



# CONSTEEL



Χρήσιμες συμβουλές για μεταλλικές & σύμμικτες κατασκευές

Ομάδα υποστήριξης

# ERGOCAD<sup>®</sup>

Τίτλος βιβλίου: Consteel – Χρήσιμες συμβουλές και στοιχεία θεωρίας για μεταλλικές κατασκευές

Copyright©2017, Γ.Τσιαμτσιακίρης και Συνεργάτες Ε.Ε. (ERGOCAD)

Επιμέλεια : Γιώργος Τσιαμτσιακίρης

Κεντρική διάθεση: Αρετής 13, Περιστέρι

Τ.Κ. 12135

Τηλ. 2114112619 - 2114112620

Fax: 2105760870

Email: info@ergocad.eu

Δικτυακός τόπος της Γ.Τσιαμτσιακίρης & Συν. Ε.Ε. : [www.ergocad.eu](http://www.ergocad.eu)

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος του βιβλίου και του περιεχόμενου συνοδευτικού cd με οποιοδήποτε μέσο (φωτοτυπία, εκτύπωση, μικροφίλμ, ή με άλλη μηχανική ή ηλεκτρονική μέθοδο) χωρίς την έγγραφη άδεια του εκδότη.

© 2017 ERGOCAD. Με την επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Οι επωνυμίες Consteel & CsJoint είναι κατοχυρωμένα εμπορικά σήματα της Consteel Solutions Kft.

Περιεχόμενα

1.	Σε κατασκευή με δίριχτη στέγη το consteel δεν υπολογίζει αυτόματα τα φορτία. Τι κάνω λάθος? .....	4
2.	Πως υπολογίζονται τα σεισμικά φορτία στο CONSTEEL? .....	4
3.	Κατά τη διάρκεια της ανάλυσης λαμβάνω το μήνυμα «Συνδυασμός φορτίσεων -1: Δεν υπάρχουν αποτελέσματα λυγισμού, επειδή όλες οι ιδιοτιμές είναι υψηλότερα από το όριο!» Τι χρειάζεται να κάνω? .....	5
4.	Τι υψόμετρο βάζω στο πεδίο «Επίπεδο εδάφους» των γεωμετρικών παραμέτρων για τον υπολογισμό των φορτίων από άνεμο?.....	6
5.	Που μπορώ να δω τα ποσοστά συμμετοχής μαζών ανά άξονα, και να τα τυπώσω στο Τεύχος? .....	6
6.	Που μπορώ να δω τις φορτίσεις και τους συνδυασμούς για τις δυνάμεις σε κάθε άξονα?.....	7
7.	Μπορώ να βλέπω τις διατομές ή τις γραμμές με χρώματα?.....	8
8.	Μπορώ να τοποθετήσω φορτία ανέμου στην περίπτωση που η υπό μελέτη κατασκευή δεν εμπίπτει σε μία από τις τυπικές μορφές του ευρωκώδικα 1 αλλά αποτελείται από στέγη ή τοίχους τυχαίου σχήματος? .....	8
9.	Στον ορισμό παραμέτρων ανάλυσης, πως μπορώ να επιλέξω ταυτόχρονα πολλούς συνδυασμούς? .....	9
10.	Ο λόγος επάρκειας (απόδοση) στη γενική ελαστική μέθοδο είναι υψηλότερος από αυτόν στην κυρίαρχη φόρτιση/υπολογισμό. Γιατί συμβαίνει αυτό?.....	10
11.	Προκαθορισμένες ρυθμίσεις συνδέσεων στο ConSteel & csJoint 9.....	11
12.	Επιλέγοντας τον προσανατολισμό μιας συμμετρικής σύνδεσης κατά την τοποθέτηση της στο μοντέλο. ..	14
13.	Επιλογή στοιχείου στο ConSteel με αναζήτηση ενός μόνο τμήματος από το όνομα του στοιχείου, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο με το σύμβολο " * " .....	15
14.	Οδηγός για την εφαρμογή των ατελειών .....	16
15.	Έλεγχος μοντέλου με δύο επίπεδα διαγνωστικών μηνυμάτων .....	22
16.	Ποια είναι η διαφορά μεταξύ ελέγχων καθολικής ευστάθειας και των ελέγχων μελών? Πως υπολογίζουμε το μήκος λυγισμού ενός συγκεκριμένου μέλους? .....	23
17.	Πρότυπα χρήστη.....	26
18.	Υπάρχει περίπτωση να μην «κλείνουν» οι ροπές σε ένα ενισχυμένο πλαίσιο παρόλο που επιβάλλονται συμμετρικά φορτία? .....	27
19.	Τοποθέτηση πολλαπλών στηρίξεων σε μοντέλο .....	30
20.	Βελτιστοποιώντας μία μεταλλική σύνδεση με το csJoint .....	31
21.	Αλλάζοντας την γλώσσα στο Consteel για παράδειγμα από „X”, σε „Y”, παραμένουν κάποιες φράσεις στην προηγούμενη. Γιατί συμβαίνει αυτό?.....	34
22.	Μετά την ολοκλήρωση των καθολικών ελέγχων, ο πίνακας αποτελεσμάτων (κάτω μέρος της οθόνης) έχει ένα χαρακτηριστικό για την επιλογή ειδικών συνδυασμών φορτίσεων για την επόμενη ανάλυση. ....	35
23.	Περιγραφή των τύπων ελευθεριών στα άκρα ενός μέλους.....	38
24.	Σε σύνδεση έδρασης υποστυλώματος όπου έχουν τοποθετηθεί νευρώσεις εμφανίζεται ένα μήνυμα αστοχίας σχετικά με την «Resistance of ground Beam». Τι μπορώ να κάνω για να βελτιώσω την απόδοση? .....	41

25.	Με ποια άρθρα του ευρωκώδικα 3 υπολογίζεται μία σύνδεση αποκατάστασης συνέχειας της παρακάτω μορφής? .....	44
26.	Πώς γίνεται η προσομοίωση των ημι-άκαμπτων συνδέσεων στις κατασκευές? .....	45
27.	Έλεγχος της άδειας χρήσης του consteel .....	49
28.	Πώς μπορώ να δω τις αντιδράσεις στήριξης σε ένα φορέα μόνο από την βασική σεισμική φόρτιση EQx (χωρίς να λαμβάνεται συμμετοχή 0,3EQy)? .....	50
29.	Υπάρχει η δυνατότητα να αφαιρέσω το ίδιο βάρος από την ανάλυση? .....	51
30.	Εφαρμογή ισοδύναμης στατικής ελαστικής ανάλυσης (σεισμικοί έλεγχοι) .....	53
31.	Προσδιορισμός της δυσκαμψίας των διατμητικών panels στο Consteel 11.....	73
32.	Σύγκριση της επίδρασης των διαφορετικών μορφών γωνιών πλαισίων .....	88
33.	Οδηγίες για την διασύνδεση μεταξύ του Consteel & του TEKLA .....	92

## 1. Σε κατασκευή με δίριχτη στέγη το consteel δεν υπολογίζει αυτόματα τα φορτία. Τι κάνω λάθος?

Ο αλγόριθμος του Consteel για τον υπολογισμό των αυτόματων φορτίων ανέμου και χιονιού υπολογίζει τα φορτία σε απολύτως κανονικά ορθογώνια. Έτσι, αν ο χρήστης δεν περιγράψει με ακρίβεια το ορθογώνιο της στέγης για παράδειγμα, τότε το πρόγραμμα θεωρεί ότι η μορφή αυτής της στέγης δεν είναι κανονική. Ακόμα και στην περίπτωση να υπάρχει μικρή διαφοροποίηση από ένα απολύτως ορθογωνικό σχήμα το πρόγραμμα προληπτικά θεωρεί ότι η στέγη δεν ανήκει στα πρότυπα σχήματα του ευρωκώδικα.

## 2. Πως υπολογίζονται τα σεισμικά φορτία στο CONSTEEL?

Τα σεισμικά φορτία στο Consteel υπολογίζονται σύμφωνα με την ιδιομορφική φασματική ανάλυση η οποία περιγράφεται αναλυτικά στο EN 1998-1, παράγραφος (4.3.3.3). Κατά τη διάρκεια της ανάλυσης υπολογίζονται οι ιδιομορφές για κάθε διεύθυνση της κατασκευής. Σύμφωνα με την συμπεριφορά αυτών των σχημάτων των ιδιομορφών (x,y,z) παράγονται ισοδύναμα σεισμικά φορτία (για κάθε ιδιομορφή) από τα κατακόρυφα φορτία. Τα ισοδύναμα αυτά φορτία κατανομούνται στα επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία της κατασκευής, λαμβάνοντας υπόψη βέβαια τις ιδιομορφές. Μετά την κατανομή τα σεισμικά φορτία συμπεριφέρονται σαν να είναι στατικά και οι συνδυασμοί παράγονται με βάση το EN 6.4.3.4. και πιο συγκεκριμένα τον τύπο 6.12 b.

Σχετικά με τον συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς (υπολογίζεται για την ικανότητα του φορέα για απελευθέρωση ενέργειας), αν λαμβάνεται ίσος με 1-1,5 τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ελαστικές μέθοδοι για το σχεδιασμό (EC8 3.2.2.5). Ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς μπορεί να καθοριστεί από τον χρήστη σε ειδικό πεδίο του Consteel.

Αν ο συντελεστής είναι μεγαλύτερος, τότε χρειάζονται πρόσθετοι υπολογισμοί όπως αυτοί που αναφέρονται στα κεφάλαια 6.6.2 & 6.6.3 του EN 1998-1 και τους οποίους μπορεί να παράγει εύκολα ο χρήστης από τους πίνακες αποτελεσμάτων και να υπολογίσει τα NedG,MedG,VedG, NedE...

### 3. Κατά τη διάρκεια της ανάλυσης λαμβάνω το μήνυμα «Συνδυασμός φορτίσεων -1: Δεν υπάρχουν αποτελέσματα λυγισμού, επειδή όλες οι ιδιοτιμές είναι υψηλότερα από το όριο!» Τι χρειάζεται να κάνω?

Μετά από την ανάλυση σε λυγισμό, εμφανίζονται οι συντελεστές ελαστικού κρίσιμου φορτίου λυγισμού για κάθε είδος απώλειας ευστάθειας. Για παράδειγμα αν έχουμε ένα συντελεστή 3,7 για κάποιο συνδυασμό, αυτό σημαίνει ότι η απώλεια ελαστικής ευστάθειας θα γίνει στο επίπεδο 3,7 των φορτίων για το συνδυασμό αυτό. Αυτός ο συντελεστής χρησιμοποιείται για τους ελέγχους λυγισμού στο πεδίο των καθολικών ελέγχων στο CONSTEEL για να υπολογιστεί η λυγηρότητα και η καθολική αντίσταση της κατασκευής.

Το μήνυμα αυτό που εμφανίζεται στο πρόγραμμα σημαίνει ότι δεν παρουσιάζεται απώλεια ευστάθειας μέχρι το όριο αυτό και ότι τα αποτελέσματα στο πεδίο Ανάλυση>λυγισμός>ιδιοτιμές (ελαστικό κρίσιμο φορτίο λυγισμού) είναι μεγαλύτερα από το «άνω όριο» που καθορίστηκε στις παραμέτρους της ανάλυσης και για το λόγο αυτό η κατασκευή δεν είναι τόσο ευαίσθητη στο λυγισμό. Στον ευρωκώδικα η προτεινόμενη τιμή είναι 10.

Αυτό που μπορούμε να κάνουμε είναι:

-Να αυξήσουμε το όριο στις παραμέτρους της ανάλυσης για το λυγισμό (στην περίπτωση αυτή η κατασκευή θα συνεχίσει να μην είναι ευαίσθητη σε λυγισμό, αλλά έτσι θα μπορέσουμε να δούμε τα αποτελέσματα/παραμορφώσεις από λυγισμό ακόμα και σε υψηλότερα επίπεδα φορτίων)

-Να τροποποιήσουμε το μοντέλο τοποθετώντας για παράδειγμα μικρότερες διατομές, διαφορετικές στηρίξεις κλπ ώστε να αναπτυχθεί λυγισμός και σε μικρότερες τιμές (μικρότερος κρίσιμος συντελεστής α

Περισσότερα στοιχεία σχετικά με τη θεωρία στον ευρωκώδικα 3, κεφ. 5.2

Παρατηρήσεις:

\*Ο συντελεστής ελαστικού κρίσιμου φορτίου λυγισμού δεν αποτελεί μία τιμή σχεδιασμού αλλά χρησιμοποιείται για να καθοριστεί η λυγηρότητα του μοντέλου αργότερα στους καθολικούς ελέγχους.

\* Αν αυτός ο συντελεστής είναι μικρότερος από 1, τότε εμφανίζεται το μήνυμα για την ευστάθεια του μοντέλου μετά την ανάλυση σε λυγισμό. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν συγκεκριμένοι συνδυασμοί στους οποίους ο συντελεστής  $F_{cr}/F_{ed} < 1$ .

Για το λόγο αυτό η απώλεια ευστάθειας θα αναπτυχθεί σε μικρότερα επίπεδα φόρτισης στην κατασκευή. Στις περιπτώσεις αυτές είναι αναγκαία η ενίσχυση των προβληματικών τμημάτων του μοντέλου ή η τροποποίηση των συνθηκών στήριξης των μελών.

#### 4. Τι υψόμετρο βάζω στο πεδίο «Επίπεδο εδάφους» των γεωμετρικών παραμέτρων για τον υπολογισμό των φορτίων από άνεμο?

Αν η κατασκευή βρίσκεται επί εδάφους τότε στο πεδίο αυτό βάζουμε 0 στο υψόμετρο. Αν η κατασκευή βρίσκεται για παράδειγμα πάνω από μία υφιστάμενη τότε βάζουμε το υψόμετρο π.χ. 3. (προσοχή το συγκεκριμένο πεδίο αφορά τον άνεμο και όχι το χιόνι !)

Δημιουργία φορτίων ανέμου - γεωμετρικές παράμετροι

Όνομα: Γεωμετρικές παράμετροι 1

Διευθύνσεις της κύριας διεύθυνσης ανέμου ( $\Xi=0^\circ$ ) στο καθολικό σύστημα: +X

Διαστάσεις κπρίου για την κύρια διεύθυνση ανέμου

παράλληλα -  $d_0$  [m]: 6

κάθετα -  $b_0$  [m]: 8

Φορπιζόμενη επιφάνεια -  $A$  [ $m^2$ ]: 10

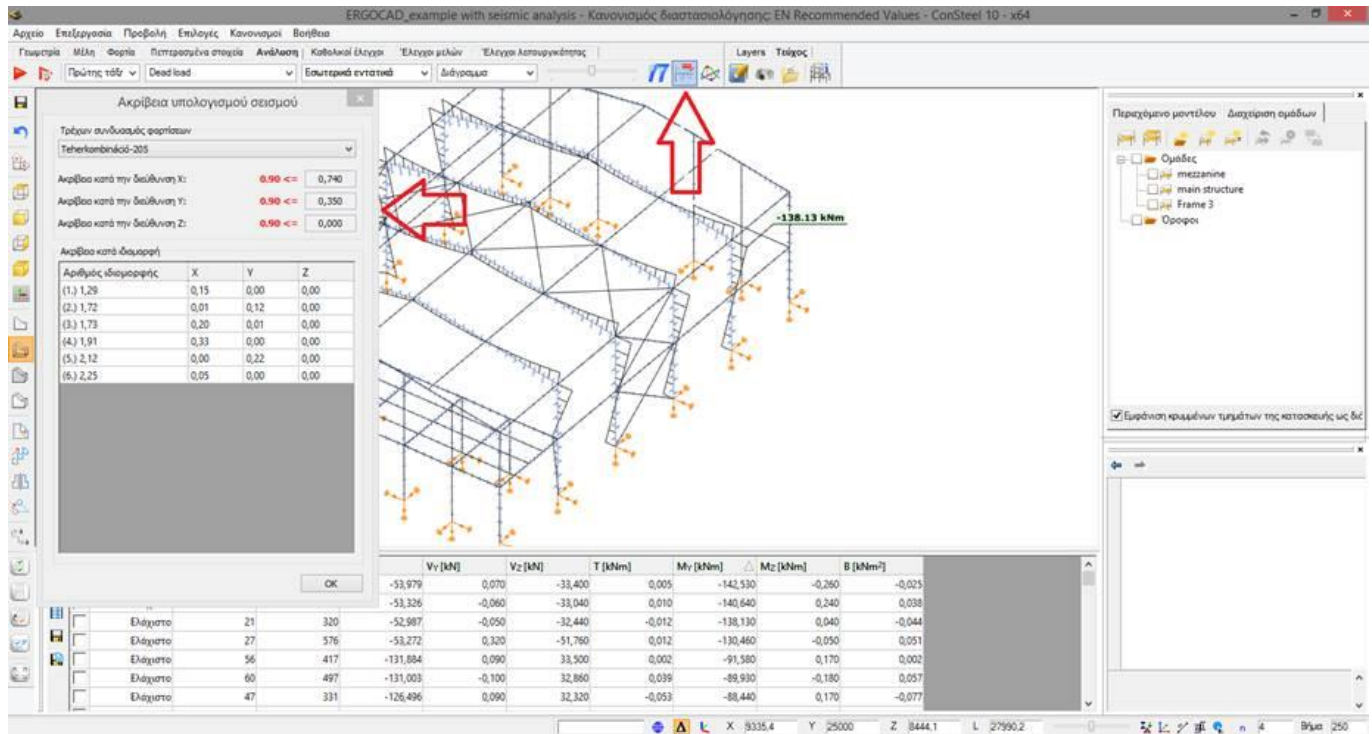
Επίπεδο εδάφους -  $Z$  [m]: 0

Εφαρμογή OK

#### 5. Που μπορώ να δω τα ποσοστά συμμετοχής μαζών ανά άξονα, και να τα τυπώσω στο Τεύχος?

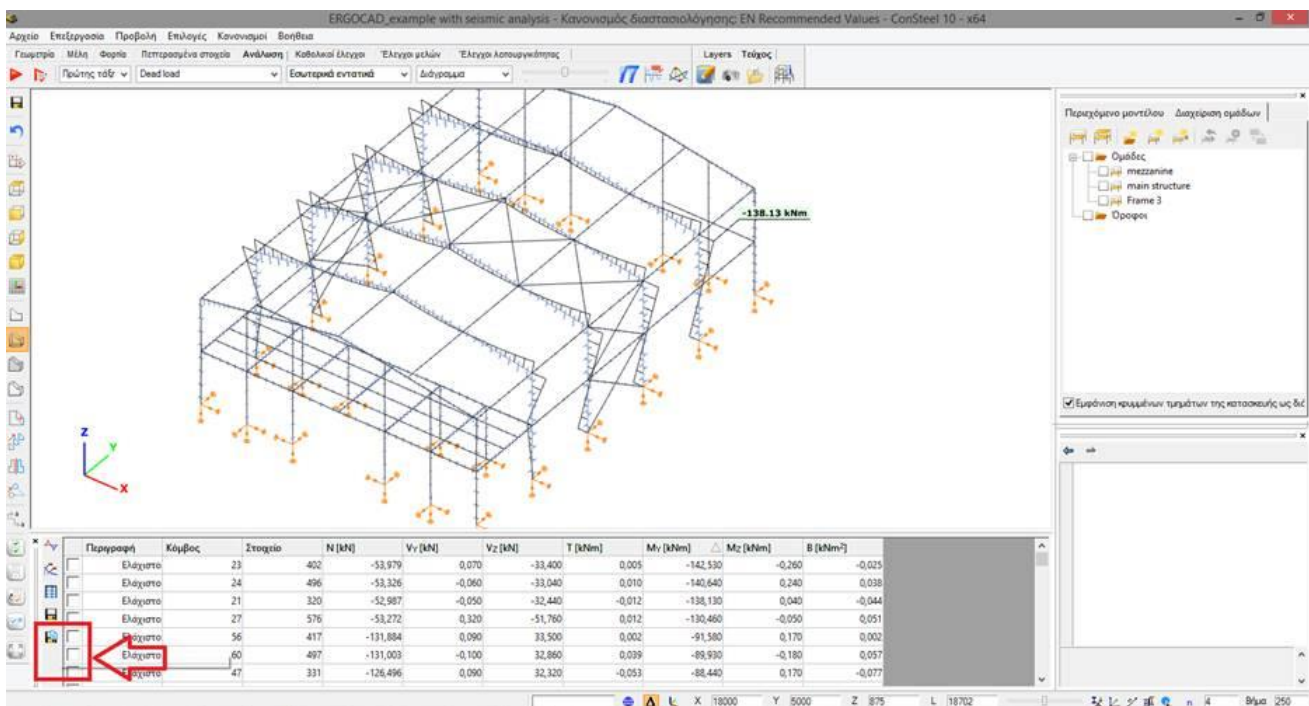
Ο έλεγχος μαζών υπάρχει ήδη και βρίσκεται στο πεδίο «Ακρίβεια υπολογισμού σεισμού» όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Μπορεί να επιλεγεί και σαν κεφάλαιο στο τεύχος υπολογισμών (εξάγεται αυτόματα – ως προεπιλογή).





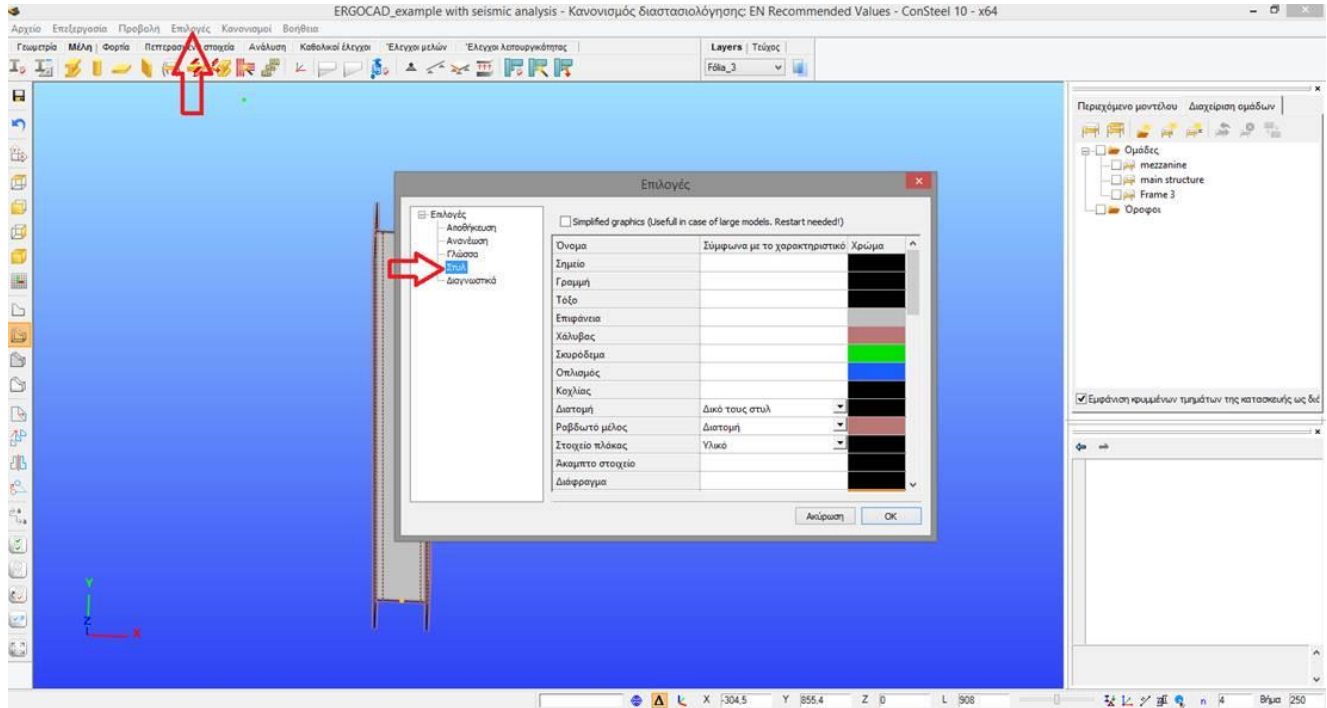
## 6. Που μπορώ να δω τις φορτίσεις και τους συνδυασμούς για τις δυνάμεις σε κάθε άξονα?

Από τους πίνακες εμφανίζουμε τα στοιχεία που θέλουμε και τα αποθηκεύουμε στο τεύχος μαζί με τα στιγμιότυπα της κατασκευής που χρειαζόμαστε.



## 7. Μπορώ να βλέπω τις διατομές ή τις γραμμές με χρώματα?

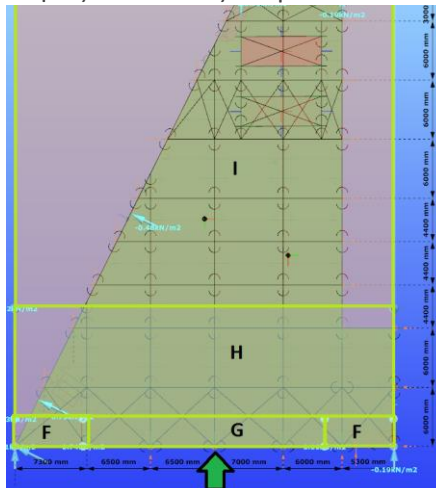
Χρησιμοποιούμε τα layers και τις ομάδες. Βασική προϋπόθεση είναι η αλλαγή των παραμέτρων στο πεδίο «Επιλογές>Στυλ>Διατομή>Δικό τους στυλ»



## 8. Μπορώ να τοποθετήσω φορτία ανέμου στην περίπτωση που η υπό μελέτη κατασκευή δεν εμπίπτει σε μία από τις τυπικές μορφές του ευρωκώδικα 1 αλλά αποτελείται από στέγη ή τοίχους τυχαίου σχήματος?

### Βήμα 1 – Υπολογισμός της πίεσης των φορτίων ανέμου

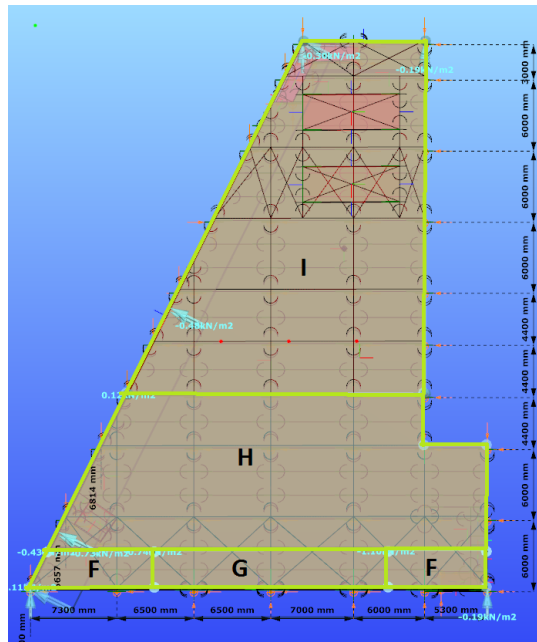
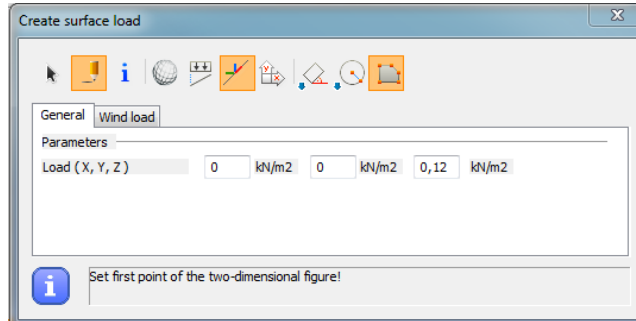
Μία αρκετά εύκολη λύση στο ConSteel, είναι να καλύψετε την στέγη με μία επιφάνεια κατανομής φορτίων η οποία περικλείει τις πλευρές του κτιρίου από την πλευρά που δρα ο άνεμος, και στη συνέχεια να εκτελέσετε την γεννήτρια των φορτίων ανέμου. Μετά από αυτή τη διαδικασία θα δημιουργηθούν οι επιμέρους ζώνες (F,G,H,I) με κατάλληλες διαστάσεις και με τα κατάλληλα υπολογιζόμενα φορτία ανέμου.





## Βήμα 2 – Τοποθέτηση των φορτίων σε κάθε ζώνη

Μετά τον υπολογισμό των φορτίων ανέμου, χρειάζεται να δημιουργήσετε μία νέα επιφάνεια κατανομής φορτίων με τη βοήθεια ενός πολυγώνου ώστε να περιγράφεται ακριβώς το σχήμα της στέγης. Στη συνέχεια τοποθετείτε τα φορτία που υπολογίστηκαν στο προηγούμενο βήμα για κάθε ζώνη χρησιμοποιώντας την εντολή "Δημιουργία create surface load option". Με την επιλογή αυτή, θα μπορέσετε να τοποθετήσετε περισσότερα επιφανειακά φορτία μέσα σε επιφάνειες κατανομής φορτίων.



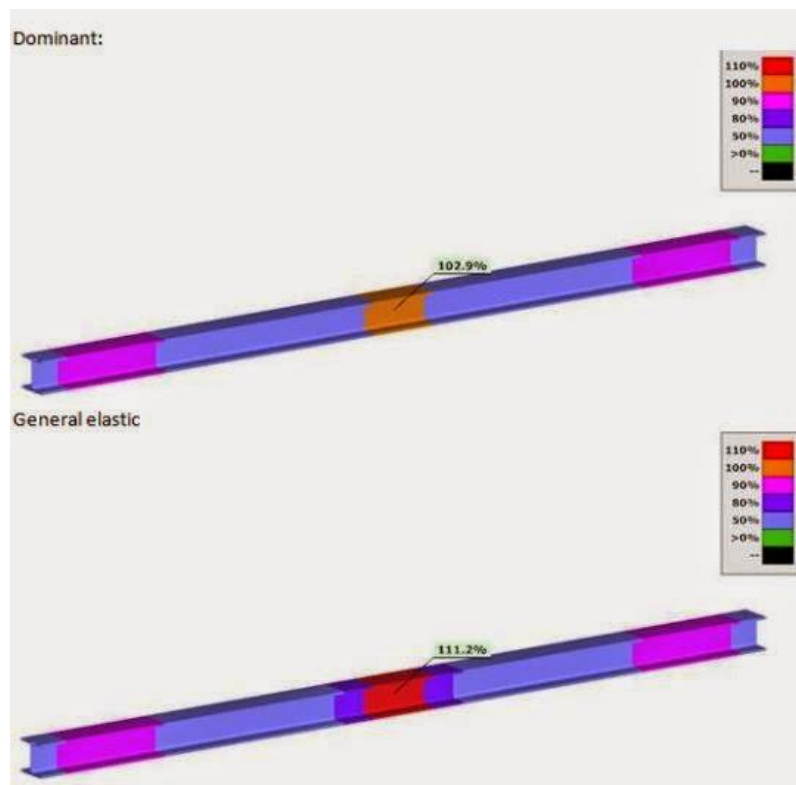
## 9. Στον ορισμό παραμέτρων ανάλυσης, πως μπορώ να επιλέξω ταυτόχρονα πολλούς συνδυασμούς?

Επιλέγουμε το πρώτο κελί με αριστερό κλικ για να εμφανιστεί το «v» και μετά επιλέγουμε τα επόμενα με δεξί κλικ «τραβώντας» στην ουσία το «v» προς τα κάτω (με δεξί κλικ!)

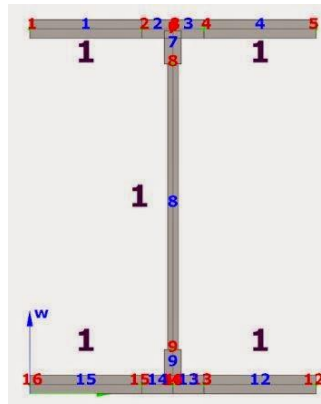
## 10. Ο λόγος επάρκειας (απόδοση) στη γενική ελαστική μέθοδο είναι υψηλότερος από αυτόν στην κυρίαρχη φόρτιση/υπολογισμό. Γιατί συμβαίνει αυτό?

Στον ευρωκώδικα αναφέρεται ότι είναι συμβατικό να οριστούν οι αντοχές των διατομών από την πλαστική αντίσταση τους, αν αυτές ανήκουν στην κατηγορία 1 ή 2. Στην περίπτωση αυτή οι αντιστάσεις των διατομών δεν θα κυριαρχούνται από την γενική ελαστική αντίσταση, παρόλα αυτά μπορούν να γίνουν και αυτοί οι έλεγχοι των αποτελεσμάτων (ειδικότερα από τη στιγμή που υπολογίζονται).

Όταν εκτελείται καθολικός έλεγχος σε μία κατασκευή, όλοι πιθανοί υπολογισμοί θα εκτελεστούν με βάση το σύνολο του ευρωκώδικα EN 1993-1-1 και από τμήματα του EN 1993-1-5. Τα αποτελέσματα αυτών των υπολογισμών εμφανίζονται τόσο στο γραφικό περιβάλλον όσο και στο παράθυρο επίλυσης κάθε διατομής. Για να δούμε ποιοι έλεγχοι σχεδιασμού έχουν υπολογιστεί ή για να αντλήσουμε περισσότερες πληροφορίες για το θέμα αυτό είναι χρήσιμο να ανατρέξουμε στο επίσημο εγχειρίδιο του προγράμματος στο κεφάλαιο 9.4.5.1 για μεταλλικές διατομές.



Αποδόσεις



Διατομή

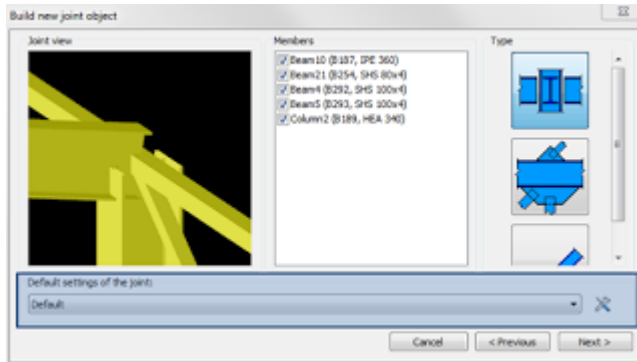
## 11. Προκαθορισμένες ρυθμίσεις συνδέσεων στο ConSteel & csJoint 9

Οι έξυπνες λειτουργίες στο ConSteel βοηθούν ώστε ο σχεδιασμός μίας σύνδεσης να πραγματοποιείται εύκολα και σε ελάχιστο χρόνο. Είτε ο σχεδιασμός γίνεται με αναγνώριση της σύνδεσης από το μοντέλο είτε χειροκίνητα υπάρχουν παράμετροι που χρειάζεται να λάβουν προκαθορισμένες τιμές όπως το μέγεθος των συγκολλήσεων, το υλικό των κοχλιών και οι διάμετροι τους, οι ιδιότητες των ενισχύσεων κ.α.

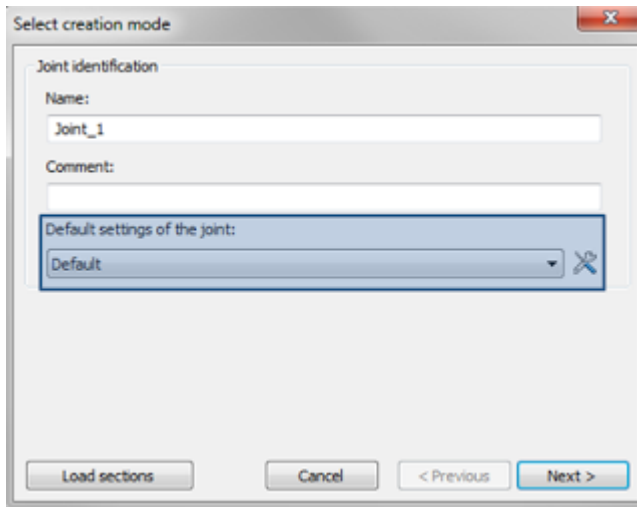
Στην περίπτωση ενός μοντέλου με πολλά μέλη ή αν απλά σχεδιάζετε πολλές συνδέσεις στο csJoint, θα μπορούσατε να προκαθορίσετε αυτές τις παραμέτρους με το χέρι (π.χ. αν χρειάζεστε ένα ειδικό σχηματισμό κοχλιών ή υλικό ελασμάτων) αλλά αυτό θα χρειαζόταν πολύ χρόνο. Στην περίπτωση αυτή η δημιουργία ενός “προτύπου” με τις προτιμήσεις του χρήστη θα βοηθούσε σημαντικά στην εξοικονόμηση χρόνου.

Οι προκαθορισμένες ρυθμίσεις συνδέσεων μπορούν να τροποποιηθούν στο πεδίο "**Default joint settings**", με δύο τρόπους.

Ο πρώτος τρόπος είναι κατά την δημιουργία μίας νέας σύνδεσης (από το μοντέλο ή χειροκίνητα), να κλικάρετε στο σχετικό εικονίδιο (κατσαβίδι/κλειδί) και να επιλέξετε τον τύπο από τη λίστα στο πίσω μέρος όπου θα εμφανιστούν οι προκαθορισμένες ρυθμίσεις του χρήστη, οπότε θα μπορείτε να τις επιλέξετε για την δημιουργία της σύνδεσης.

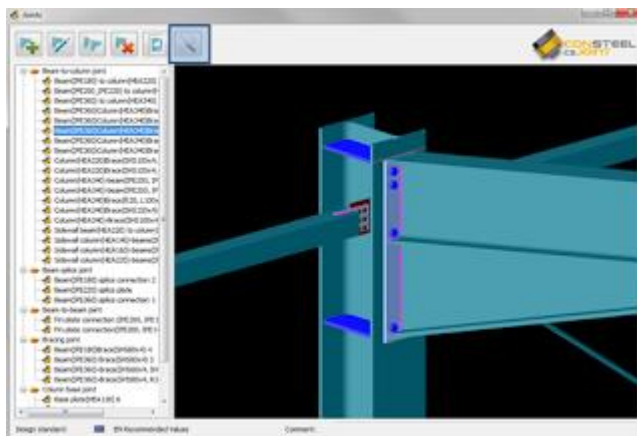


Δημιουργία νέας σύνδεσης από το μοντέλο



Δημιουργία νέας σύνδεσης χειροκίνητα

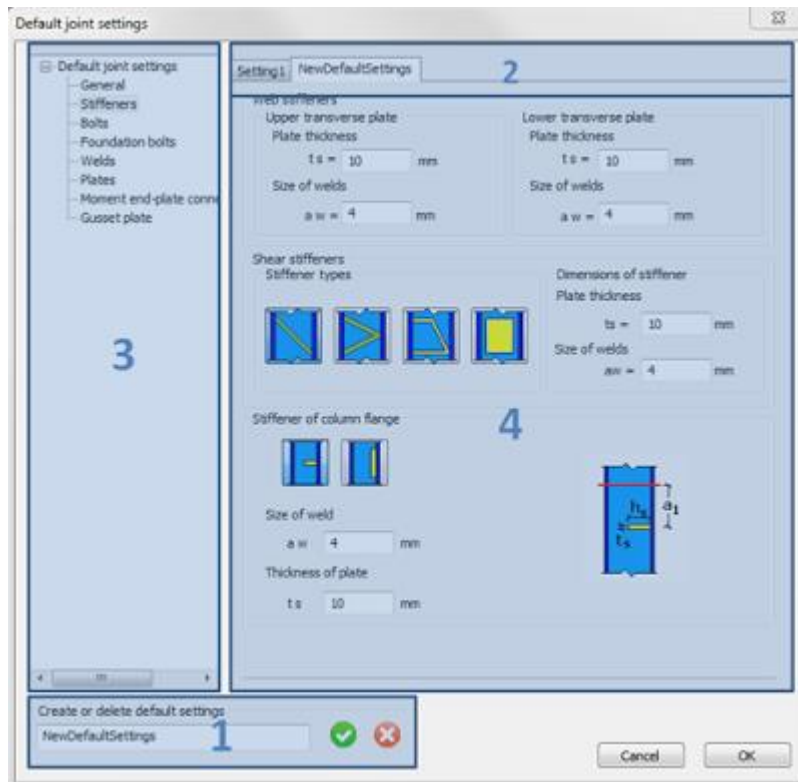
Ο δεύτερος τρόπος περιλαμβάνεται στο πεδίο "Default joint settings" όπου κλικάρετε στο κατσαβίδι/κλειδί και μετά στο πεδίο διαλόγου της σύνδεσης.



