

FESPA 10

Ευρωκώδικες & Pushover

(10EC)
fespa
Eurocodes

(10NL)
fespa
Performance Pushover Analysis

Η νέα έκδοση 5.1.0.2 του Fespa10 εκ κυκλοφορεί με ενσωματωμένους τους Ευρωκώδικες 2,3,7,8 και τα εθνικά προσαρτήματα όπως κυκλοφόρησαν από τον Ε.Λ.Ο.Τ. την 04/03/2011 για Ελλάδα και Κύπρο. Το Fespa όχι μόνο προσαρμόστηκε, με την αξιοπιστία που το δίδει, στους νέους κανονισμούς αλλά επιπλέον εξασφάλισε νέες δυνατότητες όπως την βελτιστοποίηση του σχεδιασμού μέσω της μη γραμμικής ανάλυσης Pushover, τους νέους αλγόριθμους όπλισης υποστυλωμάτων, τις νέες βελτιώσεις για τα μεταλλικά και τη δυνατότητα εκτύπωσης του τεύχους στα αγγλικά.

Το Fespa10 εκ συμβάλει στο να γίνουν οι μελέτες σας πιο ανταγωνιστικές και συμφέρουσες και έχει σαν αποτέλεσμα κτίρια ασφαλέστερα, οικονομικότερα και λειτουργικότερα.

Μερικά από τα νέα χαρακτηριστικά:

- Έλεγχος συνάφειας κόμβου.
- Έλεγχοι διαμόρφωσης λεπτομερειών για τοπική πλαστιμότητα στις δοκούς.
- Έλεγχος διάτμησης κόμβου για ΚΠΥ.
- Έλεγχος κριτηρίων κανονικότητας σε κάτοψη και όψη.
- Έλεγχος τύπου στατικού συστήματος και στρεπτικής δυσκαμψίας.

Επίπεδο	Τύπος όρους	r1	r2	l0	r1l	l0	
4	2,95	6,93	>	5,16	7,99	>	5,16
3	2,90	6,93	>	5,18	7,96	>	5,18
2την	0,90	6,93	>	5,19	7,96	>	5,19
1	0,90	6,92	>	6,17	5,25	>	6,17

Κατά τη διάρκεια της επίλυσης, με το πλήκτρο «Έλεγχος q (EC8)» γίνονται οι έλεγχοι συμβατότητας των παραμέτρων (τύπος στατικού συστήματος κλπ), που έχει εισάγει ο μελετητής με τα αποτελέσματα του προγράμματος (ην).

Τύπος στατικού συστήματος, στρεπτική συμπεριφορά, κανονικότητες σε όψη και κάτοψη
 Ο συντελεστής q εξαρτάται από μια σειρά παραμέτρων. Το Fespa10 βοηθάει τον μελετητή να υπολογίσει την κατάλληλη τιμή του q σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8.

- Επιλογή κατηγορίας πλαστιμότητας:**
- Κατηγορία Πλαστιμότητας Υψηλή
 - Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση
 - Κατηγορία Πλαστιμότητας Χαμηλή

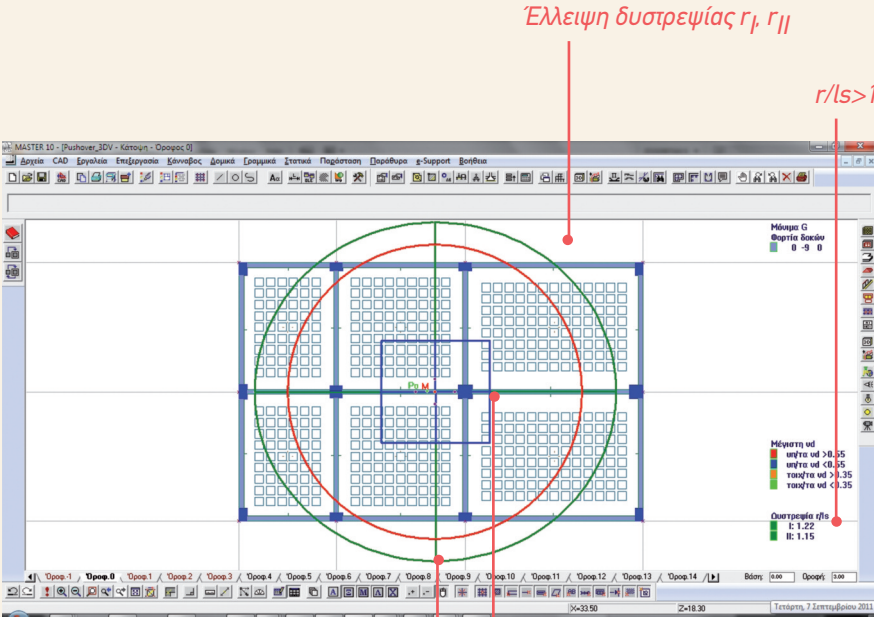
- Δυνατότητα επιλογής του τρόπου υπολογισμού του αυ/α1:**
- Υπολογιστικά με ανάλυση Pushover
 - Προσεγγιστικά ανάλογα με το στατικό σύστημα του φορέα και την κανονικότητά του σε κάτοψη

