

Σχεδιασμός με τον Ευρωκώδικα 3

11 Μαΐου 2006

1 Γενικά

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται ο αλγόριθμος που χρησιμοποιεί το Steel για τον σχεδιασμό των μεταλλικών κατασκευών σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3.

Το Steel βασίζεται στην τελική έκδοση έκδοση του Ευρωκώδικα 3 (Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1993.01.01:2005) και στον αντισεισμικό κανονισμό ΝΕΑΚ. ΕΑΚ2000, ΕΑΚ2003 ή Κυπριακό ανάλογα με την επιλογή του χρήστη.

Το Steel προς το παρόν, ελέγχει τις οριακές καταστάσεις αντοχής και ευστάθειας των μελών και δεν ελέγχει τις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας.

Ο σχεδιασμός βασίζεται στους συνδυασμούς φόρτισης που εισάγει ο χρήστης. Από τους συνδυασμούς του χρήστη, παράγονται οι συνδυασμοί που απαιτεί ο ΕΑΚ2003 με την διαδικασία που θα περιγραφεί παρακάτω.

Για τον σχεδιασμό, αρχικά υπολογίζονται για κάθε μέλος οι τιμές αντιστάσεων και μετά υπολογίζονται οι τιμές σχεδιασμού των δράσεων σε είκοσι σημεία πάνω στο μέλος για κάθε συνδυασμό φόρτισης. Κατόπιν, υπολογίζονται οι λόγοι

$$\frac{F_{sd}}{F_{RD}}$$

όπου F_{sd} η τιμή σχεδιασμού της δράσης και F_{RD} η τιμή της αντίστασης και βρίσκεται η δυσμενέστερη περίπτωση. Τιμή του λόγου αυτού μεγαλύτερη της μονάδας δείχνει υπέρβαση.

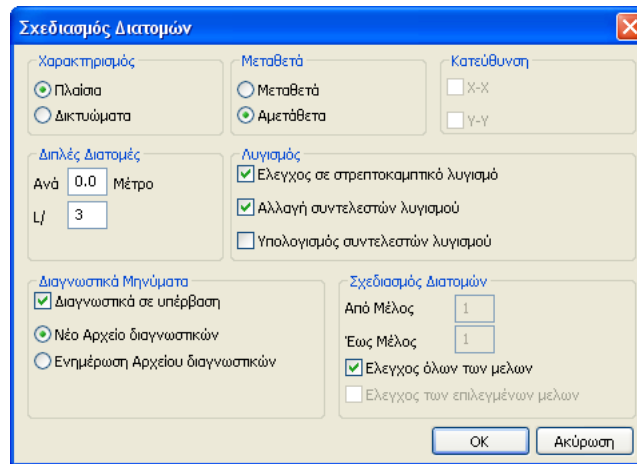
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Παρακάτω αναφαίρεται και η διαδικασία που ακολουθείται για διατομές κατηγορίας 1, 2 ή 3. Στην παρούσα έκδοση του προγράμματος όλες οι διατομές θεωρούνται κατηγορίας 3. Σε επόμενη έκδοση θα υπάρχει και έλεγχος για κατηγορίες 1 και 2.

Στο υπόλοιπο μέρος αυτού του οδηγού, αναφέρονται και επεξηγούνται τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται, ένας οδηγός χρήσης και αναλυτικά όλες οι παραδοχές και οι έλεγχοι που γίνονται από το πρόγραμμα.

2 Πίνακας Συμβόλων

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται όλα τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται σε αυτό το κεφάλαιο τα οποία κατα το δυνατό, ταυτίζονται με τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στον Ευρωκώδικα 3.

$x - x$	Άξονας κατα μήκος του μέλους
$y - y$	Ισχυρός άξονας της διατομής
$z - z$	Ασθενής άξονας της διατομής
b	Πλάτος διατομής
h	Υψος διατομής
t_w	Πάχος κορμού
t_f	Πάχος πέλματος
f_y	Οριο διαρροής
f_u	Οριο θραύσης
A	Εμβαδό
I_y	Δευτεροβάθμια ροπή αδράνειας γυρω από άξονα $y - y$
I_z	Δευτεροβάθμια ροπή αδράνειας γυρω από άξονα $z - z$
I_T	Στρεπτική ροπή αδράνειας
I_w	Αντίσταση σε καμπύλωση
W_{pl}	Πλαστική ροπή αντίστασης
$W_{pl,y}$	Πλαστική ροπή αντίστασης $y - y$
$W_{pl,z}$	Πλαστική ροπή αντίστασης $z - z$
W_{el}	Ελαστική ροπή αντίστασης
$W_{el,y}$	Ελαστική ροπή αντίστασης $y - y$
$W_{el,z}$	Ελαστική ροπή αντίστασης $z - z$
i_y	Ακτίνα αδράνειας ψ
i_z	Ακτίνα αδράνειας ζ
E	Μέτρο ελατικότητας
G	Μέτρο διάτμησης
ν	Λόγος Poisson
λ	Λυγηρότητα
$\bar{\lambda}$	Ανοιγμένη λυγηρότητα
γ_M	Συντελεστής ασφάλειας γενικά
γ_{Mi}	Ειδικός συντελεστής ασφάλειας
N_{ED}	Τιμή σχεδιασμού αξονικής δύναμης
$M_{y,ED}$	Τιμή σχεδιασμού καμπτικής ροπής κατα άξονα $y - y$
$M_{z,ED}$	Τιμή σχεδιασμού καμπτικής ροπής κατα άξονα $z - z$
$V_{y,ED}$	Τιμή σχεδιασμού διατμητικής δύναμης κατα άξονα $y - y$
$V_{z,ED}$	Τιμή σχεδιασμού διατμητικής δύναμης κατα άξονα $z - z$
T_{ED}	Τιμή σχεδιασμού στρεπτικής ροπής
N_{RD}	Τιμή αντίστασης αξονικής δύναμης
$M_{y,RD}$	Τιμή αντίστασης καμπτικής ροπής κατα άξονα $y - y$
$M_{z,RD}$	Τιμή αντίστασης καμπτικής ροπής κατα άξονα $z - z$
$N_{t,RD}$	Τιμή αντίστασης εφελκυστικής αξονικής δύναμης
$V_{pl,RD}$	Τιμή αντίστασης διατμητικής δύναμης
$V_{pl,T,RD}$	Τιμή αντίστασης διατμητικής δύναμης με παρουσία στρέψης
T_{RD}	Τιμή αντίστασης στρεπτικής ροπής
$N_{cr,y}$	Κρίσιμο φορτίο καμπτικού λυγισμού γύρω από άξονα $y - y$
$N_{cr,z}$	Κρίσιμο φορτίο καμπτικού λυγισμού γύρω από άξονα $z - z$
$N_{cr,T}$	Κρίσιμο φορτίο στρεπτικού λυγισμού για θλιβόμενη ράβδο
$N_{cr,TF}$	Κρίσιμο φορτίο στρεπτοκαμπτικού λυγισμού για θλιβόμενη ράβδο



