

## Finite Element Solutions

Τα προγράμματα ανάλυσης γεωτεχνικών εφαρμογών με τη μέθοδο πεπερασμένων στοιχείων (FEM) επιτρέπουν στο χρήστη να προσομοιώνουν πολύ καλά τη συμπεριφορά των εδαφών και των κατασκευών. Επίσης μπορούν να αντιμετωπίσουν προβλήματα που δεν μπορούν να λυθούν με τις τυποποιημένες αναλυτικές μεθόδους. Με τα προγράμματα FEM μπορεί να προσομοιωθεί η συμπεριφορά οποιουδήποτε εδαφικού σχηματισμού και η αλληλεπίδρασή του με τις κατασκευές όπως στην περίπτωση σηράγγων, δεξαμενών, βαθιών θεμελιώσεων, πασσαλότοιχων κ.λ.π. Χρησιμοποιούνται επίσης για τον υπολογισμό καθιζήσεων και για την επίλυση θεμάτων ευστάθειας.

Ένα θεμελιώδες πλεονέκτημα του πακέτου εφαρμογών GEO5 είναι η δυνατότητα μεταφοράς στοιχείων μεταξύ των προγραμμάτων. Μία κατασκευή μπορεί να σχεδιαστεί και να ελεγχθεί χρησιμοποιώντας αναλυτικές ή ημιαναλυτικές μεθόδους. Τα εξαγόμενα αποτελέσματα και τα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να μεταφερθούν στο πρόγραμμα FEM για μια αυτόνομη αξιολόγηση της συμπεριφοράς του έργου. Μια τέτοια προσέγγιση εξασφαλίζει όχι μόνο ένα πλιό αξιόπιστο αποτέλεσμα αλλά επίσης εξοικονομεί χρόνο.

Τα βασικά χαρακτηριστικά προγράμματος περιλαμβάνουν:

- Φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον
- Περικεκτικά και κατανοητά αποτελέσματα με γραφήματα
- Ενσωματωμένη βοήθεια
- Μονάδες διεθνές ή στο Αγγλοσαξωνικό σύστημα
- Ενσωματωμένη βάση δεδομένων για τα χαρακτηριστικά των εδαφών



### FEM

Το πρόγραμμα έχει εφαρμογή σε ένα ευρύ φάσμα γεωτεχνικών έργων για παράδειγμα στις καθιζήσεις εδαφών, στη συμπεριφορά πασσαλότοιχων, στην ευστάθεια πρανών, στις εκσκαφές και στις διανοίξεις υπόγειων οπών κ.λ.π.

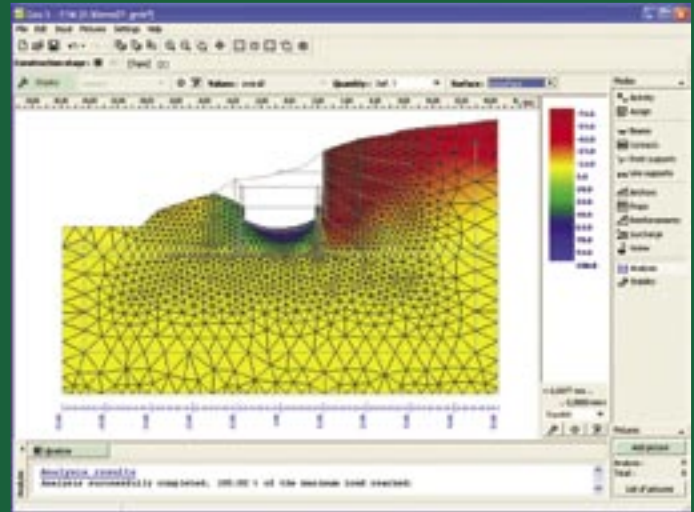
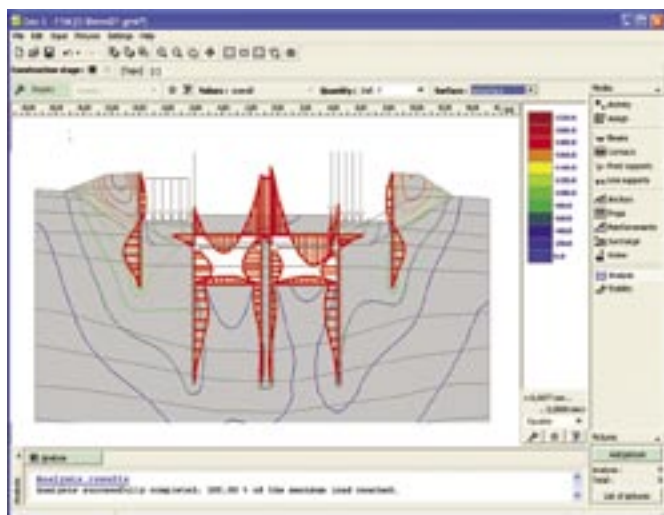
### Προσομοίωση υλικού