Κανονικότητα καθ' ύψος
 Ισχύουν οι γεωμετρικοί περιορισμοί που επιβάλλει ο EC8 για να είναι ένα κτίριο κανονικό καθ' ύψος

- Επιλογή στατικού συστήματος:**
- Πλαισιωτό ή ισοδύναμο διπλό
 - Σύστημα ασύζευκτων τοιχωμάτων
 - Ισοδύναμο προς τοιχώματα διπλό σύστημα
 - Σύστημα συζευγμένων τοιχωμάτων
 - Στρεπτικά εύκαμπτο σύστημα
 - Ανεστραμμένο εκκρεμές

Πίνακας επιλογής του συντελεστή q και των παραμέτρων που τον επηρεάζουν.

Γραφική αναπαράσταση των κριτηρίων δυστρεψίας και περιορισμού στατικής εκκεντρότητας

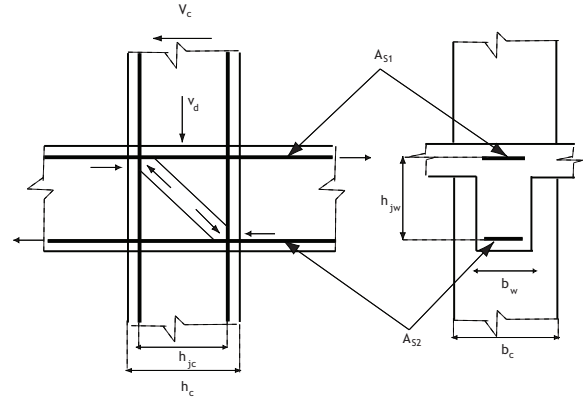


Κριτήριο περιορισμού στατικής εκκεντρότητας

Κύκλος αδρανείας I_s

Έλεγχος διάτμησης κόμβου (ΚΠΥ)

Ο έλεγχος διάτμησης κόμβου αποτελεί ένα νέο είδος ελέγχου το οποίο σχετίζεται με την οριζόντια σεισμική φόρτιση σε κατασκευές υψηλής κατηγορίας πλαστιμότητας. Ο κόμβος υπόκειται σε διάτμηση και η μη ικανοποίηση του ελέγχου απαιτεί είτε αύξηση των διαστάσεων του κόμβου, είτε πύκνωση των συνδετήρων εντός του κόμβου.



Διάτμηση κόμβου δοκού-υποστυλώματος.

Έλεγχος συνάφειας κόμβου

Η ελάχιστη απαιτούμενη διάσταση υποστυλώματος εξαρτάται από τη διάμετρο του διαμήκου οπλισμού της δοκού. Για την ικανοποίηση του ελέγχου συνάφειας το Fespa10 προτείνει ελάχιστες διαστάσεις διατομών υποστυλωμάτων ανάλογα με την κατηγορία πλαστιμότητας, την ποιότητα σκυροδέματος και τη διάμετρο του διαμήκου οπλισμού της δοκού που συντρέχει στον κόμβο.

Έλεγχοι διαμόρφωσης λεπτομερειών για τοπική πλαστιμότητα στις δοκούς

Στους ελέγχους διαμόρφωσης λεπτομερειών για τοπική πλαστιμότητα στις δοκούς περιλαμβάνεται ο έλεγχος επάρκειας θλιβόμενου οπλισμού και μέγιστου εφελκόμενου οπλισμού.

Στο ποσοστό του εφελκόμενου οπλισμού περιλαμβάνεται και ο τοποθετημένος οπλισμός των πλακών, όπως επιβάλλεται από τον EC8.

Έλεγχοι λειτουργικότητας σε πλάκες και δοκούς

Έλεγχος βέλους. Στις πλάκες δίνεται η επιλογή του ελέγχου του βέλους μετά από αναλυτικό υπολογισμό του.

Έλεγχος τάσεων χάλυβα και σκυροδέματος. Περιορισμός της μέγιστης τάσης χάλυβα και σκυροδέματος με την τοποθέτηση του κατάλληλου οπλισμού.