Σχήμα 1: Οι παράμετροι του προγράμματος σχεδιασμού

3 Οδηγός χρήσης

Η χρήση του προγράμματος είναι απλή. Στην αρχή από την φόρμα που φαίνεται στο Σχήμα 1 δίνουμε διάφορες επιλογές, οι οποίες επεξηγούνται παρακάτω, και στην συνέχεια, το πρόγραμμα ελέγχει τα μέλη δίνοντας μας στο τέλος μια αναφορά για το τι ελέγχους έχει κάνει. Κατά τη διάρκεια του ελέγχου, το πρόγραμμα εκτυπώνει διάφορες πληροφορίες (μέλος που ελέγχεται, πρόοδος, χρόνος που απομένει κλπ) και μας δίνει τη δυνατότητα να σταματήσουμε τη διαδικασία.

3.1 Παράμετροι

Οι παράμετροι που μπορούν να επιλεγούν φαίνονται στο Σχήμα 1 και επεξηγούνται παρακάτω:

- **Χαρακτηρισμός:** Ο φορέας μπορεί να είναι πλαίσιο ή δικτύωμα και μπορεί να χαρακτηριστεί σαν μεταθετό ή αμετάθετο. Αν ο φορέας είναι πλαίσιο, μπορεί να θεωρηθεί μεταθετό μόνο κατά τον άξονα O-X μόνο κατά τον άξονα O-Y ή και κατά τις δυο διευθύνσεις. Αν ο φορέας έχει χαρακτηριστεί δικτύωμα, τότε μπορεί να χαρακτηριστεί μεταθετό ή αμετάθετο κατά τις δύο διευθύνσεις. Οι άξονες είναι στο απόλυτο σύστημα. Από το χαρακτηρισμό μεταθετότητας θα προσδιοριστεί το νομογράφημα για τον υπολογισμό του μήκους λυγισμού.
 - Αμετάθετα πλαίσια :Βάσει νομογραφήματος (Ευρωκώδικας 3, Υπολογισμός δυσκαμψιών στοιχείων που συντρέχουν στο μέλος κλπ. από 0.50 έως 1.00. Συνιστώμενη περιοχή από 0.67 έως 1.00)
 - Μεταθετά πλαίσια :Από 1.00 έως ∞ από αντίστοιχο νομογράφημα
 - Δικτύωματα: Οι συντελεστές λυγισμού υπολογίζονται σύμφωνα με τις συνθήκες στήριξης του κάθε μέλους και τους κανόνες της μηχανικής.

Αμετάθετα, αμφιαρθρωτά :	0.50
Αμετάθετα, πάκτωση - άρθρωση :	0.85
Αμετάθετα, αμφίπακτα :	1.00
Μεταθετά, αμφίπακτα :	1.00
Μεταθετά, πάκτωση - άρθρωση :	2.00