Joints dialog - List of all defined joints

Αφού κλικάρετε στο εικονίδιο αυτό θα εμφανιστούν οι προκαθορισμένες ρυθμίσεις συνδέσεων. Τα τμήματα και οι λειτουργίες του πεδίου αυτού περιγράφονται παρακάτω:

1. Δημιουργία νέων ρυθμίσεων, ή διαγραφή υφιστάμενων
2. Επιλογή ανάμεσα από προκαθορισμένες ρυθμίσεις συνδέσεων
3. Επιλογή των συστατικών των συνδέσεων από τη σχετική δενδροειδή λίστα η οποία είναι επεξεργάσιμη. Τα συστατικά αυτά περιλαμβάνουν: Γενικές πληροφορίες, ιδιότητες νευρώσεων, κοχλιών, αγκυρίων, συγκολλήσεων, ελασμάτων/πλακών και κομβοελασμάτων.
4. Αλλαγή των προκαθορισμένων τιμών των παραμέτρων του επιλεγμένου τύπου σύνδεσης (3.)



Default joint settings dialog

Επιλέγοντας το OK, οι ρυθμίσεις θα είναι διαθέσιμες στη σχετική λίστα με τις “προκαθορισμένες”.

Το αρχείο με τις ρυθμίσεις αυτές καταχωρείται στο φάκελο **Documents\ConSteel** ως αρχείο **UserConfig.xml**, το οποίο περιλαμβάνει όλες τις ρυθμίσεις του χρήστη. Αυτό το αρχείο UserConfig.xml file μπορεί να χρησιμοποιηθεί **επίσης από άλλους χρήστες** αν αντιγραφεί στο φάκελο Documents/ConSteel folder.



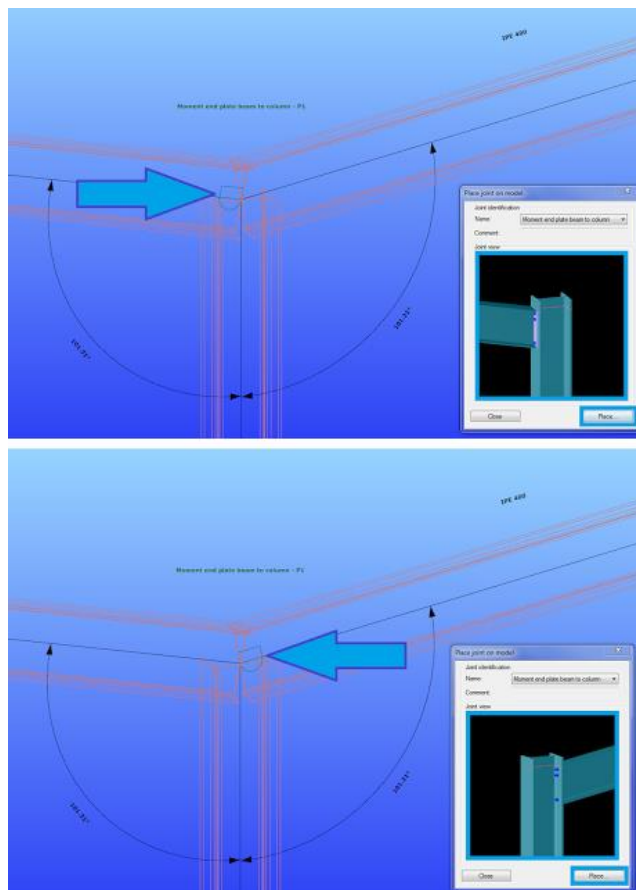
## 12. Επιλέγοντας τον προσανατολισμό μιας συμμετρικής σύνδεσης κατά την τοποθέτηση της στο μοντέλο.

Η γνωστή εντολή «τοποθέτηση σύνδεσης» στο πεδίο των “Μέλη” έχει ένα ακόμα -όχι τόσο γνωστό- χαρακτηριστικό μέσω του οποίου μπορεί να προσδιοριστεί η κατεύθυνση των συνδέσεων που ορίζονται από το χρήστη κατά την τοποθέτηση αυτών. Ο ορισμός της κατεύθυνσης μπορεί να γίνει γραφικά από το πεδίο διαλόγου «Τοποθέτηση κόμβου στο μοντέλο».

Η ευθυγράμμιση μιας σύνδεσης με μία συγκεκριμένη κατεύθυνση μπορεί να γίνει στο μοντέλο του ConSteel αν:

- Υπάρχουν περισσότερες από μία επιλογές τοποθέτησης
- Η γεωμετρία των συνδεδεμένων μελών είναι ακριβώς η ίδια

Αν υπάρχει μόνο μία επιλογή τοποθέτησης (για παράδειγμα σε ένα απλό δοκάρι συνδεδεμένο με ένα υποστύλωμα), τότε η στροφή της σύνδεσης στο γραφικό περιβάλλον δεν θα πραγματοποιηθεί. Αυτή η λειτουργία είναι χρήσιμη επίσης όταν τοποθετούνται σύνθετες συνδέσεις με συμμετρία στη γεωμετρία αλλά με διαφορές στις τοποθετούμενες συνδέσεις όπως για παράδειγμα λόγω διαφορετικών ενισχύσεων/δυσκαμψίας.



### 13. Επιλογή στοιχείου στο ConSteel με αναζήτηση ενός μόνο τμήματος από το όνομα του στοιχείου, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο με το σύμβολο " \* ".

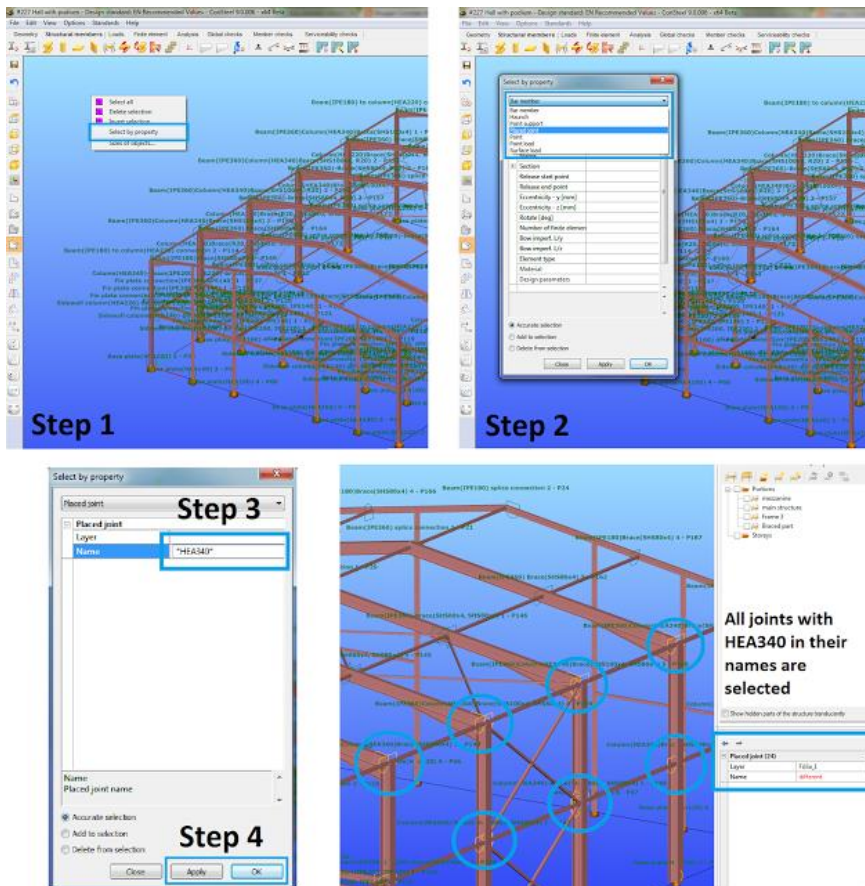
Πολλές φορές η αναζήτηση στοιχείων σε ένα μεγάλο μοντέλο μπορεί να γίνει εύκολα με τη χρήση της εντολής «επιλογή κατά ιδιότητα». Η εντολή αυτή εμφανίζεται αν γίνει δεξί κλικ στο επιφάνεια εργασίας του CONSTEEL. Για παράδειγμα, στο παρακάτω μοντέλο, ενώ υπάρχουν διάφοροι τύποι συνδέσεων, θεωρούμε ότι θέλουμε να επιλέξουμε εκείνες τις οποίες περιλαμβάνουν στο όνομά τους τη φράση «HEA340».

*Φυσικά αυτή η μέθοδος λειτουργεί όχι μόνο στις τοποθετημένες συνδέσεις αλλά και σε οποιοδήποτε άλλο κελί ονόματος στο πεδίο διαλόγου «Επιλογή κατά ιδιότητα».*

Στην περίπτωση αυτή τα βήματα που χρειάζεται να ακολουθηθούν είναι τα εξής:

1. Δεξί κλικ στην επιφάνεια εργασίας του μοντέλου και κλικ στην εντολή **Επιλογή κατά ιδιότητα**
2. Επιλογή «**Κόμβος που τοποθετήθηκε**» από τη σχετική λίστα
3. Πληκτρολόγηση της φράσης **\*HEA140\*** στο κελί «**όνομα**»
4. Κλικ στην **Εφαρμογή** ή **OK**

**Παρατήρηση :** Αν πληκτρολογήσουμε **\*HEA140** θα αναζητηθούν ονόματα που **αρχίζουν** από τη φράση αυτή ενώ αν επιλέξουμε **HEA140\*** θα αναζητηθούν ονόματα που **καταλήγουν** σε αυτή τη φράση αντίστοιχα.



## 14. Οδηγός για την εφαρμογή των ατελειών

Στον ευρωκώδικα 3, ορίζονται 3 μέθοδοι για τον έλεγχο ευστάθειας μεμονωμένων μελών καθώς και για το σύνολο μιας κατασκευής:

- a, Μέθοδος λυγηρότητας και μειωτικού συντελεστή (1993-1-1 μέρος 6.3)
- b, Μέθοδος ατελειών (1993-1-1 μέρος 5.3)
- c, Μέθοδος ατελειών και λυγηρότητας/μειωτικού συντελεστή (1993-1-1 μέρος 5.2.2 b )

Στον ευρωκώδικα ορίζονται δύο μορφές ατελειών, **οι τοπικές και οι καθολικές**. Οι τοπικές ατέλειες εφαρμόζονται σε μεμονωμένα μέλη ενώ οι καθολικές ατέλειες εφαρμόζονται σε όλη την κατασκευή.

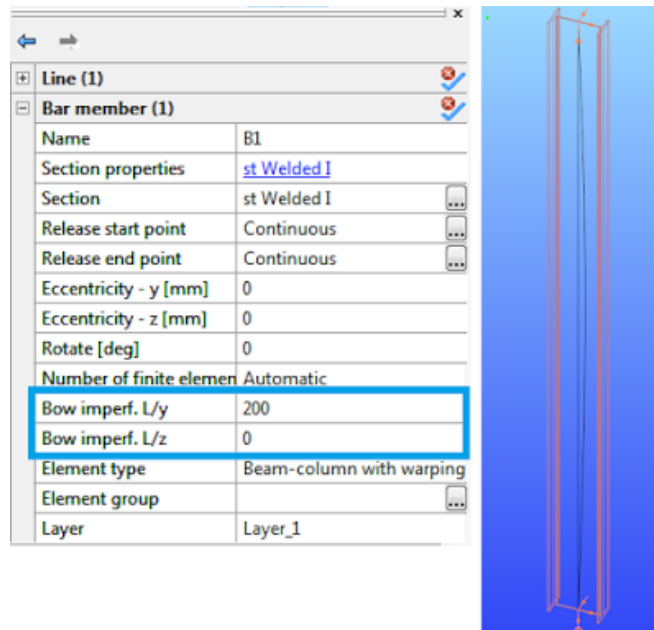
Στο Consteel υπάρχει η δυνατότητα να υπολογιστούν οι ατέλειες σε ένα μοντέλο μέσα από μία απλή διαδικασία. Στις οδηγίες που ακολουθούν θα αναλυθεί τόσο η διαδικασία όσο και μερικά απαραίτητα σημεία από τη νομοθεσία και τους ευρωκώδικες.

### Εφαρμογή των ατελειών στο ConSteel

#### Τοπικές ατέλειες:

**Η αρχική καμπύλωση** ορίζεται στις ιδιότητες μέλους, ως ένα χαρακτηριστικό ενός επιλεγμένου μέλους στα αντίστοιχα κελιά των αρχικών ατελειών. Είναι μισό ημιτονοειδές κύμα με καθορισμένο πλάτος, με βάση το μήκος τους μέλους. Είναι ανεξάρτητο από τα φορτία και το σύστημα στηρίξεων και μπορεί να καθοριστεί σε κάθε άξονα Z, Y του τοπικού συστήματος ενός μέλους. Η διεύθυνση των αρχικών ατελειών μπορεί να αλλάξει κατά την θετική ή αρνητική διεύθυνση των αξόνων ανάλογα με τη χρήση του συμβόλου (-).

Αφού καθοριστούν οι αρχικές ατελειών στο μοντέλο, αυτές θα ληφθούν υπόψη αυτόματα κατά τη διάρκεια της ανάλυσης. Δεν απαιτείται άλλη διαδικασία αφού πλέον αποτελούν χαρακτηριστικό του μοντέλου.



Οι σχετικές αρχικές καμπυλώσεις των μελών για τον καμπτικό λυγισμό καθορίζονται ως τοπικές ατέλειες στον ευρωκώδικα 3, μέρος 5.3.2 (b). Η τιμή σχεδιασμού του πλάτους  $e_0/L$  βασίζεται στις καμπύλες λυγισμού σύμφωνα με τον πίνακα 6.3 του ευρωκώδικα 3. Αυτές οι καμπύλες λυγισμού προσδιορίζονται από πειράματα τα οποία έχουν εκτελεστεί σε αρθρωτά υποστυλώματα.

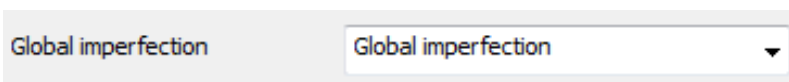
Table 5.1: Design values of initial bow imperfection  $e_0 / L$

Buckling curve acc. to Table 6.1	elastic analysis	plastic analysis
	$e_0 / L$	$e_0 / L$
$a_0$	1 / 350	1 / 300
a	1 / 300	1 / 250
b	1 / 250	1 / 200
c	1 / 200	1 / 150
d	1 / 150	1 / 100

## Καθολικοί τύποι ατελειών

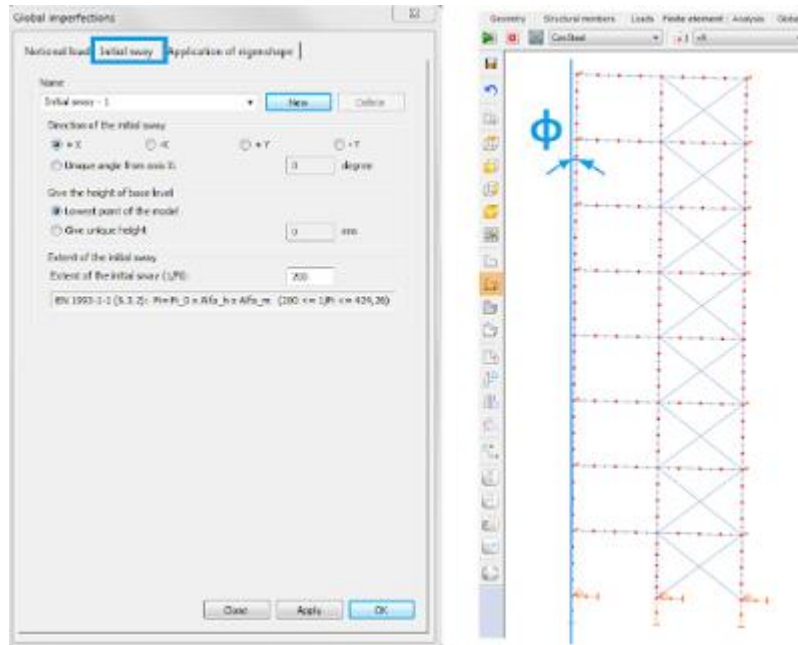


Οι καθολικοί τύποι ατελειών λαμβάνονται υπόψη στην ανάλυση, αν τις επιλέξουμε από τη σχετική λίστα στο πεδίο των παραμέτρων της ανάλυσης.



**Η αρχική πλευρική μετάθεση** ορίζεται ως μία μετάθεση σε ολόκληρο το μοντέλο. Συνήθως αυτό το φαινόμενο είναι αμελητέο σε κάποιους τύπους κατασκευών. Χρησιμοποιείται σε

περιπτώσεις πλαισίων τα οποία είναι ευαίσθητα σε λυγισμό σε μία μορφή μετάθεσης. Ο τύπος για τον υπολογισμό του  $\phi$  περιλαμβάνεται στο ConSteel. Περισσότεροι τύποι αρχικών ατελειών πλευρικής μετάθεσης μπορούν να καθοριστούν σε διάφορες διευθύνσεις με διαφορετικές τιμές. Μπορούν να καθοριστούν αργότερα, στο πεδίο των παραμέτρων ανάλυσης οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση. Στο μοντέλο των πεπερασμένων στοιχείων, είναι δυνατό να εμφανιστούν οι εφαρμοζόμενες αρχικές ατέλειες πλευρικής μετάθεσης όπως εμφανίζονται στην εικόνα που ακολουθεί. Αν είναι επιλεγμένοι πρόσθετοι υπολογισμοί στο πεδίο των παραμέτρων ανάλυσης, τότε και αυτοί θα εμφανιστούν στο μοντέλο πεπερασμένων στοιχείων.



Οι αρχικές πλευρικές μεταθέσεις ορίζονται στο μέρος 5.3.2 (α) του EN 1993-1-1. Η τιμή αυτών εξαρτάται από το ύψος των υποστυλωμάτων στα οποία εφαρμόζονται και τον αριθμό των υποστυλωμάτων τα οποία βρίσκονται στην ίδια σειρά (πλαίσιο). Μπορούν να εφαρμοστούν σε όλες τις σχετικές οριζόντιες διευθύνσεις αλλά χρειάζονται να ληφθούν υπόψη σε μία και μόνο διεύθυνση.

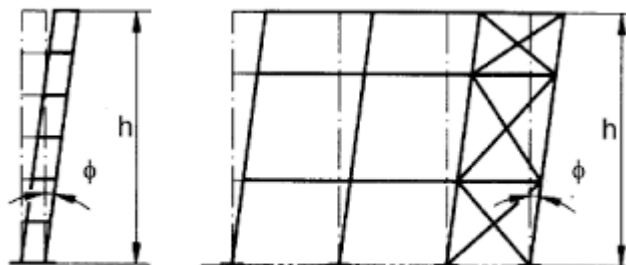
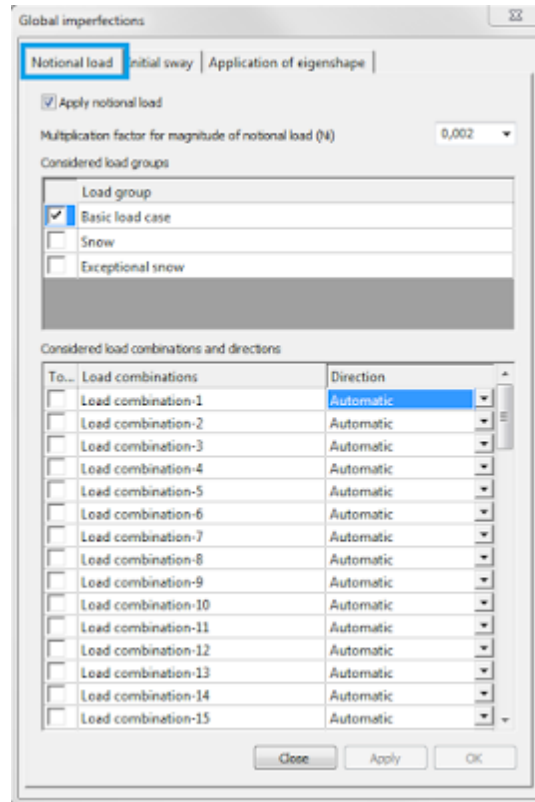


Figure 5.2: Equivalent sway imperfections

**Ονομαστικά οριζόντια φορτία** ή ισοδύναμες οριζόντιες δυνάμεις. Μπορούν να ληφθούν υπόψη σε οποιαδήποτε φόρτιση και συνδυασμό, αρκεί να επιλεγεί το αντίστοιχο πεδίο (checkbox).



Το ConSteel ελέγχει (σε επίπεδο πεπερασμένων στοιχείων) αν υπάρχουν κατακόρυφα φορτία σε υποστυλώματα σε φορτία/συνδυασμούς. Τα κατακόρυφα φορτία θα πολλαπλασιαστούν με αντίστοιχους συντελεστές και θα τοποθετηθούν ως οριζόντιες φορτίσεις στην επιθυμητή διεύθυνση είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα από το χρήστη. Στην περίπτωση της αυτόματης επιλογής της διεύθυνσης, το ConSteel ελέγχει όλες τις διευθύνσεις και τα κατακόρυφα φορτία θα τοποθετηθούν στην κυρίαρχη.



Η μέθοδος των ισοδύναμων οριζόντιων φορτίων ορίζεται στο κεφάλαιο 5.3.2 (5)B, (7) στον ευρωκώδικα EC1993-1-1

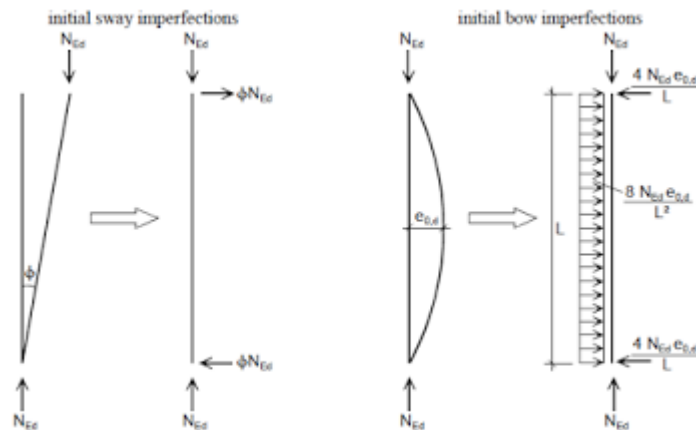


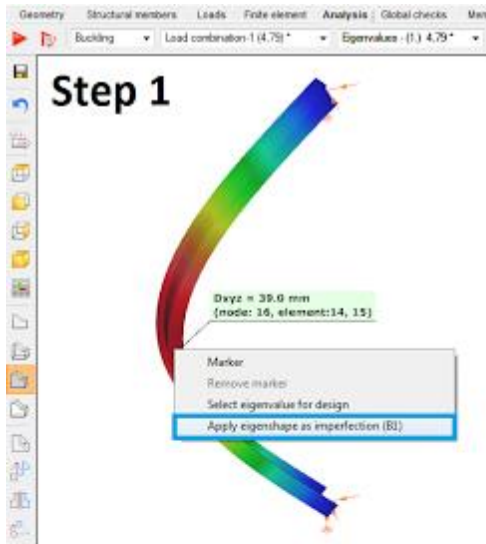
Figure 5.4: Replacement of initial imperfections by equivalent horizontal forces

**Η εφαρμογή των ιδιοτιμών** μπορεί να καλύψει τόσο τις τοπικές όσο και τις καθολικές ατέλειες, ανάλογα με την μορφή του εφαρμοζόμενου λυγισμού. Η μέθοδος εφαρμογής των ιδιοτιμών είναι η ακόλουθη:

Μετά την ανάλυση λυγισμού, λαμβάνονται οι μορφές λυγισμού του μοντέλου, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να γίνει τροποποίηση του μοντέλου πεπερασμένων και να εισαχθούν ως ατέλειες σε αυτό. Στην επόμενη ανάλυση οι ατέλειες θα ληφθούν υπόψη σε αυτό το τροποποιημένο μοντέλο πεπερασμένων στοιχείων.

Τα βήματα καθορισμού των ατελειών είναι τα ακόλουθα:

1. Επιλογή της εφαρμογής ιδιοτιμών ως ατέλεια μετά την εκτέλεση της ανάλυσης λυγισμού. Η λίστα με τις ιδιοτιμές εμφανίζεται αν κάνουμε δεξί κλικ στο μέλος.
2. Στο επόμενο πεδίο διαλόγου, μπορεί να επιλεγεί ο τύπος του πλάτους (mm ή πολλαπλασιαστικός συντελεστής). Στην περίπτωση επιλογής χιλιοστών "mm", το πλάτος θα καθοριστεί στα σημεία που εμφανίζεται η μέγιστη παραμόρφωση στα πεπερασμένα μέλη. Στην περίπτωση του πολλαπλασιαστικού συντελεστή, πρέπει να δοθεί πολλαπλασιαστής επιλέγοντας την τιμή λυγισμού από το μοντέλο. (Είναι σημαντικό ότι αυτές οι τιμές λυγισμού δεν έχουν φυσική σημασία είναι κανονικοποιημένες με σκοπό να μπορούμε να τις εμφανίζουμε στο μοντέλο). Η τιμή του πλάτους μπορεί να δοθεί χειροκίνητα ή κλικάροντας το πεδίο με τις τρεις τελείες με το οποίο θα μεταφερόμαστε στο βήμα 3.
3. Στο πεδίο διαλόγου του πλάτους των ιδιοτιμών, υπάρχουν δύο επιλογές για τον καθορισμό του πλάτους, με βάση τα διάφορα τμήματα των προτύπων/κανονισμών. Η πρώτη (άνω μπλε πλαίσιο στην εικόνα που ακολουθεί) βασίζεται στις σχετικές αρχικές ατέλειες καμπύλωσης μελών για καμπτικό λυγισμό (Table 5.1), και η δεύτερη στις σχετικές αρχικές ατέλειες καμπύλωσης μελών για καμπτικό λυγισμό με βάση το σχήμα της κρίσιμης ελαστικής μορφής λυγισμού του φορέα (κάτω μπλε πλαίσιο στην εικόνα που ακολουθεί).
4. Στο πεδίο διαλόγου των καθολικών ατελειών υπάρχουν περισσότερες επιλογές. Οι τιμές του πλάτους μπορούν να τροποποιηθούν χειροκίνητα από το χρήστη, ενώ μπορούν να δοθούν διάφορες τιμές πλάτους για διαφορετικές ιδιοτιμές λυγισμού. Στο σημείο αυτό μπορεί να αποφασιστεί ποιες από αυτές θα ληφθούν υπόψη.



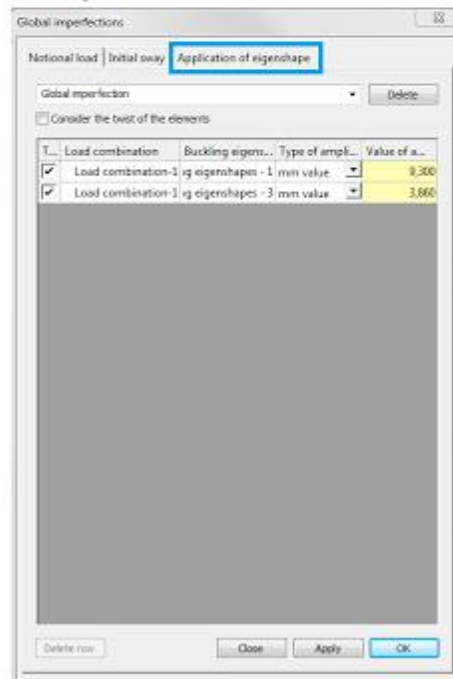
### Step2



### Step 3



### Step 4



Κεφάλαια που χρησιμοποιούνται από τον ευρωκώδικα :

-1993-1-1 5.3.2 (3) b) Σχετικές αρχικές ατέλειες καμπύλωσης μελών για καμπτικό λυγισμό)

-1993-1-1 5.3.2 (11) Σχετικές αρχικές ατέλειες καμπύλωσης μελών για καμπτικό λυγισμό με βάση το σχήμα της κρίσιμης ελαστικής μορφής λυγισμού του φορέα

## 15. Έλεγχος μοντέλου με δύο επίπεδα διαγνωστικών μηνυμάτων

Στο ConSteel υπάρχει η δυνατότητα να εκτελεστούν έλεγχοι στο μοντέλο για να διαπιστωθεί αν υπάρχουν σφάλματα στην προσομοίωση. Αυτά τα σφάλματα διακρίνονται σε δύο διαφορετικά επίπεδα (πρώτο και δεύτερο):

Το **Πρώτο επίπεδο διαγνωστικών** εκτελείται αυτόματα **πριν** την έναρξη των αναλύσεων κατά τη διάρκεια δημιουργίας του πλέγματος πεπερασμένων στοιχείων και καλύπτει τους παρακάτω ελέγχους:

- Αλληλοεπικάλυψη γραμμικών φορτίων ή στηρίξεων
- Μη σωστή τοποθέτηση σημειακών φορτίων ή στηρίξεων στο μοντέλο
- Αλληλοεπικάλυψη επιφανειακών μελών
- Αλληλοεπικάλυψη ραβδωτών μελών
- Πολύ μικρές αποστάσεις μεταξύ σημείων ή γραμμών των επιφανειών ράβδων, φορτίων ή στηρίξεων (τα όρια μπορούν να καθοριστούν στο πεδίο Επιλογές>Διαγνωστικά)

Το **Δεύτερο επίπεδο διαγνωστικών** μπορεί να ξεκινήσει χειροκίνητα **οποιαδήποτε στιγμή** για να ελεγχθεί η τρέχουσα κατάσταση του μοντέλου. Η εντολή αυτή βρίσκεται στο πεδίο **Προβολή>> Διαγνωστικά...** Εφαρμόζεται στο μοντέλο του χρήστη, όπου ελέγχονται οι βασικές απαιτήσεις του μοντέλου και καλύπτει τους παρακάτω ελέγχους:

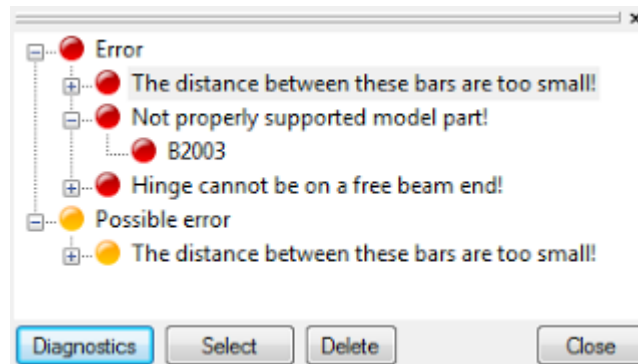
- Υπαρξη φορτίων στο μοντέλο
- Υπαρξη στηρίξεων στο μοντέλο
- Μήκος των μελών, γραμμικά φορτία και γραμμικές στηρίξεις
- Τιμή για το πάχος και το μέγεθος των πεπερασμένων ραβδωτών/επιφανειακών στοιχείων
- Αλληλοεπικάλυψη, μήκος και συμβατότητα των ενισχύσεων
- Πολλαπλές στηρίξεις στην ίδια θέση
- Συμβατότητα των εφελκόμενων στοιχείων
- Αρθρώσεις σε ελεύθερα άκρα δοκών
- Ακατάλληλα στηριζόμενα τμήματα του μοντέλου

Είναι χρήσιμο να εκτελούνται οι διαγνωστικοί έλεγχοι δευτέρου επιπέδου μετά την μοντελοποίηση της κατασκευής για να διαπιστωθούν τα σφάλματα τα οποία οφείλονται κατά τη δημιουργία του μοντέλου.

Υπάρχουν δύο είδη διαγνωστικών μηνυμάτων :

**Σφάλματα:** Διακόπτουν την ανάλυση και κάθε περαιτέρω υπολογισμό, οπότε είναι σημαντικό να ελεγχθούν.

**Πιθανά σφάλματα:** τα μηνύματα αυτά είναι προειδοποιητικά, επιτρέπουν την εκτέλεση αναλύσεων, αλλά επηρεάζουν τα αποτελέσματα και καλό είναι να ελέγχονται επίσης.



Κλικάροντας σε κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία στην δέντροειδή λίστα και κλικάροντας το κουμπί της επιλογής, τα επιλεγμένα αντικείμενα επισημαίνονται και ενεργοποιούνται στο γραφικό περιβάλλον. Τα επιλεγμένα στοιχεία μπορούν να διαγραφούν εύκολα με την εντολή διαγραφής ή απλά να τροποποιηθούν χρησιμοποιώντας τα εργαλεία των μελών.

Περισσότερες πληροφορίες για τα διαγνωστικά μηνύματα μπορείτε να βρείτε στο επίσημο εγχειρίδιο χρήσης της ERGOCAD, στα κεφάλαια: 1.2.3, 1.2.7, 7.3

## 16. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ ελέγχων καθολικής ευστάθειας και των ελέγχων μελών? Πως υπολογίζουμε το μήκος λυγισμού ενός συγκεκριμένου μέλους?"

Στον ευρωκώδικα 1993-1-1, και κατ'επέκταση στο ConSteel, περιλαμβάνονται 3 μέθοδοι για να ελεγχθεί η ευστάθεια σε ένα μοντέλο:

- **Η διαδικασία των ατελειών**, η οποία περιγράφεται στα κεφάλαια του ευρωκώδικα EN1993-1-1 5.2 και 5.3. Το κατασκευαστικό μοντέλο υπόκειται σε κατάλληλες γεωμετρικές ατέλειες και μετά την ολοκλήρωση της ανάλυσης δευτέρας τάξεως, χρειάζεται να ελεγχθούν μόνο οι αντοχές των διατομών
- **Η διαδικασία των μεμονωμένων μελών**, η οποία περιγράφεται στα κεφάλαια 6.3.1, 6.3.2 & 6.3.3, και βασίζεται σε δύο βασικές απλοποιητικές παραδοχές:

**Απομόνωση κατασκευαστικού μέλους:** Το σχετικό μέλος απομονώνεται από το υπόλοιπο κατασκευαστικό μοντέλο εφαρμόζοντας ειδικές συνοριακές συνθήκες (στηρίξεις, δεσμεύσεις, φορτία) στα σημεία συνδέσεων τα οποία λαμβάνονται υπόψη στο υπολογισμό της αντίστασης σε λυγισμό.

**Λειτουργία διαχωρισμού λυγισμού:** Ο λυγισμός ενός μέλους υπολογίζεται ξεχωριστά για τις καθαρές μορφές: καμπτικός λυγισμός για καθαρή θλίψη και στρεπτοκαμπτικός λυγισμός για καθαρή κάμψη. Τα δύο αυτά φαινόμενα συνδέονται με την εφαρμογή ειδικών συντελεστών αλληλεπίδρασης.

- **Γενική μέθοδος** (περιγράφεται στο κεφάλαιο 6.3.4)



Η βασική ιδέα πίσω από τη γενική μέθοδο είναι ότι **δεν** απομονώνονται μέλη ούτε διαχωρίζονται οι καθαρές μορφές λυγισμού αλλά λαμβάνεται υπόψη το σύνθετο σύστημα των δυνάμεων στο μέλος και αξιολογούνται οι κατάλληλες σύνθετες μορφές λυγισμού. Η μέθοδος αυτή προσφέρει την δυνατότητα παροχής λύσεων όπου η διαδικασία απομόνωσης μέλους είναι εντελώς ακατάλληλη.

Η γενική μέθοδος εφαρμόζεται όχι μόνο για μεμονωμένα, απομονωμένα μέλη αλλά και για επιμέρους πλαίσια ή για ολόκληρα κατασκευαστικά μοντέλα όπου η κυρίαρχη μορφή λυγισμού περιλαμβάνει το πλήρες πλαίσιο. Η γενική μέθοδος μπορεί να ελέγξει μη κανονικά στατικά μέλη όπως είναι τα μεταβλητά μέλη, τα ενισχυμένα μέλη καθώς και τυχαίες μορφής μέλη.

Η γενική μέθοδος μπορεί επίσης να εφαρμοστεί για περιπτώσεις που έχουμε μη κανονικά συστήματα φορτίων ή στηρίξεων όπου δεν είναι δυνατός ο διαχωρισμός σε καθαρές μορφές λυγισμού.

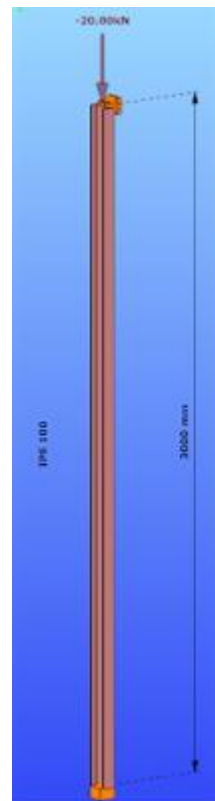
Παρά όλα τα παραπάνω, σε περιπτώσεις καθαρών μορφών (καθαρή θλίψη ή καθαρή κάμψη) το μήκος λυγισμού που υπολογίζεται από τη γενική μέθοδο μπορεί να είναι ίσο με αυτό που υπολογίζεται από τη μέθοδο των μεμονωμένων μελών. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα σχετικό παράδειγμα για υποστύλωμα που υπόκειται σε καθαρή θλίψη:

#### Παράδειγμα:

#### Προσδιορισμός του συντελεστή άλφα κρίσιμου με ανάλυση λυγισμού:

Ο άλφα κρίσιμος συντελεστής ( $\alpha_{cr}$ ) προκύπτει από την παρακάτω απαίτηση και αντιπροσωπεύει:

την ελάχιστη ενίσχυση που απαιτείται για τα εντός επιπέδου φορτία σχεδιασμού, για να φτάσει ένα μέλος την κρίσιμη ελαστική αντίσταση του κατασκευαστικού στοιχείου σε σχέση με τον πλευρικό ή στρεπτοκαμπτικό λυγισμό χωρίς να ληφθεί υπόψη για τον εντός επιπέδου καμπτικό λυγισμό.



#### Parameters:

**Section: IPE 100**

Material: S235

Main inertia around axes:

$I_y = 1708644 \text{ mm}^4$

$I_z = 158056 \text{ mm}^4$

**Length: 3000mm**

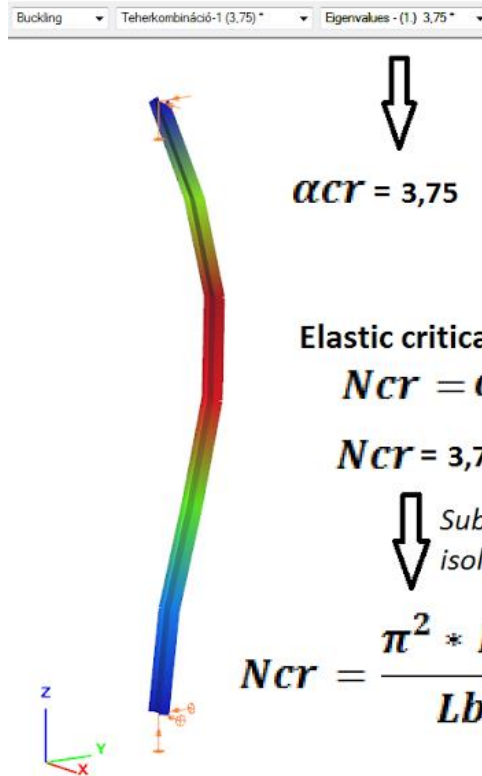
#### Supports:

x,y,zz on the top  
fixed on the bottom

**Load: 20kN**

Η κρίσιμη ελαστική ορθή (αξονική) δύναμη μπορεί να εκφραστεί με τον πολλαπλασιασμό του άλφα κρίσιμου και της  $N_{ed}$ . Με μία αλλαγή στον τύπο της διαδικασίας του μεμονωμένου μέλους, μπορεί να υπολογιστεί το μήκος λυγισμού.