Μια αξιόπιστη και ακριβής λύση για την προσομοίωση της συμπεριφοράς δεδομένου εδάφους ή βράχου μπορεί να ληφθεί με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων μοντέλων. Διατίθενται τα ακόλουθα μοντέλα:

- Γραμμικό ελαστικό μοντέλο
- Τροποποιημένο γραμμικό ελαστικό μοντέλο
- Μοντέλο Mohr-Coulomb
- Μοντέλο Drucker-Prager
- Μοντέλο Cam Clay

### Ενσωματωμένη διόρθωση του γεωμετρικού μοντέλου, αυτόματη κανναβοποίηση.

Το πρόγραμμα περιλαμβάνει ενσωματωμένη διόρθωση του γεωμετρικού μοντέλου εισαγωγής. Όλες οι διεπιφάνειες, οι νέες κατασκευές ή τα στάδια υπολογισμού (διάνοιξη σηράγγων, διάνοιξη τάφρου) μπορούν να διερευνηθούν ανεξάρτητα μεταξύ τους. Πριν εκτελεστεί η κανναβοποίηση το πρόγραμμα εντοπίζει αυτόματα όλες τις διεπιφάνειες των υλικών, όλες τις κλειστές περιοχές και δημιουργεί το αντίστοιχο γεωμετρικό μοντέλο. Ακόμη και εισαγωγή μιας αρκετά περίπλοκης κατασκευής(γεωμετρικά) γίνεται ένα σχετικά εύκολο θέμα.



## Λογισμικό Γεωτεχνικών εφαρμογών

### Κανναβοποίηση

Το πρόγραμμα περιέχει μια αυτόματη γεννήτρια καννάβου με την οποία η όλη κατασκευή διακριτοποιείται σε κάνναβο πεπερασμένων στοιχείων. Διατίθενται στοιχεία τόσο με 3 κόμβους όσο και με 6 κόμβους. Η πυκνότητα του καννάβου μπορεί να οριστεί για όλη την κατασκευή αλλά μπορεί να τροποποιηθεί αναλόγως για τοπικές περιοχές αυτής. Η ετοιμασία της κανναβοποίησης μιας περίπλοκης κατασκευής απαιτεί λίγα μόνο λεπτά.

### Συνοριακές συνθήκες

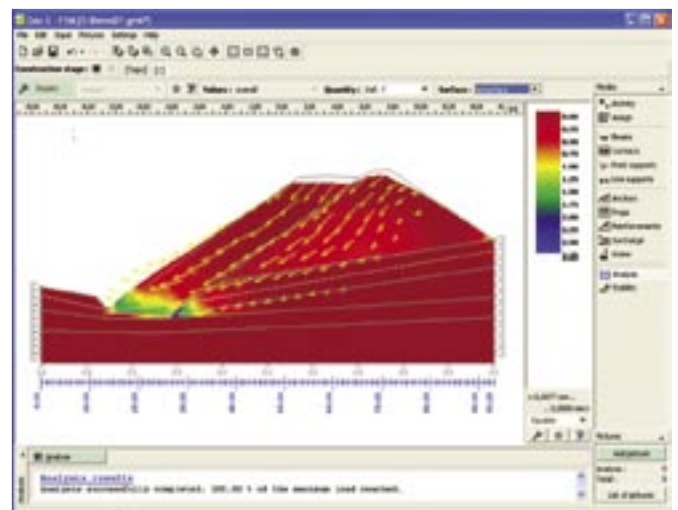
Το πρόγραμμα έχει έναν αυτόματο τρόπο αναγνώρισης των συνοριακών συνθηκών, έτσι ώστε στις περισσότερες εφαρμογές ο χρήστης να μη χρειάζεται να ανησυχεί για αυτές. Εάν κρίνεται απαραίτητο, πρόσθετες συνοριακές συνθήκες (πάκτωση, άρθρωση, ελατήρια, εξαναγκασμένη μετατόπιση) μπορούν να εισαχθούν οπουδήποτε στο έδαφος.