- Διπλές διατομές Εδώ δίνουμε την απόσταση μεταξύ των ενδιαμέσων ελασμάτων που θα συγκολληθούν ανάμεσα στις διπλές διατομές. Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς του μήκους λυγισμού. Μπορεί να δοθεί είτε σε απόλυτη τιμή, δηλαδή να υπάρχει έλασμα Ανά x μέτρα, είτε ανά μέρος του μήκους L/x .
- Λυγισμός. Εδώ δίνουμε πρόσθετες πληροφορίες για τον υπολογισμό του λυγισμού :
 - Έλεγχος σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό. Επειδή το Steel δεν έχει τρόπο να γνωρίζει αν υπάρχουν στηρίξεις στα μέλη έτσι ώστε ο έλεγχος στρεπτοκαμπτικού λυγισμού να μην χρειάζεται, μπορούμε αποεπιλέγοντας αυτή την επιλογή, να πούμε στο πρόγραμμα να μην κάνει τον έλεγχο.
 - Αλλαγή συντελεστών λυγισμού. Αν επιλέξουμε την επιλογή αυτή, τότε έχουμε την δυνατότητα να επεξεργαστούμε τα μήκη και τους συντελεστές λυγισμού των μελών και να αλλάξουμε τις τιμές που έχει υπολογίσει το πρόγραμμα. Περισσότερα γι' αυτή την λειτουργία αναφέρονται παρακάτω.
 - Υπολογισμός συντελεστών λυγισμού. Σε περίπτωση που έχουμε αλλάξει τα στοιχεία λυγισμού και θέλουμε να επαναφέρουμε τις τιμές που υπολογίζει το πρόγραμμα επιλέγουμε αυτή τη λειτουργία. Υπάρχει περίπτωση το πρόγραμμα να μας υποδείξει να επιλέξουμε αυτή τη λειτουργία αν το αρχείο με τα δεδομένα λυγισμού είναι κατεστραμμένο ή από άλλη έκδοση.
- Διαγνωστικά μηνύματα. Αν επιλέξουμε το "Διαγνωστικά σε υπέρβαση" τότε το πρόγραμμα θα σταματάει σε περίπτωση υπέρβασης και θα έχουμε δυνατότητα επέμβασης μέσω της φόρμας που φαίνεται στο σχήμα 3 περισσότερο για αυτό παρακάτω.
Ανεξάρτητα από την προηγούμενη επιλογή, το πρόγραμμα κρατάει αναλυτικές πληροφορίες για τα διαγνωστικά σε αρχείο το οποίο και εμφανίζει στο τέλος της διαδικασίας. Σε περίπτωση "τμηματικού" σχεδιασμού, δηλαδή αν διορθώσουμε μερικά μέλη και να ξαναζητήσουμε έλεγχο, πιθανά θα θέλουμε ενημέρωση του υπάρχοντος αρχείου ενώ σε άλλη περίπτωση μπορεί να θέλουμε νέο αρχείο ώστε να μην υπάρχουν τα παλιότερα μηνύματα.
Σημείωση. Το αρχείο αυτό είναι ένα απλό αρχείο κειμένου και βρίσκεται στον φάκελο της μελέτης με όνομα errordia.xxx όπου xxx είναι ο κωδικός της μελέτης.
- Σχεδιασμός διατομών. Στην περιοχή αυτή μπορούμε να επιλέξουμε αν θα γίνει έλεγχος όλων των μελών ή μόνο των επιλεγμένων ή μερικών μελών. Η επιλογή "Έλεγχος των επιλεγμένων μελών" δεν είναι ενεργή αν δεν έχουμε επιλέξει μέλη.

	B_y	$M B_y$	B_z	$M B_z$	L_y	L_z	$C1$
1	0,75	0,75	0,75	0,75	2,40	2,40	-1,00
2	0,95	0,95	0,85	0,85	0,35	0,35	0,00
3	0,75	0,75	0,75	0,75	2,40	2,40	0,00
4	0,95	0,95	0,85	0,85	0,35	0,35	0,00
5	0,75	0,75	0,75	0,75	2,40	2,40	0,00
6	0,95	0,95	0,80	0,80	0,35	0,35	0,00
7	0,75	0,75	0,75	0,75	2,40	2,40	0,00
8	0,90	0,90	0,85	0,85	0,35	0,35	0,00
9	0,75	0,75	0,75	0,75	2,40	2,40	0,00
10	1,00	1,00	0,85	0,85	0,35	0,35	0,00
11	0,70	0,70	0,65	0,65	1,20	1,20	0,00

OK

Σχήμα 2: Πίνακας αλλαγής τιμών λυγισμού

3.2 Αλλαγή συντελεστών λυγισμού

Αν έχουμε επιλέξει “Αλλαγή συντελεστών λυγισμού” τότε μετά τον πίνακα με τις παραμέτρους, εμφανίζεται ο πίνακας του σχήματος 2. Οι τιμές που δείχνει αρχικά είναι οι τιμές που υπολογίζει αυτόματα το πρόγραμμα.

Η σημασία των συμβόλων που εμφανίζονται σε αυτόν τον πίνακα φαίνεται παρακάτω:

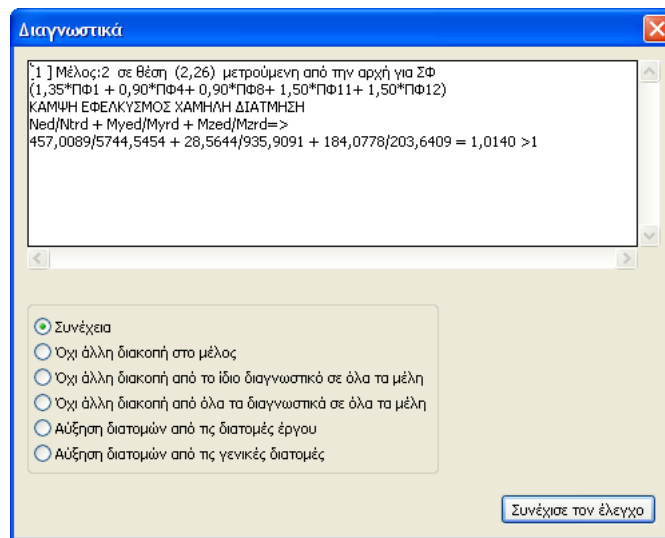
- B_y Συντελεστής λυγισμού για καμπτικό λυγισμό γύρω από άξονα y
- $M B_y$ Συντελεστής λυγισμού για στρεπτοκαμπτικό λυγισμό γύρω από άξονα y
- B_z Συντελεστής λυγισμού για καμπτικό λυγισμό γύρω από άξονα z
- $M B_z$ Συντελεστής λυγισμού για στρεπτοκαμπτικό λυγισμό γύρω από άξονα z
- L_y Μήκος λυγισμού για λυγισμό γύρω από άξονα y σε (m)
- L_z Μήκος λυγισμού για λυγισμό γύρω από άξονα z σε (m)
- $C1$ Αν η τιμή σε αυτή τη στήλη είναι < 0 τότε το αντίστοιχο μέλος δεν ελέγχεται σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό, αν είναι $= 0$ τότε ο έλεγχος γίνεται με την τιμή της $C1$ της εξίσωσης 6.6 να υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα, αν είναι > 0 τότε ο έλεγχος γίνεται με τιμή της $C1$ ίση με την τιμή της στήλης αυτής.