Στην περίπτωση αυτή, το μήκος λυγισμού υπολογίζεται 2088mm, το οποίο (έχοντας 3000 mm ως συνολικό μήκος υποστυλώματος) επιστρέφει το γνωστό 0,7 συντελεστή ενεργού μήκους από το σχήμα λυγισμού ενός υποστυλώματος με το άνω άκρο αρθρωτό και το κάτω πακτωμένο.



$$\alpha_{cr} = 3,75$$

Elastic critical normal force:

$$N_{cr} = \alpha_{cr} * N_{ed}$$

$$N_{cr} = 3,75 * 20kN = 75kN$$

Substitution into the isolated member approach form

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_b^2} \Rightarrow L_b = 2088mm$$

Άθροισμα:

General method "EN1993-1-1 6.3.4"

$$\alpha_{cr} = 3,75$$

—————



$$N_{cr} = \alpha_{cr} * N_{ed}$$

$$75kN = 3,75 * 20kN$$

Individual member check "EN 1993-1-1 6.3.1-6.3.3"

$$N_{cr}$$



buckling length

$$L_b = k * L = 0,7 * 3000 = 2100mm$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_b^2}$$

$$75 = \frac{\pi^2 * 210000 * 158056}{L_b^2} \Rightarrow L_b = 2088mm$$

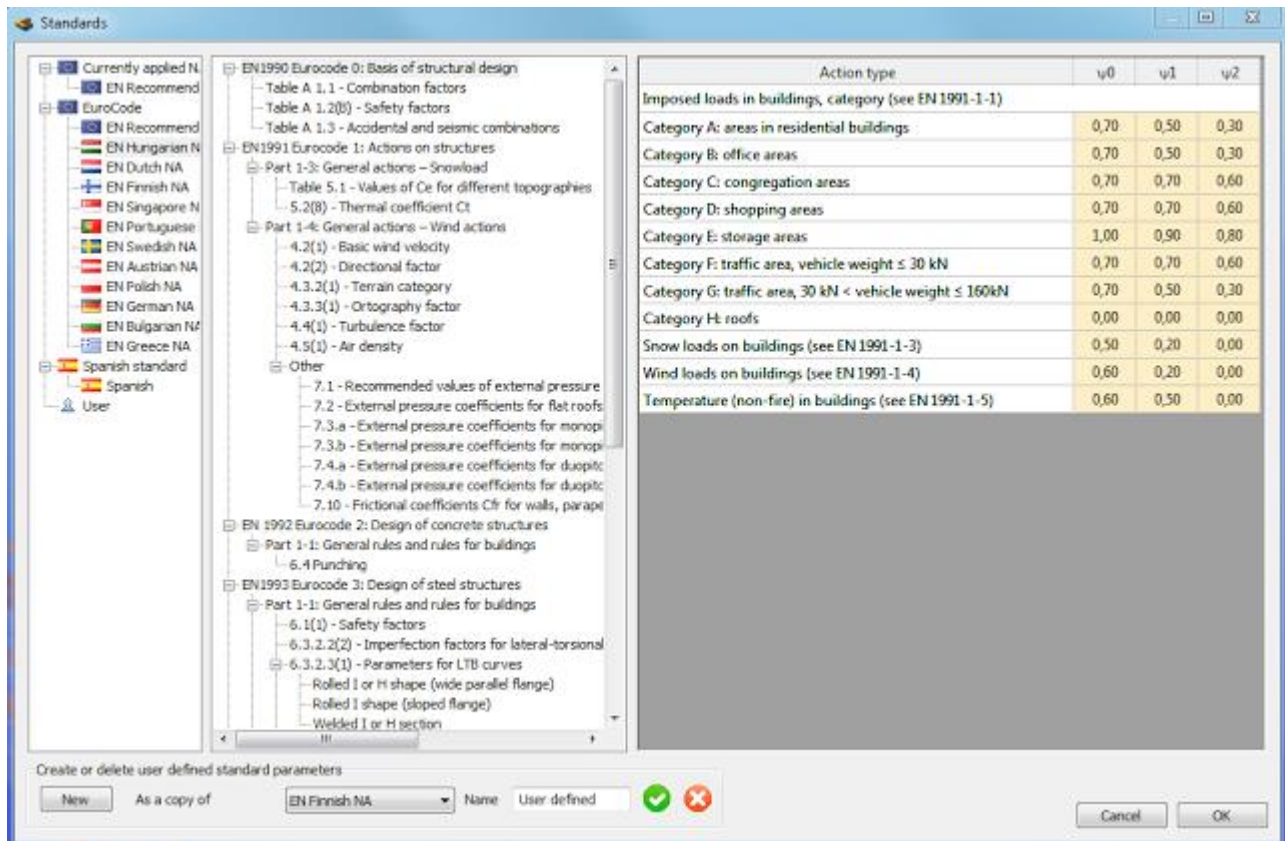
## 17. Πρότυπα χρήση

Παρόλο που στο Consteel λαμβάνονται πάντα υπόψη οι ανάγκες κάθε χρήστη για την περαιτέρω ανάπτυξη του προγράμματος, είναι πιθανό να παρουσιαστεί μία περίπτωση η οποία δεν θα έχει άμεση λύση. Στις περιπτώσεις αυτές αναζητείται εναλλακτική λύση, όπως θα αναφερθεί και παρακάτω.

Στο ConSteel, περιλαμβάνονται μία σειρά από έτοιμα σενάρια με εθνικά προσαρτήματα των ευρωκωδικών τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό κατασκευών, ενώ δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργήσει εύκολα και τα δικά του. Τα πρότυπα τα οποία είναι διαθέσιμα προς το παρόν είναι των χωρών:

Ευρώπη (γενικό – προτεινόμενο),

Γερμανίας, Ουγγαρίας, Ολλανδίας, Φινλανδίας, Σιγκαπούρης, Πορτογαλίας, Σουηδίας, Αυστρίας, Πολωνίας, Ελλάδα, Κύπρου, Ισπανίας, Βουλγαρίας, Βρετανίας & Ρουμανίας

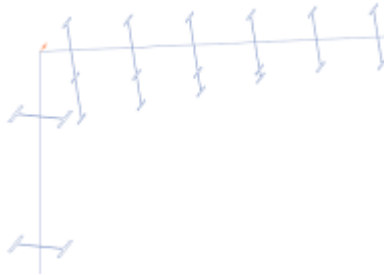


Το παράθυρο διαλόγου των προτύπων εμφανίζεται με την επιλογή του εικονιδίου «Κανονισμοί» από όπου μπορούν να επιλεγούν τα πρότυπα στην αριστερή πλευρά, οπότε δεξιά θα εμφανιστούν οι τιμές των αντίστοιχων παραμέτρων, των συντελεστών ασφαλείας & συνδυασμών ενώ αναφέρονται για την πλήρη ενημέρωση του χρήστη και τα αντίστοιχα κεφάλαια των κανονισμών. Αν ο χρήστης εκπονεί μελέτη σε περιοχή

με ιδιαίτερες παραμέτρους ή σε περιοχή η οποία δεν περιλαμβάνεται στα πρότυπα τότε μπορεί να επιλέξει το εκείνο το πρότυπο το οποίο έχει τα περισσότερα κοινά στοιχεία με αυτό που ο χρήστης θέλει, στη συνέχεια να δημιουργήσει αντίγραφο και μετά να καταχωρήσει με νέο όνομα το πρότυπο. Στην περίπτωση αυτή όλα τα στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω (παραμέτροι, συντελεστές κλπ) είναι επεξεργάσιμα (ενώ στα πρότυπα των εθνικών προσαρτημάτων είναι κλειδωμένα). Από τη στιγμή που ένα νέο πρότυπο καταχωρηθεί θα εμφανίζεται στη σχετική λίστα σε κάθε νέα μελέτη. Τα νέα αυτά πρότυπα καταχωρούνται ως νέα αρχεία εδώ: *Documents\ConSteel\UserSandard.xml*

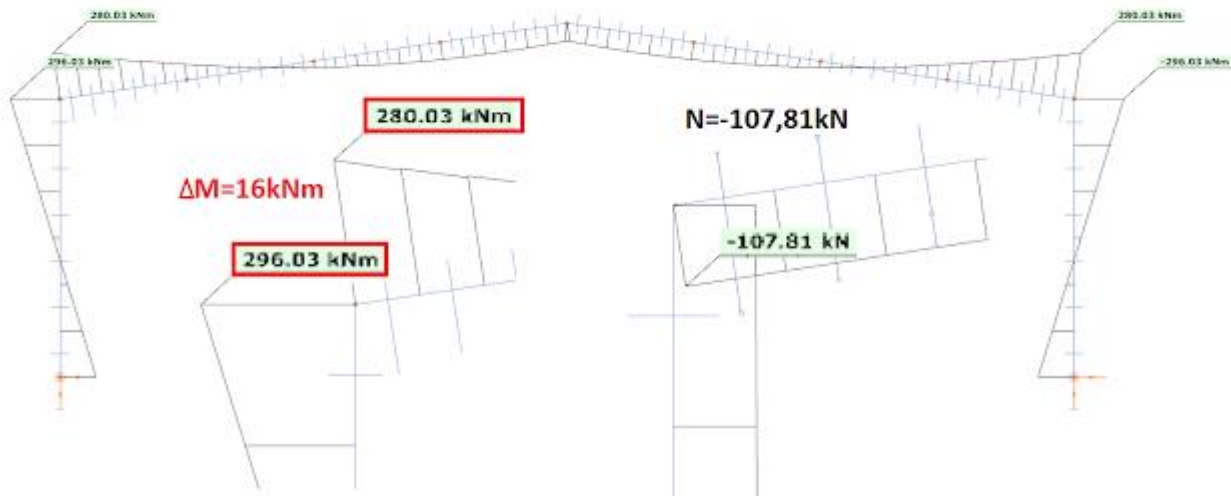
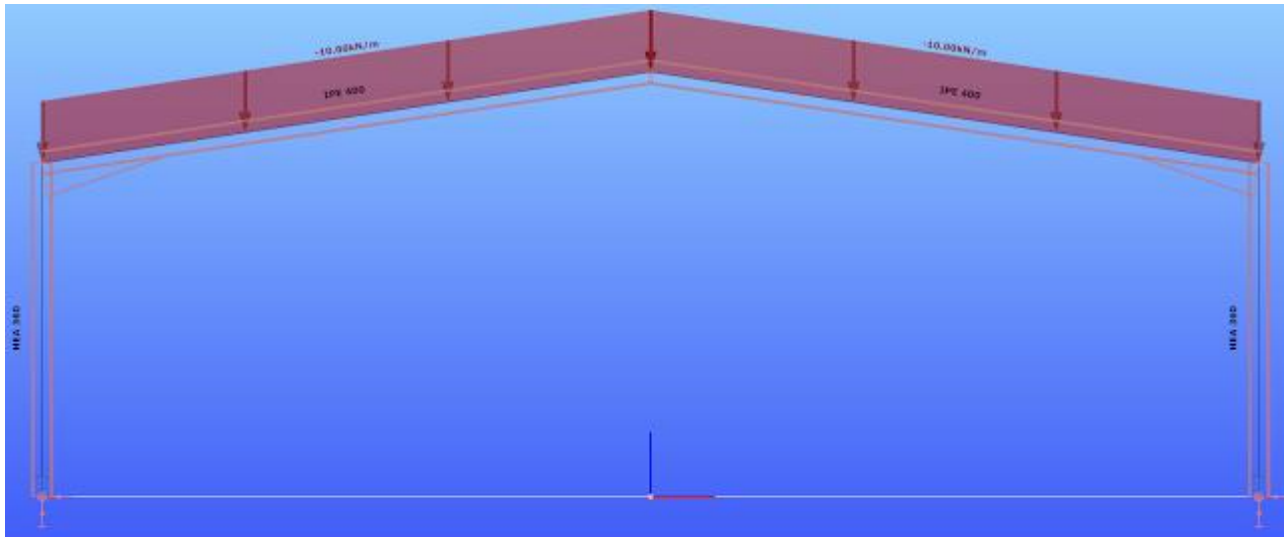
## 18. Υπάρχει περίπτωση να μην «κλείνουν» οι ροπές σε ένα ενισχυμένο πλαίσιο παρόλο που επιβάλλονται συμμετρικά φορτία?

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι για τα ενισχυόμενα τμήματα των μελών, οι νέες διατομές δημιουργούνται κατά την αυτόματη παραγωγή των πεπερασμένων στοιχείων, τα οποία περιλαμβάνουν τις πρότυπες διατομές και τις ενισχύσεις με το κατάλληλο ύψος κορμού. **Αυτές οι νέες διατομές τοποθετούνται έκκεντρα στον γραμμή αναφοράς του μέλους** (εκτός των συμμετρικών τύπων ενισχύσεων).

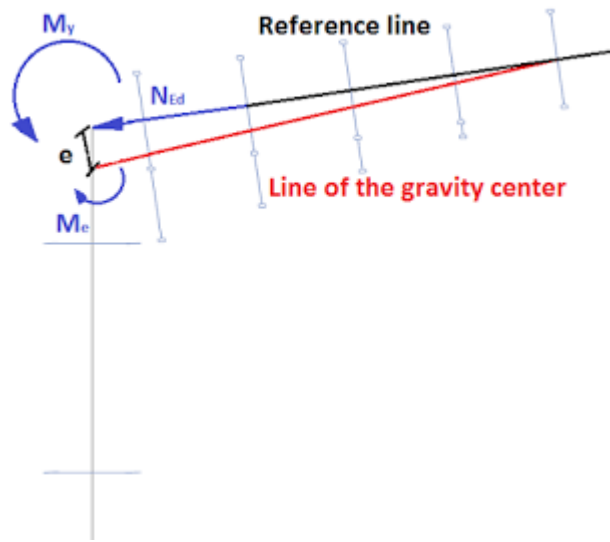


Τροποποιημένες διατομές στο τμήμα της ενίσχυσης

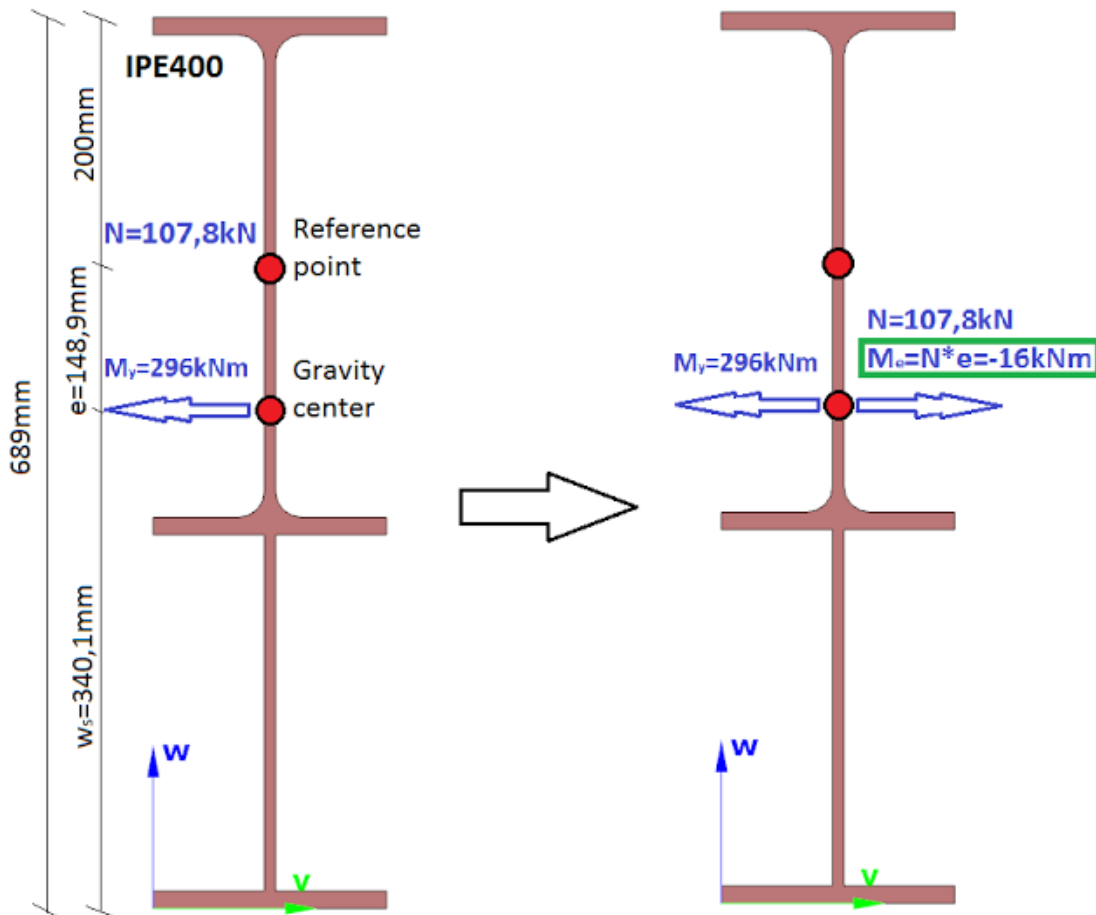
**Η εκκεντρότητα προκαλεί πρόσθετα φαινόμενα στα αποτελέσματα της ανάλυσης, εξαιτίας της έκκεντρης θέσης των δυνάμεων που δρουν στις διατομές.** Για παράδειγμα στο σημείο σύνδεσης δοκού υποστυλώματος ενός πλαισίου με ενισχυμένη δοκό και/ή υποστύλωμα, η ισορροπία των εντός επιπέδων ροπών κάμψης υπάρχει μόνο αν οι πρόσθετες ροπές από τις έκκεντρες αξονικές δυνάμεις λαμβάνονται υπόψη.




Ο λόγος είναι ότι η αξονική δύναμη στη δοκό έχει μία εκκεντρότητα συγκρινόμενη με τον κεντροβαρικό άξονα της δοκού με την ενίσχυση. Αυτή η εκκεντρότητα της αξονικής δύναμης προκαλεί μία αλλαγή στα αποτελέσματα της εντός επιπέδου καμπτικής ροπής  $M_y$  της δοκού.

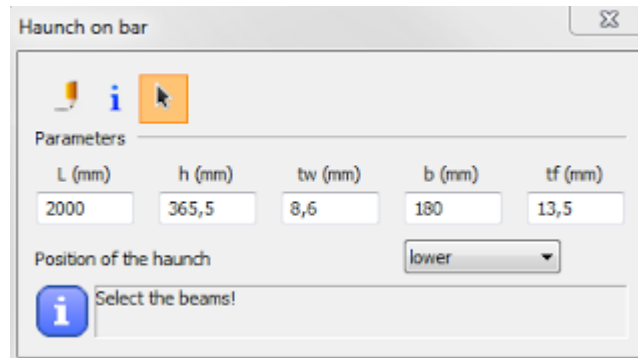


Η τιμή της εντός επιπέδου καμπτικής ροπής που προκαλείται από την έκκεντρη αξονική δύναμη υπολογίζεται ως εξής:





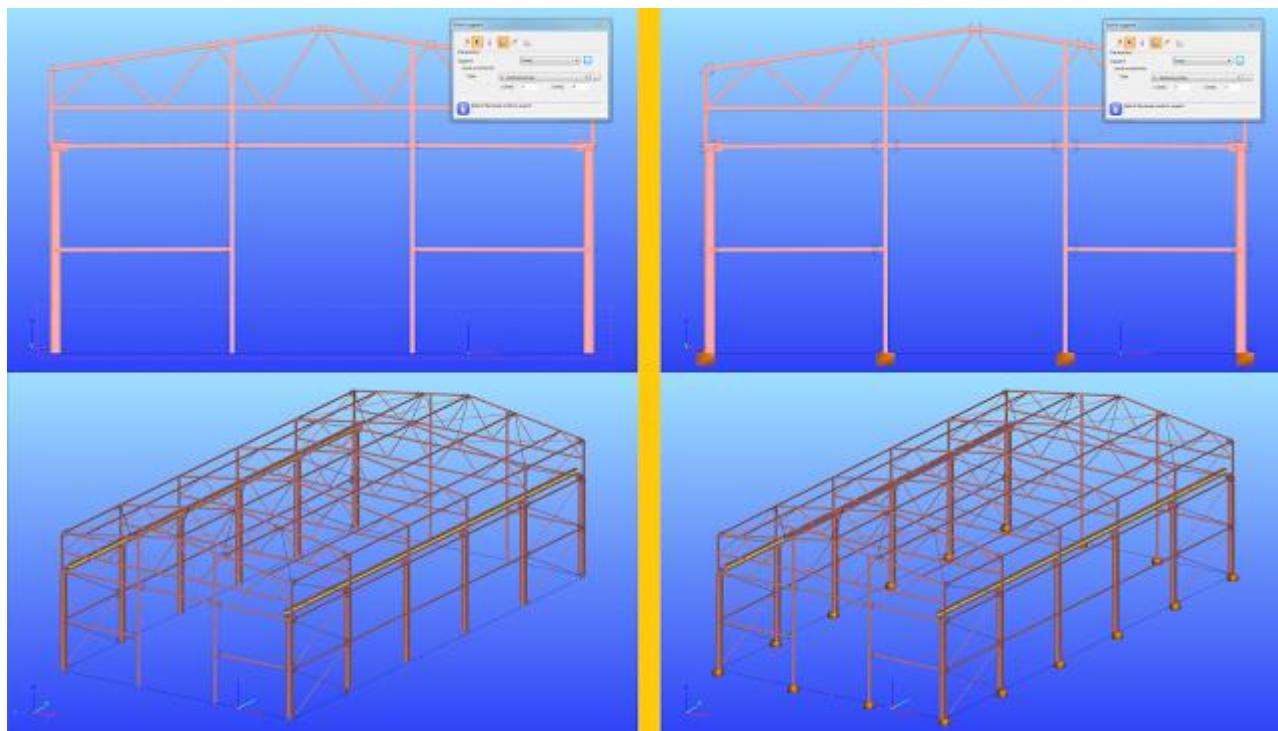
\* Οι ενισχύσεις μπορούν να εφαρμοστούν στις δοκούς ή τα υποστυλώματα με χρήση της εντολής που βρίσκεται στο πεδίο «Μέλη». Κλικάροντας στο εικονίδιο  εμφανίζεται το αντίστοιχο πεδίο με τα γεωμετρικά στοιχεία αυτών. Στο πεδίο αυτό περιλαμβάνονται 3 τύποι ενισχύσεων: άνω, κάτω και συμμετρική με άνω & κάτω τμήμα. Αξίζει να σημειωθεί ότι η οριζόμενη ενίσχυση στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται στην εικόνα που ακολουθεί, μπορεί να τοποθετηθεί ταυτόχρονα σε όλα τα επιλεγμένα μέλη με τη χρήση της εντολής «επιλογή» (εικονίδιο με το μαύρο βέλος).



## 19. Τοποθέτηση πολλαπλών στηρίξεων σε μοντέλο.

Η μοντελοποίηση ενός σύνθετου κτιρίου πολλές φορές απαιτεί αρκετό χρόνο και προσοχή από το χρήστη ώστε το μοντέλο που θα παραχθεί να είναι το κατάλληλο για την ανάλυση και το σχεδιασμό. Χρησιμοποιώντας τις έξυπνες εντολές του CONSTEEL μπορεί να γίνει εύκολα και με ασφάλεια η προσομοίωση του φορέα και να εξοικονομηθεί χρόνος για τα πιο σημαντικά στοιχεία μιας μελέτης.

Κατά τη διάρκεια της μοντελοποίησης, μπορούν να τοποθετηθούν πολλαπλές στηρίξεις και να επιταχυνθεί σημαντικά η διαδικασία δημιουργίας του τελικού μοντέλου. Οι εισαγωγή στηρίξεων στα υποστυλώματα είναι ένα καλό παράδειγμα όπου δεν χρειάζεται να τοποθετηθούν μία προς μία οι στηρίξεις αλλά χρησιμοποιώντας το εικονίδιο του βέλους (βρίσκεται στο πεδίο Μέλη>Σημειακή στήριξη) τοποθετούνται στηρίξεις αυτόματα στο κάτω κόμβο όλων των επιλεγμένων υποστυλωμάτων. Με τον τρόπο αυτό εισάγονται όλες οι στηρίξεις με 2 και μόνο κλικ στα σημεία που θέλει ο χρήστης χωρίς να χρειάζονται άλλες ενέργειες.



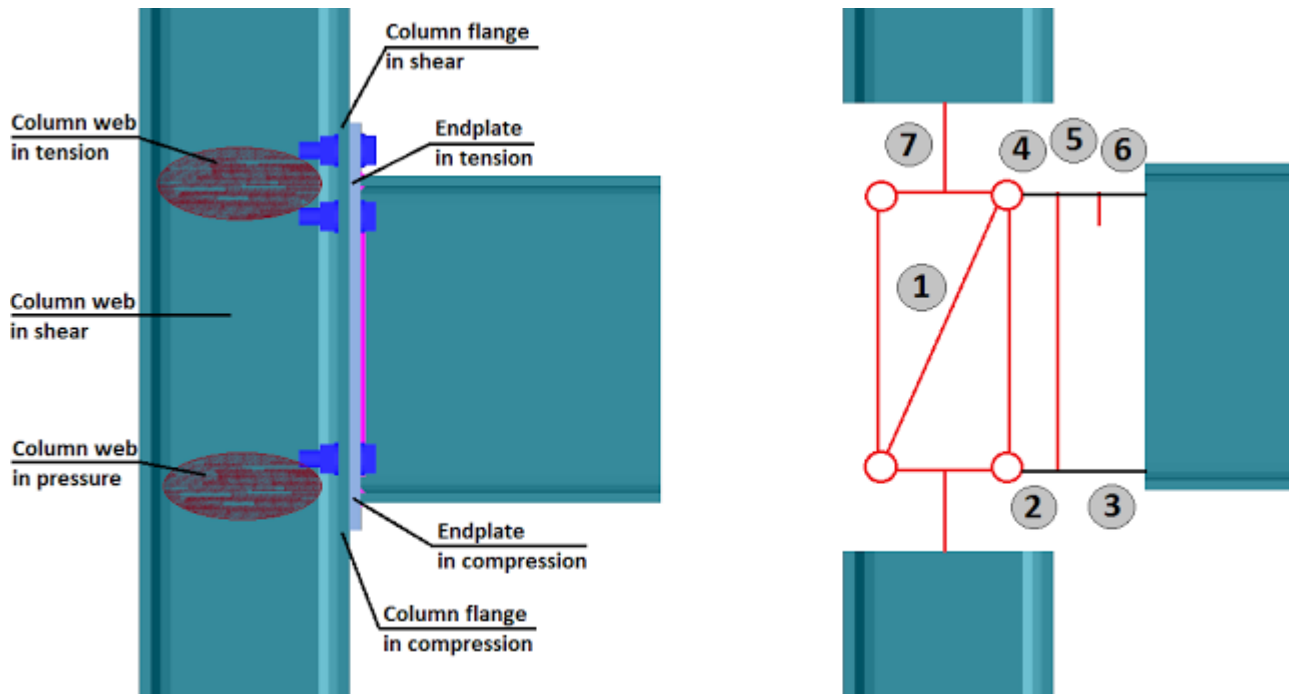
## 20. Βελτιστοποιώντας μία μεταλλική σύνδεση με το csJoint

Στη διαδικασία σχεδιασμού συνδέσεων σε ένα κόμβο αναφέρεται συχνά από τους μελετητές αρκετών προγραμμάτων, μία δυσκολία στον υπολογισμό του τελικού λόγου απόδοσης και η απορία γιατί η απόδοση δεν συνδέεται απευθείας με τα συστατικά στοιχεία της σύνδεσης ώστε όταν γίνεται μία αλλαγή να ενημερώνεται απευθείας ο τελικός λόγος. Στην πραγματικότητα, υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις όπου για να έχουμε πλήρη επάρκεια σε ένα κόμβο, απαιτούνται σύνθετες διαδικασίες και αρκετός χρόνος αφού με την πρώτη ματιά φαίνεται ότι συμμετέχουν ταυτόχρονα πολλές παράμετροι οι οποίες πρέπει να καθοριστούν. Αν όμως γνωρίζουμε τη διαδικασία υπολογισμού τότε τα πράγματα γίνονται πολύ πιο εύκολα και γρήγορα.

Η διαδικασία αυτή στον ευρωκώδικα 3, περιλαμβάνει τη μέθοδο των συστατικών η οποία περιγράφει μεθόδους για τον υπολογισμό της αντίστασης, της δυσκαμψίας και της στρεπτικής συμπεριφοράς μίας σύνδεσης μετωπικής πλάκας σε κάμψη.

Το άθροισμα των μηχανικών παραμέτρων για κάθε συστατικό, δίνει τις μηχανικές παραμέτρους του συνολικού κόμβου. Η αντίσταση του ασθενέστερου συστατικού καθορίζει φυσικά και το αποτέλεσμα της αντίστασης του συνολικού κόμβου.

Ο καθορισμός και η λειτουργία του μοντέλου μιας τέτοιας σύνδεσης δοκού σε υποστύλωμα περιγράφεται παρακάτω ως εξής :



Για τον προσδιορισμό της αντίστασης και της δυσκαμψίας της σύνδεσης του κόμβου, χρειάζεται να ελεγχθεί η συμπεριφορά των συστατικών που ακολουθούν κάτω από τη δράση των εσωτερικών δυνάμεων:

1. Κορμός του υποστυλώματος σε διάτμηση
2. Κορμός του υποστυλώματος σε θλίψη
3. Πέλμα δοκού σε θλίψη
4. Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη
5. Κοχλίες σε εφελκυσμό
6. Μετωπική πλάκα σε κάμψη
7. Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό

Όλα αυτά τα συστατικά έχουν τη δική τους αντίσταση και δυσκαμψία.

Όταν ελέγχεται ένας κόμβος στο csJoint, απαιτείται να ελέγχονται πάντα ποια είναι τα πιο ασθενή συστατικά του κόμβου αφού αυτά είναι που θα καθορίσουν την τελική αντίσταση συνολικά του κόμβου. Αυτά τα κυρίαρχα συστατικά θλίψης και εφελκυσμού μπορούν να ελεγχθούν στο παράθυρο των αποτελεσμάτων.

Αυτές οι παράμετροι που σχετίζονται με τα αδύνατα συστατικά του κόμβου, θα πρέπει να ενισχυθούν διαφορετικά οι όποιες αλλαγές δεν θα βελτιώσουν την απόδοση του κόμβου.

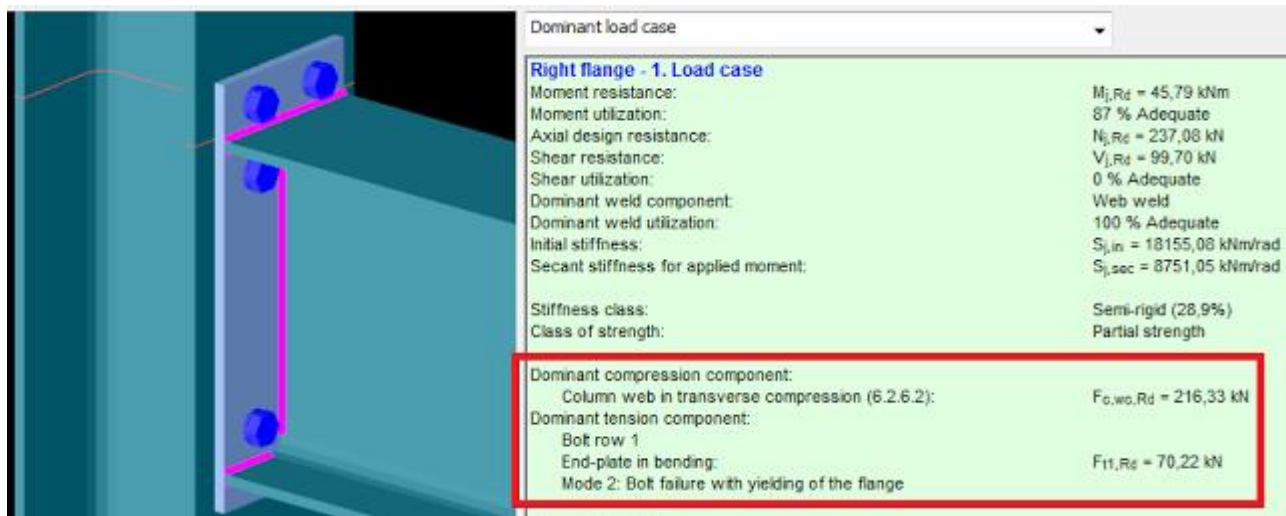
Για παράδειγμα, στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Τύπος αστοχίας 1: Πλήρης διαρροή του πέλματος (μετωπική πλάκα σε κάμψη). Μόνο οι ιδιότητες της μετωπικής πλάκας θα πρέπει να ενισχυθούν, όπως το υλικό και το πάχος της πλάκας

- Τύπος αστοχίας 2: Αστοχία κοχλιών με διαρροή του πέλματος (μετωπική πλάκα σε κάμψη): Θα πρέπει να αυξηθεί/ενισχυθεί το μέγεθος και το υλικό των κοχλιών & το πάχος και οι ιδιότητες υλικού της μετωπικής πλάκας
- Τύπος αστοχίας 3: Αστοχία κοχλιών: Θα πρέπει να αυξηθεί το μέγεθος των κοχλιών ή να δοθεί υψηλότερης κατηγορίας υλικό ή να εφαρμοστεί ενίσχυση στη δοκό ώστε να αυξηθεί ο μοχλοβραχίονας της εφελκυστικής δύναμης
- Κορμός του υποστυλώματος σε διάτμηση: Χρειάζεται να τοποθετηθούν νευρώσεις τέμνουσας στο υποσύλωμα
- Κορμός του υποστυλώματος σε θλίψη: Χρειάζεται να τοποθετηθούν νευρώσεις
- Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη: Χρειάζεται να τοποθετηθούν νευρώσεις στο πέλμα
- Κλπ...

**Η ενίσχυση των παραμέτρων του πιο αδύνατου συστατικού μπορεί να συνεχιστεί μέχρι κάποιο άλλο να μετατραπεί στο πιο αδύνατο. Μέχρι το σημείο αυτό η ενίσχυση του προηγούμενου δεν θα έχει επίδραση στην απόδοση του κόμβου.**

Από τη στιγμή που ο υπολογισμός ολόκληρου του κόμβου εκτελείται αυτόματα μετά από κάθε αλλαγή των παραμέτρων των συστατικών, η διαδικασία της βελτιστοποίησης του κόμβου εμφανίζεται δυναμικά στο σχετικό πεδίο αποτελεσμάτων.



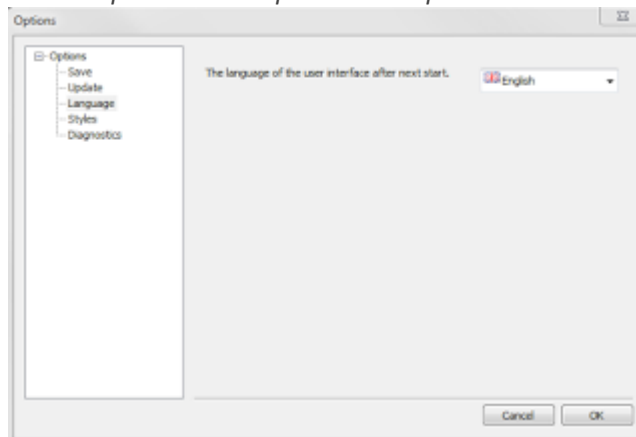
## 21. Αλλάζοντας την γλώσσα στο Consteel για παράδειγμα από „X”, σε „Y”, παραμένουν κάποιες φράσεις στην προηγούμενη. Γιατί συμβαίνει αυτό?

Η γλώσσα στο CONSTEEL μπορεί να αλλάξει σε τρία σημεία για διάφορους λόγους:

**1. Η γλώσσα του περιβάλλοντος εργασίας του χρήστη** μπορεί να καθοριστεί από το πεδίο «Επιλογές>γλώσσα». Όταν δημιουργείται ένα νέο μοντέλο το Consteel επιλέγει την τελευταία χρησιμοποιούμενη από το χρήστη γλώσσα. Αλλάζοντας την, όλα τα κείμενα που περιλαμβάνονται στην οθόνη και στα πεδία διαλόγου αλλάζουν και για να εμφανιστούν στην νέα γλώσσα χρειάζεται επανεκκίνηση του προγράμματος.