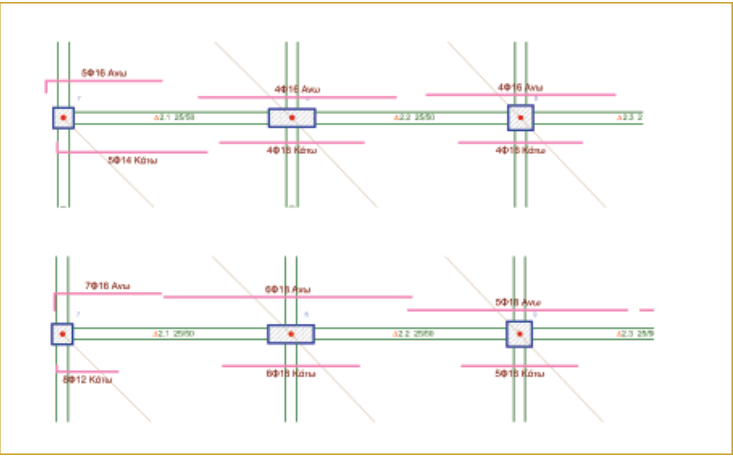
Έλεγχος λειτουργικότητας σε ρηγμάτωση. Δίνεται η δυνατότητα επιλογής μεταξύ του απλοποιημένου ελέγχου σε ρηγμάτωση και του ελέγχου μετά από αναλυτικό υπολογισμό του εύρους ρωγμής.

Ανακατανομή ροπών δοκών

Το Fespa10 διαθέτει την μέθοδο της ανακατανομής των ροπών των δοκών με την οποία ταπεινώνονται οι μέγιστες αρνητικές ροπές στις στηρίξεις των δοκών, με αποτέλεσμα την ομοιόμορφη και οικονομική όπλιση των δοκών και συνακόλουθα των υποσυλωμάτων.

Η μείωση του πρόσθετου οπλισμού στις στηρίξεις προσφέρει ευνοϊκή επιρροή:

- Στους ελέγχους διαμόρφωσης λεπτομερειών για τοπική πλαστιμότητα.
- Στον ικανοτικό έλεγχο κόμβων.
- Στον έλεγχο διάτμησης κόμβου ΚΠΥ.

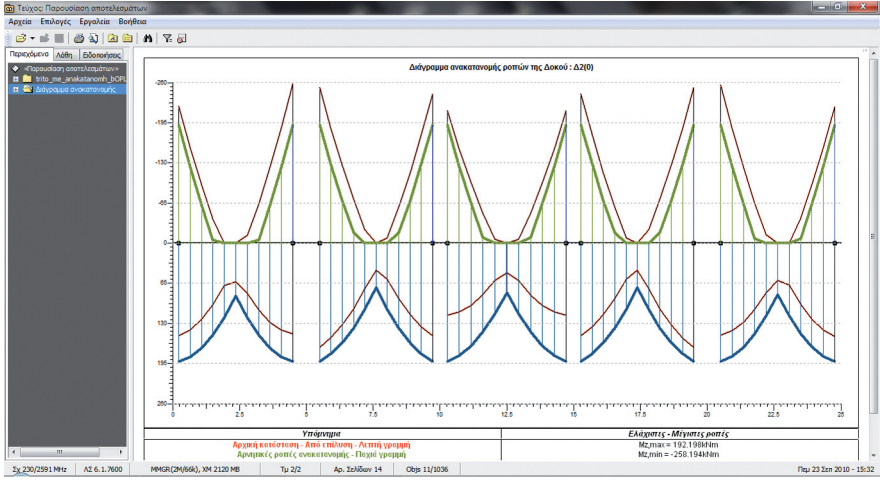


Οπλισμοί δοκών με και χωρίς ανακατανομή.

Δευτερεύοντα σεισμικά μέλη

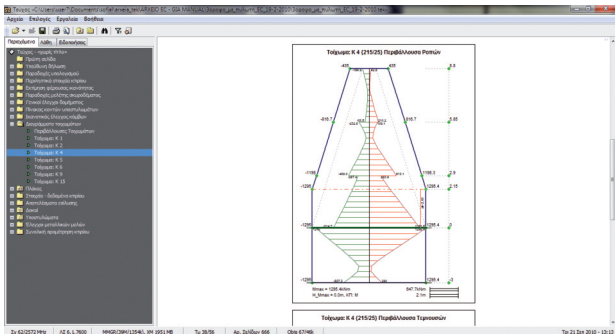
Ο καθορισμός ορισμένων μελών, συνήθως δοκών, ως δευτερευόντως σεισμικών δίνει μια διέξοδο στον μηχανικό από ορισμένες αυστηρές απαιτήσεις του EC8.

Τα δευτερεύοντα σεισμικά μέλη δεν συμμετέχουν στο σύστημα ανάληψης σεισμικών δυνάμεων, αλλά θα πρέπει να έχουν ικανότητα παραλαβής εντατικών μεγεθών που οφείλονται στις μετακινήσεις των πρωτεύοντων μελών.