3.3 Μηνύματα σχεδιασμού

Αν έχουμε επιλέξει “Διαγνωστικά σε υπέρβαση” τότε σε περίπτωση υπέρβασης κατά τον έλεγχο, εμφανίζεται ο διάλογος του σχήματος 3 Σε αυτόν το διάλογο εμφανίζεται το μέλος που ελέγχεται ο συνδυασμός φόρτισης και η θέση που συνέβει η υπέρβαση καθώς και ένα επεξηγηματικό μήνυμα (Για τα μηνύματα αυτά υπάρχουν αναλυτικές πληροφορίες στην παράγραφο 8)

Κάτω από το χώρο με τα μηνύματα έχουμε τις επιλογές για την συνέχεια της διαδικασίας:

- Συνέχεια. Αν επιλέξουμε αυτή την επιλογή, τότε το πρόγραμμα θα συνεχίσει και θα διακόψει πάλι τη διαδικασία στην επόμενη υπέρβαση.



Σχήμα 3: Μηνύματα σχεδιασμού

- Όχι άλλη διακοπή στο μέλος. Η διαδικασία θα συνεχιστεί χωρίς να διακοπεί αν υπάρξει υπέρβαση στο ίδιο μέλος. Το πρόγραμμα θα διακόψει αν υπάρξει υπέρβαση σε άλλο μέλος.
- Όχι άλλη διακοπή από το ίδιο διαγνωστικό σε όλα τα μέλη. Το πρόγραμμα δεν θα ξαναδιακόψει για υπέρβαση από την ίδια αιτία.
- Όχι άλλη διακοπή από όλα τα διαγνωστικά σε όλα τα μέλη. Το πρόγραμμα δεν θα ξαναδιακόψει σε οποιαδήποτε υπέρβαση.
- Αύξηση διατομών από τις διατομές έργου. Το πρόγραμμα θα ψάξει στις διατομές που έχουν επιλεγεί για το έργο να βρει αν κάποια έχει πιθανότητα να περνάει τον έλεγχο.
- Αύξηση διατομών από τις γενικές διατομές. Όπως στην προηγούμενη περίπτωση, μόνο που ψάχνει στην γενική βιβλιοθήκη των διατομών.

Ανεξάρτητα αν επιλέξουμε να διακόψει το πρόγραμμα σε υπερβάσεις ή όχι οι υπερβάσεις καταγράφονται στο αρχείο και μπορούμε να τις δούμε στο τέλος της διαδικασίας. Επίσης αν επιλέξουμε αλλαγή μέλους, τότε οι αλλαγές που έγιναν καταγράφονται και στο τέλος μπορούμε να τις δούμε. Αν το πρόγραμμα θεωρεί ότι κάποια από τις διατομές που δοκίμασε επαρκεί, τότε θα εμφανιστεί μια γραμμή με το όνομα του μέλους και το όνομα της διατομής στην εξής μορφή "==">2 IPB1600 OK <==" αυτό σημαίνει ότι στο μέλος 2 θα επαρκούσε η διατομή IPB1600.

Σημείωση: Όταν το πρόγραμμα κάνει αύξηση διατομών, δεν σημαίνει ότι αλλάζει τον φορέα. Η αύξηση των διατομών είναι μια πρόταση προς τον χρήστη.

3.4 Τέλος διαδικασίας

Όταν η διαδικασία του σχεδιασμού ολοκληρωθεί, εμφανίζονται τα μηνύματα υπέρβασης (αν υπάρχουν) και κατόπιν αν έχουν γίνει αλλαγές. Εδώ έχουμε τη δυνατότητα να εκτυπώσουμε αν θέλουμε αυτές τις πληροφορίες. Επίσης, δημιουργούνται ειδικά αρχεία ώστε να είναι δυνατή η εκτύπωση των αποτελεσμάτων του σχεδιασμού από τον κωδικό των εκτυπώσεων του Steel.

4 Εντατικά μεγέθη

Τα εντατικά μεγέθη υπολογίζονται από το Steel από την επίλυση σύμφωνα με τα δεδομένα του φορέα (γεωμετρία και φορτία). Τα μεγέθη που υπολογίζονται για κάθε περίπτωση φόρτισης είναι: Η αξονική δύναμη $N_{t,ED}$ ή $N_{b,ED}$ οι τέμνουσες δυνάμεις $V_{y,ED}$ και $V_{z,ED}$ οι καμπτικές ροπές $M_{y,ED}$ και $M_{z,ED}$ και οι στρεπτική ροπή $T_{t,ED}$. Το Steel δεν υπολογίζει αυτόματα και δεν προσθέτει φορτία για ατέλειες μελών και κατασκευής. Ο χρήστης πρέπει να λάβει τις ατέλειες υπόψη με τα φορτία που επιβάλλει ο ίδιος στο μοντέλο.