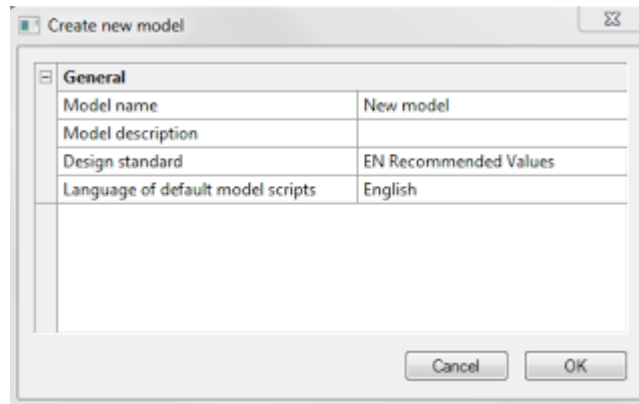
Οι παρακάτω γλώσσες είναι προς το παρόν διαθέσιμες στο ConSteel :

*Ουγγρικά, Αγγλικά, Ρουμάνικα, Γερμανικά, Ρώσικα,, Σλοβένικα, Πολωνικά, Ισπανικά, Σέρβικα, Πορτογαλικά, Τούρκικα, Κινέζικα, Ιταλικά και Ελληνικά ενώ αναμένεται να προστεθούν και άλλες γλώσσες.*

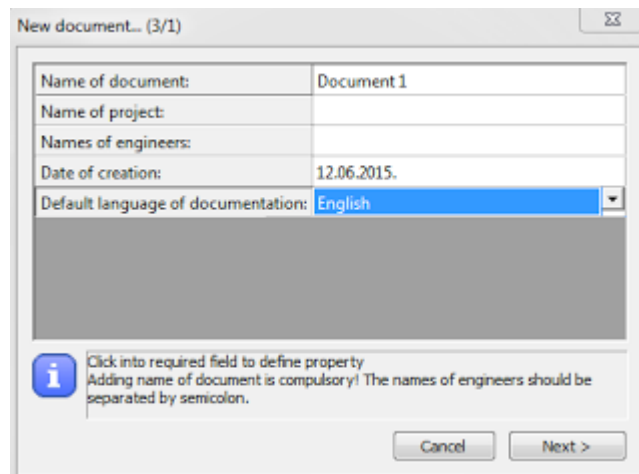


**2. Η προκαθορισμένη γλώσσα των βασικών στοιχείων ενός μοντέλου** μπορεί να οριστεί κατά τη διάρκεια δημιουργίας ενός νέου μοντέλου όπου στο σχετικό παράθυρο ο χρήστης μπορεί να επιλέξει διαφορετική γλώσσα για τα βασικά κείμενα. Αν για παράδειγμα ο χρήστης θέλει να δουλέψει στο ελληνικό περιβάλλον εργασίας αλλά γνωρίζει από την αρχή ότι το τεύχος υπολογισμών θα εκτυπωθεί στην αγγλικά γλώσσα μπορεί να επιλέξει από το αντίστοιχο πεδίο στο παράθυρο αυτό την αγγλική γλώσσα. Ουσιαστικά από το πεδίο «επιλογές>γλώσσα» **επιλέγουμε τη γλώσσα της επιφάνειας εργασίας** ενώ από το πεδίο «αρχείο>νέο μοντέλο>Δημιουργία νέας μελέτης>γλώσσα **καθορίζουμε τη γλώσσα** στην οποία θα δημιουργούνται τα **βασικά στοιχεία ενός μοντέλου** όπως είναι για παράδειγμα:

- Προκαθορισμένα ονόματα των **layers**
- Προκαθορισμένα **ονόματα** των βασικών τύπων στηρίξεων και ελευθεριών των μελών
- Προκαθορισμένα **ονόματα φορτίων**, φορτίσεων και συνδυασμών φορτίσεων



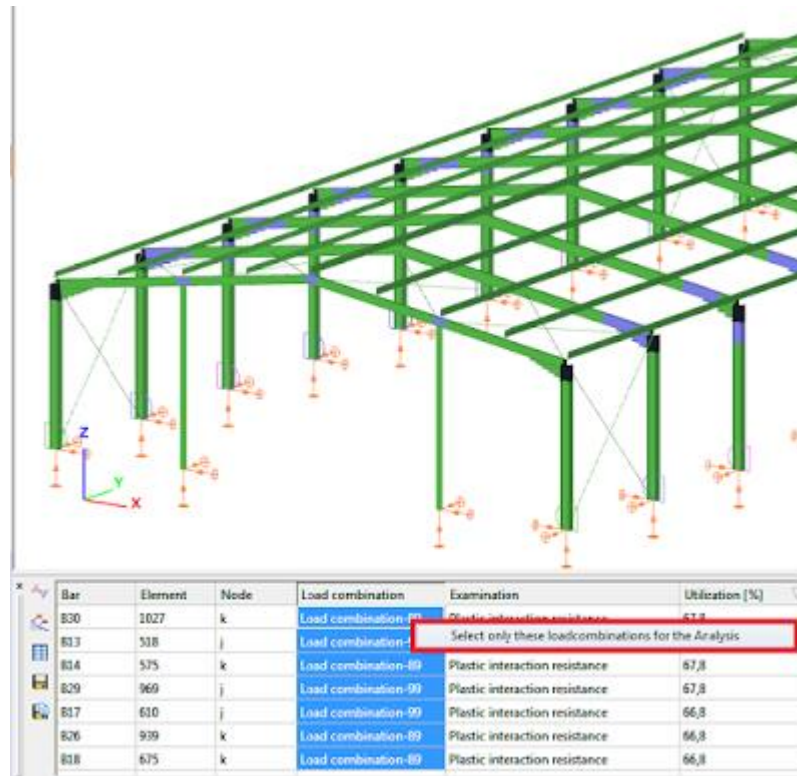
**3. Η γλώσσα του τεύχους υπολογισμών** μπορεί να επιλεγεί από το πεδίο της δημιουργίας του τεύχους. Η γλώσσα εξαγωγής του τεύχους μπορεί να τροποποιηθεί οποιαδήποτε στιγμή εύκολα από το χρήστη, Αυτό που δεν αλλάζει στο παραγόμενο τεύχος είναι οι τίτλοι που έχει χρησιμοποιήσει ο χρήστης για τα επιμέρους κεφάλαια.



**22. Μετά την ολοκλήρωση των καθολικών ελέγχων, ο πίνακας αποτελεσμάτων (κάτω μέρος της οθόνης) έχει ένα χαρακτηριστικό για την επιλογή ειδικών συνδυασμών φορτίσεων για την επόμενη ανάλυση.**

Για να γίνει αυτό, χρειάζεται να επιλεγούν πρώτα οι επιθυμητοί συνδυασμοί όπως. (όπως σε όλους τους πίνακες στο Consteel μπορεί να γίνει πολλαπλή επιλογή εύκολα με τη χρήση *Ctrl+επιλογή*, ή *Shift+επιλογή*). Με δεξί κλικ στον επιλεγμένο συνδυασμό εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου το οποίο περιλαμβάνει το κείμενο «**Επιλέξτε μόνο αυτούς τους συνδυασμούς για την ανάλυση**» (βλ. εικόνα παρακάτω)





Αυτή η λειτουργία του ConSteel μπορεί να φανεί πολύ χρήσιμη όταν δουλεύουμε σε ένα μοντέλο με πολλές περιπτώσεις φορτίσεων (π.χ. άνεμο σε διάφορες διευθύνσεις με εσωτερική ή όχι πίεση, χιόνι, σεισμό κλπ), εκατοντάδες συνδυασμούς φορτίσεων οι οποίοι παράγονται με βάση τους ευρωκώδικες αλλά και πρόσθετους συνδυασμούς. Η εκτέλεση μίας ανάλυσης με όλους αυτούς του συνδυασμούς μπορεί να χρειαστεί πολύ χρόνο ο οποίος μπορεί να εξοικονομηθεί αν υπολογιστούν μόνο οι σχετικοί συνδυασμοί και εξαιρεθούν οι άσχετοι/ακατάλληλοι με την ανάλυση. Για να βρεθούν αυτοί είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε ότι στο Consteel μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό δύο μόνο τύποι συνδυασμών φορτίσεων οι οποίοι μπορούν να καθοριστούν στο πεδίο των παραμέτρων ανάλυσης:

- Calculate load combinations
  Calculate simplified combinations by superposition

**-1. Calculate load combinations (υπολογισμός συνδυασμών φορτίσεων):** απευθείας υπολογισμός των συνδυασμών που δημιουργήθηκαν προηγουμένως (μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση πρώτης τάξης, δευτέρας τάξης, λυγισμού και ιδιομορφική ανάλυση αλλά ο χρόνος ολοκλήρωσης της διαδικασίας χρειάζεται πολύ χρόνο δεδομένου ότι απαιτούνται δεκάδες συνδυασμοί)

**-2. Calculate simplified combinations by superposition (υπολογισμός απλοποιημένων συνδυασμών με επαλληλία):** εδώ εκτελείται υπολογισμός των συνδυασμών φορτίσεων με επαλληλία των αποτελεσμάτων των φορτίσεων (μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ανάλυση πρώτης τάξης μόνο αλλά ο χρόνος που απαιτείται είναι σημαντικά μικρότερος από τη στιγμή που μόνο οι φορτίσεις υπολογίζονται απευθείας κατά τη διάρκεια της ανάλυσης ενώ τα αποτελέσματα των συνδυασμών υπολογίζονται μετά.

### Εύκολος τρόπος εξεύρεσης των σχετικών/κατάλληλων συνδυασμών:

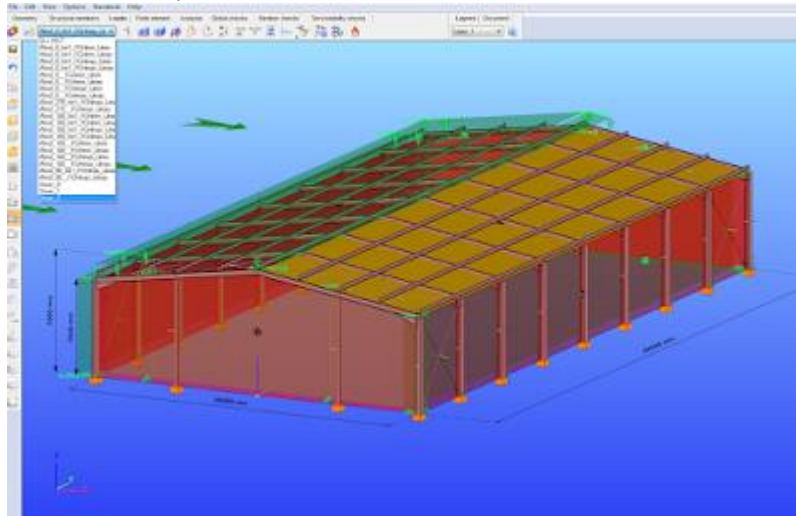
1. Αρχικά εκτελούμε την ανάλυση με την επιλογή «υπολογισμού απλοποιημένων συνδυασμών με επαλληλία» την οποία βρίσκουμε στις παραμέτρους της ανάλυσης.

2. Κάτω από το πεδίο των καθολικών ελέγχων, αφού έχει εκτελεστεί ο σχεδιασμός, θα πρέπει στον πίνακα αποτελεσμάτων να επιλεγούν οι συνδυασμοί φορτίσεων με σημαντική απόδοση. Η οριακή τιμή για αυτή την κυρίαρχη απόδοση (σύμφωνα με τον αριθμό των επιλεγμένων συνδυασμών φορτίσεων οι οποίοι έχουν εφαρμοστεί στην ανάλυση) είναι καθαρά μία επιλογή του μελετητή μηχανικού αλλά γενικά ισχύει ότι **όπου οι τιμές απόδοσης από την ανάλυση πρώτης τάξης είναι χαμηλές**, τότε δεν εμφανίζεται πρόβλημα ευστάθειας.

3. Η επόμενη ανάλυση μπορεί να εκτελεστεί με την επιλογή **Calculate load combination** μόνο για τους συνδυασμούς που επιλέχτηκαν νωρίτερα αλλά εδώ μπορούν να επεκταθούν οι επιλογές των παραμέτρων (π.χ. ανάλυση 2ας τάξεως, ανάλυση λυγισμού...)

Για να γίνει αντιληπτή η διαφορά στην ταχύτητα μεταξύ των δύο διαδικασιών, περιγράφεται παρακάτω ένα απλό παράδειγμα με τη χρήση των προηγούμενων τεχνικών εξεύρεσης των κατάλληλων συνδυασμών (όταν εκτελούνται όλοι μαζί οι συνδυασμοί):

Το μοντέλο που αναλύεται αποτελεί μία απλή μεταλλική κατασκευή με διαστάσεις 20x40m, ύψος κορφιά 7m και ύψος γωνιακών υποστυλωμάτων 5m.



Εκτός από τις βασικές φορτίσεις των μόνιμων φορτίων, των φορτίων από τα μηχανήματα περιλαμβάνονται και τα φορτία ανέμου, χιονιού ενώ έχουν παραχθεί και οι φορτίσεις εξαιρετικής χιονόπτωσης. Συνολικά υπάρχουν:

#### **-27 περιπτώσεις φόρτισης**

-από αυτές παράγονται **143 συνδυασμοί φορτίσεων** για μόνιμες και παροδικές καταστάσεις σχεδιασμού

Ο απαιτούμενος χρόνος της συνολικής διαδικασίας σε ένα απλό laptop, χρησιμοποιώντας και τις δύο παραπάνω μεθόδους χρειάστηκε:

-Ανάλυση (χρησιμοποιώντας τον **υπολογισμό απλοποιημένων συνδυασμών με επαλληλία** για όλους τους συνδυασμούς) **16 δευτερόλεπτα**

-Καθολικοί έλεγχοι (ανάλυση πρώτης τάξης για όλους τους συνδυασμούς) **84 δευτερόλεπτα**

-Επιλογή των συνδυασμών με απόδοση μεγαλύτερη από 30% για την ανάλυση --13 συνδυασμοί συνολικά (αντί για το αρχικό πλήθος των 143)

-Ανάλυση (χρησιμοποιώντας τη διαδικασία **υπολογισμού συνδυασμών φορτίσεων** στους συνδυασμούς που επιλέχτηκαν νωρίτερα) **28 δευτερόλεπτα**

-Καθολικοί έλεγχοι (ανάλυση δευτέρας τάξεως και λυγισμού) **25 δευτερόλεπτα**

**Συνολικός χρόνος: 2 λεπτά 33 δευτερόλεπτα**

Ο χρόνος που απαιτήθηκε για το σύνολο της διαδικασίας στο laptop χρησιμοποιώντας αντίστοιχα μόνο τη μέθοδο **υπολογισμού συνδυασμών φορτίσεων** στο παράθυρο παραμέτρων ανάλυσης ήταν:

-Ανάλυση (Χρησιμοποιώντας για όλους τους συνδυασμούς τον υπολογισμό συνδυασμών φορτίσεων) **3:58 λεπτά**

-Καθολικοί έλεγχοι (δεύτερης τάξης ανάλυση και λυγισμός) **3:26 λεπτά**

**Συνολικός χρόνος: 7 λεπτά 24 δευτερόλεπτα**

Συνεπώς μετά από όλα αυτά, γίνεται αντιληπτό, με τη χρήση ενός απλού μικρού μοντέλο όπως αυτό που περιεγράφηκε, ότι με τη χρήση της ως άνω προτεινόμενης μεθόδου σχεδιασμού μπορεί η συνολική διαδικασία να εξοικονομήσει σημαντικό χρόνο για το σχεδιασμό ενός έργου. Παρόλα αυτά στο τέλος της διαδικασίας αυτής του σχεδιασμού είναι χρήσιμο να εκτελεστεί και μία ανάλυση με χρήση της μεθόδου **υπολογισμού συνδυασμών φορτίσεων για όλους τους συνδυασμούς**.

## 23. Περιγραφή των τύπων ελευθεριών στα άκρα ενός μέλους

Πολλές από τις αστοχίες ενός μοντέλου σχετίζονται με εσφαλμένες επιλογές στον καθορισμό των ελευθεριών στα άκρα των μελών. Δουλεύοντας σε 3 διαστάσεις στο ConSteel γίνεται πιο εύκολα κατανοητή η συμπεριφορά των μελών και έτσι επιλέγονται πιο εύκολα οι κατάλληλες ελευθερίες. Παράλληλα στο πρόγραμμα, ειδικά για τα σφάλματα ελέγχου των ελευθεριών, περιλαμβάνονται μία σειρά από προειδοποιητικά μηνύματα, όπως:

"Ευστάθεια του μοντέλου στη διεύθυνση x. Κόμβος πεπερασμένου στοιχείου."

"Σφάλμα στον καθορισμό ελευθεριών."

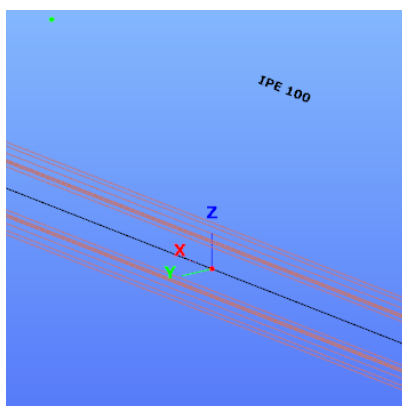
"Σφάλμα μοντέλου! Παρακαλώ ελέγξτε τις συνθήκες στήριξης ειδικά για την στροφή των μελών!"

Στις πολλές περιπτώσεις ένας ή περισσότεροι βαθμοί ελευθερίας καθορίζονται ως ελεύθεροι με αποτέλεσμα να προκαλείται ευστάθεια στο μοντέλο και κυρίως να προκαλείται στροφή ενός μέλους γύρω από τον ίδιο του τον άξονα

### Ποια είναι όμως η κατάλληλη επιλογή ελευθερίας στα άκρα?

Καθορίζοντας αυτές τις ελευθερίες στα άκρα, ορίζεται ουσιαστικά πως ένα επιλεγμένο μέλος συνδέεται με ένα άλλο (για παράδειγμα μία τεγίδα σε μία δοκό ή ένας αντιανέμειος σύνδεσμος σε μία δοκό επίσης).

Με τις σωστά επιλεγμένες ελευθερίες, οι καταστάσεις σχεδιασμού μπορούν να είναι πιο ακριβείς και κατά συνέπεια η προσομοίωση των πραγματικών καταστάσεων ακόμα καλύτερες.

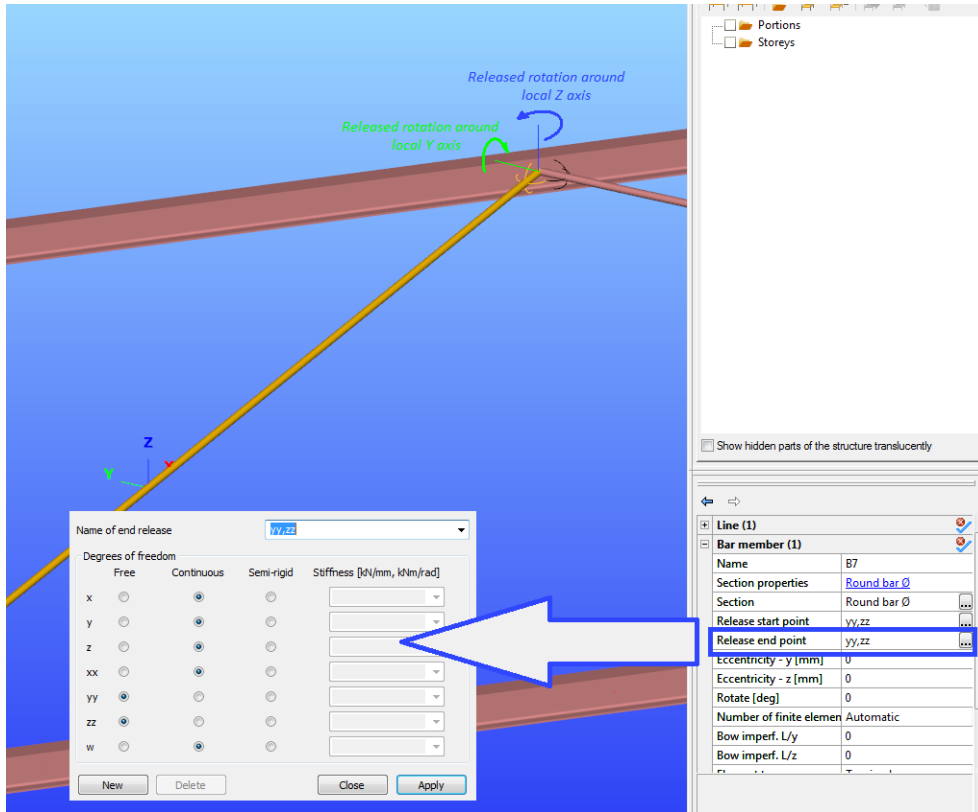


Τοπικό σύστημα συντεταγμένων ενός μέλους

Κάθε στοιχείο (μέλος, στήριξη κλπ) στο ConSteel έχει το δικό του τοπικό σύστημα συντεταγμένων. Στην περίπτωση των μελών, ο τοπικός άξονας X είναι πάντα ο άξονας αναφοράς, ενώ ο Y και ο Z αποτελούν τον κύριο και τον δευτερεύοντα άξονα της διατομής (βλ. εικόνα)

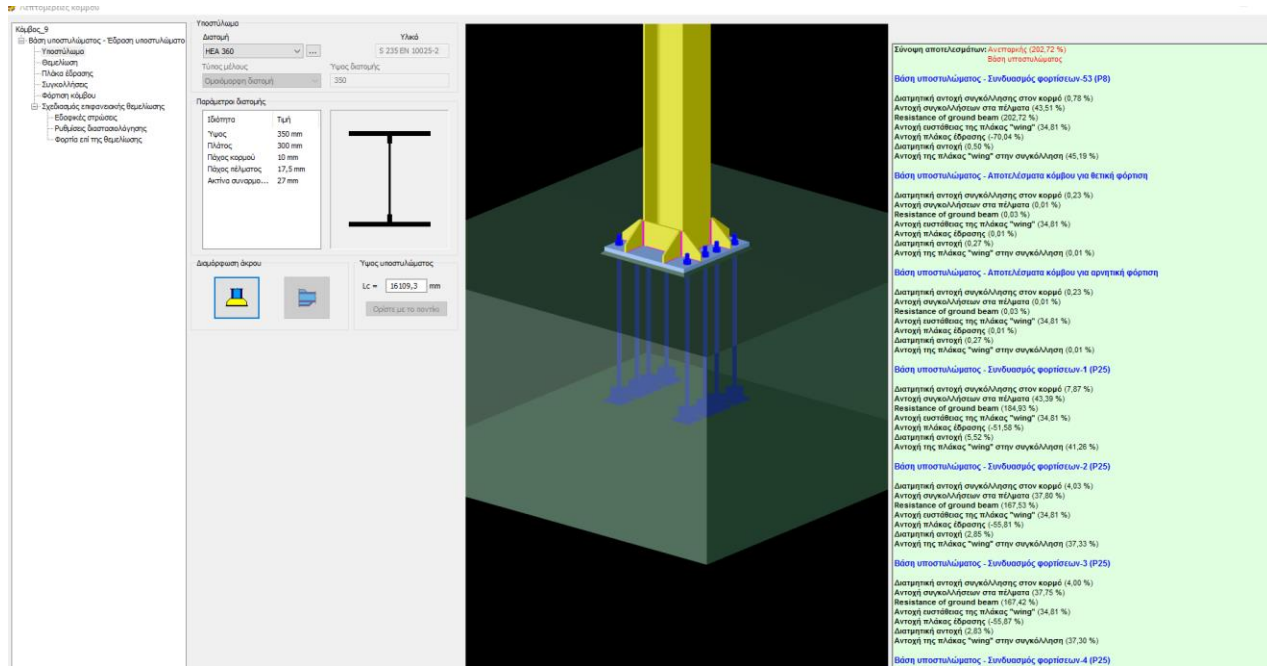
Καθορίζοντας τις ελευθερίες των μελών στα άκρα επιτρέπουμε ή δεσμεύουμε αντίστοιχα τις σχετικές μετακινήσεις των άκρων των επιλεγμένων μελών στην διεύθυνση των τοπικών αξόνων (X,Y,Z), καθώς και τις στροφές γύρω από τους τοπικούς άξονες (XX,YY,ZZ). Επιπλέον, με την επιλογή “w” μπορούμε να επιτρέψουμε ή να δεσμεύσουμε την στρέβλωση. (Στο Consteel υπάρχουν 7! Βαθμοί ελευθερίας σε κάθε άκρο μέλους)

Στο ConSteel επίσης, υπάρχουν προκαθορισμένοι τύποι ελευθεριών οι οποίοι μπορούν να επιλεγούν απευθείας αλλά μπορούν να δημιουργηθούν και νέοι από το χρήστη. Για παράδειγμα οι ελευθερίες μορφής yy,zz σημαίνουν ότι τα μέλη μπορούν να περιστραφούν γύρω από τους τοπικούς άξονες Y και Z στα σημεία αρχής και τέλους. Αυτοί οι τύποι ελευθερίας χρησιμοποιούνται συνήθως στους αντιανέμειους συνδέσμους όπως φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί.

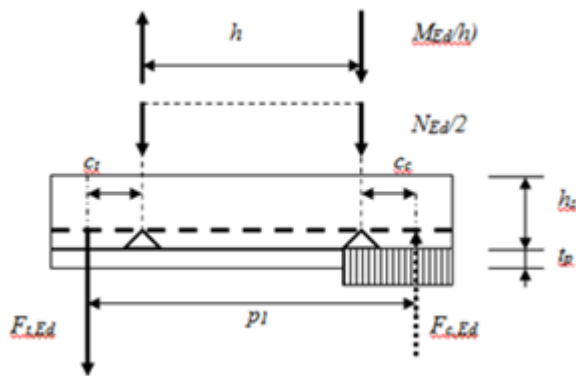


Ρυθμίσεις των ελευθεριών

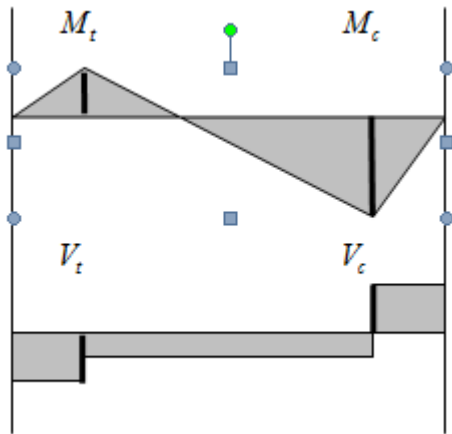
**24. Σε σύνδεση έδρασης υποστυλώματος όπου έχουν τοποθετηθεί νευρώσεις εμφανίζεται ένα μήνυμα αστοχίας σχετικά με την «Resistance of ground Beam». Τι μπορώ να κάνω για να βελτιώσω την απόδοση?**



Για να ξεπεραστεί αυτή η αδυναμία μπορείτε να αυξήσετε τις διαστάσεις των ενισχυτικών τμημάτων (νευρώσεων). Το "ground beam" ελέγχεται ως καμπτόμενο τμήμα και ειδικότερα με τον τύπο του Huber-Mises-Hencky (EN1993-1-1 τύπος 6.1) και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα συστατικά των τάσεων.







$$\tau_{Ed} = \frac{\max(V_t; V_c)}{2h_z t_z}$$

$$\sigma_{x,Ed} = \frac{\max(M_t; M_c)}{\min(W_{x,1}; W_{x,3})}$$

Σύμφωνα με το EN1993-1-1 ισχύει η σχέση 6.1

$$R_{\beta} = \frac{\sqrt{\sigma_{x,Ed}^2 + 3\tau_{Ed}^2}}{f_y / (\sqrt{3}\gamma_{M0})}$$

Στον παρακάτω τύπο του ευρωκώδικα έχουν αφαιρεθεί τα μη σχετιζόμενα τμήματα για την συγκεκριμένη περίπτωση:

(5) For the elastic verification the following yield criterion for a critical point of the cross section may be used unless other interaction formulae apply, see 6.2.8 to 6.2.10.

$$\left( \frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 + \left( \frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 - \left( \frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) \left( \frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) + 3 \left( \frac{\tau_{Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 \leq 1 \quad (6.1)$$

where  $\sigma_{x,Ed}$  is the design value of the local longitudinal stress at the point of consideration

$\sigma_{z,Ed}$  is the design value of the local transverse stress at the point of consideration

$\tau_{Ed}$  is the design value of the local shear stress at the point of consideration

Ο έλεγχος αυτός της σύνδεσης δεν στηρίζεται μόνο στον πίνακα 6.7 του 1993-1-8 αλλά και σε έρευνες και μελέτες του καθηγητή Ferenc Papp.

Οι παραδοχές και οι συντελεστές που έχουν ληφθεί υπόψη για την σύνδεση αυτή είναι οι εξής:

Η τιμή σχεδιασμού για την τέμνουσα δύναμη ( $V_{ed}$ ) λαμβάνεται από τις συγκολλήσεις του κορμού του υποστυλώματος ( $a_{ww}$ )

(1993-1-8 4.5.3.3 Απλοποιημένη μέθοδος)

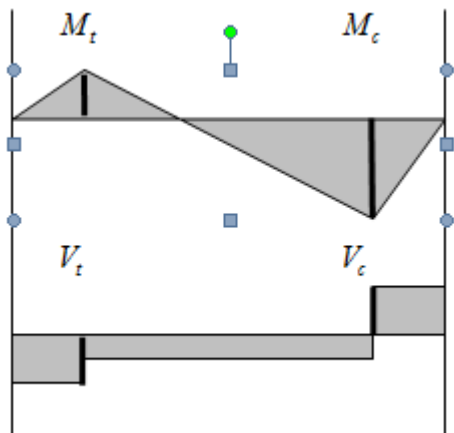
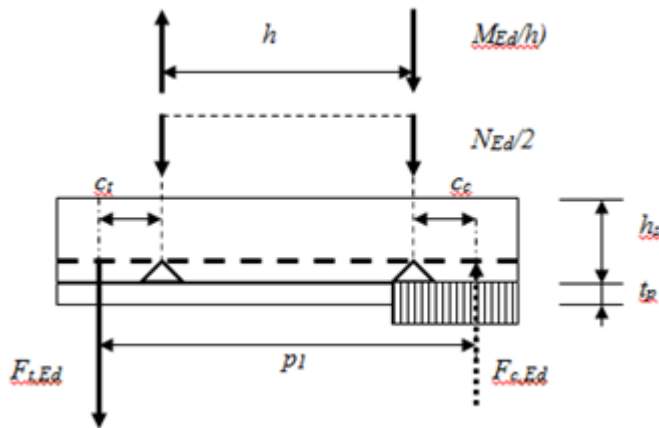
Αντοχή της συγκόλλησης

$$F_{w,Rd} = 2a_{w,w} \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

Οι τιμές σχεδιασμού των δυνάμεων του άκρου του υποστυλώματος ( $N_{ed}$ ,  $M_{ed}$ ) μεταφέρονται μέσω των συγκολλήσεων των ελασμάτων της πλάκας έδρασης ( $a_{wf}$ ), και οι των συγκολλήσεων των νευρώσεων ( $a_{wc}$ )

(1993-1-8 4.5.3.3 Απλοποιημένη μέθοδος)

Η σειρά των εφελκόμενων κοχλιών και οι συγκεντρωμένες δυνάμεις από την θλιπτική ζώνη κάμπτουν το άκαμπτο έλασμα νεύρωσης στη βάση του υποστυλώματος



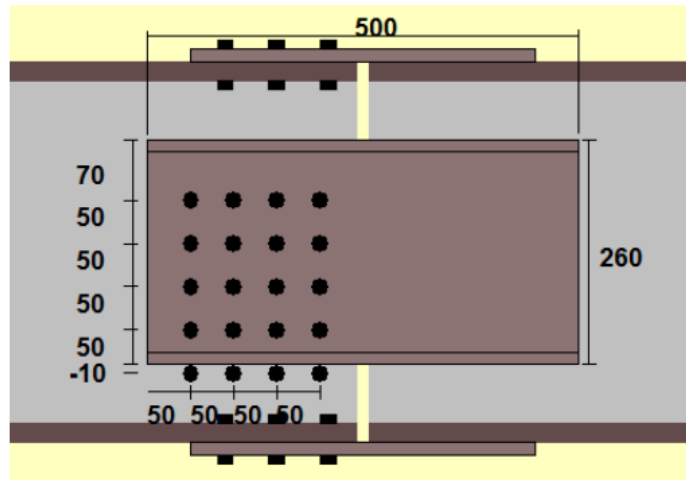
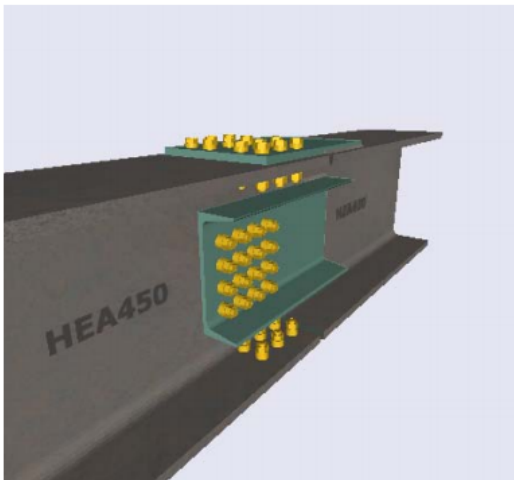
$$\tau_{Ed} = \frac{\max(V_t; V_c)}{2h_s t_s} \sigma_{x,Ed} = \frac{\max(M_t; M_c)}{\min(W_{x,1}; W_{x,3})}$$

Δείκτης αντίστασης

$$R_3 = \frac{\sqrt{\sigma_{x.Ed}^2 + 3\tau_{Ed}^2}}{f_y / (\sqrt{3}\gamma_{M0})}$$

Τα δύο ανεξάρτητα εικονιζόμενα ενισχυτικά τμήματα (νευρώσεις) λειτουργούν ως άκαμπτα ελάσματα στο υποστύλωμα

## 25. Με ποια άρθρα του ευρωκώδικα 3 υπολογίζεται μία σύνδεση αποκατάστασης συνέχειας της παρακάτω μορφής?



Για τις συνδέσεις αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται οι παρακάτω διατάξεις:

Bolt sin shear	EN1993-1-8	3.6
Bearing resistance	EN1993-1-8	3.6
Tension resistance of plates	EN1993-1-1	6.6-6.8
Shear resistance of plates	EN1993-1-8	3.9
Bending resistance of plates	EN1993-1-1	6.14
Block tearing resistance	EN1993-1-8	3.10.

## 26. Πώς γίνεται η προσομοίωση των ημι-άκαμπτων συνδέσεων στις κατασκευές?

Η επίδραση της συμπεριφοράς των συνδέσεων στην ανάλυση των κατασκευών γενικά θα έπρεπε να λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς. Για να αποφασίσουμε αν η επίδραση των συνδέσεων στην συμπεριφορά της κατασκευής στην ανάλυση είναι απαραίτητο να ληφθεί υπόψη, διακρίνουμε τρία απλοποιημένα μοντέλα συνδέσεων:

- Απλή (η σύνδεση υποθέτουμε ότι δεν μεταφέρει ροπές)
- Συνεχής (η σύνδεση μπορεί να υποτεθεί ότι δεν έχει καμία επίδραση στην ανάλυση)
- Ημι-συνεχής (η σύνδεση χρειάζεται να ληφθεί υπόψη στην ανάλυση)

Οι συνδέσεις θα έπρεπε να έχουν επαρκή αντοχή για να μεταφέρουν τις δυνάμεις και τις ροπές που δρουν στους κόμβους ως αποτέλεσμα της ανάλυσης. Ένας κόμβος μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως άκαμπτος, αρθρωτός ή ημι-άκαμπτος, σύμφωνα με την στρωφική δυσκαμψία που διαθέτει, συγκρίνοντας την αρχική του στρωφική δυσκαμψία  $S_{j,ini}$  με τα αντίστοιχα όρια κάθε κατηγορίας. Ένας κόμβος που δεν ικανοποιεί τα κριτήρια για έναν άκαμπτο κόμβο ή για έναν αρθρωτό, θα πρέπει να θεωρηθεί ως ημι-άκαμπτος. Οι ημι-άκαμπτοι κόμβοι παρέχουν έναν προβλεπόμενο βαθμό αλληλεπίδρασης μεταξύ των μελών, με βάση τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού ροπής – στροφής, των κόμβων.

Στην περίπτωση των ημι-άκαμπτων κόμβων, η στρωφική δυσκαμψία  $S_j$  σε σχέση με την καμπτική ροπή  $M_{jed}$  θα έπρεπε γενικά να χρησιμοποιείται στην ανάλυση. Αν η  $M_{jed}$  δεν υπερβαίνει τα  $2/3$  της  $M_{jrd}$ , η αρχική στρωφική δυσκαμψία  $S_{j,ini}$  θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στην καθολική ανάλυση.

Οι προϋποθέσεις για τον προσδιορισμό της  $S_{j,ini}$  για κόμβους που συνδέουν Η ή Ι διατομές δίνονται στο πρότυπο EC3-1-8 6.3.1.

Οι προϋποθέσεις για τον προσδιορισμό της  $S_{j,ini}$  για κόμβους που συνδέουν διατομές κοιλοδοκών δίνονται στον EC3.

### Κατηγοριοποίηση της δυσκαμψίας του κόμβου στο Consteel

Το ConSteel και το csJoint υπολογίζουν τη δυσκαμψία του  $S_{j,ini}$  για ημι-άκαμπτους κόμβους που συνδέουν διατομές Η ή Ι. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται το παράθυρο εργασίας του csJoint για μία σύνδεση δοκού σε άλλη δοκό με μετωπική πλάκα σύνδεσης:

The screenshot displays the ERGOCAD interface for designing an end-plate. On the left, the 'End-plate' settings are shown, including dimensions (Width: 120 mm, Height: 230 mm, Thickness: 10 mm) and material (S 235 EN 10). Bolt specifications (M16 ISO 7412 - 10.!) and spacing (w1=26 mm, w2=26 mm) are also defined. A 3D model of the joint is shown in the center, and a 'Summary of results of the whole joint' is displayed on the right. The results table is as follows:

Left beam - Load combination-1 (P1)	
Moment resistance:	$M_{j,Rd} = 33,37 \text{ kNm}$
Moment utilization:	96 % Adequate
Axial design resistance:	$N_{j,Rd} = 269,90 \text{ kN}$
Shear resistance:	$V_{j,Rd} = 209,25 \text{ kN}$
Shear utilization:	0 % Adequate
Dominant weld component:	Web weld
Dominant weld utilization:	100 % Adequate
Initial stiffness:	$S_{j,ini} = 26375,52 \text{ kNm/rad}$
Secant stiffness for applied moment:	$S_{j,sec} = 9882,06 \text{ kNm/rad}$
Stiffness class:	Semi-rigid (77,5%)
Class of strength:	Partial strength

Red arrows in the image point to specific values: arrow 1 points to the initial stiffness  $S_{j,ini}$ , arrow 2 points to the moment resistance  $M_{j,Rd}$ , and arrow 3 points to the secant stiffness  $S_{j,sec}$ .

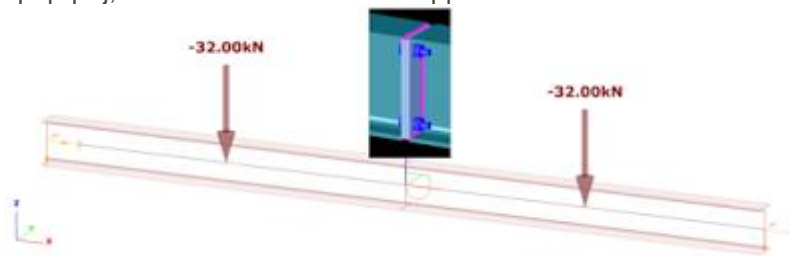
1. Η τιμή της αρχικής δυσκαμψίας είναι  $S_{j,ini}=26375 \text{ kNm/rad}$ . Αυτή η τιμή είναι ίση με  $0,848S_b$  (η μέτρηση του ημι-άκαμπτου είναι 77,5%) όπου  $S_b$  είναι η οριακή τιμή για τον άκαμπτο κόμβο.

2. Η ροπή αντίστασης είναι  $M_{jrd}=33,7 \text{ kNm}$   
 Ο κόμβος φορτίζεται από  $M_{yed}=40\text{kNm}$   
 Η αντίσταση της διατομής είναι  $M_{crd}=86,2$

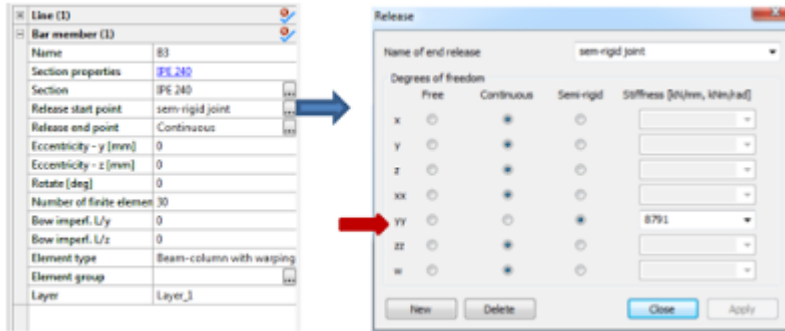
3. Η ροπή αντίστασης ( $M_{jrd}$ ) είναι μεγαλύτερη από την καμπτική ροπή σχεδιασμού ( $M_{yed}$ ), αλλά μικρότερη από την αντίσταση της διατομής. Συνεπώς, ο κόμβος έχει μερική αντοχή.

### Μεταφορά της δυσκαμψίας της σύνδεσης στο συνολικό μοντέλο

Η δυσκαμψία των ημι-άκαμπτων συνδέσεων θα έπρεπε να λαμβάνεται υπόψη στο στατικό μοντέλο. Ια την ελαστική ανάλυση, η δυσκαμψία του κόμβου μπορεί να προσεγγισθεί από ένα γραμμικό στροφικό ελατήριο με την χαρακτηριστική τιμή  $S_{j,ini}$  να τοποθετείται στον κόμβο.