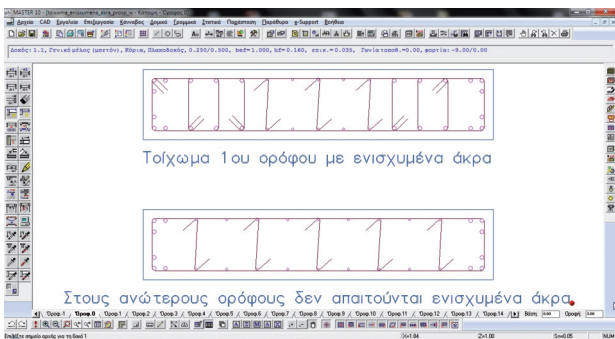


Διαγράμματα ανακατανομής ροπών των δοκών όπως εμφανίζονται στο τεύχος.

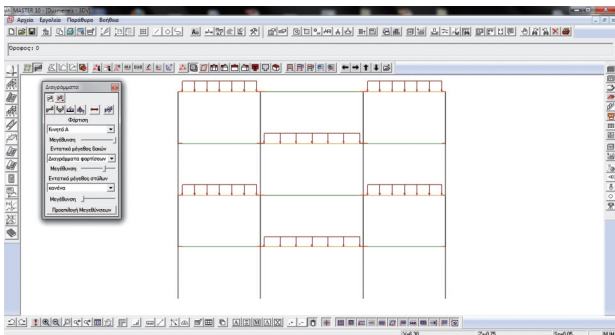
Καθορισμός δοκού ως δευτερευόντως σεισμικού μέλους μέσω της παραμέτρου «Δοκός > Σκυρόδεμα > Αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας = Δευτερεύον σεισμικό μέλος».



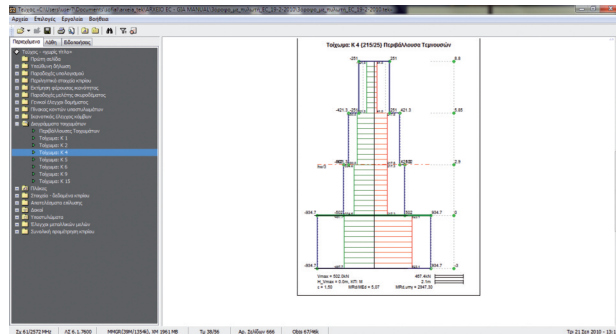
Διάγραμμα ροπών τοιχώματος



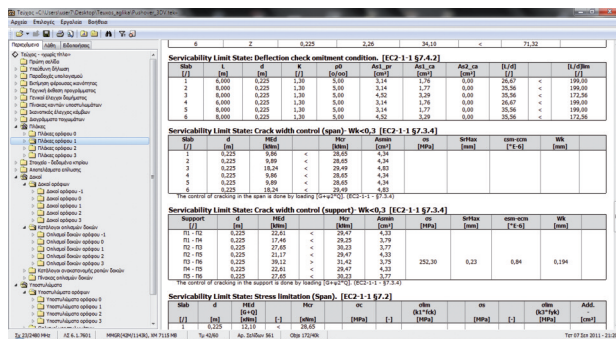
Τυπική όπλιση τοιχώματος ΚΠΜ κατά EC8.



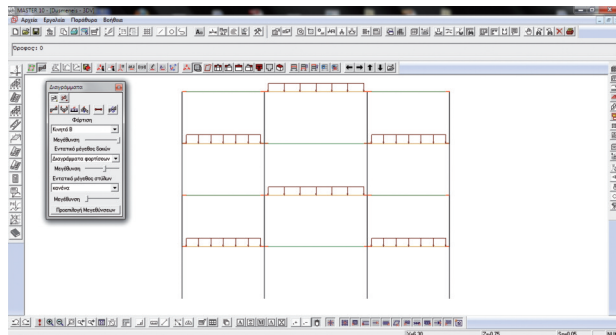
Δυσμενείς φορτίσεις Κινητά Α'



Διάγραμμα τεμνουσών τοιχώματος



Δίνεται η δυνατότητα στον μελετητή να εκτυπώσει το τεύχος της μελέτης στην αγγλική γλώσσα μέσω της παραμέτρου «Επίλυση > Αποτελέσματα > Γλώσσα εκτυπώσεων = Αγγλική».



Δυσμενείς φορτίσεις Κινητά Β'

Έλεγχος τοιχωμάτων

Ο έλεγχος ροπών και τεμνουσών πρέπει να γίνει σε κάθε στάθμη του τοιχώματος με τις τιμές που λαμβάνονται από τις περιβάλλουσες, οι οποίες προκύπτουν σύμφωνα με τον EC8-1.