Επιπροσθέτως, αν έχει επιλεγεί αντισεισμικός κανονισμός ΕΑΚ2000 ή ΕΑΚ2003, τότε δημιουργούνται εντατικά μεγέθη από τρεις περιπτώσεις φόρτισης για σεισμική δράση $X(X_1, X_2, X_3)$ και τρεις περιπτώσεις φόρτισης για σεισμική δράση $Y(Y_1, Y_2, Y_3)$.

$$X_1 = Y_{KB} + 0.1Ly$$

$$X_2 = Y_{KB} - 0.1Ly$$

$$X_3 = Y_{KB}$$

$$Y_1 = X_{KB} + 0.1Lx$$

$$Y_2 = X_{KB} - 0.1Lx$$

$$Y_3 = X_{KB}$$

Συνδυαζόμενες ανά δύο προκύπτουν 9 συνδυασμοί:

$$1 \rightarrow X_1, Y_1, Z$$

$$2 \rightarrow X_1, Y_2, Z$$

$$3 \rightarrow X_1, Y_3, Z$$

$$4 \rightarrow X_2, Y_1, Z$$

$$5 \rightarrow X_2, Y_2, Z$$

$$6 \rightarrow X_2, Y_3, Z$$

$$7 \rightarrow X_3, Y_1, Z$$

$$8 \rightarrow X_3, Y_2, Z$$

$$9 \rightarrow X_3, Y_3, Z$$

Για κάθε συνδυασμό υπολογίζονται 10 εντατικά μεγέθη, που είναι: MY αρχής, MY τέλους, MZ αρχής, MZ τέλους, N αρχής, Μοτρέψη αρχής, QY αρχής, Qz αρχής, Qz τέλους, QY τέλους.

Εάν το κάθε μέγεθος λάβει την πιθανή ακραία τιμή του, δημιουργούνται 10 υποπεριπτώσεις:

- 1η υποπερίπτωση

MY αρχής Max, MY τέλους, MZ αρχής, MZ τέλους, N αρχής, Μοτρέψη αρχής, QY αρχής, Qz αρχής, Qz τέλους, QY τέλους

- 2η υποπερίπτωση

MY αρχής, MY τέλους Max, MZ αρχής, MZ τέλους, N αρχής, Μοτρέψη αρχής, QY αρχής, Qz αρχής, Qz τέλους, QY τέλους

⋮

- 10η υποπερίπτωση
MY αρχής, MY τέλους, MZ αρχής, MZ τέλους, N αρχής, Μοτρέψη αρχής,
QY αρχής, Qz αρχής, Qz τέλους, QY τέλους Max

Οι 10 υποπεριπτώσεις εμφανίζονται για καθένα από τους 9 προαναφερθέντες συνδυασμούς και καταχωρούνται ως 90 περιπτώσεις φόρτισης.

- 01-10 1 διεύθυνση διαδοχικά τα Max
- 11-20 2 διεύθυνση διαδοχικά τα Max

⋮

- 81-90 9 διεύθυνση διαδοχικά τα Max

Δηλαδή, εάν στο πρώτο ψηφίο της φόρτισης προστεθεί ο αριθμός 1, δηλώνει τη διεύθυνση (1-9) και το δεύτερο ψηφίο δείχνει πού μέγεθος έχει λάβει τη πιθανή μέγιστη ακραία τιμή.

Έτσι η περίπτωση φόρτισης 57 σημαίνει: 6η διεύθυνση=(5+1)=X2, Y3, Z με μέγιστο το 7ο εντατικό δηλαδή MY αρχής, MY τέλους, MZ αρχής, MZ τέλους, N αρχής, Μοτρέψη αρχής, QY αρχής Max, Qz αρχής, Qz τέλους, QY τέλους

5 Συνδυασμοί φόρτισης

Οι συνδυασμοί φόρτισης εισάγονται από τον χρήστη. Το Steel έχει έτοιμους κάποιους τυπικούς συνδυασμούς καθώς και εργαλεία για την δημιουργία συνδυασμών από αέρα ή χιόνι σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1.

Αν έχει επιλεγεί αντισεισμικός κανονισμός ΕΑΚ2000 ή ΕΑΚ2003, τότε το Steel ακολουθώντας τις τροποποιήσεις του ΕΑΚ2000, υπολογίζει το σεισμό για τυχούσα διεύθυνση και με τις συνιστώσες του στατικά ανεξάρτητες. Σε αυτή την περίπτωση θα αρκούσε ένας συνδυασμός, όπως για παράδειγμα ο ακόλουθος,

$$1.0\P\Phi1 + 1.0\P\Phi2 + \psi\P\Phi11$$

Το πρόγραμμα αντιλαμβάνεται το συντελεστή της $\Psi\Phi2$ ως διακόπτη, ο οποίος δηλώνει απλά ότι ο συνδυασμός περιλαμβάνει και την επίδραση του σεισμού κατά την έννοια του ΕΑΚ2000 και όχι ως αριθμητική τιμή. Θα μπορούσε να υπάρχει οποιοσδήποτε αριθμός στη θέση του συντελεστή ασφάλειας αρκεί να μην είναι μηδέν. Το πρόγραμμα θα αγνοήσει την αριθμητική τιμή, στον έλεγχο των διατομών εφόσον έχετε λύσει με ΕΑΚ2000. Τα ίδια ισχύουν και για τους συντελεστές των περιπτώσεων φόρτισης $\Psi\Phi3$ και $\Psi\Phi10$ (κατακόρυφος σεισμός).

6 Υπολογισμός αντιστάσεων

Ο υπολογισμός των αντιστάσεων σε εφελκυσμό, θλίψη, διάτμηση και κάμψη γίνεται για τις κατηγορίες διατομών 1,2 και 3 σύμφωνα με όσα αναφέρονται στα παρακάτω εδάφια. Οι συντελεστές ασφάλειας καθώς και τα χαρακτηριστικά των υλικών, διαβάζονται από τα αρχεία υλικών του Steel και μπορούν να αλλάξουν από τον χρήστη από τις αντίστοιχες λειτουργίες του Steel.