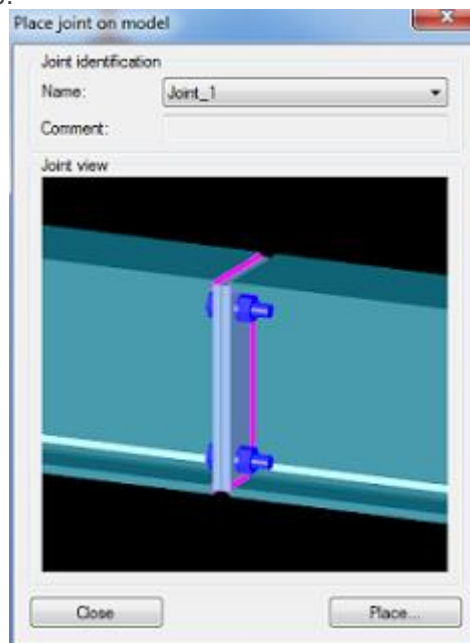


Στο ConSteel, τα χαρακτηριστικά του ελατηρίου μπορούν να καθοριστούν στα άκρα των μελών. Τα χαρακτηριστικά του ελατηρίου συνδέονται με το στοιχείο ελευθερίας στο άκρο ενός μέλους. Ένα μέλος περιλαμβάνει επτά χαρακτηριστικά ελατηρίου (7 βαθμούς ελευθερίας). Τα χαρακτηριστικά του ελατηρίου ενός ημι-άκαμπτου κόμβου αντιστοιχούν στον  $\theta_j$  βαθμό ελευθερίας (στην περίπτωση μας, το  $y_j$  δείχνει τον κατάλληλο βαθμό ελευθερίας) kNm



( $\text{δυσκαμψία} = S_j \cdot i_n / \eta = 26375 / 3 = 8791 \text{ kNm EC3-1-8 πίνακας 20.}$ )

Το χαρακτηριστικό του ελατηρίου μπορεί να δημιουργηθεί μέσα στο κατασκευαστικό μοντέλο μέσα από μία αυτόματη διαδικασία. Για να γίνει αυτό, η σύνδεση που δημιουργήθηκε, χρειάζεται να τοποθετηθεί στο σημείο όπου του ίδιου του κόμβου.



Η αυτόματη διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

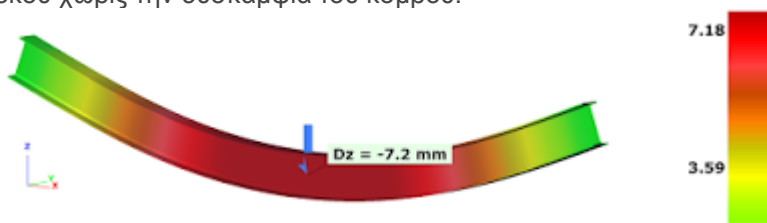
1. Δημιουργία των συνδέσεων από το csJoint
2. Καταχώρηση της σύνδεσης και κλείσιμο του csJoint
3. "Τοποθέτηση..." της σύνδεσης στον κατάλληλο κόμβο στο μοντέλο (place- τοποθέτηση)
4. Εκτέλεση ανάλυσης
5. Άνοιγμα του csJoint και επιλογή του κόμβου του μοντέλου
6. Έλεγχος της αντίστασης του κόμβου

Στο βήμα 3 το χαρακτηριστικό του ελατηρίου δημιουργείται στο στατικό μοντέλο. Στο βήμα 4 η ανάλυση θα συμπεριλάβει την επίδραση της δυσκαμψίας του κόμβου (εκτός και αν ήταν απαιτούμενο στο παράθυρο

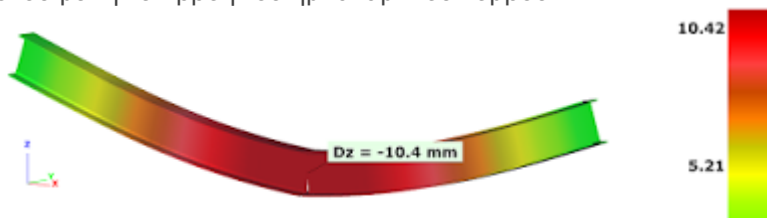


διαλόγου των παραμέτρων). Στο βήμα 5 το csJoint διαβάζει τις δυνάμεις σχεδιασμού με σκοπό τον έλεγχο του κόμβου.

Παραμόρφωση της δοκού χωρίς την δυσκαμψία του κόμβου:



Παραμόρφωση της δοκού με την επιρροή του ημι-άκαμπτου κόμβου:



Πρόσθετες πληροφορίες μπορείτε να βρείτε και στο επίσημο εγχειρίδιο του Consteel από την ERGOCAD

## 27. Έλεγχος της άδειας χρήσης του consteel



The screenshot displays the 'About' dialog box for ConSteel 10 (64 bit). On the left, there is a logo consisting of a yellow 'C' shape and three black rectangular bars, with the text 'CONSTEEL' below it and 'Cutting edge engineering.' underneath. The right side of the dialog contains the following text:

**ConSteel 10 (64 bit)**  
Copyright © 2016 KESZ HOLDING Co.  
All rights reserved

Build at: 27. május 2016  
Build number: 20160527.102

Website: [www.consteelsoftware.com](http://www.consteelsoftware.com)

License information:

- License type: Full version
- Protection type: Dongle - HaspHL
- Dongle number: 1700
- Expiration date: 31. december 2016
- Upgrade date: 31. december 2016

An 'OK' button is located at the bottom right of the dialog box.

Στο ConSteel 10, κάτω από την εντολή της βοήθειας βρίσκεται το πεδίο **About**.

Στην κορυφή αυτού του πλαισίου, μπορείτε να βρείτε την ημερομηνία της παρούσας έκδοσης και τον αριθμό του δικού σας ConSteel. Βεβαιωθείτε ότι χρησιμοποιείτε την τελευταία έκδοση του προγράμματος πηγαίνοντας στο πεδίο [Install packages](#)

Στο κάτω μέρος μπορείτε να βρείτε σημαντικές πληροφορίες για την δική σας άδεια.

- **Τύπος άδειας:**

Η άδεια σας μπορεί να πλήρης (Full), δοκιμαστική (trial), φοιτητική (Student), τελειόφοιτου (Graduate) ή εκπαιδευτική.

- **Τύπος προστασίας:**

Ανάλογα με την άδεια, μπορεί να έχει ηλεκτρονικό κλειδωμα (softkey) ή κανονικό κλειδί USB

- **Αριθμός κλειδιού:**

Εμφανίζει τον αριθμό του κλειδιού, ο οποίος σας βοηθά να εξακριβώσετε αν έχετε χάσει το κλειδί σας

- **Ημερομηνία λήξης:**

Εμφανίζει την τελευταία μέρα μέχρι την οποία θα είναι ενεργό ο συγκεκριμένος κωδικός ή το κλειδί. Στην περίπτωση του κλειδιού USB γίνεται αυτόματα επέκταση της ημερομηνίας από την Consteel.

- **Ημερομηνία αναβάθμισης:**

Εμφανίζει την ημέρα που θα λήξει ο συγκεκριμένος κωδικός οπότε γνωρίζετε πότε θα χρειαστεί να καλέσετε για την αναβάθμιση

## 28. Πώς μπορώ να δω τις αντιδράσεις στήριξης σε ένα φορέα μόνο από την βασική σεισμική φόρτιση EQx (χωρίς να λαμβάνεται συμμετοχή 0,3EQy)?

Στο Consteel υπάρχει η δυνατότητα καθορισμού πρότυπων κανονιστικών διατάξεων με βάση τις ανάγκες κάθε μελέτης και του ίδιου του χρήστη, ανεξάρτητα δηλαδή από το εθνικό προσάρτημα των ευρωκωδίκων που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε. Αν λοιπόν, επιλέξουμε από το πεδίο «Κανονισμοί» Ευρωκώδικας 8» μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα πρότυπο «χρήστη» όπου πηγαίνοντας στο πεδίο 4.3.3.5 – Συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την ταυτόχρονη επίδραση διαφορετικής επίδρασης δράσεων (σεισμού), θα αλλάξουμε την προκαθορισμένη τιμή σε 0 (αντί για 0,30).

10	15,190	12,620	128,850	-1,260	19,490	0,080
13	7,340	3,350	113,560	-14,050	13,520	-0,020
8	-0,200	5,490	77,220	-15,520	3,240	0,140
17	2,010	4,900	71,780	-16,310	3,660	-0,020
12	9,300	2,990	67,370	-11,750	16,690	0,030
11	7,320	0,810	66,020	-1,220	9,870	0,040

Στη συνέχεια καταχωρώ αυτό το πρότυπο παραμέτρων χρήστη και συνεχίζω στην ανάλυση του μοντέλου.

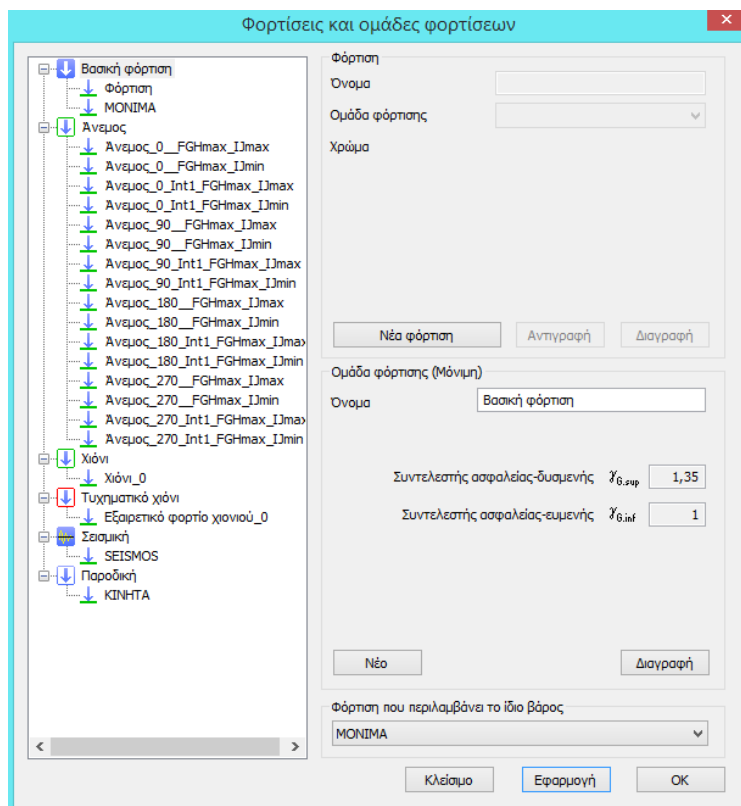
Μετά την ολοκλήρωση διαδικασίας, επιλέγω την εμφάνιση των αντιδράσεων σε ολόκληρη την κατασκευή όπου επιλέγοντας τον κατάλληλο συνδυασμό θα βλέπω τελικά μόνο τις αντιδράσεις από την βασική φόρτιση του σεισμού κατά χ.

Το ίδιο μπορώ να κάνω και για τη φόρτιση γ.

Τα αποτελέσματα των αντιδράσεων συνολικά εμφανίζονται στο πεδίο της ανάλυσης και στους σχετικούς πίνακες στο κάτω μέρος της οθόνης. Κατόπιν η εξαγωγή όλων των αποτελεσμάτων μπορεί να γίνει σε πίνακες excel.

## 29. Υπάρχει η δυνατότητα να αφαιρέσω το ίδιο βάρος από την ανάλυση?

Στο Consteel υπάρχει η δυνατότητα ενσωμάτωσης του ίδιου βάρους σε μία από τις βασικές φορτίσεις. Για να γίνει αυτό αρκεί να επιλεγεί η κατάλληλη φόρτιση στην κάτω δεξιά πλευρά του παραθύρου διαλόγου.



Στην περίπτωση που θέλουμε αντίθετα να αφαιρέσουμε τελείως το ίδιο βάρος από τους συνδυασμούς, μπορούμε να επιλέξουμε από τη σχετική λίστα «φόρτιση που περιλαμβάνει το ίδιο βάρος» την ένδειξη «κανένα», οπότε και το IB δεν θα ληφθεί υπόψη.

Φόρτιση που περιλαμβάνει το ίδιο βάρος

Κανένα

Κλείσιμο Εφαρμογή OK

Κατόπιν χρειάζεται να ξαναδημιουργήσουμε τους συνδυασμούς στο αντίστοιχο πεδίο όπου φυσικά σε καμία φόρτιση δεν θα έχει ληφθεί υπόψη το ίδιο βάρος.

Συνδυασμοί φορτίσεων

Όνομα	Οριακή κατάσταση	Φόρτιση	MONI...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Άνεμο...	Κιόνι_0	Εξαιρε...	SEISMOS	ΚΙΝΗΤΑ
Συνδυασμός φορτίσεων-1	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συνδυασμός φορτίσεων-2	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,05	0	0	1,05
Συνδυασμός φορτίσεων-3	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συνδυασμός φορτίσεων-4	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,05	0	0	1,05
Συνδυασμός φορτίσεων-5	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συνδυασμός φορτίσεων-6	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,05	0	0	1,05
Συνδυασμός φορτίσεων-7	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συνδυασμός φορτίσεων-8	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,05	0	0	1,05
Συνδυασμός φορτίσεων-9	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συνδυασμός φορτίσεων-10	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,05	0	0	1,05
Συνδυασμός φορτίσεων-11	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συνδυασμός φορτίσεων-12	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,05	0	0	1,05
Συνδυασμός φορτίσεων-13	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συνδυασμός φορτίσεων-14	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,05	0	0	1,05
Συνδυασμός φορτίσεων-15	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συνδυασμός φορτίσεων-16	(ULS) Αστοχία	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	1,05	0	0	1,05

Κλείσιμο Εφαρμογή OK

\*Σημείωση: Αν θέλουμε να ληφθούν υπόψη ως μάζες στην δυναμική ανάλυση τα φορτία του IB, που συμπεριλάβαμε σε μια φόρτιση, χρειάζεται να το επιλέξουμε από το αντίστοιχο πεδίο στις φορτίσεις.

Φόρτιση

Όνομα Φόρτιση

Ομάδα φόρτισης Βασική φόρτιση

Χρώμα

Τα φορτία λαμβάνονται ως μάζες στην δυναμική ανάλυση.

Οι δράσεις μπορεί να έχουν ευμενική επιρροή στον συνδυασμό

Νέα φόρτιση Αντιγραφή Διαγραφή

### 30. Εφαρμογή ισοδύναμης στατικής ελαστικής ανάλυσης (σεισμικοί έλεγχοι)

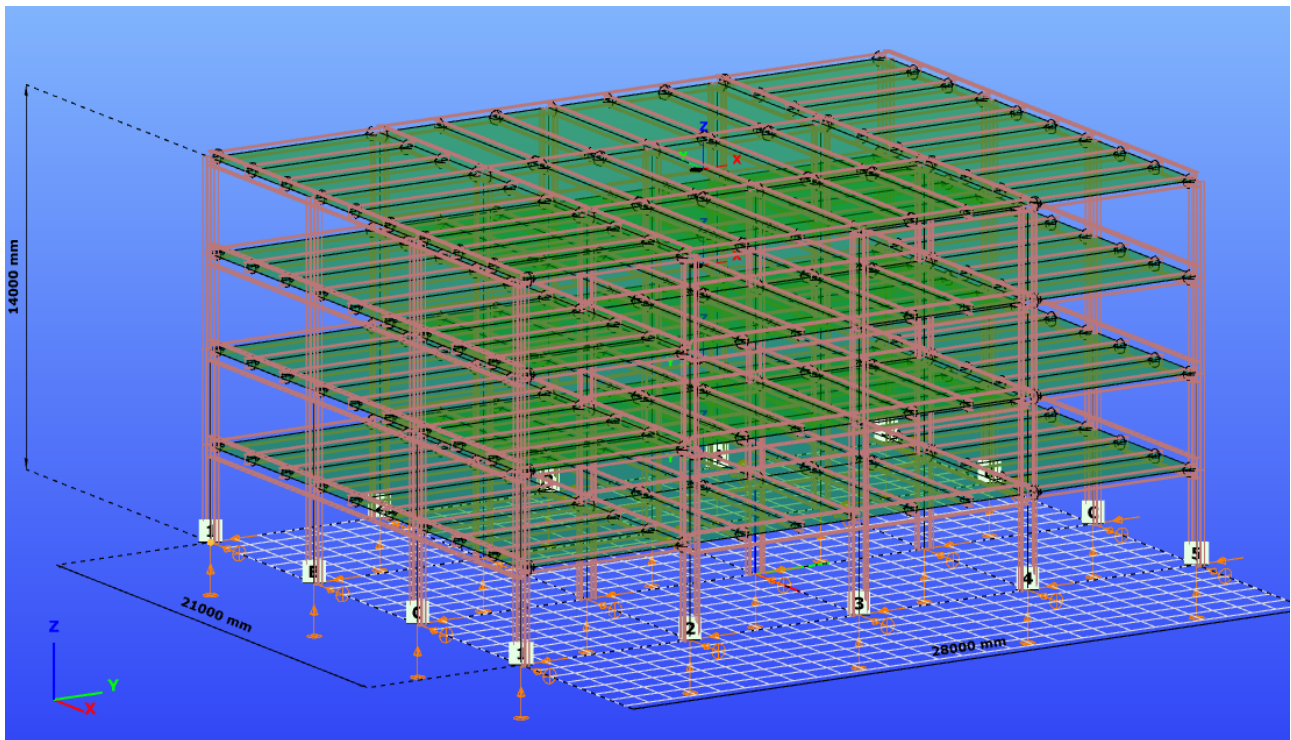
Κατά τη διάρκεια της ανάλυσης με το σεισμικό φάσμα απόκρισης στο ConSteel 10 SP1 εκτελούνται αυτόματα οι έλεγχοι παραμορφώσεων και των αντοχών των διατομών, ενώ οι έλεγχοι ευστάθειας εκτελούνται με μη αυτόματη διαδικασία από τον χρήστη.

Μέσα από την διαδικασία που περιγράφεται παρακάτω, παρουσιάζεται ένα παράδειγμα βήμα προς βήμα, όπου τα αποτελέσματα από τους συνδυασμούς φορτίσεων μπορούν να ληφθούν υπόψη για τους ελέγχους ευστάθειας, συμπεριλαμβανομένης της ανάλυσης ευαισθησίας. Για το συγκεκριμένο παράδειγμα απαιτείται να υπολογιστούν οι σεισμικές φορτίσεις κατά τη διεύθυνση X και Y, με βάση την πρώτη κυρίαρχη ιδιομορφή για κάθε διεύθυνση.

Αρχικά λοιπόν εκτελείται στο Consteel - αυτόματα από την αντίστοιχη εντολή - η φασματική ανάλυση. Στη συνέχεια υπολογίζονται χειροκίνητα οι σεισμικές φορτίσεις, δημιουργούνται οι απαραίτητοι συνδυασμοί και τα τελικά αποτελέσματα συγκρίνονται και με την αυτόματη διαδικασία για να επαληθευτεί ότι οι χειροκίνητοι υπολογισμοί προσεγγίζουν τα αρχικά αποτελέσματα.

Στο τελευταίο βήμα εκτελούνται οι απαραίτητοι έλεγχοι ευστάθειας.

#### **A Μέρος : Μέθοδος δυναμικής ανάλυσης φάσματος απόκρισης Παράμετροι κτιρίου:**



ex μήκος=21 m

ey μήκος=28 m



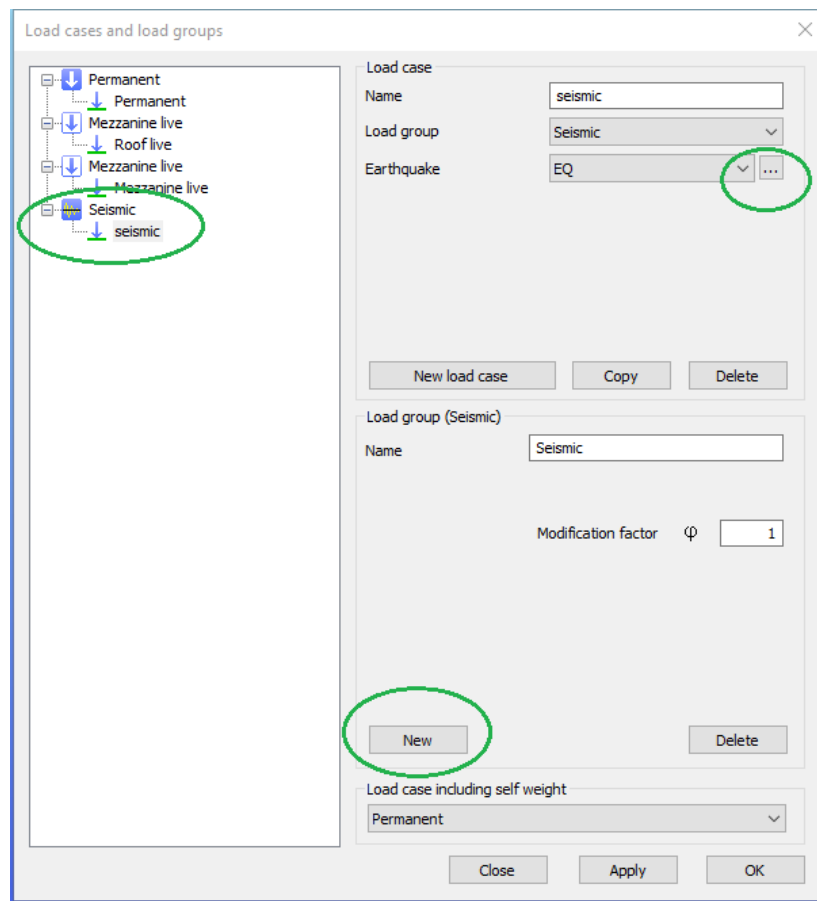
h ύψος =14 m (4\*3,5m)

(Το συγκεκριμένο παράδειγμα του ConSteel περιλαμβάνεται στο DVD του προγράμματος)

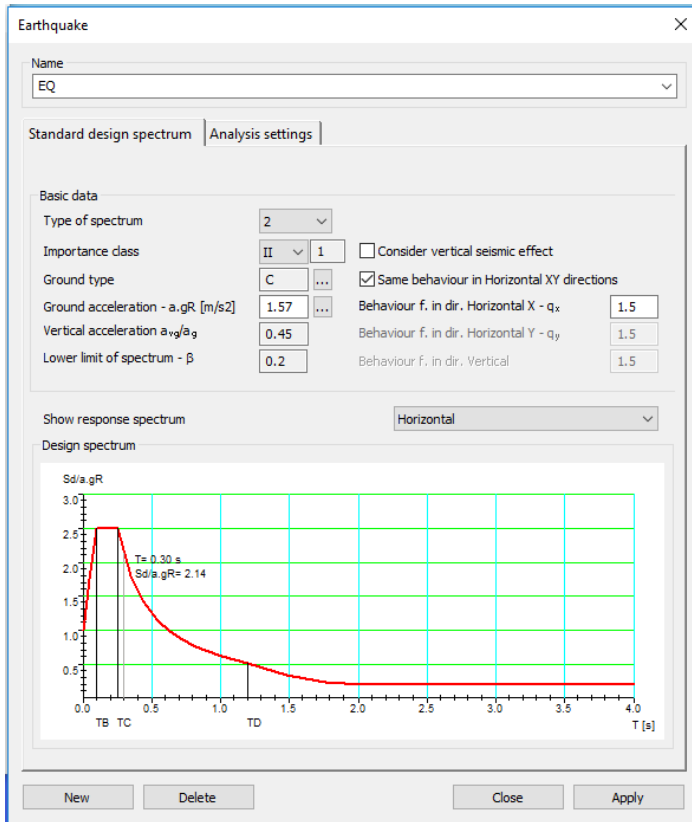
Τα πατώματα έχουν προσομοιωθεί με κατάλληλα διαφράγματα.

### 1° Βήμα:

Εισάγουμε τη φόρτιση του σεισμού: New→Seismic



Καθορίζουμε τις σεισμικές παραμέτρους (  )

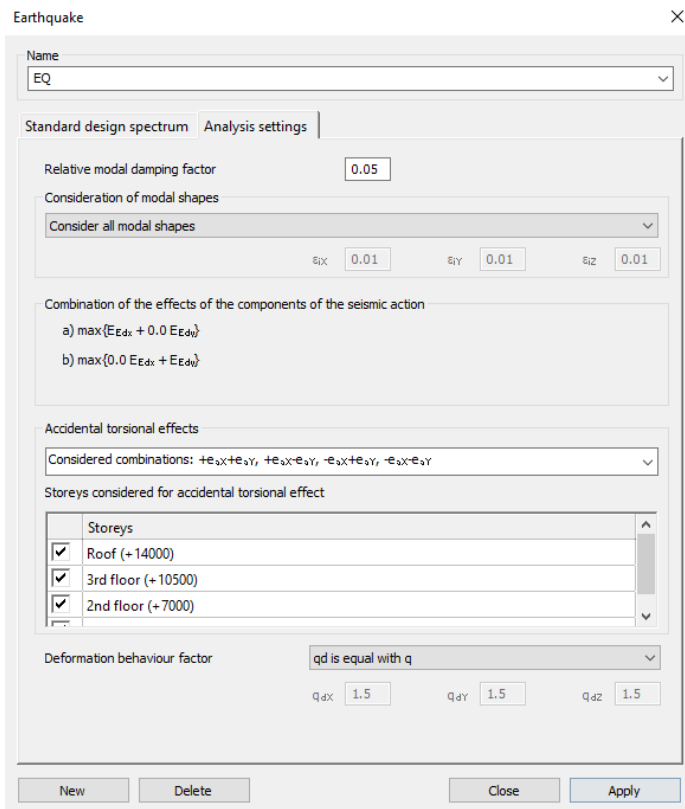


Τύπος εδάφους: C

Εδαφική επιτάχυνση: 1,57 m/s<sup>2</sup> (Ελλάδα/Αθήνα)

Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς: q=1,5

Ρυθμίσεις ανάλυσης:



**2ο βήμα:**

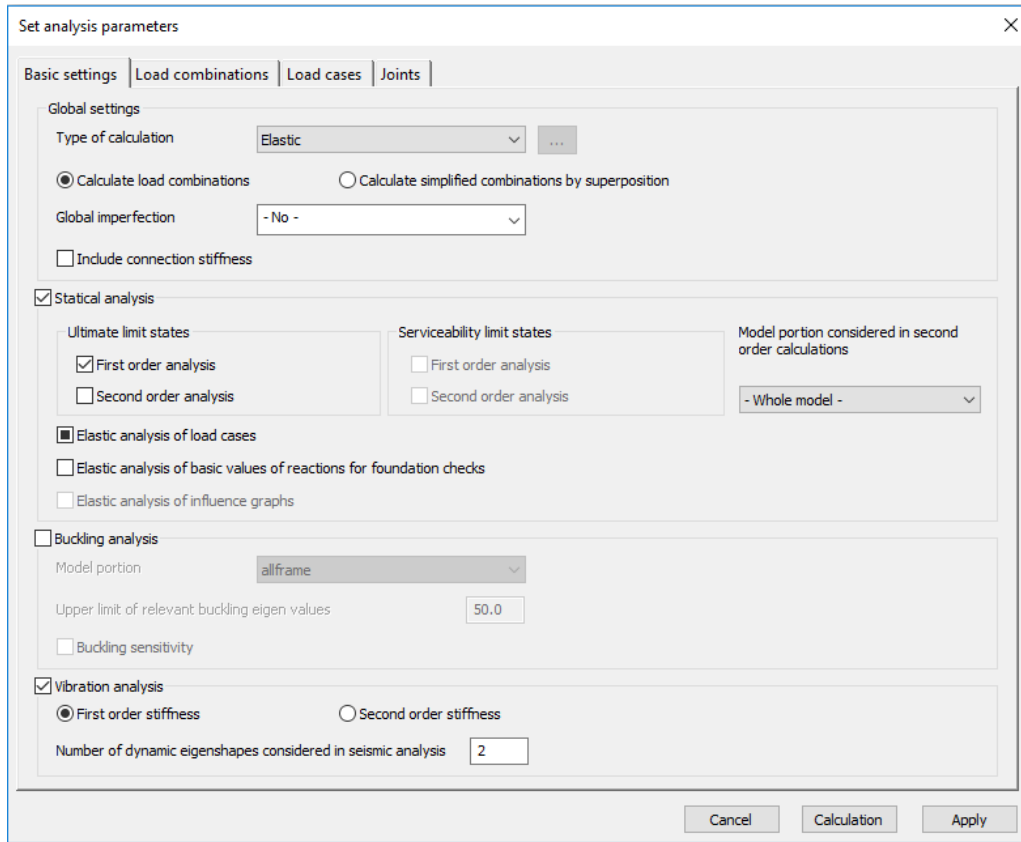
Δημιουργούμε τους συνδυασμούς για το σεισμό με το ConSteel

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d (\Psi_{1,1}; \Psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Name	Limit state	Permanent	Roof live	Mezzanine live	seismic
Load combination-1	(ULS) Ultimate	1,35	1.5	1.5	0
Load combination-2	(ULS) Ultimate	1	1.5	1.5	0
Load combination-3	EQ(+Fx+0Fy +Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-4	EQ(+Fx+0Fy +Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-5	EQ(+Fx+0Fy -Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-6	EQ(+Fx+0Fy -Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-7	EQ(+Fx-0Fy +Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-8	EQ(+Fx-0Fy +Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-9	EQ(+Fx-0Fy -Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-10	EQ(+Fx-0Fy -Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-11	EQ(+Fx+0Fy +Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-12	EQ(+Fx+0Fy -Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-13	EQ(+Fx+0Fy -Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-14	EQ(+Fx+0Fy +Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-15	EQ(+Fx+0Fy +Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-16	EQ(+Fx+0Fy -Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-17	EQ(+Fx+0Fy -Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-18	EQ(+Fx-0Fy +Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-19	EQ(+Fx-0Fy +Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-20	EQ(+Fx-0Fy -Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-21	EQ(+Fx-0Fy -Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-22	EQ(+0Fx+0Fy +Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-23	EQ(+0Fx+0Fy +Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-24	EQ(+0Fx+0Fy -Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-25	EQ(+0Fx+0Fy -Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-26	EQ(+0Fx-0Fy +Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-27	EQ(+0Fx-0Fy +Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-28	EQ(+0Fx-0Fy -Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-29	EQ(+0Fx-0Fy -Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-30	EQ(-0Fx+0Fy +Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-31	EQ(-0Fx+0Fy +Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-32	EQ(-0Fx+0Fy -Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-33	EQ(-0Fx+0Fy -Mtx-Mty)	1	0.3	0.3	1
Load combination-34	EQ(-0Fx-0Fy +Mtx+Mty)	1	0.3	0.3	1
seismic_mass	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0

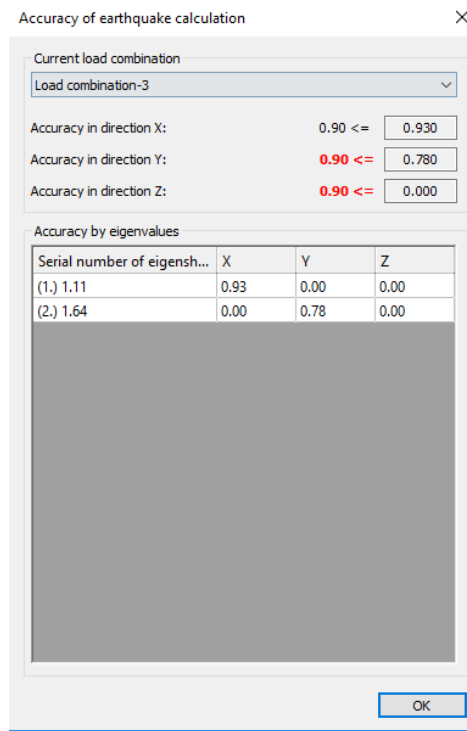
**3ο βήμα:**

Παράμετροι ανάλυσης με βάση την εικόνα που ακολουθεί



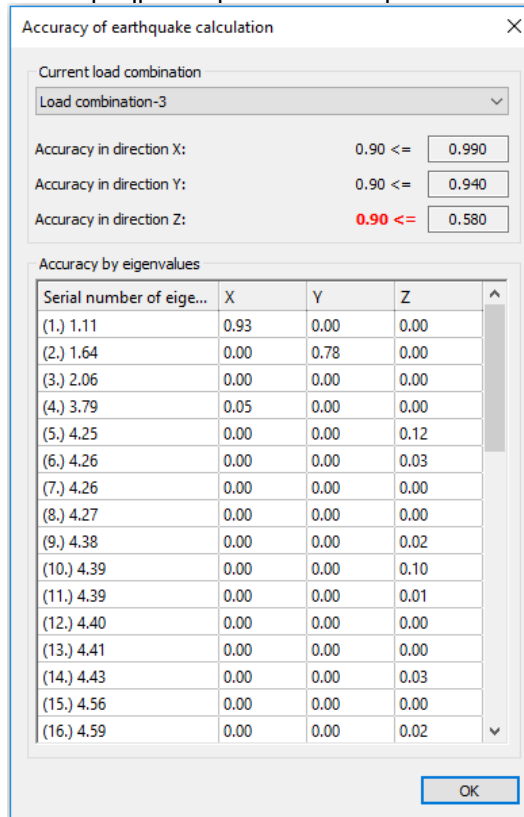
4<sup>ο</sup> Βήμα:

Έλεγχος της ακρίβειας των σεισμικών υπολογισμών κυρίως όσο αφορά τις μάζες:



Στην διεύθυνση X είναι ικανοποιητικά τα αποτελέσματα αφού το σχετικό ποσοστό είναι 0,93, όμως στην Y διεύθυνση χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία γιατί το ποσοστό είναι 0,78.

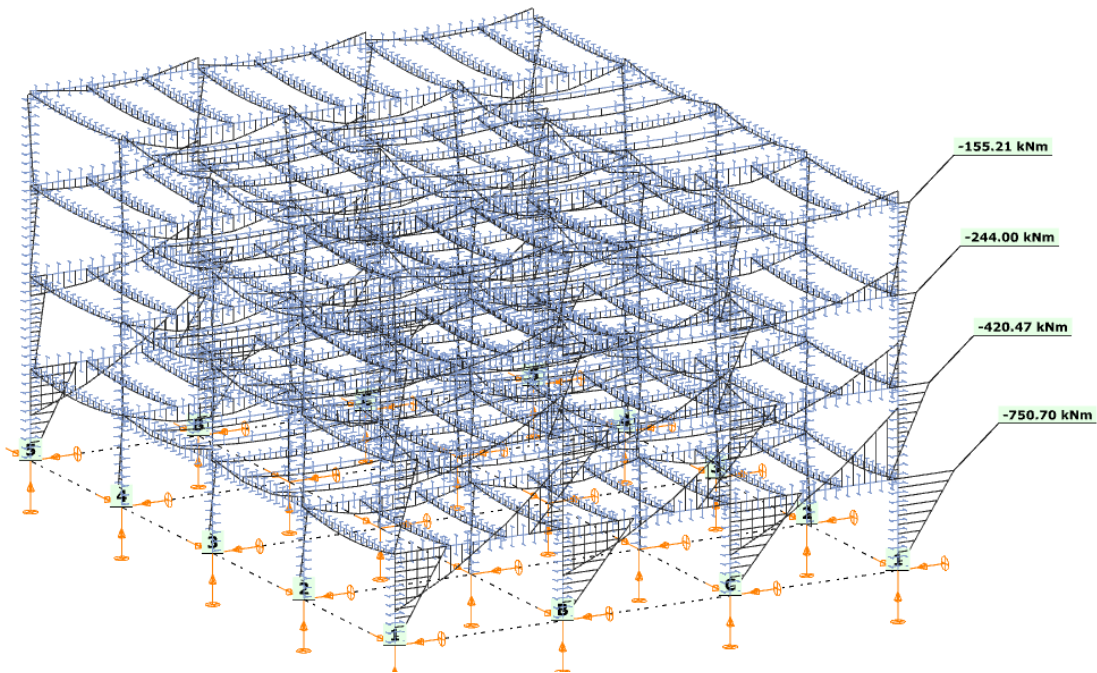
Εκτελούμε ξανά την ανάλυση αλλά χρησιμοποιούμε συνολικά 45 δυναμικές ιδιομορφές, όπου τελικά παρατηρούμε ότι ικανοποιούνται τα κριτήρια στην Y διεύθυνση.



## 5° Βήμα:

Υπολογισμός εντατικών μεγεθών – Εμφάνιση αποτελεσμάτων

Για παράδειγμα η ροπή  $M_y$  στον σεισμικό συνδυασμό (3) έχει τις παρακάτω τιμές



### 6<sup>ο</sup> Βήμα:

Οι καθολικοί έλεγχοι των διατομών εκτελούνται μέσω του παρακάτω πεδίου:

Design...