Παραγωγές συνδυασμών δράσεων και δυσμενών φορτίσεων

Οι απαραίτητοι συνδυασμοί δράσεων παράγονται αυτόματα με την εντολή "Παραγωγή συνδυασμών δράσεων". Η διαχείριση και εποπτεία τους πραγματοποιείται μέσω πινάκων.

Το Fespa10 δίνει την δυνατότητα κατασκευής δυσμενών φορτίσεων.

Νέα μέθοδος μαζικής εισαγωγής και αλλαγής φορτίων

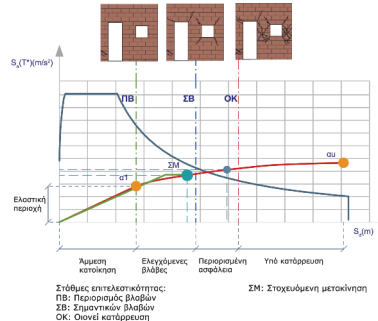
Πλήρης εποπτεία των φορτίων της κατασκευής αφού κάθε συνδυασμός φόρτισης εμφανίζεται με διαφορετικό χρώμα στην κάτοψη.

Ευκολότερη διαχείριση των φορτίων με τις νέες εντολές της Επεξεργασίας, «+ Φορτία», «-Φορτία», «Πάρε φορτία» και «Δώσε φορτία στα επιλεγμένα».

Παί είναι απαραίτητη η Pushover για τον αντισεισμικό σχεδιασμό με τον EC8;

Στον EC8 ο συντελεστής εδάφους S και η ευκολία με την οποία τα γεωμετρικά κριτήρια χαρακτηρίζουν ένα κτίριο μη κανονικό σε κάτοψη, πράγμα που μειώνει το a_u/a_1 και τελικά το q , συμβάλλουν στην αύξηση των σεισμικών δυνάμεων. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε αυξημένες απαιτήσεις οπλισμού για το κτίριο και σε δυσχέρειες κατά την όπλιση του. Ένας ρεαλιστικός τρόπος μείωσης των σεισμικών δυνάμεων είναι η αύξηση του q μέσω του a_u/a_1 . Ο μελετητής μπορεί να θέσει το $a_u/a_1=1.3-1.5$ και κατόπιν να ελέγξει με την pushover ότι το κτίριο έχει την ικανότητα να επιτύχει την τιμή αυτή.

Το διάγραμμα απαίτησης – ικανότητας (ADRS). Στην καμπύλη ικανότητας σημειώνονται τα σημεία στα οποία η κατασκευή φτάνει τα επίπεδα επιτελεσιμότητάς της (Περιορισμός βλαβών, Σημαντικών βλαβών, Οιονεί κατάρευση).



Πώς υπολογίζει την Pushover το Fespa10 (NL);

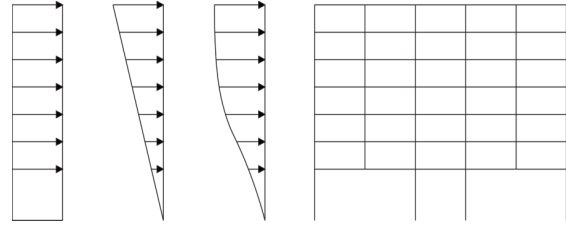
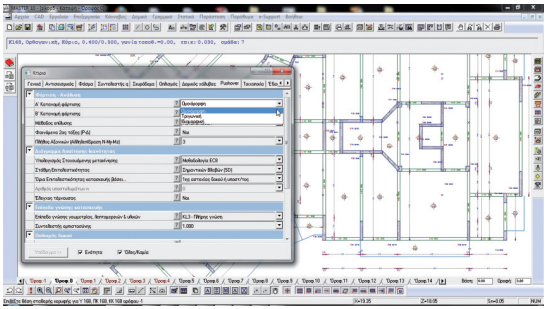
Σε αντίθεση με την πάγια τακτική που θέλει τον μελετητή να τροφοδοτεί με τους οπλισμούς της διαστασιολόγησης τα άκρα των μελών, το Fespa10 αυτόματα μετά την επίλυση και την διαστασιολόγηση και για οποιοδήποτε επιλεγμένο κανονισμό υπολογίζει τα διαγράμματα ροπών-καμπυλοτήτων και εν συνεχεία εκτελεί αυτόματα την μη γραμμική ανάλυση Pushover.

Η χρήση του Fespa10 (NL) προσφέρει στον μελετητή:

- Τεκμηρίωση της ύπαρξης επαρκούς πλαστιμότητας στο κτίριο (λόγος a_u/a_1) προς υπολογισμό του συντελεστή συμπεριφοράς q .
- Την εποπτεία της συμπεριφοράς των μελών της κατασκευής ως προς τη σειρά και τα σημεία εμφάνισης των πλαστικών αρθρώσεων. Επιτυγχάνεται με αυτό τον τρόπο η αποτύπωση της κατανομής των ζημιών στην κατασκευή και γίνεται κατανοητός ο μηχανισμός απορρόφησης ενέργειας.