Το Steel δεν αντιμετωπίζει, προς το παρόν, διατομές κατηγορίας 4. Αν μια διατομή βρεθεί να είναι κατηγορίας 4, τότε το Steel θα τυπώσει μια προειδοποίηση ώστε ο χρήστης να μπορεί να διερευνήσει το μέλος και θα το αντιμετωπίσει σαν να ήταν κατηγορίας 3.

6.1 Εφελκυσμός

Η τιμή αντίστασης σε εφελκυσμό υπολογίζεται από την σχέση:

$$N_{t, RD} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}} \quad (1)$$

EN
1993.1.1:2005
§6.2.3

Το Steel δεν λαμβάνει υπόψη τις σπές από κοχλίες. Στην περίπτωση αυτή, ο χρήστης πρέπει να κάνει περισσότερη διερεύνηση.

6.2 Θλίψη

Η τιμή αντίστασης σε θλίψη υπολογίζεται από την σχέση:

$$N_{c, RD} = \min\{N_{pl, RD}, N_{b, RD}\} \quad (2)$$

όπου

$$N_{pl, RD} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}} \quad (3)$$

EN
1993.1.1:2005
§6.2.4

και

$$N_{b, RD} = \frac{\chi Af_y}{\gamma_{M1}} \quad (4)$$

όπου

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1.0$$

$$\Phi = 0.5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1}$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

α Είναι ο συντελεστής ατελειών και λαμβάνεται από τον Πίνακα 6.1 και 6.2 του Ευρωκώδικα 3. Οι τιμές του L_{cr} υπολογίζονται από το Steel ή δίνονται από τον χρήστη όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Για μέλη με ανοικτές διατομές, υπολογίζεται και η αντίσταση σε στρεπτικό και στρεπτοκαμπτικό λυγισμό ώστε να εξασφαλιστεί ότι η αντοχή σε αυτές τις μορφές λυγισμού είναι μεγαλύτερη από την αντοχή σε καμπτικό λυγισμό.

Ο έλεγχος για στρεπτικό και στρεπτοκαμπτικό λυγισμό γίνεται με την προηγούμενη διαδικασία (Εξ 4) με την αδιάστατη λυγηρότητα να υπολογίζεται για διατομές κατηγορίας 1,2 και 3 από την εξίσωση:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} \quad (5)$$

EN
1993.1.1:2005
§6.3.1.4

όπου

$$N_{cr} = N_{cr,TF}$$

αλλά

$$N_{cr} \leq N_{cr,T}$$

Το ελαστικό κρίσιμο φορτίο στρεπτικού λυγισμού για μια θλιβόμενη ράβδο με απλές στρεπτικές στηρίξεις στα άκρα της δίνεται από τη σχέση:

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_M^2} \left(GI_t + \frac{\pi^2 EI_w}{L_T^2} \right) \quad (6)$$

Το ελαστικό κρίσιμο φορτίο στρεπτοκαμπτικού λυγισμού για μια θλιβόμενη ράβδο είναι η μικρότερη ρίζα της εξίσωσης:

$$i_M^2 (N_{cr,TF} - N_{cr,z})(N_{cr,TF} - N_{cr,y})(N_{cr,TF} - N_{cr,T}) - N_{cr,TF}^2 z_M^2 (N_{cr,TF} - N_{cr,y}) - N_{cr,TF}^2 y_M^2 (N_{cr,TF} - N_{cr,z}) = 0 \quad (7)$$

όπου

$i_M^2 = i_y^2 + i_z^2 + y_M^2$ Η πολική ροπή αδράνειας της διατομής ως προς κέντρο διάτμησης.

z_M, y_M Η απόσταση κέντρου βάρους κέντρου διάτμησης της διατομής.

I_t, I_w Οι σταθερές στρέψης και στρέβλωσης της διατομής.

L_T Το μήκος λυγισμού έναντι στρέψης $L_T = L$ για απλές στηρίξεις, $L_T = 0,5L$ για πακτώσεις.

Για $\bar{\lambda} \leq 0,2$ Τα φαινόμενα λυγισμού αγνοούνται και υπολογίζεται μόνο το $N_{pl,RD}$ (Παράγραφος 6.3.1.2(4) του Ευρωκώδικα 3)

6.3 Διάτμηση

Η τιμή αντίστασης σε διατμηση υπολογίζεται από την σχέση:

$$V_{pl,RD} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad (8)$$

EN
1993.1.1:2005
§6.2.6

όπου A_v είναι: (Παράγραφος 6.2.6(3) Ευρωκώδικα 3)

Διατομές I και H φόρτιση παράλληλη στον κορμό $A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f \not\leq h_w t_w$

Διατομές I και H φόρτιση παράλληλη στα πέλματα $2bt_f - (t_w + 2r)t_f$

Διατομές U φόρτιση παράλληλη στον κορμό $A - 2bt_f + (t_w + r)t_f$

Διατομές T φόρτιση παράλληλη στον κορμό $0,9(A - bt_f)$

Ορθογωνικές και τετραγωνικές κοιλοδοκοί

-φόρτιση παράλληλη στο ύψος

$$Ah/(b+h)$$

-φόρτιση παράλληλη στο πλάτος

$$Ab/(b+h)$$

Κυκλικές κοιλοδοκοί

$$2A/\pi$$

Ράβδοι κυκλικής και ορθογωνικής διατομής

$$A$$

Στις υπόλοιπες περιπτώσεις λαμβάνεται $A_v = s_i A$ όπου s_i είναι ο συντελεστής διάτμησης κατά $y-y$ ή $z-z$ και εισάγεται από τον χρήστη στο Steel. Η εξ' ορισμού τιμή των συντελεστών αυτών είναι $s_y = s_z = 0,8$.