Current design standard: EN Greek NA

Load combinations to check

First order elastic  Second order elastic

To calcul...	Load combinations	Selected eigenvalue
<input checked="" type="checkbox"/>	Load combination-1	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Load combination-2	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Load combination-3	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Load combination-4	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Load combination-5	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Load combination-6	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Load combination-7	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Load combination-8	-

Steel design EN 1993-1-1

Cross Section check EN 1993-1-1 6.2

Model portion:

Use  $\gamma_{m1}$  instead of  $\gamma_{m0}$  EN 1993-1-1 5.2.2 (7) a)

Buckling check

Model portion:

Elastic stability check EN 1993-1-1 6.3.4

Elastic critical factor  $\alpha_{cr,sp}$

First buckling eigenvalue  Selected eigenvalue  Automatic (based on sensitivity analysis of structural members)

Ultimate resistance factor  $\alpha_{ult,k}$

minimum value by members  minimum value in model portion

Reduction factor  $\chi_{sp}$

a) minimum of  $(\chi; \chi_{1T})$   b) interpolated between  $(\chi; \chi_{1T})$

Plastic stability check EN 1993-1-1 B83

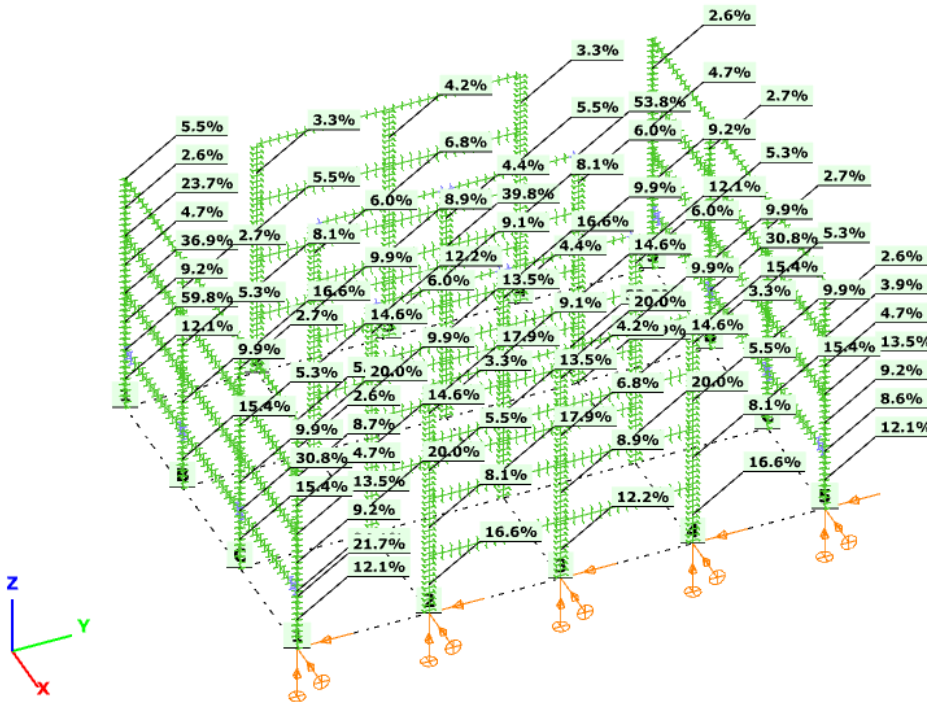
Consider the point of contraflexure as torsional restraint

Composite column check EN 1994-1-1

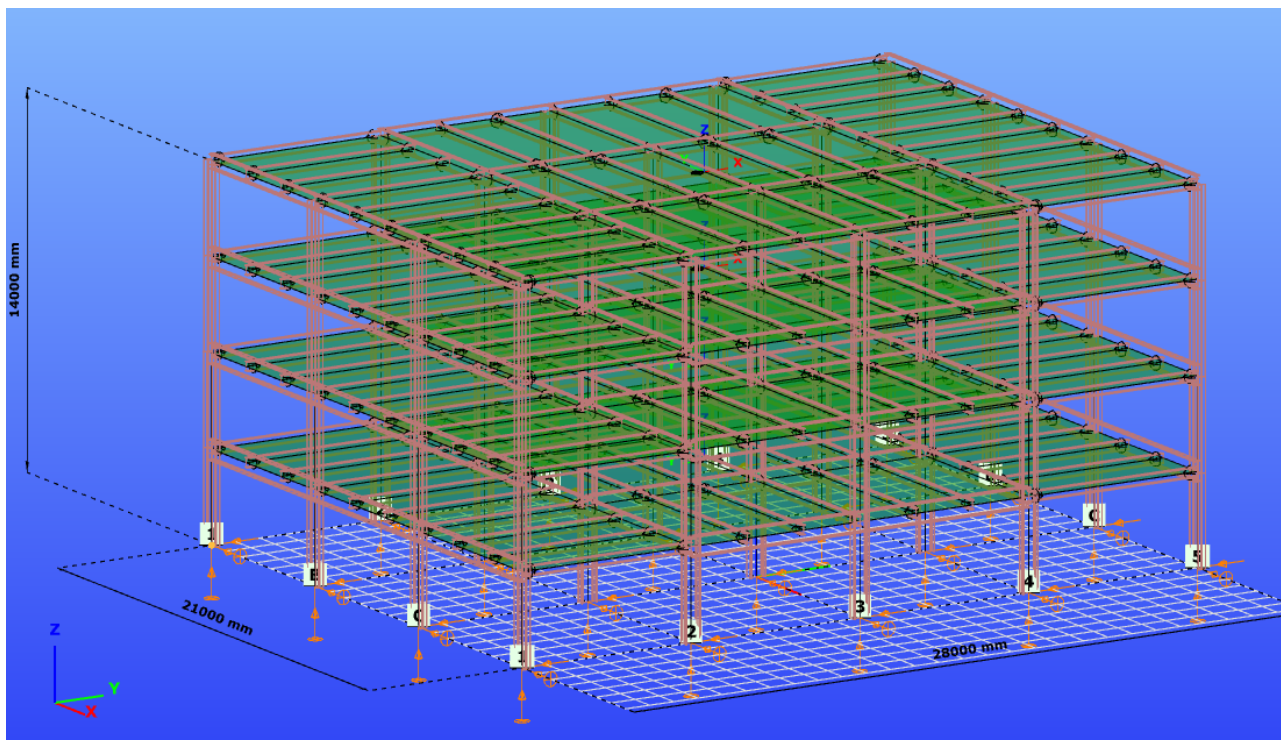
Slab reinforcement EN 1992-1-1

Close Apply Calculation





Bar	Element	Node	Load combination	Examination	Utilization [%]
<input type="checkbox"/> B32	2776	j	Load combination-1	Plastic interaction resistance	68.7
<input type="checkbox"/> B31	2775	k	Load combination-1	Plastic interaction resistance	68.7
<input type="checkbox"/> B33	2820	k	Load combination-1	Plastic interaction resistance	68.7
<input type="checkbox"/> B30	2746	j	Load combination-1	Plastic interaction resistance	68.7
<input type="checkbox"/> B165	535	j	Load combination-15	Plastic interaction resistance	59.8
<input type="checkbox"/> B167	611	k	Load combination-10	Plastic interaction resistance	59.8
<input type="checkbox"/> B156	270	k	Load combination-3	Plastic interaction resistance	59.8
<input type="checkbox"/> B158	323	j	Load combination-14	Plastic interaction resistance	59.8
<input type="checkbox"/> B166	580	k	Load combination-10	Plastic interaction resistance	52.0
<input type="checkbox"/> B157	207	l	Load combination-2	Plastic interaction resistance	52.0

**Β Μέρος :** Μέθοδος ισοδύναμης στατικής ανάλυσης**Παράμετροι κτιρίου:**

ex μήκος=21 m | ey μήκος=28 m | h ύψος=14 m (4\*3,5m)

(Το συγκεκριμένο παράδειγμα του ConSteel περιλαμβάνεται στο DVD του προγράμματος)

Τα πατώματα έχουν προσομοιωθεί με κατάλληλα διαφράγματα.

**Παράμετροι σεισμού:**

Τύπος εδάφους: C

Επιτάχυνση εδάφους: 1,57 m/s<sup>2</sup> (Ελλάδα/Αθήνα)

Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς: q=1,5

Η σεισμική δράση προσομοιώνεται ως γενική τυχηματική δράση η οποία δημιουργείται χειροκίνητα, μαζί με τις υπόλοιπες φορτίσεις για κάθε διεύθυνση αντίστοιχα X και Y με πρόσημα + και - για τα στρεπτικά φαινόμενα εξαιτίας της εκκεντρότητας των μαζών όπως αυτές περιγράφονται στον Ευρωκώδικα 8.

**1° βήμα**

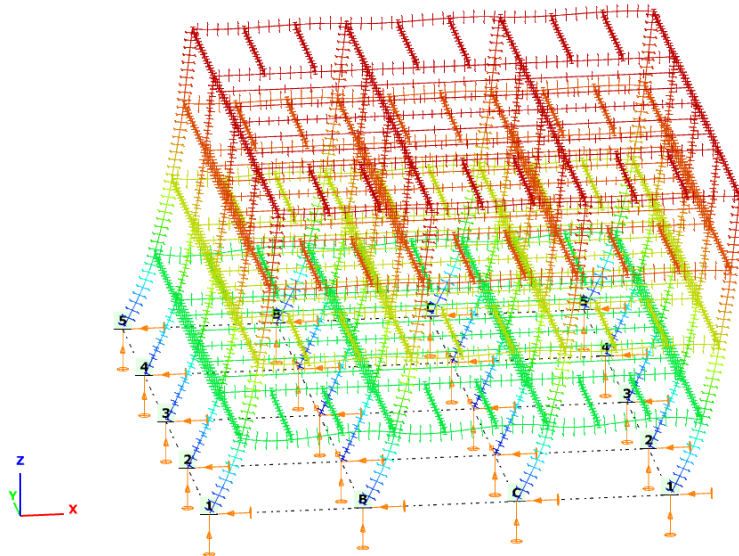
Δημιουργούμε τους σεισμικούς συνδυασμούς για την δυναμική ανάλυση

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + (\Psi_{1,1}; \Psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

## 2° βήμα

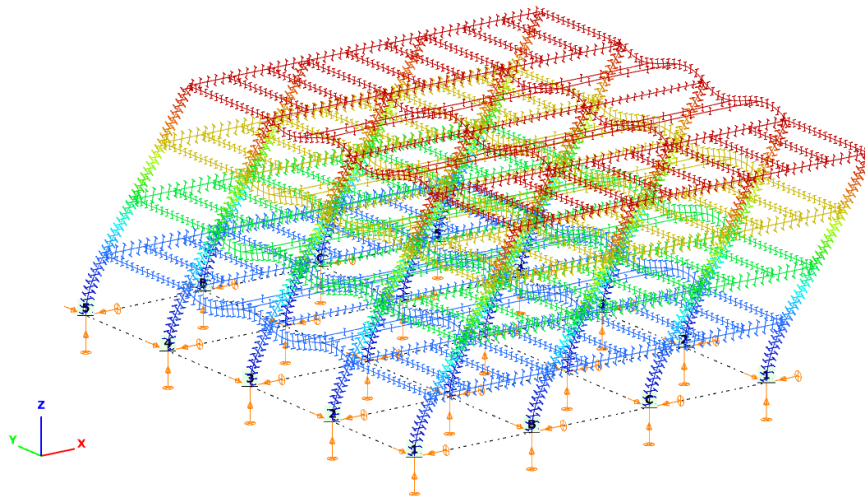
Εκτελούμε την δυναμική ανάλυση με το ConSteel

1. Σημειώνουμε τη δυναμική ιδιομορφή για τη διεύθυνση x και τις τιμές των  $f_{1x}$ ,  $T_{1x}$



$f_{1x}=1,105 \text{ Hz}$   
 $T_{1x}=0,905 \text{ s}$

2. Σημειώνουμε τη δυναμική ιδιομορφή για τη διεύθυνση y και τις τιμές των  $f_{2y}$ ,  $T_{2y}$

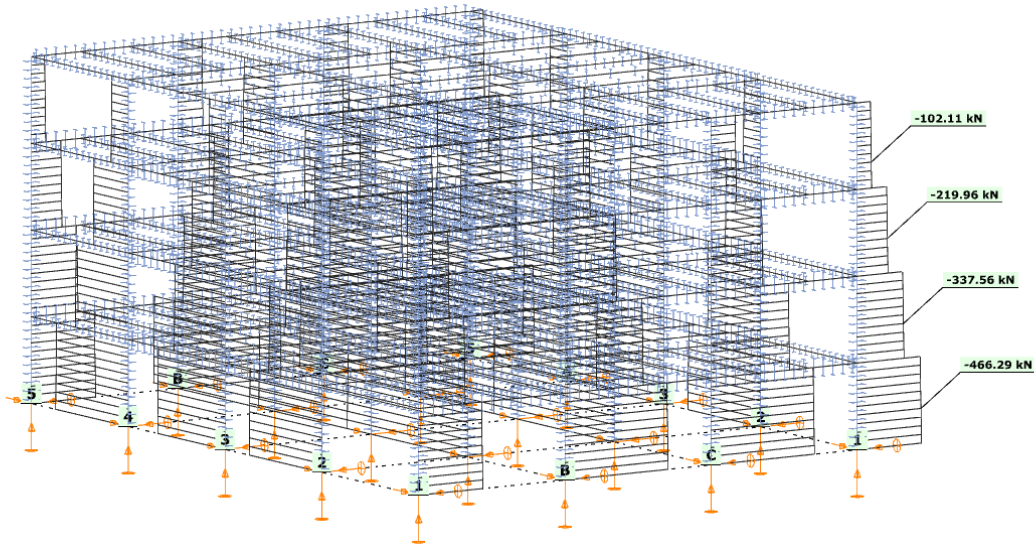


$f_{2y}=1,64 \text{ Hz}$   
 $T_{2y}=0,61 \text{ s}$

**3ο Βήμα:**

Γίνεται υπολογισμός μαζών για κάθε στάθμη χειροκίνητα από το χρήστη (σεισμικοί συνδυασμοί).

Π.χ. Εμφανίζοντας το διάγραμμα αξονικών δυνάμεων παρατηρούμε αυτές τις τιμές:



Storeys	z <sub>i</sub> [m]	m <sub>i</sub> [kg]
1.000	3.500	447508.578
2.000	7.000	447249.570
3.000	10.500	446996.681
Roof	14.000	429170.002
	szum	1770924.831

**4ο Βήμα:**

Υπολογισμός σεισμικού φορτίου:

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

X διεύθυνση:

$$S := 1.5 \quad a_g := 1.57 \frac{m}{s^2} \quad q := 1.5 \quad T_c := 0.25s$$

$$S_{d1} := a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \frac{T_c}{T_{1x}} = 1.084 \frac{m}{s^2}$$

$$F_{bx1} := m_{szum} \cdot S_{d1} = 1920.181 \text{ kN}$$

Υ διεύθυνση:

$$S_{d2} := a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \frac{T_c}{T_{2y}} = 1.609 \frac{m}{s^2}$$

$$F_{by1} := m_{szum} \cdot S_{d2} = 2849.861 \text{ kN}$$

**5° Βήμα:**

Η κατανομή των οριζόντιων σεισμικών φορτίων στο μαθηματικό προσομοίωμα του Consteel γίνεται μέσω τοποθέτησης συγκεντρωμένων δυνάμεων στο κέντρο βάρους κάθε ορόφου, αφού πρώτα έχουν ληφθεί υπόψη οι στρεπτικές δυνάμεις λόγω των εκκεντροτήτων των μαζών.

Χ διεύθυνση:

$$F_i = F_b \frac{s_i \cdot m_i}{\sum s_j \cdot m_j}$$

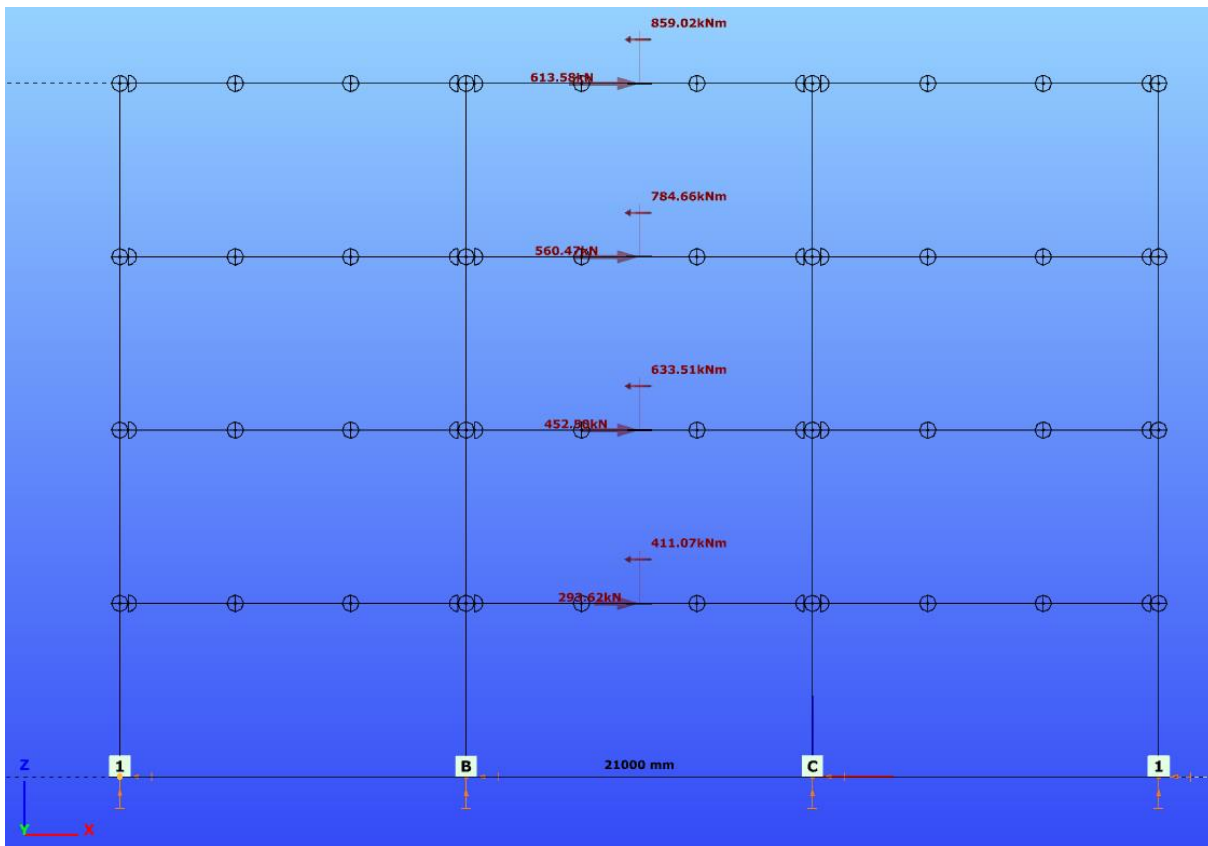
EQ X	Storeys	z <sub>i</sub> [m]	m <sub>i</sub> [kg]	s <sub>i</sub> (mm)	s <sub>i</sub> *m <sub>i</sub>	(s <sub>i</sub> *m <sub>i</sub> )/szu m(s <sub>i</sub> *m <sub>i</sub> )	F <sub>i</sub> [kN]	Torsion (F <sub>i</sub> *0.05e.y) [kNm]
	1.000	3.500	447508.578	2.000	895017.156	0.153	293.622	411.071
	2.000	7.000	447249.570	3.084	1379317.674	0.236	452.504	633.505
	3.000	10.500	446996.681	3.822	1708421.315	0.292	560.471	784.659
	Roof	14.000	429170.002	4.358	1870322.869	0.320	613.584	859.018
		szum	1770924.831		5853079.013	1.000	1920.181	2688.253
	Fbx [kN]szum							
	1920.181							
	0.05*e.y							
	1.4							



Υ διεύθυνση:

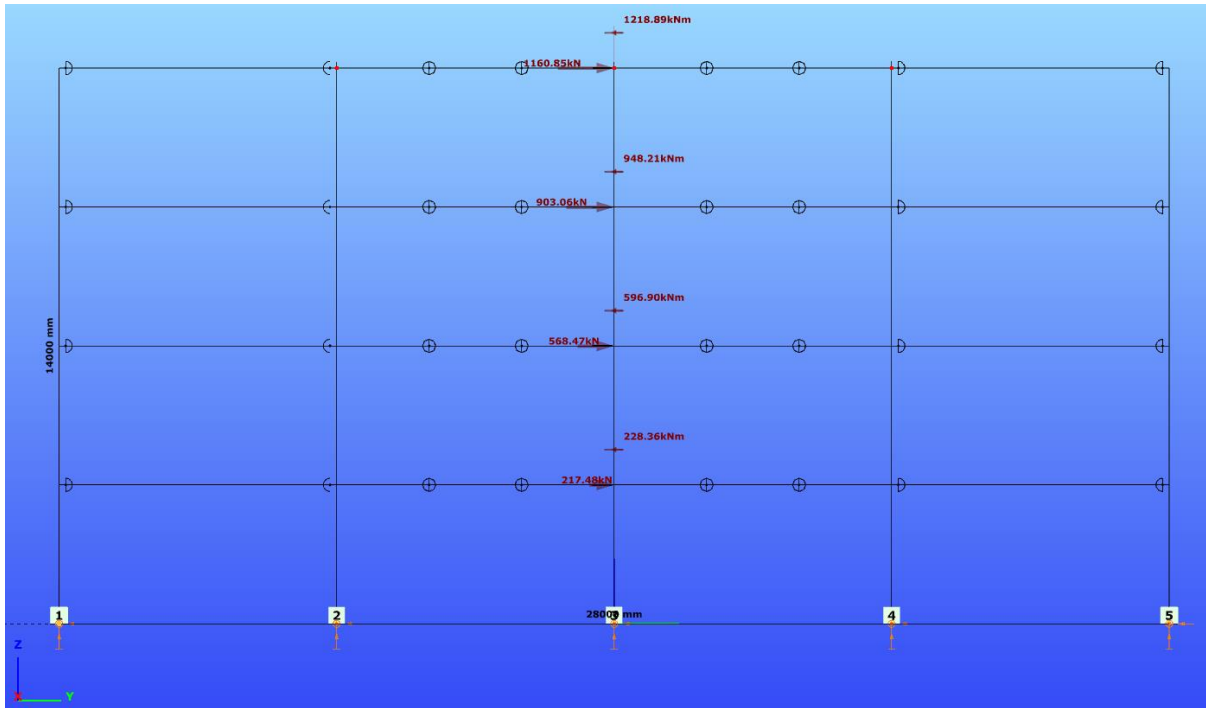
EQ Y								
	Storeys	zi [m]	mi [kg]	si (mm)	si*mi	(si*mi)/szu m(si*mi)	Fi [kN]	Torsion (Fi*0.05e.x) [kNm]
	1	3.5	447508.578	0.624	279245.353	0.076	217.484	228.358
	2	7	447249.57	1.632	729911.298	0.199	568.474	596.898
	3	10.5	446996.681	2.594	1159509.391	0.317	903.057	948.209
	Roof	14	429170.002	3.473	1490507.417	0.407	1160.847	1218.889
					3659173.458	1.000	2849.861	2992.354
	Fby [kN] szum							
	2849.861							
	0.05* e.x							
	1.05							

X διεύθυνση – φορτία στο Consteel:





Υ διεύθυνση – Φορτία στο ConSteel:



### 6° Βήμα:

Για τους υπολογισμούς σχετικά με την ευστάθεια στην ασθενή διεύθυνση των πλαισίων χρειάζεται να βρούμε πρώτα τις κρίσιμες τιμές (φορτία) λυγισμού. Αντίστοιχα, για τους ελέγχους ευστάθειας στην ισχυρή διεύθυνση των πλαισίων, οι καθολικές ατέλειες θα εφαρμοστούν στο κτίριο σε κάθε όροφο.

Φορτίο ατελειών για τις διευθύνσεις X και Y:

$$\Phi_0 = 1/200$$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{H}} \text{ or } \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1 \rightarrow \alpha_h = 0,667$$

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 + \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = 0,791$$

$$\Phi = \Phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0,00263$$

Storeys	z <sub>i</sub> [m]	m <sub>i</sub> [kg]	P <sub>i</sub> [kN]	H <sub>i</sub> [kN]
1.000	3.500	447508.578	4390.06	11.55
2.000	7.000	447249.570	4387.52	11.54
3.000	10.500	446996.681	4385.04	11.53
Roof	14.000	429170.002	4210.16	11.073

**7ο Βήμα:**

Στη συνέχεια δημιουργούμε χειροκίνητα τους σεισμικούς συνδυασμούς με τις σεισμικές δυνάμεις (θετικές και αρνητικές στρεπτικές), περιλαμβάνοντας επίσης τις ως άνω αναφερόμενες ατέλειες.

Name	Limit state	Perman...	Roof live	Mezzani...	EQ X	EQ X + M	EQ X - M	EQ Y	EQ Y + M	EQ Y - M	Load case	X directi...	Y directi...
Compare_X	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0.93	0	0	0	0	0	0	0	0
Compare_Y	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0	0	0	0.78	0	0	0	0	0
Dynamic shape	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EQ 1	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	1	0	0	0.3	0	0	0	1	0
EQ 2	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0	1	0	0	0.3	0	0	1	0
EQ 3	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0	1	0	0	0	0.3	0	1	0
EQ 4	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0.3	0	0	1	0	0	0	0	1
EQ 5	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0	0.3	0	0	1	0	0	0	1
EQ 6	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0	1	0	0	1
EQ 7	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0	0	1	0	0.3	0	0	1	0
EQ 8	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0	0	1	0	0	0.3	0	1	0
EQ 9	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0	0	0.3	0	1	0	0	0	1
EQ 10	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0	0	0.3	0	0	1	0	0	1
EQ 11	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	1	0	0	0	0	0	0	1	0
EQ 12	(ULS) Ultimate	1	0.3	0.3	0	0	0	1	0	0	0	0	1
EQ SLS 1	(SLS) Serviceability	1	0.3	0.3	0.6	0	0	0.18	0	0	0	1	0
EQ SLS 2	(SLS) Serviceability	1	0.3	0.3	0.18	0	0	0.6	0	0	0	0	1

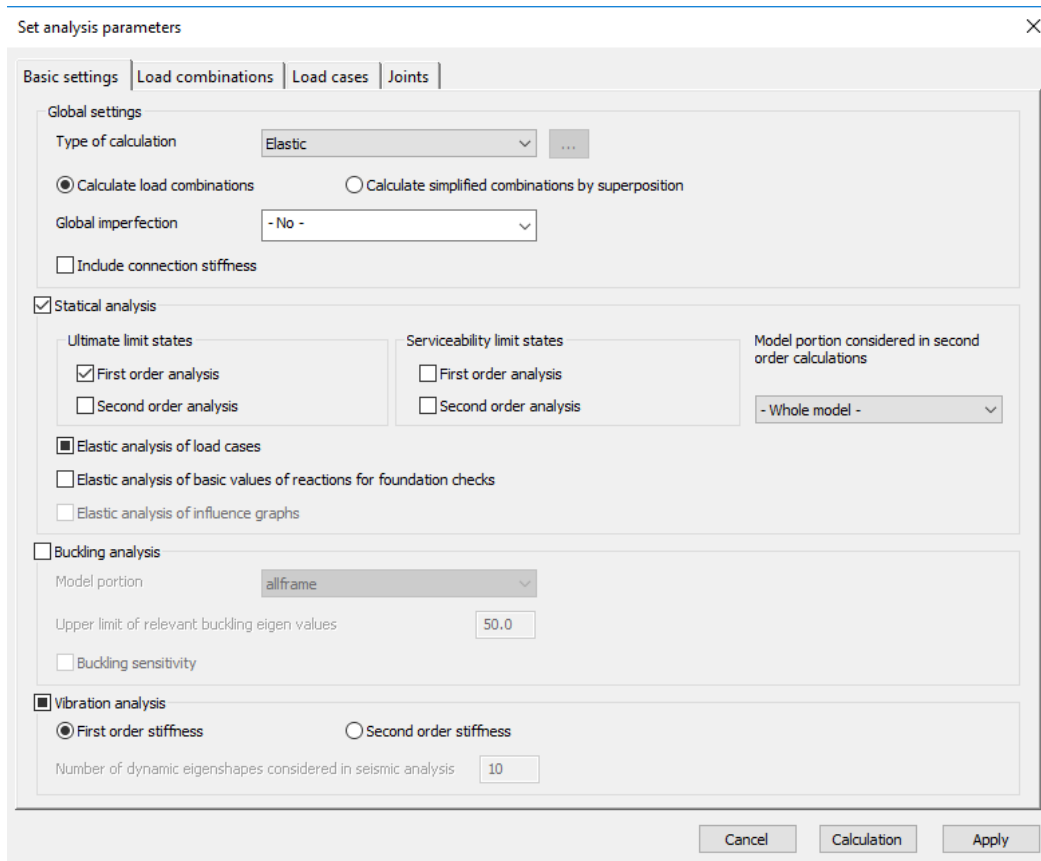
**8ο βήμα:**

Γίνεται έλεγχος των φαινομένων δευτέρας τάξεως και αυξάνουμε τους συντελεστές των σεισμικών δράσεων στους συνδυασμούς αν αυτό είναι απαραίτητο.

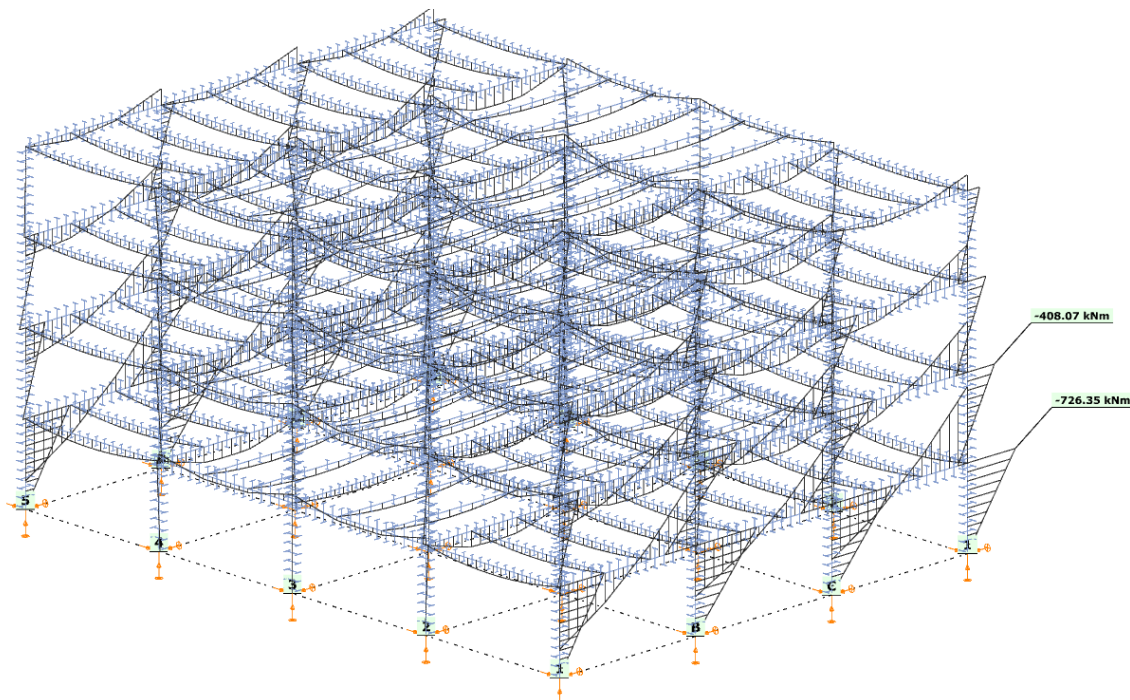
		$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h}$				
EQ X combination						
<b>X</b>						
	<b>Storeys</b>	<b>z<sub>i</sub> [m]</b>	<b>m<sub>i</sub> [kg]</b>	<b>d<sub>ri</sub> [mm]</b>	<b>(d<sub>r</sub>*q)/h</b>	<b>omega</b>
	1.000	3.500	447508.578	13.600	0.006	0.053 OK
	2.000	7.000	447249.570	7.400	0.003	0.025 OK
	3.000	10.500	446996.681	5.000	0.002	0.016 OK
	Roof	14.000	429170.002	3.600	0.002	0.011 OK
EQ Y combination						
<b>Y</b>						
	<b>Storeys</b>	<b>z<sub>i</sub> [m]</b>	<b>m<sub>i</sub> [kg]</b>	<b>d<sub>ri</sub> [mm]</b>	<b>(d<sub>r</sub>*q)/h</b>	<b>omega</b>
	1	3.5	447508.578	4.6	0.001971429	0.012 OK
	2	7	447249.57	7.5	0.003214286	0.016 OK
	3	10.5	446996.681	7.2	0.003085714	0.013 OK
	Roof	14	429170.002	6.5	0.002785714	0.010 OK

**9ο Βήμα:**

Εκτελείται η ανάλυση λυγισμού

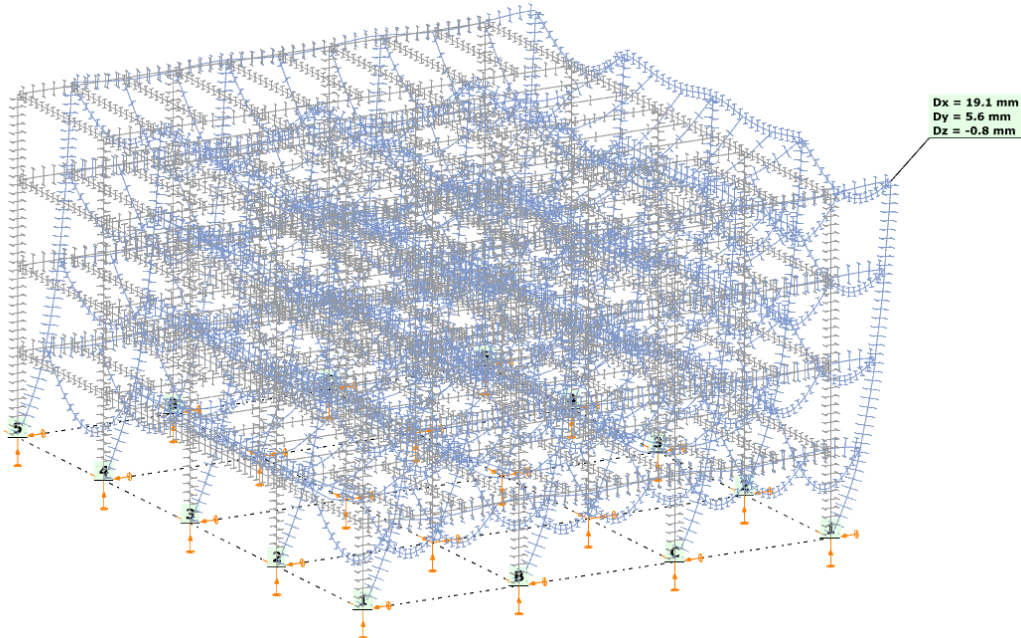


Εμφανίζουμε τα αποτελέσματα στο μοντέλο, όπως για παράδειγμα την ροπή  $M_y$  στον σεισμικό συνδυασμό (EQ 11):



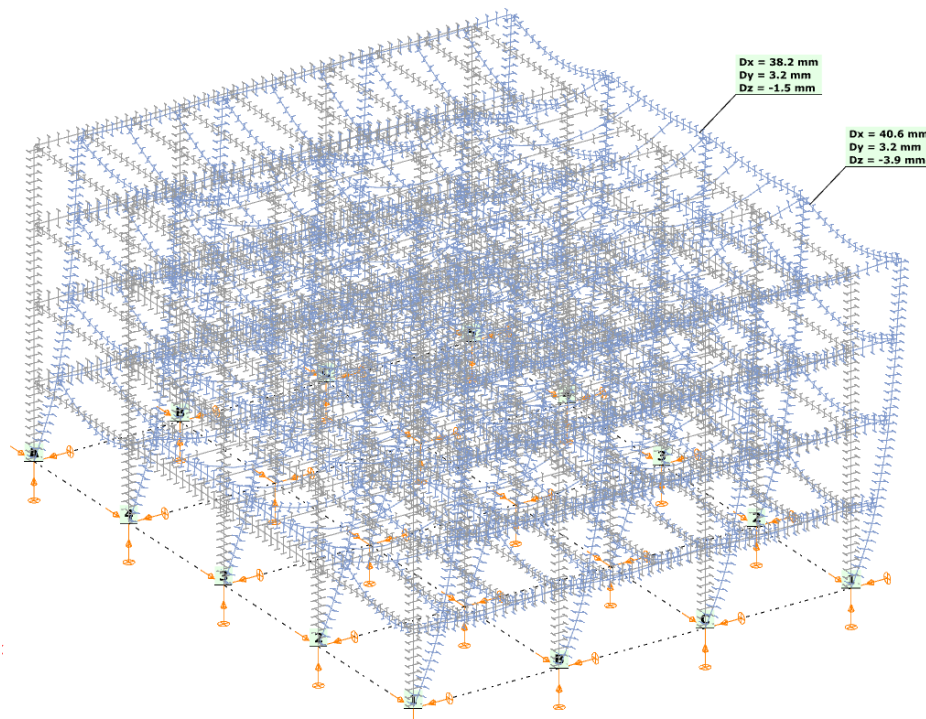
Τα αποτελέσματα για το μοντέλο που μελετάμε παρατηρούμε ότι προσεγγίζουν τα αποτελέσματα της δυναμικής φασματικής ανάλυσης (προηγούμενη εικόνα)!

Παραμορφώσεις (SLS συνδυασμοί, μέγιστες παραμορφώσεις):



Αποτέλεσμα=19,1 mm

Οι παραμορφώσεις με την δυναμική ανάλυση (μέγιστες παραμορφώσεις) είναι:





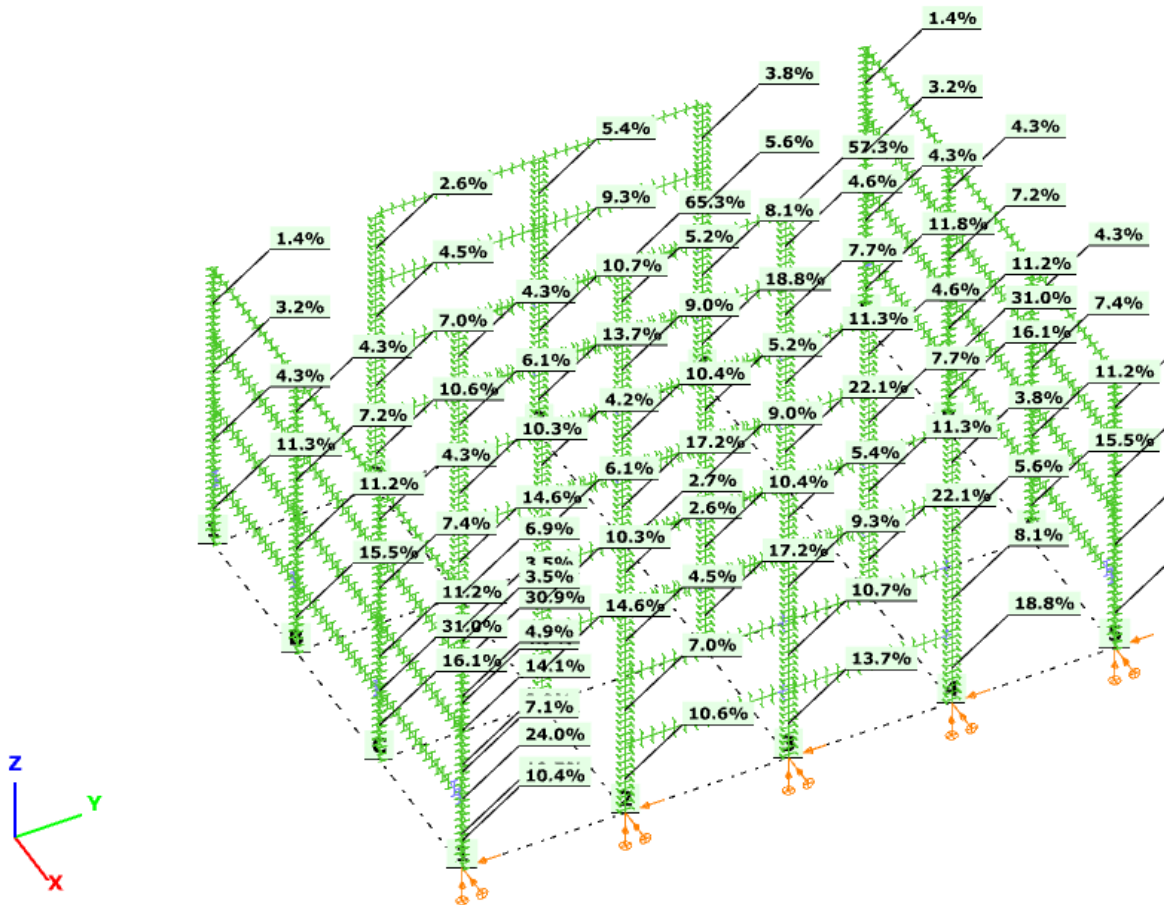
Αποτέλεσμα=40.6 mm

19,1/0,4=47,75 mm

Τα αποτελέσματα στο μοντέλο είναι αρκετά όμοια με αυτά των αποτελεσμάτων της δυναμικής ανάλυσης.

10° Βήμα:

Έλεγχος διατομών:



Bar	Element	Node	Load combination	Examination	Utilization [%]
B31	2775	k	EQ 5	Plastic interaction resistance	65.3
B33	2820	k	EQ 10	Plastic interaction resistance	65.3
B156	270	k	EQ 2	Plastic interaction resistance	63.0
B167	611	k	EQ 8	Plastic interaction resistance	63.0
B158	337	k	EQ 2	Plastic interaction resistance	58.8
B165	549	k	EQ 8	Plastic interaction resistance	58.8
B30	2760	k	EQ 5	Plastic interaction resistance	57.3

Τα αποτελέσματα στο μοντέλο είναι αρκετά όμοια με αυτά των αποτελεσμάτων της δυναμικής ανάλυσης.

## Γ μέρος : Έλεγχοι ευστάθειας

Η ευστάθεια εντός επιπέδου ελέγχονται μέσω της εφαρμογής των καθολικών ατελειών και της ανάλυσης 2ας τάξεως που εκτελούνται. Η εκτός επιπέδου ευστάθεια ελέγχεται με τη χρήση κατάλληλων μειωτικών συντελεστών που ορίζονται στην γενική μέθοδο αφού πρώτα επιλέξουμε αυτόματα τις κυρίαρχες μορφές λυγισμού από την αντίστοιχη εντολή «Ευαισθησία λυγισμού», χρησιμοποιώντας τμήμα της κατασκευής το οποίο περιλαμβάνει μόνο τα κύρια πλαίσια.