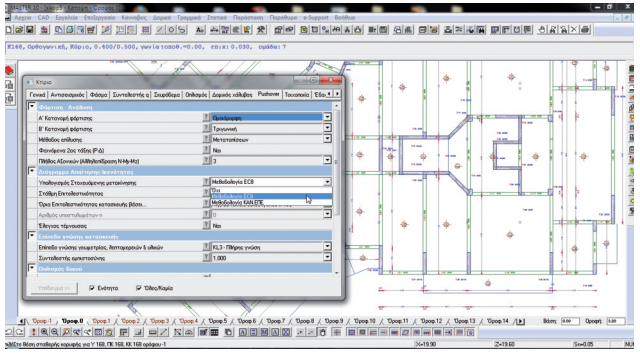
Επιλογή κατανομής σεισμικής φόρτισης

Εφαρμογή ορθογωνικής, τριγωνικής και ιδιομορφικής κατανομής σεισμικών φορτίων στη στάθμη των διαφραγμάτων, καθ' ύψος της κατασκευής για την κάθε κύρια διεύθυνσή της και για δύο αντίθετες φορές.



Ορθογωνική, τριγωνική, ιδιομορφική κατανομή φόρτισης.

Επιλογή μεθοδολογίας για τον υπολογισμό της στοιχειώμενης μετακίνησης



Δυνατότητα επιλογής του υπολογισμού της στοιχειώμενης μετακίνησης είτε με την μέθοδο του EC8-1 (Παράρτημα Β) είτε με την μέθοδο του ΚΑΝ.ΕΠΕ

Επιλογή του κόμβου ελέγχου

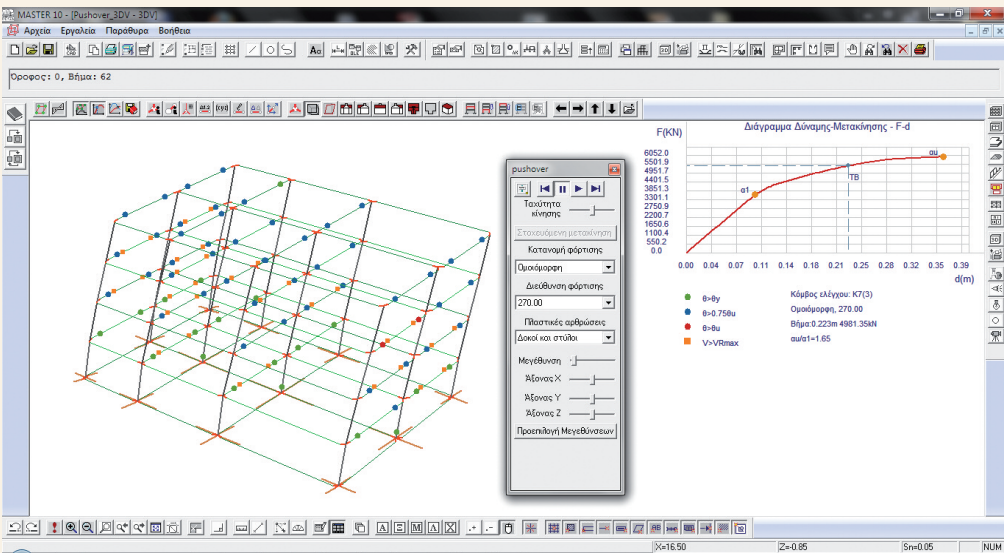
Δυνατότητα επιλογής του κόμβου ελέγχου ή χρήση του προεπιλεγμένου που βρίσκεται πλησιέστερα στο κέντρο βάρους του διαφράγματος της ανώτατης στάθμης της κατασκευής.

Δυνατότητα επιλογής μεταξύ της μεθόδου των δυνάμεων και της μεθόδου των μετατοπίσεων.

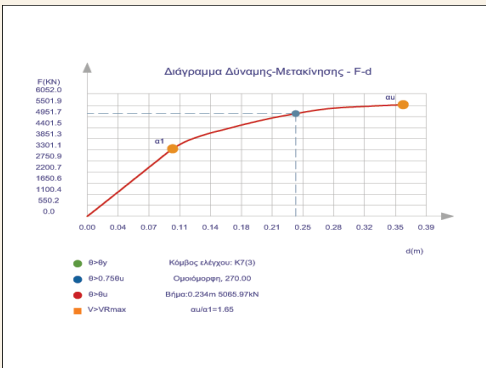
Δυνατότητα εξαγωγής της καμπύλης αντίστασης της κατασκευής είτε με την μέθοδο των δυνάμεων (σταθερή αύξηση της δύναμης), είτε με την μέθοδο των μετατοπίσεων (αύξηση της δύναμης με βάση την προβλεπόμενη αύξηση της μετακίνησης).