Αν έχω συνδυασμό διατμησης και στρέψης τότε αντί την τιμή αντίστασης $V_{pl,RD}$ χρησιμοποιείται η $V_{pl,T,RD}$ η οποία υπολογίζεται από τις παρακάτω σχέσεις

- Διατομές I και H

$$V_{pl,T,RD} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{t,ED}}{1.25(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}}} V_{pl,RD} \quad (9)$$

- Διατομές U

$$V_{pl,T,RD} = \left[\sqrt{1 - \frac{\tau_{t,ED}}{1.25(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}}} - \frac{\tau_{w,ED}}{(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}} \right] V_{pl,RD} \quad (10)$$

- Κοιλοδοκοί

$$V_{pl,T,RD} = \left[1 - \frac{\tau_{t,ED}}{(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}} \right] V_{pl,RD} \quad (11)$$

6.4 Στρέψη

Η τιμή αντίστασης σε στρέψη προκύπτει από το άθροισμα των ροπών των τοιχωμάτων και υπολογίζεται από την σχέση :

$$T_{RD} = \left(\frac{1}{4} \sum_i b_i t_i^2 \right) \cdot \left(\frac{f_y/\sqrt{3}}{\gamma_{M0}} \right) \quad (12)$$

όπου b_i το μήκος και t_i το πάχος του τοιχώματος i .

EN
1993.1.1:2005
§6.2.7

6.5 Κάμψη

Οι τιμές αντίστασης σε κάμψη κατά τους άξονες $y - y$ και $z - z$, εξαρτώνται από την κατηγορία της διατομής και από την παρουσία διατμητικών δυνάμεων. Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

EN
1993.1.1:2005
§6.2.5, 6.2.8

- Αν $V_{ED} \leq 0.5V_{pl,RD}$

- Για κατηγορίες διατομών 1 και 2 έχουμε

$$M_{c,RD} = M_{pl,RD} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (13)$$

- Για κατηγορία διατομών 3 έχουμε

$$M_{c,RD} = M_{el,RD} = \frac{W_{el} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (14)$$

- Αν $V_{ED} > 0.5V_{pl,RD}$

- Για κατηγορίες διατομών 1 και 2 έχουμε

$$M_{c,RD} = M_{pl,RD} = \frac{W_{pl}(1 - \rho) f_y}{\gamma_{M0}} \quad (15)$$

- Για κατηγορία διατομών 3 έχουμε

$$M_{c,RD} = M_{el,RD} = \frac{W_{el}(1 - \rho) f_y}{\gamma_{M0}} \quad (16)$$

όπου :

$$\rho = \left(\frac{2V_{ED}}{V_{pl,RD}} - 1 \right)^2$$

Αν υπάρχει και στρέψη τότε το ρ δίνεται από την

$$\rho = \left(\frac{2V_{ED}}{V_{pl,T,RD}} - 1 \right)^2$$

αλλά $\rho = 0$ αν $V_{ED} \leq 0.5V_{pl,T,RD}$

6.6 Στρεπτοκαμπτικός λυγισμός

Ένα μέλος χωρίς πλευρικές στηρίξεις που υπόκειται σε κάμψη γύρω από τον ισχυρό άξονα ελέγχεται για στρεπτοκαμπτικό λυγισμό. Σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό, θεωρούμε ότι δεν είναι ευαίσθητα τα μέλη με επαρκή στήριξη στο θλιβόμενο πέλμα και επίσης μέλη με διατομές τετραγωνικής και κυκλικής κοιλοδοκού ή τετραγωνικών ράβδων. Επειδή το Steel δεν έχει τρόπο να ξέρει τον τρόπο στήριξης των δοκών έχει επιλογή για να μην γίνεται ο έλεγχος στρεπτοκαμπτικού λυγισμού.

Οι τιμή αντίστασης σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό υπολογίζεται ως εξής :

$$M_{b,RD} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (17)$$

EN
1993.1.1:2005
§6.3.2.1

όπου :

$W_y = W_{pl,y}$ για κατηγορίες διατομών 1 και 2

$W_y = W_{el,y}$ για κατηγορία διατομών 3

χ_{LT} Είναι ο μειωτικός συντελεστής για στρεπτοκαμπτικό λυγισμό και ο προσδιορισμός του γίνεται όπως παρακάτω :

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1.0$$

$$\Phi_{LT} = 0.5[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

α_{LT} Είναι ο συντελεστής ατελειών για στρεπτοκαμπτικό λυγισμό και λαμβάνεται από τους πίνακες 6.3 και 6.4 του Ευρωκώδικα 3. Η ροπή M_{cr} υπολογίζεται (συντηρητικά) από την παρακάτω σχέση :

$$M_{cr} = \frac{C_1 \pi^2 EI_z}{K_2} \sqrt{\frac{I_w}{I_z} + \frac{K_2}{\pi^2} \frac{GI_T}{EI_z}}$$

όπου αν η C_1 δεν έχει δοθεί από τον χρήστη όπως περιγράφεται στο εδάφιο 3.2 λαμβάνεται ως :

$C_1 = 1.132$ Αν το μήκος λυγισμού είναι ίσο με το μήκος του μέλους διαφορετικά

$C_1 = 1.0$

$K_2 = (KL)^2$ με $K = 1.0$ και L το μήκος λυγισμού.