### 1° Στάδιο

Έλεγχος ευστάθειας:

Set analysis parameters

Basic settings | Load combinations | Load cases | Joints

Global settings

Type of calculation: Elastic

Calculate load combinations  Calculate simplified combinations by superposition

Global imperfection: - No -

Include connection stiffness

Statical analysis

Ultimate limit states:  First order analysis,  Second order analysis

Serviceability limit states:  First order analysis,  Second order analysis

Model portion considered in second order calculations: - Whole model -

Elastic analysis of load cases

Elastic analysis of basic values of reactions for foundation checks

Elastic analysis of influence graphs

Buckling analysis

Model portion: allframe

Upper limit of relevant buckling eigen values: 50.0

Buckling sensitivity

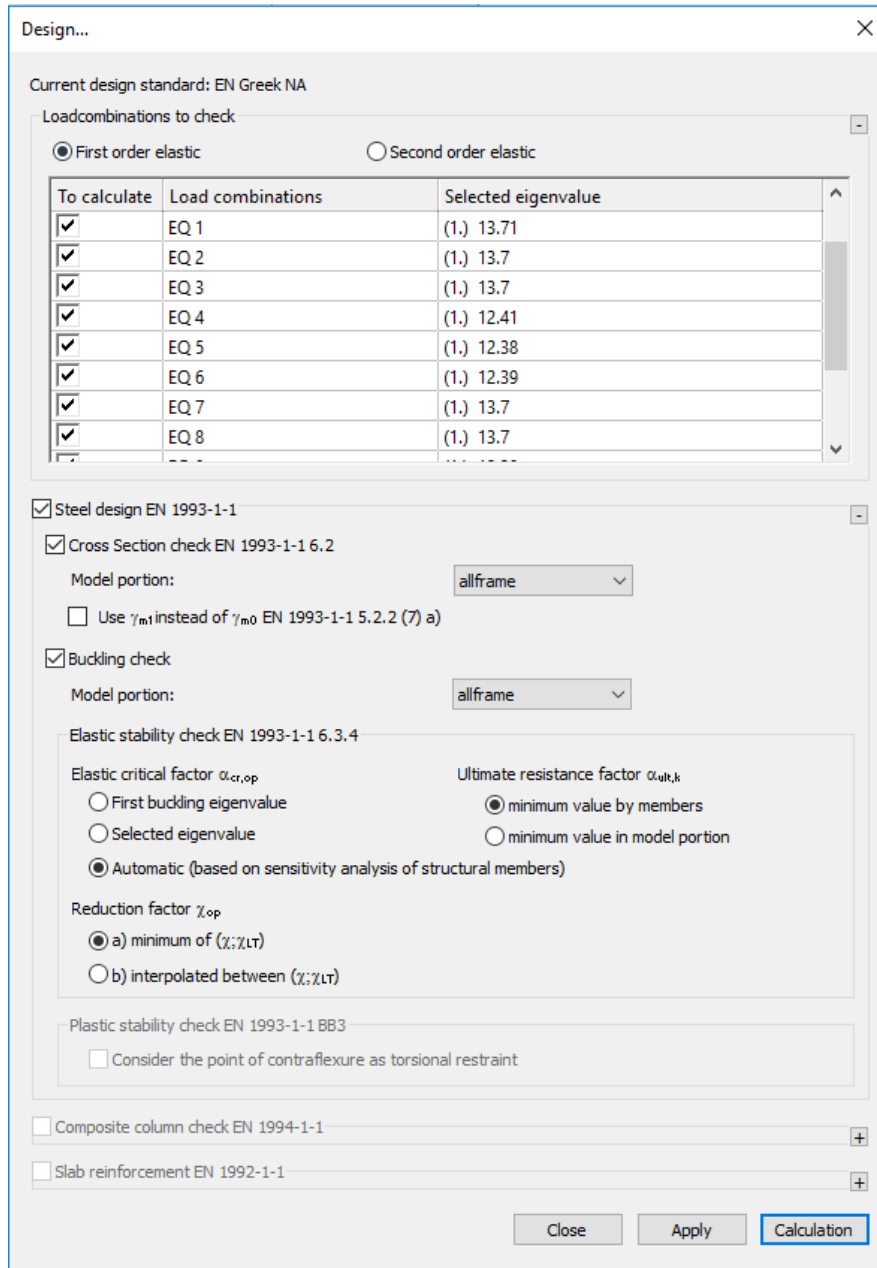
Vibration analysis

First order stiffness  Second order stiffness

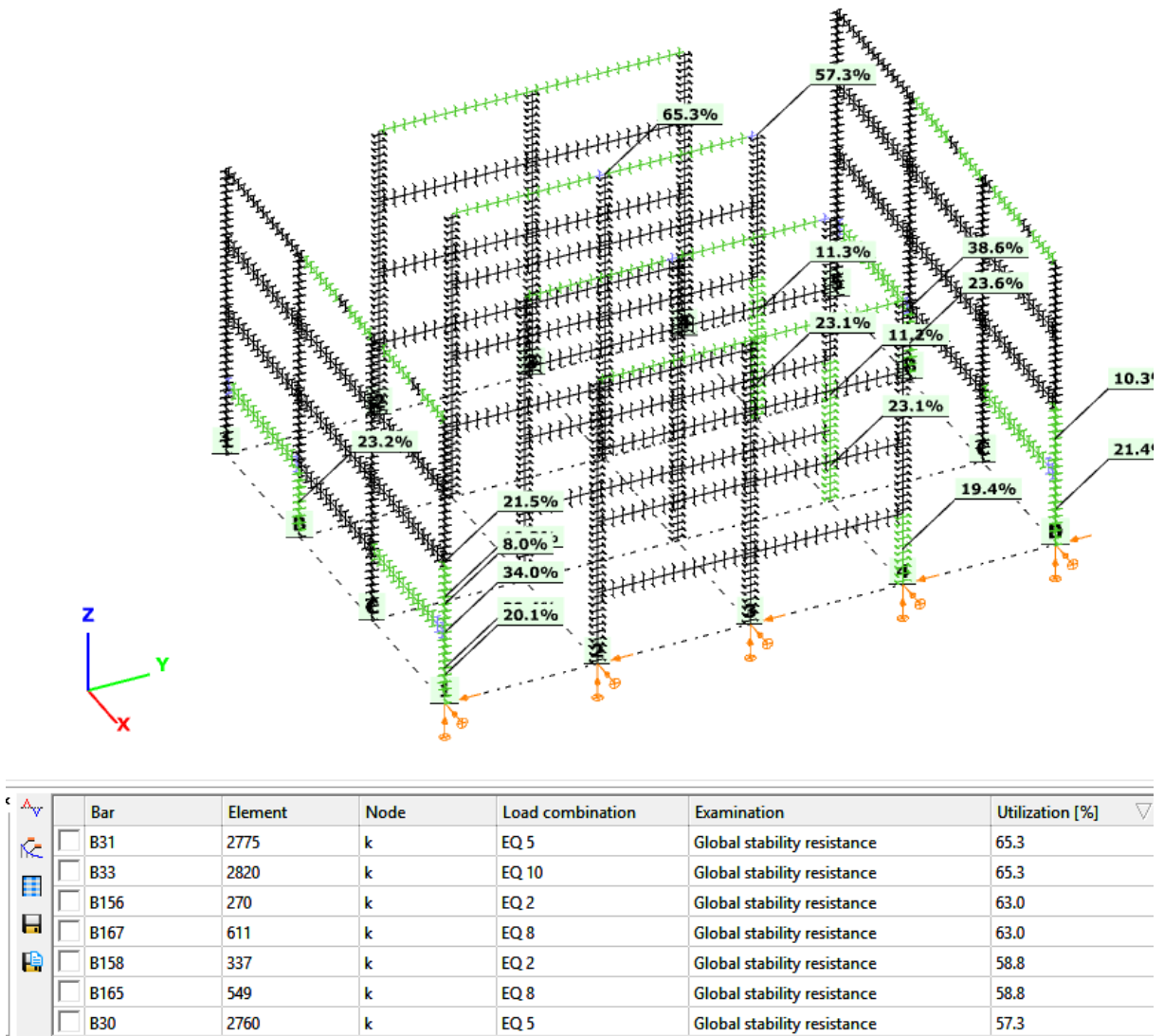
Number of dynamic eigenshapes considered in seismic analysis: 10

Cancel Calculation Apply





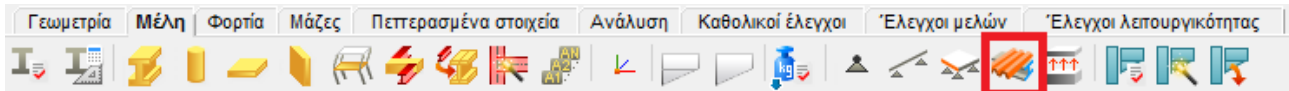
Καθολική αντίσταση ευστάθειας:



Σημείωση: Η κατασκευή είναι αρκετά ισχυρή και για το λόγο αυτό η σεισμική δράση δεν παράγει υψηλές τάσεις, ενώ ο έλεγχος ευστάθειας σε διάφορα στοιχεία του κτιρίου δεν είναι κρίσιμος.

### 31. Προσδιορισμός της δυσκαμψίας των διατμητικών panels στο Consteel 11

Τα διατμητικά πεδία χρησιμοποιούνται στην καθημερινή πρακτική του σχεδιασμού κατασκευών, ιδίως στην Γερμανία, όπου λαμβάνεται υπόψη η συνδρομή των τραπεζοειδών χαλυβδόφυλλων στην ευστάθεια ενός κτιρίου, τα οποία είναι συνδεδεμένα με τα άλλα ραβδωτά στοιχεία της κατασκευής. Η συνδρομή αυτή στην ευστάθεια μπορεί να ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς, μόνο όταν το λογισμικό που χρησιμοποιούμε περιλαμβάνει ραβδωτά στοιχεία με 7 βαθμούς ελευθερίας. Στο ConSteel 11, έχει ενσωματωθεί η δυνατότητα να ληφθούν υπόψη τέτοιου είδους διατμητικά πεδία σε επίπεδο πεπερασμένου στοιχείου.



Για τον υπολογισμό της δυσκαμψίας που προσφέρει το διατμητικό πεδίο, έχουν συμπεριληφθεί στο Consteel διάφορες μέθοδοι που προέρχονται τόσο από κανονιστικά πρότυπα όσο και από τις ίδιες τις εταιρείες παραγωγής αυτών.

**Υπολογισμός δυσκαμψίας διατμητικών στοιχείων**

Όνομα στοιχείου διάτμησης:  Η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο, αν όλες οι (4) πλευρές της διατμητικής επιφάνειας συνδέονται με την υποκατασκευή.

Προφίλ του τραπέζοειδούς ελάσματος:  ...

Εφαρμοζόμενος υπολογισμός:

**Ιδιότητες του διατμητικού στοιχείου**

Fixing:  κάθε νεύρωση   
  κάθε δεύτερη νεύρωση

Μήκος επιφάνειας διάτμησης (ls):  m

Καθορισμός απόστασης (e<sub>1</sub>):  m

Αριθμός των ανοιγμάτων:

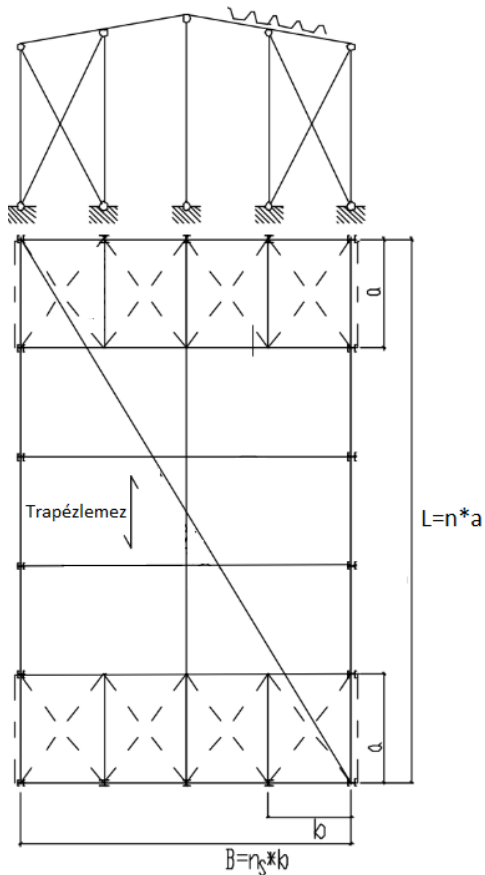
Αριθμός των κατά μήκος συναρμογών (n<sub>1</sub>):

Τιμή δυσκαμψίας διατμητικού στοιχείου:  kN/m

### Υπολογισμός της διατμητικής δυσκαμψίας στην περίπτωση που τα panels παράγονται από την εταιρεία Hoesch [1]

Η προτεινόμενη αυτή μέθοδος χρησιμοποιεί την παρακάτω εξίσωση (DIN 18807, Schardt/Strehl method):

$$S = \frac{10^4}{K_1 + \frac{K_2}{L}} * a \quad (1)$$



Εικόνα 1

S: δυσκαμψία του διατμητικού πεδίου [kN]

K1: συγκεκριμένη παράμετρος για το επιλεγμένο panel [m/kN]

K2: συγκεκριμένη παράμετρος για το επιλεγμένο panel [m<sup>2</sup>/kN]

L: Μήκος του διατμητικού πεδίου παράλληλη στην διεύθυνση των νευρώσεων του panel [m]

a: εφαρμοζόμενο ενεργό πλάτος [m]

Στην εικόνα 1 εμφανίζεται το σκαρίφημα ενός κτιρίου με τις διαστάσεις, όπως αυτές χρησιμοποιούνται στην προηγούμενη εξίσωση. Η μέθοδος αυτή υποθέτει ότι τα panels και στις 4 πλευρές κατά μήκος του ορίου του εξεταζόμενου διατμητικού πεδίου είναι πλήρως συνδεδεμένες στις υποστηριζόμενες κατασκευές με επαρκή απόσταση.

Οι τιμές K1 και K2 έχουν προσδιοριστεί από τον παραγωγό για κάθε τύπο panel λαμβάνοντας υπόψη το ίδιο το πάχος του. Αυτές οι τιμές μπορούν να βρεθούν στην επίσημη ιστοσελίδα του παραγωγού ή σε επίσημα πιστοποιητικά.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι αυτά τα πιστοποιητικά έχουν συγκεκριμένη εφαρμογή της μεθόδου, και ως εκ τούτου συνιστάται να γίνει διπλός έλεγχος της καταλληλότητας των τιμών που θα ληφθούν υπόψη στους υπολογισμούς στο ConSteel.

Η τιμή S που προσδιορίζεται από την εξίσωση (1) είναι κατάλληλη αν τα τραπεζοειδή φύλλα είναι πλήρως συνδεδεμένα με κάθε νεύρωση που στηρίζεται στην κατασκευή. Η τιμή S χρειάζεται να πολλαπλασιαστεί με

τιμή 0.2 στην περίπτωση που η σύνδεση γίνεται σε κάθε δεύτερη νεύρωση μόνο.

### Υπολογισμός της διατμητικής δυσκαμψίας στην περίπτωση που τα panels παράγονται από την εταιρεία Fischer [2]

Η προτεινόμενη αυτή μέθοδος χρησιμοποιεί την παρακάτω εξίσωση (βελτιωμένη μέθοδος Schardt/Strehl) (2). Η εξίσωση 3 περιλαμβάνει πρόσθετες παραμέτρους ( $K_1^*$ ,  $K_2^*$  και  $e_L$ ) σε σύγκριση με την κλασσική μέθοδο, για να λάβει υπόψη την επίδραση της συνδεσιμότητας των panels.

$$S = \frac{1}{(K_1 + K_1^* e_L) + \frac{K_2 + K_2^*}{L}} * a \quad (2)$$

S: δυσκαμψία του διατμητικού πεδίου [kN]

$K_1$ : συγκεκριμένη παράμετρος για το επιλεγμένο panel [ $10^{-4} \cdot m/kN$ ]

$K_2$ : συγκεκριμένη παράμετρος για το επιλεγμένο panel [ $10^{-4} \cdot m^2/kN$ ]

$K_1^*$ : συγκεκριμένη παράμετρος για το επιλεγμένο panel [ $10^{-4} \cdot 1/kN$ ]

$K_2^*$ : συγκεκριμένη παράμετρος για το επιλεγμένο panel [ $10^{-4} \cdot m^2/kN$ ]

$e_L$ : απόσταση μεταξύ των κατά μήκος στερεώσεων [m]

L: Μήκος του διατμητικού πεδίου παράλληλα στην διεύθυνση των νευρώσεων του panel [m]

a: εφαρμοζόμενο ενεργό πλάτος [m]

Η μέθοδος αυτή υποθέτει ότι τα panels και στις 4 πλευρές κατά μήκος του ορίου του εξεταζόμενου διατμητικού πεδίου είναι πλήρως συνδεδεμένες στις υποστηριζόμενες κατασκευές με επαρκή απόσταση.

Η τιμή S που προσδιορίζεται από την εξίσωση (2) είναι κατάλληλη αν τα τραπεζοειδή φύλλα είναι πλήρως συνδεδεμένα με κάθε νεύρωση που στηρίζεται στην κατασκευή. Η τιμή S χρειάζεται να πολλαπλασιαστεί με τιμή 0.2 στην περίπτωση που η σύνδεση γίνεται σε κάθε δεύτερη νεύρωση μόνο.

### Υπολογισμός της διατμητικής δυσκαμψίας στην περίπτωση που τα panels παράγονται από την εταιρεία Arcelor [3]

Η προτεινόμενη αυτή μέθοδος χρησιμοποιεί την παρακάτω εξίσωση (3) (Bryan/Davies method):

$$S = \frac{10^4}{\left[ (K_1' \cdot \alpha_2 + K_1^* e_L) + \frac{(K_2' \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_4 + K_2^* \cdot \alpha_3)}{L_S} \right]} * a \quad (3)$$

S: δυσκαμψία του διατμητικού πεδίου [kN]

K1': συγκεκριμένη παράμετρος για το επιλεγμένο panel [m/kN]

K2': συγκεκριμένη παράμετρος για το επιλεγμένο panel [m<sup>2</sup>/kN]

K1\*: συγκεκριμένη παράμετρος για το επιλεγμένο panel [1/kN]

K2\*: συγκεκριμένη παράμετρος για το επιλεγμένο panel [m<sup>2</sup>/kN]

Ls: Μήκος του διατμητικού πεδίου παράλληλα στην διεύθυνση των νευρώσεων του panel [m]

α1, α2, α3: πρόσθετες παράμετροι εξαρτώμενες από τα ανοίγματα που καθορίζονται στους πίνακες

α4: πρόσθετες παράμετροι εξαρτώμενες από τον αριθμό των συνδέσεων του panel κατά μήκος

a: εφαρμοζόμενο ενεργό πλάτος [m]

Η μέθοδος αυτή υποθέτει ότι τα panels και στις 4 πλευρές κατά μήκος του ορίου του εξεταζόμενου διατμητικού πεδίου είναι πλήρως συνδεδεμένες στις υποστηριζόμενες κατασκευές με επαρκή απόσταση.

Η τιμή S που προσδιορίζεται από την εξίσωση (3) είναι κατάλληλη αν τα τραπεζοειδή φύλλα είναι πλήρως συνδεδεμένα με κάθε νεύρωση που στηρίζεται στην κατασκευή. Η τιμή S χρειάζεται να πολλαπλασιαστεί με τιμή 0.2 στην περίπτωση που η σύνδεση γίνεται σε κάθε δεύτερη νεύρωση μόνο.

### Υπολογισμός της διατμητικής δυσκαμψίας με βάση τον Ευρωκώδικα 3 [4]

Η προτεινόμενη αυτή μέθοδος χρησιμοποιεί την παρακάτω εξίσωση (4):

$$S = \left( 1000 * \sqrt{t^3} * (50 + 10 * \sqrt[3]{b_{roof}}) * \frac{1}{h_w} \right) * a \quad (4)$$

S: δυσκαμψία του διατμητικού πεδίου [kN]

t: πάχος του panel [mm]

hw: ύψος panel [mm]

a: εφαρμοζόμενο ενεργό πλάτος [m]

broof: Μήκος του διατμητικού πεδίου παράλληλα στην διεύθυνση των νευρώσεων του panel (πλάτος της στέγης) [mm]

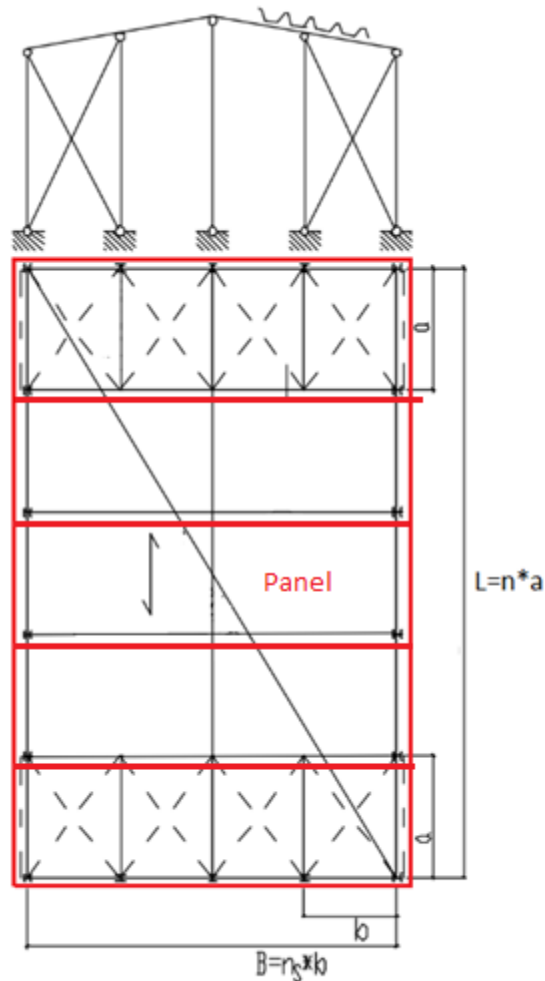
Στην μέθοδο αυτή δεν χρειάζεται τα panels που είναι πλήρως συνδεδεμένα και στις 4 πλευρές κατά μήκος του ορίου του εξεταζόμενου διατμητικού πεδίου να είναι πλήρως συνδεδεμένες στις υποστηριζόμενες κατασκευές. Απαιτείται όμως, η ελάχιστη σύνδεση απευθείας σε σταθερά μέλη της κατασκευής σε 2 πλευρές με επαρκή απόσταση.

Η τιμή S που προσδιορίζεται από την εξίσωση (4) είναι κατάλληλη αν τα τραπεζοειδή φύλλα είναι πλήρως



συνδεδεμένα με κάθε νεύρωση που στηρίζεται στην κατασκευή. Η τιμή  $S$  χρειάζεται να πολλαπλασιαστεί με τιμή 0.2 στην περίπτωση που η σύνδεση γίνεται σε κάθε δεύτερη νεύρωση μόνο.

## Παραδείγματα προσδιορισμού της δυσκαμψίας των διατμητικών panels



Εικόνα 2 : Κάτοψη & τομή μιας τυπικής μεταλλικής κατασκευής

### Παράμετροι

$L=25$  m (Μήκος του διατμητικού πεδίου παράλληλα στην διεύθυνση των νευρώσεων του panel)

$n=5$  (αριθμός πλαισίων)

$a=5$  m (απόσταση πλαισίων)

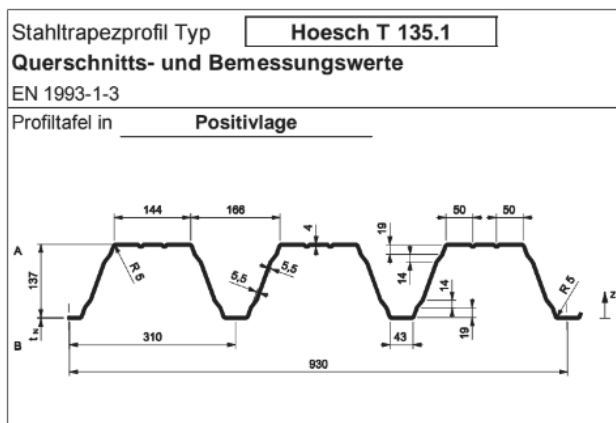
$B=12$  m (άνοιγμα)

Το κτίριο του παραδείγματος εμφανίζεται στην εικόνα 2. Σε αυτό το κτίριο δεν έχουν εισαχθεί τεγίδες, παρά μόνο ένα βαθύ κυματοειδές τραπεζοειδές panel το οποίο έχει τοποθετηθεί πάνω από τις κύριες δοκούς. Ολόκληρη η στέγη του κτιρίου έχει υποθεθεί ότι λειτουργεί ως ένα διατμητικό πεδίο. Για να επιβεβαιωθεί όμως κάτι τέτοιο, τα panels είναι πλήρως συνδεδεμένα στις κύριες δοκούς καθώς και στις διαμήκης δοκούς που βρίσκονται στις κορυφές των πλαισίων. Τα panels θεωρούνται συνδεδεμένα πάνω από την κορυφή του κτιρίου σχηματίζοντας ένα συνεχόμενο διάφραγμα με κατάλληλα συνδεδεμένα στοιχεία (κόκκινες γραμμές). Τα panels είναι πλήρως συνδεδεμένα σε κάθε νεύρωση στην στηριζόμενη κατασκευή. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι σε τέτοια περίπτωση ολόκληρη η επιφάνεια της στέγης με τα διατμητικά πεδία προσφέρει καθολική ευστάθεια στην κατασκευή και ως εκ τούτου θα πρέπει να μέλλον να γίνονται τροποποιήσεις ή δημιουργία ανοιγμάτων μόνο κατόπιν σχετικών ελέγχων από μηχανικούς.

### Hoesch panel (Schardt/Strehl method)

Χρησιμοποιούμενο Panel:

- Hoesch T 135.1
- 0.75 mm πάχος, με θετική κατεύθυνση, κανονική σύνδεση



Εξαγωγή του πίνακα για τον προσδιορισμό των πρόσθετων παραμέτρων:

Schubfeldwerte									
Nennblechdicke $t_N$	$\min L_S^{13)}$ m	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit <sup>15)</sup>				Grenzzustand der Tragfähigkeit <sup>17)</sup>		F <sub>L,Rk</sub> in kN <sup>19)</sup>	
		T <sub>2,Rk</sub> kN/m	L <sub>G</sub> <sup>14)</sup> m	T <sub>3,Rk</sub> = G <sub>s</sub> / 750 [kN/m] <sup>15)</sup>		T <sub>1,Rk</sub> kN/m	K <sub>3</sub> -	Einleitungslänge a ≥ 130 mm    ≥ 280 mm	
				G <sub>s</sub> = 10 <sup>4</sup> / (K <sub>1</sub> + K <sub>2</sub> / L <sub>S</sub> )					
mm				K <sub>1</sub> m/kN	K <sub>2</sub> m <sup>2</sup> /kN				
Normalausführung: Verbindung in jedem Untergurt									
0,75	4,98	1,68	6,53	0,274	54,836	2,54	0,884	13,5	18,0
0,88	4,58	2,55	5,54	0,232	36,017	3,27	0,884	16,0	21,3
1,00	4,29	3,56	4,86	0,203	25,795	3,99	0,884	18,3	24,3
1,25	3,82	6,35	3,87	0,161	14,463	5,65	0,884	23,1	30,7
1,50	3,48	10,16	3,48	0,133	9,043	7,49	0,884	27,8	37,0
Sonderausführung: Verbindung mit 2 Schrauben oder verstärkter Unterlegscheibe in jedem Untergurt <sup>15)</sup>									
0,75	5,18	1,60	11,05	0,274	39,674	5,69	0,795	13,5	18,0
0,88	4,76	2,44	9,41	0,232	26,059	7,33	0,795	16,0	21,3
1,00	4,45	3,41	8,28	0,203	18,663	8,95	0,795	18,3	24,3
1,25	3,97	6,08	6,64	0,161	10,464	12,67	0,795	23,1	30,7
1,50	3,61	9,73	5,56	0,133	6,543	16,79	0,795	27,8	37,0

Τιμές των παραμέτρων ειδικά για το χρησιμοποιούμενο panel με βάση τα έγγραφα πιστοποίησης:

- K<sub>1</sub>=0,274 [m/kN]
- K<sub>2</sub>=54,836 [m<sup>2</sup>/kN]

Η τιμή της δυσκαμψίας του διατμητικού πεδίου σε ένα ενδιάμεσο πλαίσιο είναι (με σύνδεση σε κάθε νεύρωση) (5):

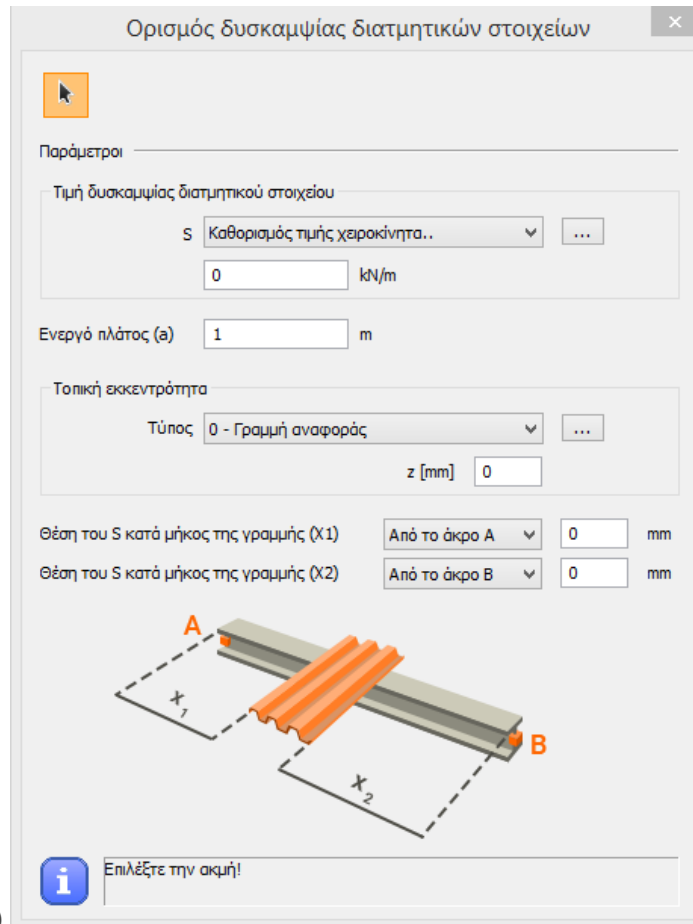
$$S_{intermediate} = \frac{10^4}{K_1 + \frac{K_2}{L}} * a = \frac{10^4}{0,274 + \frac{54,836}{25}} * 5 = 20263,92 \text{ kN} \quad (5)$$

Στην περίπτωση σύνδεσης σε κάθε δεύτερη νεύρωση μόνο, η παραπάνω τιμή μειώνεται ως εξής (6):

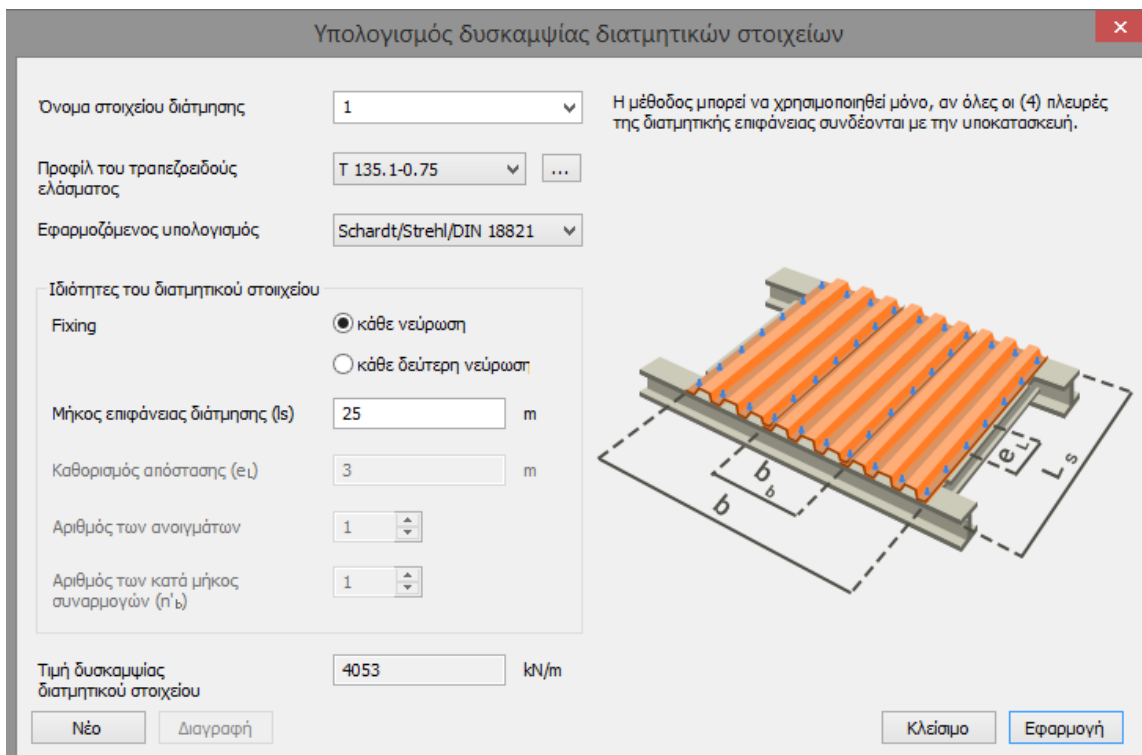
$$S_{reduced} = S_{intermediate} * 0,2 = 20263,92 * 0,2 = 4052,78 \text{ kN} \quad (6)$$

Στην περίπτωση ακραίου πλαισίου (σύνδεση σε κάθε νεύρωση) (7):

$$S_{endwall} = \frac{10^4}{K_1 + \frac{K_2}{L}} * \frac{a}{2} = \frac{10^4}{0,274 + \frac{54,836}{25}} * \frac{5}{2} = 10131,96 \text{ kN} \quad (7)$$



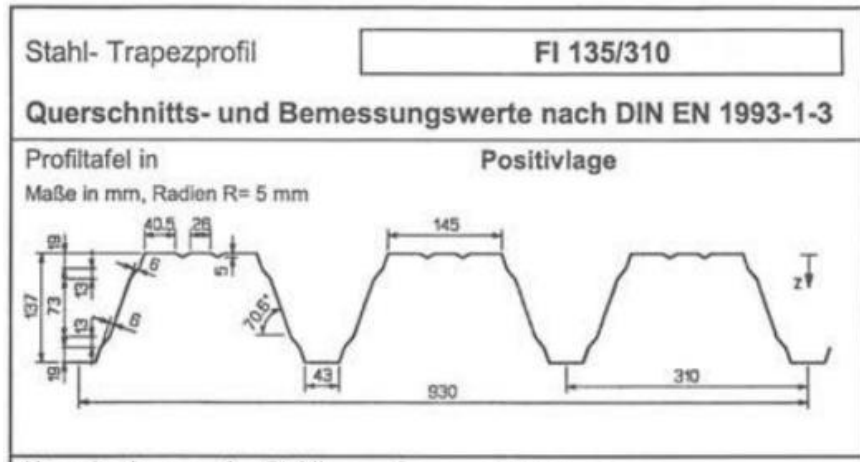
(7)



**Fisher panel (improved Schardt/Strehl method)**

Χρησιμοποιούμενο Panel:

- Fischer 135/310
- 0.75 mm πάχος, με θετική κατεύθυνση, κανονική σύνδεση



Εξαγωγή του πίνακα για τον προσδιορισμό των πρόσθετων παραμέτρων:

Schubfeldwerte												
t <sub>w</sub>	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit <sup>17)</sup>					Grenzzustand der Tragfähigkeit <sup>18)</sup>						
	T <sub>b,Ok</sub>	K <sub>1</sub> <sup>14) 15)</sup>	K <sub>2</sub> <sup>14) 15)</sup>	K* <sub>1</sub> <sup>15)</sup>	K* <sub>2</sub> <sup>15)</sup>	T <sub>Rk,R</sub> <sup>16)</sup>	L <sub>R</sub> <sup>16)</sup>	T <sub>Rk,I</sub>	K <sub>3</sub> <sup>19)</sup>	Lasteinleitung		
										T <sub>LRk</sub> <sup>22)</sup>	F <sub>LRk</sub> <sup>21)</sup> für a ≥	
mm	kN/m	10 <sup>-4</sup> ·m/kN	10 <sup>-4</sup> ·m <sup>2</sup> /kN	10 <sup>-4</sup> ·1/kN	10 <sup>-4</sup> ·m <sup>2</sup> /kN	kN/m	m	kN/m	-	kN/m	130 mm	280 mm
Normalbefestigung: Verbindung in jedem Untergurt												
0,75	1,65	0,274	55,589	3,763	2,170	13,26	7,00	18,70	0,512	2,53	13,53	18,00
0,88	2,51	0,232	36,512	3,763	2,170	17,06	7,00	30,97	0,557	3,26	16,00	21,29
1,00	3,51	0,203	26,149	3,763	2,170	20,84	7,00	46,23	0,595	3,98	18,29	24,34
1,25	6,26	0,161	14,661	3,763	2,170	29,48	7,00	92,58	0,668	5,64	23,05	30,67
1,50	10,00	0,133	9,167	3,763	2,170	39,06	7,00	116,8	0,734	7,47	27,81	37,01
Sonderbefestigung: Verbindung mit 2 Schrauben oder verstärkter Unterlegscheibe in jedem Untergurt <sup>20)</sup>												
0,75	1,58	0,274	40,601	3,763	1,085	13,26	7,00	18,70	0,791	5,64	13,53	18,00
0,88	2,40	0,232	26,668	3,763	1,085	17,06	7,00	30,97	0,791	7,26	16,00	21,29
1,00	3,36	0,203	19,099	3,763	1,085	20,84	7,00	46,23	0,791	8,88	18,29	24,34
1,25	5,98	0,161	10,708	3,763	1,085	29,48	7,00	92,58	0,791	12,56	23,05	30,67
1,50	9,57	0,133	6,696	3,763	1,085	39,06	7,00	116,8	0,791	16,65	27,81	37,01