Κινηματογραφική εμφάνιση των αποτελεσμάτων μέσω του προγράμματος 3DV

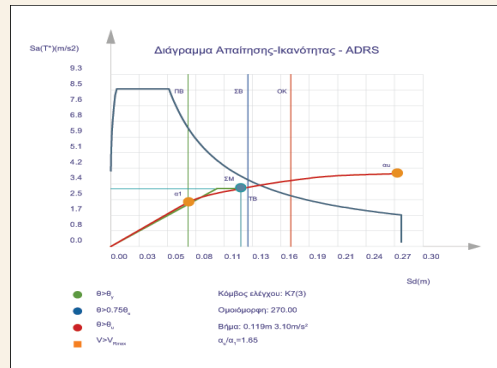
- Προσδιορισμός της στοχευόμενης μετακίνησης (TD) σύμφωνα με τον EC8-Παράρτημα Β.
- Υπολογισμός της διατμητικής αντοχής σε κάθε διατομή και ειδοποίηση στην περίπτωση υπέρβασής της.



Διαδοχική εμφάνιση των πλαστικών αρθρώσεων στα άκρα δοκών και στύλων για τριγωνική, ορθγωνική και ιδιομορφική κατανομή φόρτισης και για όλες τις διευθύνσεις εφαρμογής της. Ταυτόχρονη ενημέρωση σε κάθε βήμα του διαγράμματος Δύναμης-Μετακίνησης.



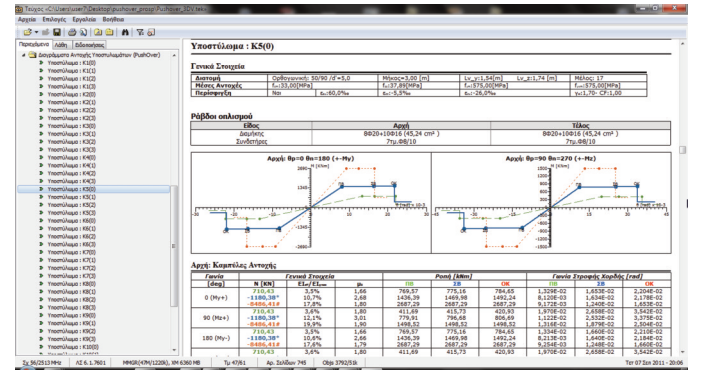
Διάγραμμα Δύναμης-Μετακίνησης



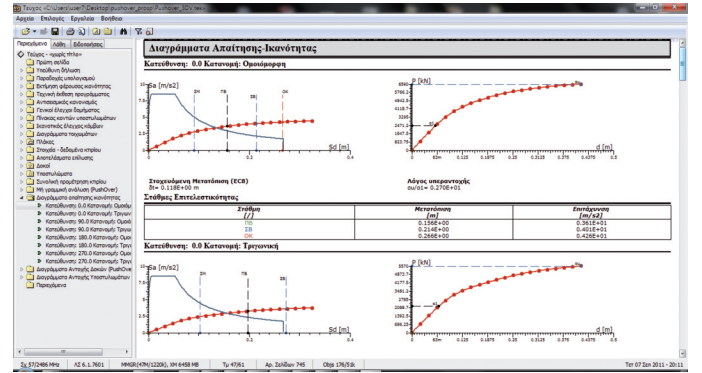
Διάγραμμα Απαιτήσης-Ικανότητας

Διαγράμματα ρομών-γωνιών στροφών χορδής

Προσδιορισμός των γωνιών στροφής χορδής στη διαρροή και στην οριακή κατάσταση για κάθε διατομή σύμφωνα με τους κλειστούς τύπους του EC8 που λαμβάνουν υπόψη φαινόμενα που εμφανίζονται σε μέλη από οπλισμένο σκυρόδεμα, όπως είναι η ολίσθηση του διαμήκου οπλισμού.



Για την κατασκευή της καμπύλης αντίστασης F-d είναι απαραίτητος ο καθορισμός των διαγραμμάτων M-θ στα άκρα των μελών (θέσεις πιθανών πλαστικών αρθρώσεων).
θ είναι η γωνία στροφής χορδής που ορίζεται από τη χορδή που περνά από το σημείο μηδενισμού των ρομών κατά μήκος του στοιχείου.



Τα διαγράμματα απαίτησης-ικανότητας για κάθε κατεύθυνση και κατανομή φόρτισης όπως τυπώνονται στο τεύχος μελέτης.

