ ΓΕΩΑΦΡΟ EPS



- ➔ **Πρόληψη διάβρωσης:** Συστήνεται η επικάλυψη των ελεύθερων επιφανειών των γεωαφρών EPS με κατάλληλες γεωμεμβράνες ώστε να προλαμβάνεται η επαφή με πετρελαϊκά προϊόντα (λάδια, βενζίνες, κτλ.).

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ Π.Α.Θ.Ε (πέταλο Μαλιακού)

- ⇒ Τμήμα Σκάρφεια-Θερμοπύλες
Μήκος ≈ 1200 m
Ύψος επιχώματος EPS: έως 2.5 m
Όγκος EPS: 57200 m^3
- ⇒ Κλάδος Ημικόμβου Θερμοπυλών (μεταβατικό επίχωμα)
Μήκος ≈ 200 m
Ύψος επιχώματος EPS: έως 7 m
Όγκος EPS: 14750 m^3

ΑΣΤΟΧΙΑ



ΑΣΤΟΧΙΑ



ΑΣΤΟΧΙΑ



ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ-ΕΠΙΧΩΜΑ EPS



ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ-ΕΠΙΧΩΜΑ EPS



ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ-ΕΠΙΧΩΜΑ EPS



ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ-ΕΠΙΧΩΜΑ EPS



ΗΜΙΚΟΜΒΟΣ-ΕΠΙΚΩΜΑ EPS



ΗΜΙΚΟΜΒΟΣ-ΕΠΙΚΩΜΑ EPS



ΗΜΙΚΟΜΒΟΣ-ΕΠΙΧΩΜΑ EPS



Οι **γεωαφροί EPS** προσφέρουν στο σχεδιασμό μεγάλης ποικιλίας κατασκευών εναλλακτικές λύσεις που χαρακτηρίζονται από:

- ⇒ Τεχνική αρτιότητα
- ⇒ Ασφάλεια
- ⇒ Οικονομικότητα κατασκευής – συντήρησης
- ⇒ Βελτιστοποίηση χρόνου – κόστους

Οι απαραίτητες μεγάλες ποσότητες υλικού παράγονται από Ελληνικές Εταιρίες, μέλη του **Συνδέσμου Παραγωγών Προϊόντων Διογκωμένου Πολυστυρένιου** σε τεχνολογικά σύγχρονες εγκαταστάσεις.

Πανελλήνιος Σύνδεσμος
Παραγωγών
Διογκωμένης Πολυστερίνης
Νερατζιωτίσσης 33
151 24 ΜΑΡΟΥΣΙ, ΑΘΗΝΑ
Τηλ: 210 6140477
Fax: 210 6140477

Πανεπιστήμιο Πατρών
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Εργαστήριο Γεωτεχνικής Μηχανικής
265 00 ΡΙΟ, ΠΑΤΡΑ
Υπεύθυνος: Καθηγητής Δ.Κ. Ατματζίδης
Τηλ: 2610 996541
Fax: 2610 996576
E-mail: dka@upatras.gr

Φωτογραφικό υλικό και πληροφορίες από:

- Εργαστήριο Γεωτεχνικής Μηχανικής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών
- Hans Tepper, Stybenex®, The Netherlands
- Steven Bartlett, University of Utah, USA