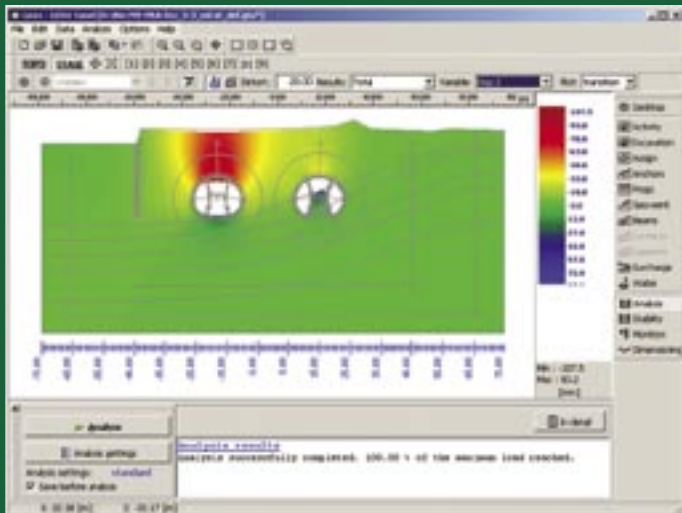
### Ράβδοι

Γραμμικά στοιχεία χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση δοκών, επιφάνειας σηράγγων ή πασσαλότοιχων προς ανάλυση. Τα αποτελέσματα αυτών των αναλύσεων είναι οι κατανομή των εσωτερικών δυνάμεων κατά το μήκος τους (Ροπή κάμψης, Αξονική και Διατμητική δύναμη). Τα γραμμικά στοιχεία προσδιορίζονται με τις γραμμές ήδη που υπάρχουν στη γεωμετρία. Ωστόσο οι ιδιότητες των στοιχείων, μπορούν να καθοριστούν σε κάθε στάδιο (π.χ., βαθμιαία αυξανόμενο πάχος) μπορεί ακόμη να αφαιρεθεί εντελώς κάποιο στοιχείο σε κάποιο βήμα.

### Αγκύρια, γεωσυνθετικά υλικά, γεωμεμβράνες

ΤΣτο πρόγραμμα επιτρέπεται η εισαγωγή οποιουδήποτε αριθμού αγκυρίων. Κάθε αγκύριο περιγράφεται πλήρως από την αφετηρία του μήκους του έως το τέλος του και ως προς την ακαμψία του. Η ρίζα του αγκυρίου εντοπίζεται αυτόματα στο περιβάλλον του καννάβου, έτσι ώστε ένα αγκύριο να μπορεί να τοποθετηθεί οπουδήποτε μέσα στο εδαφικό σώμα. Για την περαιτέρω απλοποίηση στην εισαγωγή αγκυρίου, η αφετηρία του μπορεί να τοποθετηθεί στην οπουδήποτε στην επιφάνεια του εδάφους ή κάποιας κατασκευής.





## Λογισμικό Γεωτεχνικών εφαρμογών

### Επιφόρτιση

Στο πρόγραμμα επιτρέπεται οποιοσδήποτε τύπος επιφόρτισης (λωρίδα, τραπεζοειδής, σε γραμμή). Η επιφόρτιση μπορεί να περιγραφεί είτε ακριβώς πάνω στην επιφάνεια της κατασκευής είτε οπουδήποτε στο έδαφος/βράχο. Υπάρχει η δυνατότητα σε κάποιο στάδιο το επιπλέον φορτίο είτε να τροποποιηθεί ως προς το μέγεθος του είτε να αφαιρεθεί εξ ολοκλήρου από την ανάλυση.

### Υπαρξη νερού

Διατίθενται οι παρακάτω τρόποι περιγραφής της ύπαρξης νερού στην ανάλυση:

- Ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας μπορεί εισαχθεί ως μια συνεχής επιφάνεια νερού σε οποιοδήποτε ύψος
- Η πίεση των πόρων (ή οι τιμή του συντελεστή  $R_u$ ) παρέχεται από τις γραμμές ροής. Η πρώτη γραμμή συμπίπτει πάντα με την επιφάνεια του εδάφους, οι υπόλοιπες μπορεί να βρίσκονται οπουδήποτε στο εδαφικό σώμα. Οι τιμές πίεσης μεταξύ των γραμμών ροής βρίσκονται μέσω γραμμικής παρεμβολής.

### Παρουσίαση των αποτελεσμάτων

Το πρόγραμμα επιτρέπει την απεικόνιση των :

- τιμές των ισούψων γραμμών ροής (π.χ., τιμές πίεση, μετατοπίσεις κ.λ.π.)
- παραμόρφωση της κατασκευής
- κατανομή των εσωτερικών δυνάμεων κατά μήκος
- παραμορφώσεις
- δυνάμεις αγκυρίων

Μπορούν εξαχθούν είτε ολικές τιμές των ανωτέρω είτε για κάθε στάδιο κατασκευής.