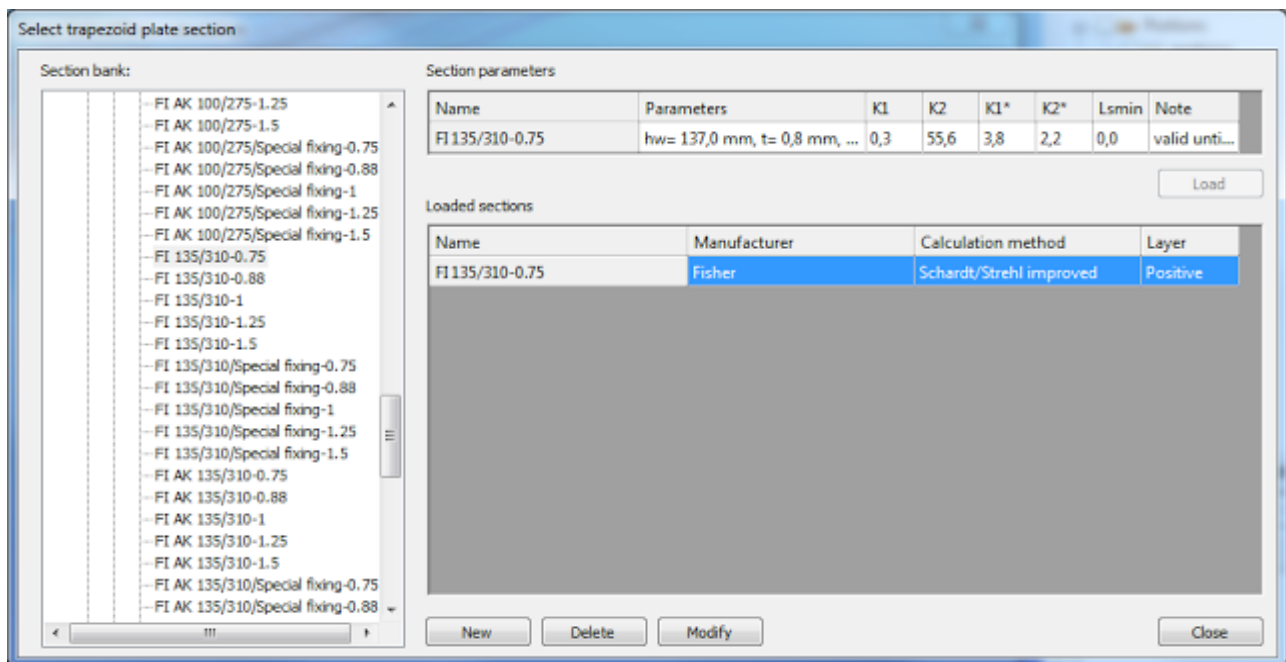
Τιμές των παραμέτρων για το χρησιμοποιούμενο panel με βάση τον παραπάνω πίνακα:

$K_1=0,274 [10^{-4} \cdot \text{m/kN}]$

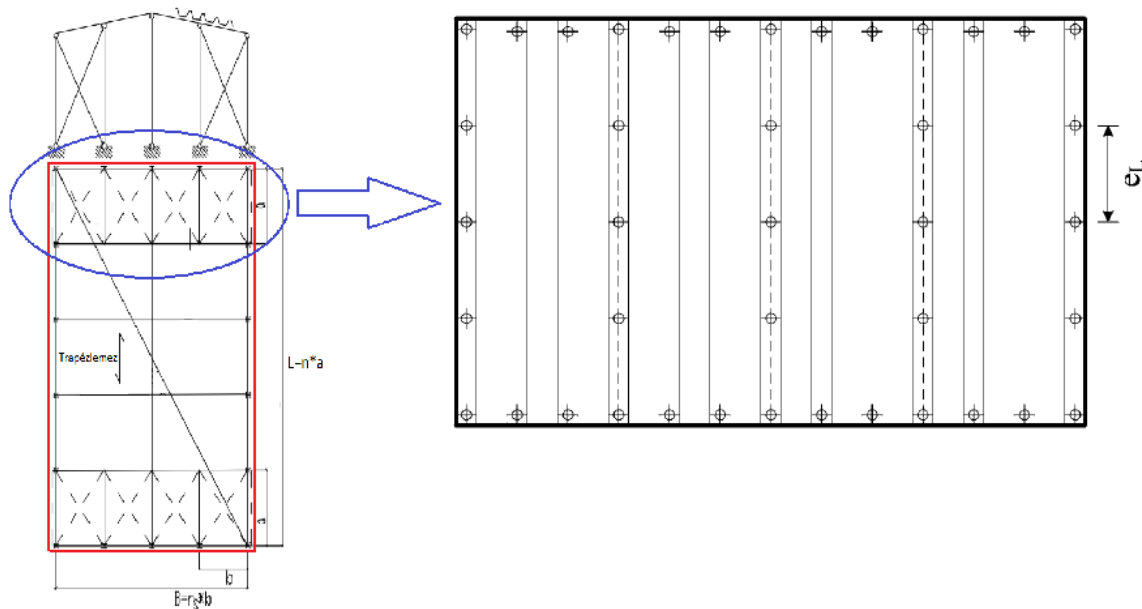
$K_2= 55,589 [10^{-4} \cdot \text{m}^2/\text{kN}]$

$K_1^*=3,763 [10^{-4} \cdot 1/\text{kN}]$

$K_2^*=2,170 [10^{-4} \cdot \text{m}^2/\text{kN}]$







Τιμή δυσκαμψίας του διαμηθικού πεδίου το οποίο χρησιμοποιείται σε ενδιάμεσο πλαίσιο (σύνδεση σε κάθε νεύρωση) (8):

$$S_{intermediate} = \frac{1}{(K_1 + K_1^* e_L) + \frac{K_2 + K_2^*}{L}} * a = \frac{1}{(0,274 + 3,763 * 0,15) + \frac{55,589 + 2,170}{25}} * 5 * 10^4 = 15879,02 \text{ kN} \quad (8)$$

Στην περίπτωση σύνδεσης σε κάθε δεύτερη νεύρωση μόνο, η παραπάνω τιμή μειώνεται ως εξής (9):

$$S_{reduced} = S_{intermediate} * 0,2 = 15879,02 * 0,2 = 3175,80 \text{ kN} \quad (9)$$

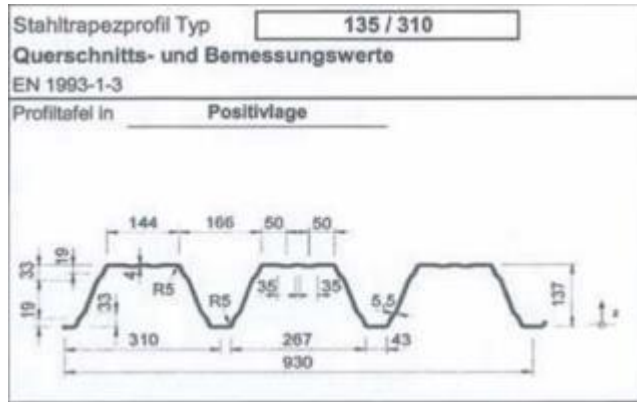
Στην περίπτωση ακραίου πλαισίου (σύνδεση σε κάθε νεύρωση) (10):

$$S_{endwall} = \frac{1}{(K_1 + K_1^* e_L) + \frac{K_2 + K_2^*}{L}} * \frac{a}{2} = \frac{1}{(0,274 + 3,763 * 0,15) + \frac{55,589 + 2,170}{25}} * \frac{5}{2} * 10^4 = 7939,51 \text{ kN} \quad (10)$$

### Arcelor panel (Bryan/Davies method)

Χρησιμοποιούμενο Panel:

- Arcelor 135/310
- 0.75 mm πάχος, με θετική κατεύθυνση, κανονική σύνδεση



Schubfeldwerte											
Nennblechdicke $t_n$ mm	Grenzzustand der Tragfähigkeit <sup>15)</sup>				Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit <sup>16)</sup>				$F_{L,Rk}$ in kN <sup>18)</sup>		
	$L_R$	$T_{L,Rk}$	$T_{ent,g}$ <sup>11) 12)</sup>	$T_{ent,u}$ <sup>13)</sup>	$T_{L,Rk,L}$	$T_{L,Rk,S}$ <sup>17)</sup>	$k_1^*$	$k_2^*$	Einleitungslänge $a$		
	m		kN/m				m/kN	m <sup>2</sup> /kN	≥ 130 mm	≥ 260 mm	
0,75	8,00	56,80	8,65	29,34	1,68	1,60	0,277	48,560	13,50	18,00	
0,88	8,00	67,20	11,13	44,67	2,55	2,44	0,234	31,895	15,90	21,30	
1,00	8,00	76,80	13,60	62,37	3,56	3,41	0,205	22,843	18,30	24,30	
1,13	8,00	87,20	16,51	85,67	4,89	4,68	0,180	16,629	20,70	27,60	
1,25	8,00	96,80	19,31	111,23	6,35	6,08	0,162	12,807	22,95	30,75	
1,50	8,00	116,80	25,58	177,89	10,16	9,73	0,135	8,008	27,75	37,05	

Beiwerte:

$k_1^* = 3,76$ 1/kN <sup>14)</sup>	$k_2^* = 2,17$ m <sup>2</sup> /kN <sup>14)</sup>	$k_3^* = 0,884$ <sup>15)</sup>
------------------------------------	--	--------------------------------

Τιμές των παραμέτρων για το χρησιμοποιούμενο panel με βάση τον παραπάνω πίνακα:

$K_1' = 0,277$  [m/kN]

$K_2' = 48,560$  [m<sup>2</sup>/kN]

$K_1^* = 3,76$  [1/kN]

$K_2^* = 2,17$  [m<sup>2</sup>/kN]

Anzahl der Felder →	1	2	3	4	5	6	7	8
Anzahl der Auflager →	2	3	4	5	6	7	8	9
$\alpha_1$	1,00	1,00	0,85	0,70	0,60	0,60	0,60	0,60
$\alpha_2$	1,00	1,00	0,75	0,67	0,55	0,50	0,44	0,40
$\alpha_3$	1,00	1,00	0,90	0,80	0,71	0,64	0,58	0,53

Εξαγωγή του πίνακα για τον προσδιορισμό των πρόσθετων παραμέτρων στην περίπτωση συνεχόμενων panels με 5 ανοίγματα και 6 στηρίξεις (σε κύριες δοκούς):

$$\alpha_1=0,6$$

$$\alpha_2=0,55$$

$$\alpha_3=0,71$$

$\alpha_4 = 1,00$   
 (ohne Querstoß im Schubfeld)  
 $\alpha_4 = 1,3 + 0,3 * n'b$   
 (n'b = Anzahl der Querstöße)

Τα μεμονωμένα panels έχουν μήκος 9.0m, και ως εκ τούτου χρησιμοποιούνται 3 panels κατά μήκος με υπερκάλυψη. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν 2 panel splices κατά τη διεύθυνση του μήκους:

$$n'b: 2$$

$$\alpha_4=1,3+0,3*2=1,9 \quad (11)$$

Τιμή δυσκαμψίας του διατμητικού πεδίου το οποίο χρησιμοποιείται σε ενδιάμεσο πλαίσιο (σύνδεση σε κάθε νεύρωση) (12):

$$\begin{aligned}
 S_{intermediate} &= \frac{10^4}{\left[ (K_1' * \alpha_2 + K_1^* e_L) + \frac{(K_2' * \alpha_1 * \alpha_4 + K_2^* \alpha_3)}{L_S} \right]} * a \\
 &= \frac{10^4}{\left[ (0,277 * 0,55 + 3,76 * 0,15) + \frac{(48,56 * 0,6 * 1,9 + 2,17 * 0,71)}{25} \right]} * 5 = \\
 S_{intermediate} &= 16709,48 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

(12)

Στην περίπτωση σύνδεσης σε κάθε δεύτερη νεύρωση μόνο, η παραπάνω τιμή μειώνεται ως εξής (13):

$$S_{reduced} = S_{intermediate} * 0,2 = 16709,48 * 0,2 = 3341,89 \text{ kN} \quad (13)$$

Στην περίπτωση ακραίου πλαισίου (σύνδεση σε κάθε νεύρωση) (14):

$$S_{endwall} = \frac{10^4}{\left[ (K_1' * \alpha_2 + K_1^* e_L) + \frac{(K_2' * \alpha_1 * \alpha_4 + K_2^* \alpha_3)}{L_S} \right]} * \frac{a}{2} = 8354,74 \text{ kN} \quad (14)$$

### Γενικό panel (Μέθοδος Eurocode 3)

Χρησιμοποιούμενο Panel:

- Pruszinsky T-35 0.7
- 0.70 mm πάχος, με θετική κατεύθυνση, κανονική σύνδεση

Τιμή δυσκαμψίας του διατμητικού πεδίου το οποίο χρησιμοποιείται σε ενδιάμεσο πλαίσιο (σύνδεση σε κάθε νεύρωση):

$$S_{intermediate} = \left( 1000 * \sqrt{0.70^3} * (50 + 10 * \sqrt[3]{25000}) * \frac{1}{35} \right) * 5000 = 28647 \text{ kN}$$

Στην περίπτωση ακραίου πλαισίου (σύνδεση σε κάθε νεύρωση):

$$S_{endwall} = \left( 1000 * \sqrt{0.70^3} * (50 + 10 * \sqrt[3]{25000}) * \frac{1}{35} \right) * \frac{5000}{2} = 14323.5 \text{ kN}$$

### Πηγές:

[1] Hoesch trapezprofil - Querschnitts und Bemessungswerte EN 1993-1-3 EC3, Produktionsstandardt Deutschland ([http://www.hoeschbau.com/uploads/tx\\_downloads/436D\\_1114\\_Produktion-Deutschland.pdf](http://www.hoeschbau.com/uploads/tx_downloads/436D_1114_Produktion-Deutschland.pdf))

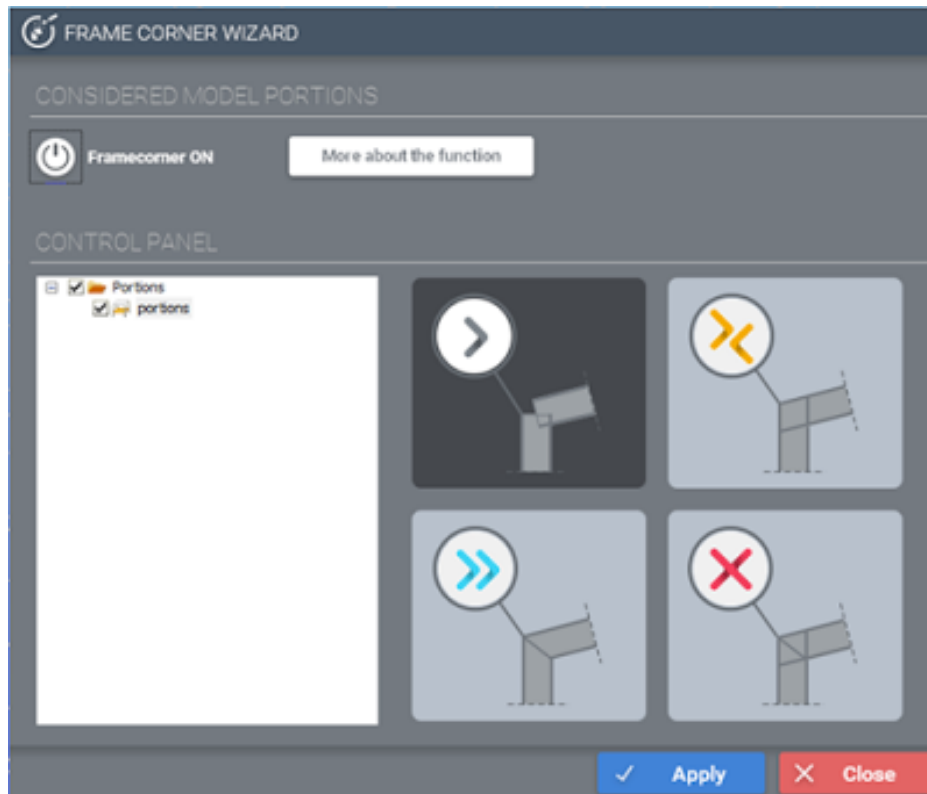
[2] FisherTrapez, Typenprüfung Querschnitts und Bemessungswerte nach DIN EN 1993-1-3 (<http://www.fischerprofil.de/dbfiles/FischerTRAPEZ-Q-B-02-2015%20i.pdf2015%20i.pdf>)

[3] Bescheid über die baustatische Typenprüfung, Arcelor Trapezprofil([http://ds.arcelormittal.com/construction/germany/download\\_service/zulassungen\\_pruefbescheid/language/DEn\\_pruefbescheide/language/DE](http://ds.arcelormittal.com/construction/germany/download_service/zulassungen_pruefbescheid/language/DEn_pruefbescheide/language/DE))

[4] EN 1993-1- 3 10.1b

**32. Σύγκριση της επίδρασης των διαφορετικών μορφών γωνιών πλαισίου**

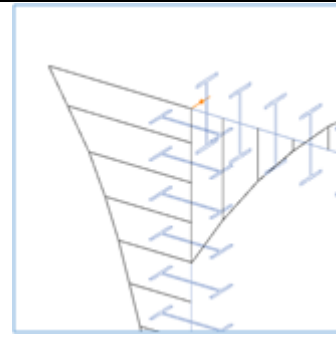
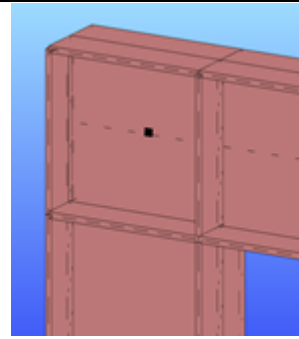
Στο ConSteel 11, έχει βελτιωθεί σημαντικά το παράθυρο του οδηγού γωνίας πλαισίου, μέσω του οποίου λαμβάνεται υπόψη ο καθορισμός της μορφής του κόμβου (γωνίας πλαισίου) στην ανάλυση της κατασκευής.



Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τέσσερις διαφορετικοί τύποι γωνιών πλαισίου, για την σύνδεση που ακολουθεί (Σύνδεση ροπής δοκού σε στυλό), στην οποία μεταφέρονται 7 βαθμοί ελευθερίας αντίστοιχα.

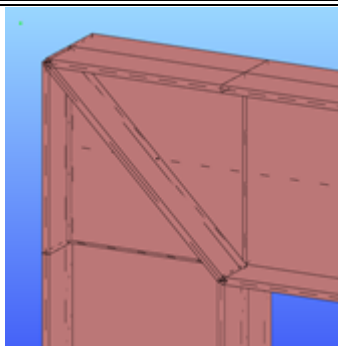
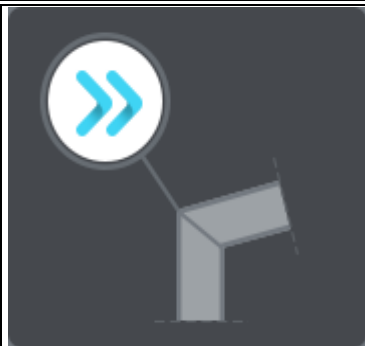
Προκαθορισμένη μορφή γωνίας πλαισίου		
		<p>Η τιμή των 7 βαθμών ελευθερίας μεταφέρεται ανεξάρτητα από τη μορφή του κόμβου</p>

Πλήρης και έμμεση γωνία πλαισίου για άκαμπτους κόμβους τύπου BOX



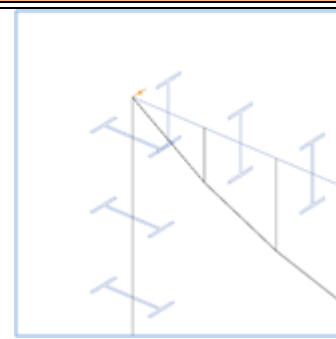
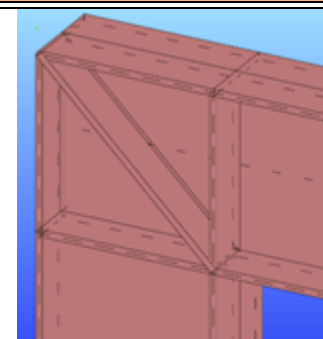
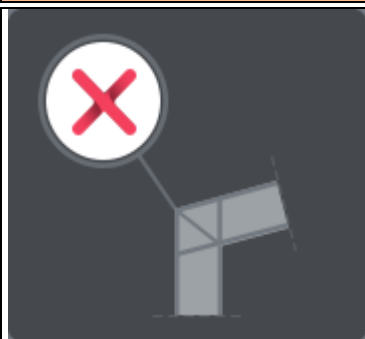
Η τιμή των 7 βαθμών ελευθερίας είναι ίση στη δοκό και στο υποστύλωμα αλλά η διεύθυνση των 7 βαθμών ελευθερίας είναι αντίστροφη στη δοκό και στο υποστύλωμα

Πλήρης και άμεση γωνία πλαισίου για άκαμπτους κόμβους τύπου Διαγωνίου



Η τιμή των 7 βαθμών ελευθερίας και η διεύθυνση είναι ίση στη δοκό και στο υποστύλωμα

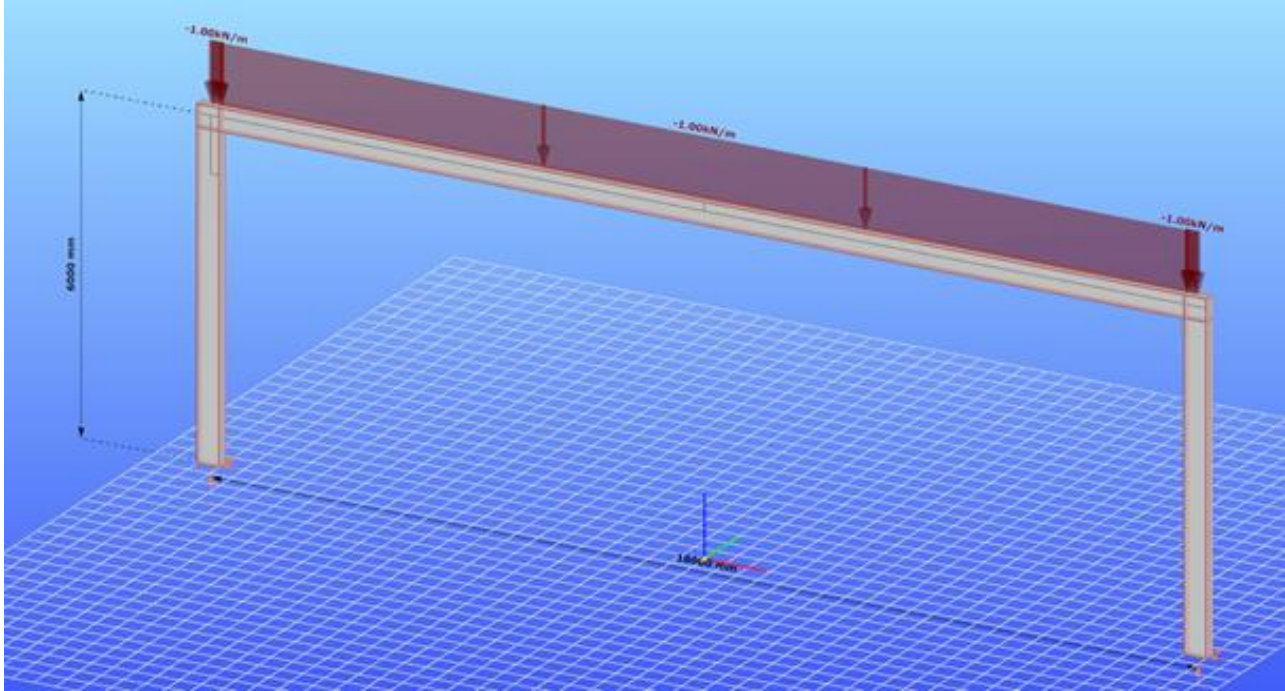
Γωνία πλαισίου άκαμπτη έναντι στρέβλωσης για κόμβους μορφής BOX και διαγωνίου



Δεν γίνεται μεταφορά των 7 βαθμών ελευθερίας

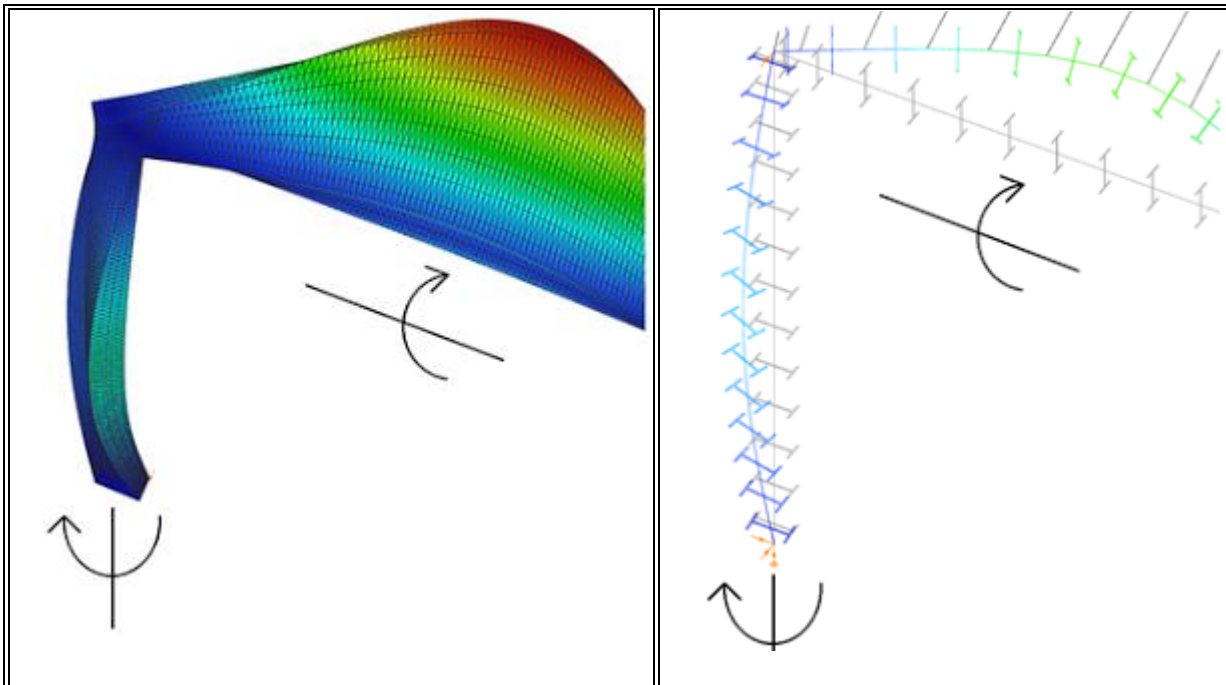


Για να συγκριθεί και να αξιολογηθεί η συμπεριφορά των διαφορετικών μορφών γωνιών πλαισίου, παρουσιάζεται παρακάτω ένα απλό μαθηματικό μοντέλο ενός δίστυλου πλαισίου το οποίο έχει δημιουργηθεί στην πρώτη περίπτωση με επιφανειακά μέλη και στη δεύτερη με ραβδωτά.



Στις εικόνες που ακολουθούν, εμφανίζεται η απόκριση του φορέα έναντι της πρώτης ιδιομορφής σε κάθε πλαίσιο. Όπως διαπιστώνεται η συμπεριφορά τους είναι η ίδια.

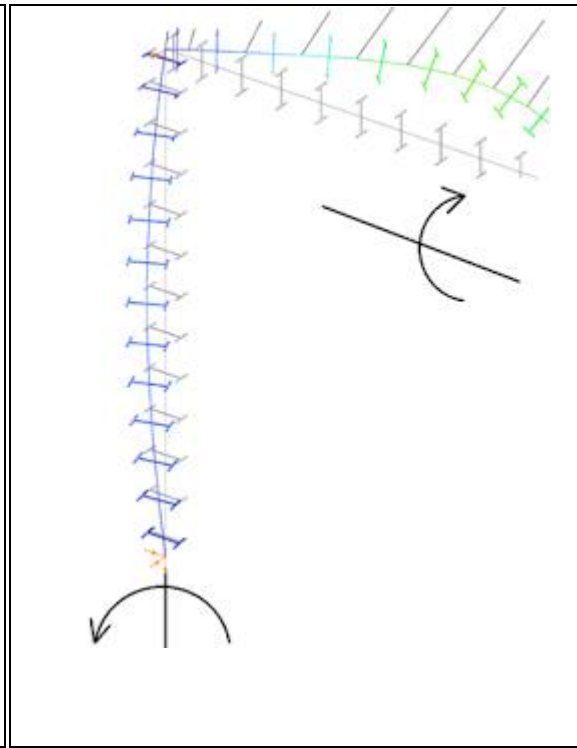
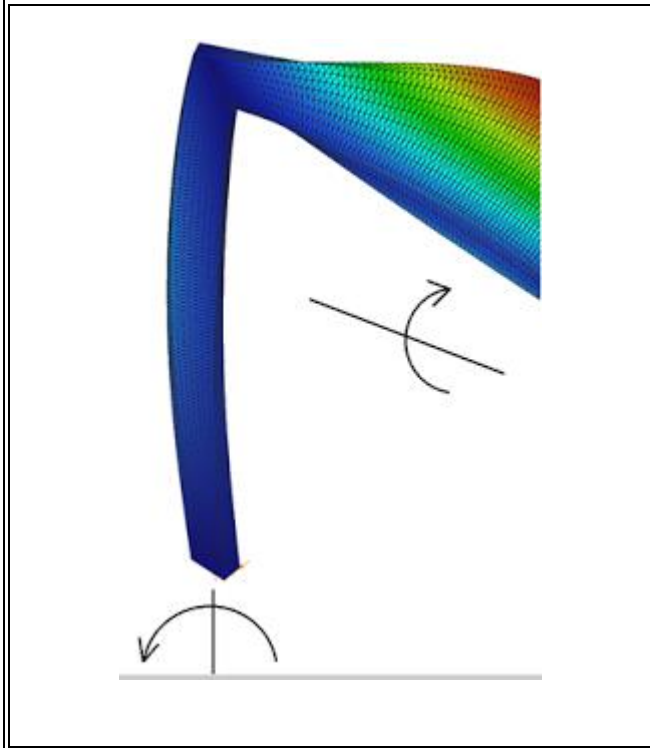
Άκαμπτος κόμβος μορφής BOX	
Μοντέλο με επιφανειακά μέλη	Μοντέλο με ραβδωτά μέλη



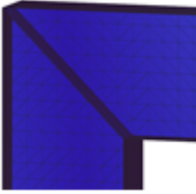
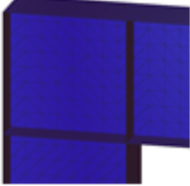
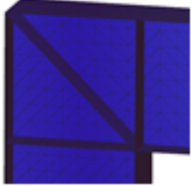
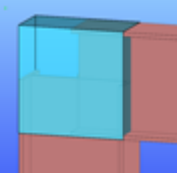
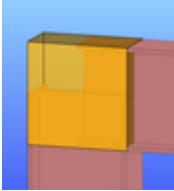
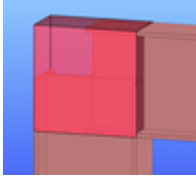
Άκαμπτος κόμβος μορφής διαγώνιου

Μοντέλο με επιφανειακά μέλη

Μοντέλο με ραβδωτά μέλη



Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα από την πρώτη ιδιομορφή, στις εικόνες που ακολουθούν, παρατηρούμε ότι και τα δύο μοντέλα (επιφανειακά – ραβδωτά πεπερασμένα στοιχεία), όπου έχουν ενσωματωθεί διαφορετικές μορφές κόμβου έχουν παραπλήσιες τιμές.

	Διαγώνιος κόμβος	Κόμβος τύπου BOX	Κόμβος BOX + Διαγώνιος
Μοντέλο με επιφανειακά			
	6,10	5,96	6,48
Μοντέλο με ραβδωτά στοιχεία + οδηγό γωνίας πλαισίου			
	6,40	6,00	6,76

### 33. Οδηγίες για την διασύνδεση μεταξύ του Consteel & του TEKLA

Γενικά, μέσα από τον πίνακα διαχείρισης, επιτρέπεται στα μέλη μιας ομάδας μελετητών να συνεργαστούν μεταξύ τους, αφού εκτός από το ότι αναγνωρίζονται τα στοιχεία από το μοντέλο του Consteel στο TEKLA, μπορεί να γίνει τροποποίηση, προσθήκη ή διαγραφή οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια μιας μελέτης.

**TEKLA MODEL UPDATE**

**Model content**

CONSTEEL STATUS	TEKLA STATUS	NAME	MATERIAL	TYPE	CONVERSION STATUS
UNCHANGED	DELETED	B1200	S355 EN 10025-2	Column	No conversion
UNCHANGED	DELETED	B3241	S355 EN 10025-2	Column	No conversion
UNCHANGED	DELETED	B0241	S355 EN 10025-2	Column	No conversion
UNCHANGED	DELETED	B3041	S355 EN 10025-2	Column	No conversion
UNCHANGED	DELETED	B2941	S355 EN 10025-2	Column	No conversion
CHANGED	UNCHANGED	B2941	S235 EN 10025-2	Beam	No conversion
CHANGED	CHANGED	B2941	S235 EN 10025-2	Beam	No conversion
CHANGED	DELETED	B2941	S235 EN 10025-2	Beam	No conversion
CHANGED	DELETED	B2941	S235 EN 10025-2	Beam	No conversion
DELETED	UNCHANGED	B2941	S235 EN 10025-2	Column	No conversion
DELETED	UNCHANGED	B2941	S235 EN 10025-2	Column	No conversion
DELETED	UNCHANGED	B2941	S235 EN 10025-2	Column	No conversion
DELETED	CHANGED	B2941	S235 EN 10025-2	Column	No conversion
DELETED	CHANGED	B2941	S235 EN 10025-2	Column	No conversion

**CHANGES IN TEKLA**

- 113 NEW elements will be created.
- 3 elements will be MODIFIED.
- 206 elements will be DELETED.

**FILTERS**

- UNMODIFIED
- CHANGED
- DELETED
- B2941
- No conversion

**PROPERTIES**

PARAMETER	CONSTEEL	TEKLA
Name	-	B2941
Section	-	IPE 180
Eccentricity Y	-	500 mm
Eccentricity Z	-	0 mm

Buttons: Show in model, Update, Cancel

Συμβατότητα μεταξύ των εκδόσεων:

Το εργαλείο αυτό του consteel είναι συμβατό με τις παρακάτω συνδέσεις του TEKLA:

- 19/19.1
- 20/20.1
- 21/21.1
- 2016/2016i

### Διαχείριση των αλλαγών:

Είναι σημαντικό να τονίσουμε, ότι κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ενημέρωσης, το Consteel, λαμβάνεται ως το ισχυρό μοντέλο. Αυτό σημαίνει ότι μετά από κάθε αλλαγή, **μόνο στο Tekla θα γίνει η ενημέρωση του τροποποιημένου ενεργού αρχείου του ConSteel.**

Οι αλλαγές τόσο στο μοντέλο του Tekla όσο και σε αυτό του ConSteel, παρουσιάζονται με χρώματα και επισημάνσεις στο πεδίο και στις στήλες του αντίστοιχου παραθύρου διαλόγου. Κάθε γραμμή αναπαριστά ένα ραβδωτό μέλος, το οποίο σχετίζεται με κάποιο τρόπο με την τελευταία αλλαγή που έγινε στο μοντέλο.

Υπάρχουν 4 διαφορετικοί τύποι επισημάνσεων:

- **UNCHANGED** – Δεν υπάρχει καμία αλλαγή μεταξύ του μοντέλου του Tekla ή του ConSteel
- **CHANGED** – Υπάρχει αλλαγή μεταξύ του μοντέλου του Tekla ή του ConSteel
- **DELETED** – Το ραβδωτό μέλος έχει διαγραφεί από το μοντέλο του Tekla ή του ConSteel

Σύμφωνα με αυτές τις αλλαγές στα δύο μοντέλα, (Tekla & ConSteel), υπάρχουν 3 τρόποι για την διαδικασία ενημέρωσης:

1. **Καθαρή περίπτωση**, όπου έχουν πραγματοποιηθεί κάποιες αλλαγές σε κάποιο μέλος στα μοντέλα του Tekla και του ConSteel.
2. **Περίπτωση ενημέρωσης**, όταν δεν απαιτούνται περαιτέρω ενέργειες από το χρήστη για να γίνει η ενημέρωση του μοντέλου. Εδώ καλύπτεται η περίπτωση, όπου δημιουργείται ένα νέο μέλος ή τροποποιείται στο ConSteel (το οποίο δεν έχει αλλάξει στο Tekla)

3. **Περίπτωση συγχώνευσης**, όπου απαιτούνται περαιτέρω ενέργειες από το χρήστη στο αντίστοιχο πεδίο διαλόγου, μέσω των οποίων θα γίνει ενημέρωση του μοντέλου στο TEKLA (Tekla κατάσταση ή ConSteel κατάσταση)





















Είναι επίσης σημαντικό να γνωρίζουμε, ότι το πεδίο διαλόγου του Tekla θα εμφανίζεται μόνο στην **περίπτωση συγχώνευσης**.

Αν όλες οι αλλαγές μπορούν να διαχειριστούν στην **Καθαρή περίπτωση**, και στην **Περίπτωση ενημέρωσης**, η διαδικασία ενημέρωσης θα εκτελείται αυτόματα, χωρίς να εμφανίζεται το πεδίο διαλόγου της ενημέρωσης.

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί, ότι στο πεδίο διαλόγου της ενημέρωσης:

- Τα μέλη που επηρεάζονται από την **Περίπτωση συγχώνευσης** εμφανίζονται στον πίνακα και στην αριστερή πλευρά του τμήματος ενημερώσεων του TEKLA.
- Μέλη που επηρεάζονται από την **Περίπτωση ενημέρωσης**, εμφανίζονται μόνο στην αριστερή πλευρά του τμήματος ενημερώσεων του TEKLA
- Η **καθαρή περίπτωση** δεν εμφανίζεται καθόλου στο πεδίο διαλόγου της ενημέρωσης.

Ο πίνακας που ακολουθεί εμφανίζει τις εφαρμοζόμενες περιπτώσεις ανάλογα με τις σχετικές επισημάνσεις:

		UPDATE / MERGE
		-
 <i>* N/A is displayed</i>		MERGE
 <i>* N/A is displayed</i>		MERGE
		UPDATE
 <i>* N/A is displayed</i>		MERGE
 <i>* N/A is displayed</i>		MERGE
		MERGE
		MERGE
		-

***\* N/A is displayed because there is no historical data stored for ConSteel members***

Το N/A εμφανίζεται όταν δεν υπάρχει προηγούμενη καταγραφή που να σχετίζεται με τα συγκεκριμένα μέλη του Consteel.

Για να δούμε τους τύπους αλλαγών που επηρεάζουν το μοντέλο του Tekla, και πόσα μέλη μπορούν να δημιουργηθούν, να διαγραφούν ή να τροποποιηθούν, ελέγχουμε απλά το τμήμα το παράθυρο διαλόγου με τις αλλαγές του **Tekla**. (Changes in Tekla)

- Στην πάνω αριστερή πλευρά του παραθύρου, περιλαμβάνονται τα μέλη που έχουν αλλάξει σε σύγκριση με όλα τα στοιχεία του μοντέλου.
- Κάτω από το αντίστοιχο πεδίο των αλλαγών του TEKLA (**Changes in Tekla**), εμφανίζεται συνολικά το πλήθος των μελών που επηρεάζονται από τις αλλαγές.

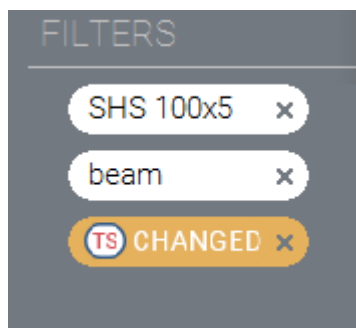




Φίλτρα:

Με διπλό κλικ πάνω στην επικεφαλίδα κάθε στήλης, εμφανίζονται τα αντίστοιχα φίλτρα, με τα οποία μπορεί να γίνει προσθήκη επιλογών και να περιοριστούν τα αποτελέσματα που εμφανίζονται στον πίνακα. Τα εφαρμοζόμενα φίλτρα, θα εμφανίζονται στο κάτω αριστερά μέρος του πεδίου διαλόγου ανανέωσης.

Αυτά τα φίλτρα, μπορούν να διαγραφούν εύκολα πατώντας το "x", που βρίσκεται στο πλάι κάθε φίλτρου





# CONSTEEL



Χρήσιμες συμβουλές για μεταλλικές & σύμμικτες κατασκευές

## ERGOCAD®

GREECE, ATHENS, PERISTERI | +302114112620 | [info@ergocad.eu](mailto:info@ergocad.eu) | [www.ergocad.eu](http://www.ergocad.eu)