Τεχνικές προδιαγραφές Pushover στο Fespa10

- Επιλογή κατανομής σεισμικής φόρτισης (ορθογωνική, τριγωνική, ιδιομορφική).
- Επιλογή του κόμβου ελέγχου.
- Δυνατότητα χρήσης της ευνοϊκής επιρροής της περίσφιξης στην αντοχή του σκυροδέματος σύμφωνα με το μοντέλο του EC8-3.
- Δυνατότητα διάκρισης των μελών της κατασκευής σε κύρια και δευτερεύοντα, ανάλογα με την κρίση του μελετητή, ως προς τη συμμετοχή τους στην παραλαβή οριζόντιων φορτίων. Ευνοϊκότερος έλεγχος των δευτερευόντων μελών.
- Εξαγωγή των διαγραμμάτων αλληλεπίδρασης για υποστυλώματα και ροπών-καμπυλοτήτων για κάθε σχήμα διατομής και θλιβόμενης ζώνης δοκού μέσω επαναληπτικής διαδικασίας και χρήση της μεθόδου Brendt, που συνδυάζει ταχύτητα και ακρίβεια σύγκλισης.
- Προσδιορισμός των γωνιών στροφής-χορδής στην διαρροή και στην οριακή κατάσταση για κάθε διατομή σύμφωνα με τους κλειστούς τύπους του EC8 που λαμβάνουν υπόψη φαινόμενα που εμφανίζονται σε μέλη από οπλισμένο σκυρόδεμα, όπως είναι η ολίσθηση του διαμήκου οπλισμού.
- Υπολογισμός της διατμητικής αντοχής σε κάθε διατομή και ειδοποίηση στην περίπτωση υπέρβασής της σε κάποιο βήμα της ανάλυσης.
- Προσδιορισμός της στοχευόμενης μετακίνησης σύμφωνα με τον EC8-Παράρτημα Β.
- Δυνατότητα εξαγωγής της καμπύλης αντίστασης της κατασκευής είτε με την μέθοδο των δυνάμεων, είτε με την μέθοδο των μετατοπίσεων.
- Γραφική εποπτεία της σειράς και των θέσεων εμφάνισης πλαστικών αρθρώσεων σε κάθε βήμα της ανάλυσης και προσδιορισμός της υπέρβασης ή όχι των ορίων που προβλέπονται για την κάθε στάθμη επιτελεστικότητας.

LH Λογισμική

Στουρνάρη 23, 106 82 Αθήνα
τηλ: 210-3835324, 210-3302861, Fax: 210-3836657
e-mail: lh@otenet.gr | www.lhlogismiki.gr

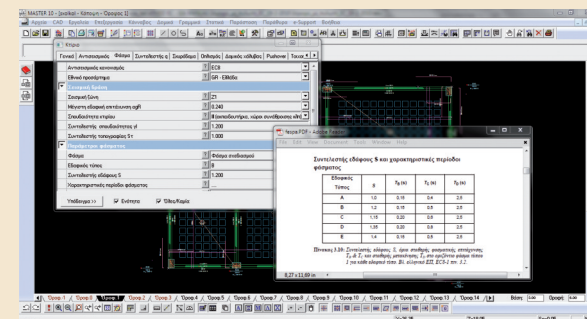
Ergodesign - Πετρίδης Πασχάλης
Μοσχονησίων 31, 551 31 Καλαμαριά, Θεσ/νίκη
τηλ: 2310-417441, Fax: 2310-417446
e-mail: info@ergodesign.com.gr

Διαγώνιος - Παπαλεξίου Δημήτρης
Μηρωκούμη 30B, Εμπορικό κέντρο AB
τηλ: 25410-83500-4, Fax: 25410-83505
e-mail: info@diagonios.com

Infogram Computer Services LTD
Μίκης Παπαϊωάννου
Κερύνειας 5, 2560 Αγία Βαρβάρα, Λευκωσία
τηλ: +35722 390712, +35799 626299
e-mail: infogram@cy.net

Γεωργιλαδάκης Βαγγέλης
Αρχιεπισκόπου Μακαρίου 54, 71 202 Ηράκλειο Κρήτης
τηλ: 2810-225555, Fax: 2810-282935

Help & Manual



Το manual-help επεξηγεί όλες τις παραμέτρους και τις εντολές αλλά και το θεωρητικό τους υπόβαθρο.

Οδηγός μελέτης με EC2-EC8



Οδηγός μελέτης, ο οποίος διευκολύνει τον μελετητή να μεταβεί από τους κανονισμούς ΕΑΚ2003, ΕΚΩΣ2000 στους Ευρωπαϊκούς 8 και Ευρωπαϊκούς 2.