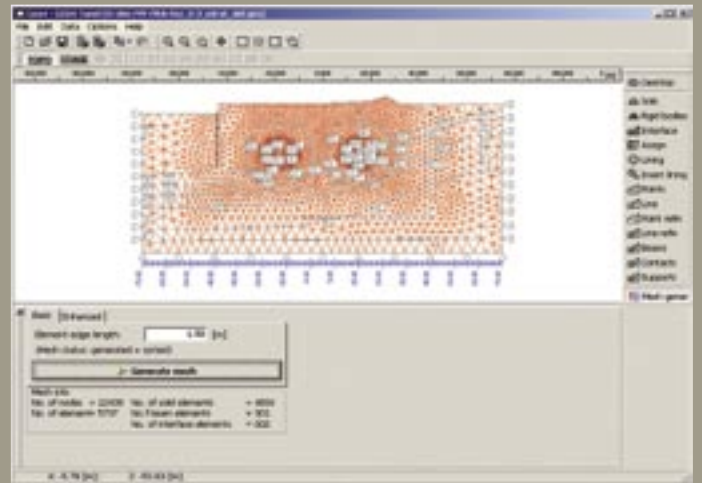
### Ανάλυση ευστάθειας

Σε κάθε στάδιο της κατασκευής το πρόγραμμα μπορεί πραγματοποιήσει ανάλυση ευστάθειας πρανών για κάποια κατασκευή. Κατά την ανάλυση το πρόγραμμα μειώνει βαθμιαία τις βασικές παραμέτρους αντίστασης του εδάφους μέχρι την τελική αστοχία του. Κατά συνέπεια τα αποτελέσματα είναι προς την πλευρά της ασφάλειας σε σύγκριση με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις κλασικές αναλύσεις.



### Πλακα

Το πρόγραμμα εκτελεί την ανάλυση κοιτόστρωσης και κεκλιμένων στεγών οποιουδήποτε σχήματος με την μέθοδο πεπερασμένων στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα:



www.4m.gr

- Αυτόματη κανναβοποίηση με τριγωνικά και τετραπλευρικά στοιχεία
- Προσομοίωση του εδάφους κάτω από μια πλάκα ή την εισαγωγή πασσάλων κάτω από την επιφάνεια της
- Περιγραφή συγκεντρωμένων δυνάμεων και ροπών (πάκτωση, ελατήρια)
- Απλή εισαγωγή δοκών
- Κατανομή του φορτίου βάσει των περιγραφόμενων φορτίων και παραμορφώσεων
- Οποιοσδήποτε αριθμός περιπτώσεων φόρτισης
- Προσδιορισμός της επιτρεπόμενης ροπής κάμψης και διάτμησης.



### Σηραγγες

Το πρόγραμμα σήραγγες σχεδιάστηκε πάνω στο πρόγραμμα FEM.

Επιπλέον εμπεριέχει:

- Δύο επιλογές για την προσομοίωση της σήραγγας (με ραβδωτά 1D ή με 2D)
- Δυνατότητα περιγραφής της σήραγγας σε ανεξάρτητο αρχείο (π.χ. σε αρχείο .dxf)
- Απλός τρόπος εισαγωγής της κατασκευής στο σώμα του εδάφους/βράχου (γεωμετρικές διορθώσεις και κανναβοποίηση γίνονται αυτομάτως)
- Οποιοσδήποτε αριθμός σταδίων κατασκευής
- Κατανομή του φορτίου στην επιφάνεια της σήραγγας σε αρχείο.DXF
- Χρήση του συντελεστή ηρεμίας για τον υπολογισμό της τρισδιάστατης συμπεριφοράς του εδάφους κατά τη φάση της διάνοιξης.
- Εισαγωγή αρθρώσεων
- Περιγραφή φορτίου θερμοκρασιακής μεταβολής
- Εκτίμηση της διόγκωσης του εδάφους
- Εκτίμηση της συρρίκνωσης της επιφάνειας της κατασκευής
- Ανάλυση δεύτερης επένδυσης σήραγγας είτε με την αλλαγή των γεωμετρικών παραμέτρων (1D στοιχεία) είτε με την αλλαγή των παραμέτρων της αρχικής επένδυσης που να επιτρέπει τη μεταφορά των πιέσεων (2D στοιχεία)
- Εισαγωγή οργάνων ελέγχου οπουδήποτε στην επιφάνεια της κατασκευής
- Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της κατανομής των εσωτερικών δυνάμεων κατά μήκος τμημάτων της σήραγγας
- Εισαγωγή αγκυρίων πακτωμένα στο τέλος τους η σε κάποιο σημείο του μήκους τους
- Εισαγωγή αγκυρίων σαν μια επιφάνεια "βελτιωμένου" εδάφους (αγκυρωμένη περιοχή)