7 Υπολογισμός λόγων τιμών σχεδιασμού δράσεων τιμών αντίστασης

7.1 Εφελκυσμός

Πρέπει να ισχύει:

$$\frac{N_{ED}}{N_{t,RD}} \leq 1.0 \quad (18)$$

$N_{t,RD}$ όπως υπολογίζεται από την εξίσωση 1

7.2 Θλίψη

Πρέπει να ισχύει:

$$\frac{N_{ED}}{N_{c,RD}} \leq 1.0 \quad (19)$$

$N_{c,RD}$ όπως υπολογίζεται από την εξίσωση 2

7.3 Διάτμηση

Πρέπει να ισχύει για κάθε κατεύθυνση:

$$\frac{V_{ED}}{V_{pl,RD}} \leq 1.0 \quad (20)$$

$V_{pl,RD}$ όπως υπολογίζεται από την εξίσωση 8

Στην περίπτωση που έχουμε ταυτόχρονα και στρέψη πρέπει να ισχύει για τις διατομές που ορίζεται η $V_{pl,T,RD}$ εξίσωση 9 ή 10 ή 11

$$\frac{V_{ED}}{V_{pl,T,RD}} \leq 1.0 \quad (21)$$

Για τις διατομές που δεν ορίζεται η $V_{pl,T,RD}$ πρέπει να ισχύει η παρακάτω σχέση:

$$\left(\frac{V_{ED}}{V_{pl,RD}} \right)^2 + \frac{T_{ED}}{T_{RD}} \leq 1.0 \quad (22)$$

T_{RD} όπως ορίζεται στην εξίσωση 12

7.4 Στρέψη

Στην περίπτωση που έχουμε στρέψη πρέπει να ισχύει:

$$\frac{T_{ED}}{T_{RD}} \leq 1.0 \quad (23)$$

T_{RD} όπως ορίζεται στην εξίσωση 12

7.5 Στρεπτοκαμπτικός λυγισμός

Στην περίπτωση που χρειάζεται έλεγχος σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό (για προϋποθέσεις βλ. παράγραφο 6.6 πρέπει να ισχύει:

$$\frac{M_{ED}}{M_{b,RD}} \leq 1.0 \quad (24)$$

$M_{b,RD}$ όπως ορίζεται στην εξίσωση 17

7.6 Κάμψη, αξονική και διάτμηση

Πρέπει να ισχύει:

$$\frac{N_{ED}}{N_{RD}} + \frac{M_{y,ED}}{M_{y,c,RD}} + \frac{M_{z,ED}}{M_{z,c,RD}} \leq 1.0 \quad (25)$$

όπου

N_{RD} υπολογίζεται από τις εξισώσεις 1, 2

$M_{y,c,RD}, M_{z,c,RD}$ Υπολογίζονται από τις εξισώσεις 13 ή 14 αν έχω χαμηλή διάτμηση και τις εξισώσεις 15 ή 16 αν έχω υψηλή διάτμηση.

7.7 Κάμψη, αξονική θλίψη και διάτμηση

Πρέπει να ισχύουν:

$$\frac{N_{ED}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,ED}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,ED}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.0 \quad (26)$$

$$\frac{N_{ED}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,ED}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,ED}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1.0 \quad (27)$$

όπου:

χ_y, χ_z Είναι οι μειωτικοί συντελεστές για τον καμπτικό λυγισμό.

χ_{LT} Είναι ο μειωτικός συντελεστής για στρεπτοκαμπτικό λυγισμό.

$k_{yy}, k_{yz}, k_{zy}, k_{zz}$ Συντελεστές αλληλεπίδρασης. Υπολογίζονται με βάση το παράρτημα Β του Ευρωκώδικα.

Οι τιμές N_{Rk} και $M_{i,Rk}$ δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Κατηγορία	1	2	3
A_i	A	A	A
W_y	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}$
W_z	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{el,z}$

Τιμές για $N_{Rk} = f_y A_i, M_{i,Rk} = f_y W_i$

EN
1993.1.1:2005
§6.3.3

8 Μηνύματα σε υπέρβαση

Κατά την διάρκεια των ελέγχων, εμφανίζονται τα παρακάτω μηνύματα υπέρβασης. Δίπλα στα μηνύματα, εμφανίζεται ο αριθμός της αντίστοιχης εξίσωσης.

- ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ. Εξίσωση 18
- ΘΛΙΨΗ. Εξίσωση 19
- ΔΙΑΤΜΗΣΗ Y, ΔΙΑΤΜΗΣΗ Z. Εξίσωση 20 ανά κατεύθυνση
- ΚΑΜΨΗ Y, ΚΑΜΨΗ Z. Εξίσωση 25
- ΣΤΡΕΨΗ. Εξίσωση 23
- ΚΑΜΨΗ ΚΑΙ ΘΛΙΨΗ. Εξισώσεις 26 και 27
- ΣΤΡΕΠΤΟΚΑΜΠΤΙΚΟΣ ΛΥΓΙΣΜΟΣ. Εξίσωση 24

Σχεδιασμός Μελών (Συνοπτικά)

Μονάδες kN, kNm, m

A/A	Ορθή	Διατ	Στρ-Κα	Μακ	By	Bz	Ly	Lz	ΣΦ	Θεσ	VyED	VzED	TED	E
	N	MyRd	MzRd	VyRd	VzRd	MbRd	TRD	NED	MyED	MzED				
1	0,25	0,01	0,12	0,25	0,75	0,75	2,40	2,40	86	0,00				
	540,50	22,65	8,22	208,20	103,85	20,67	0,53	2,22	0,33	1,89	1,35	0,25	0,00	
2	0,18	0,03	0,00	0,18	0,95	0,85	0,35	0,35	88	0,00				
	540,50	22,65	8,22	208,20	103,85	22,65	0,53	5,79	0,95	1,01	3,40	2,75	0,00	
3	0,44	0,01	0,20	0,44	0,75	0,75	2,40	2,40	179	0,00				
	540,50	22,65	8,22	208,20	103,85	20,67	0,53	3,34	0,74	3,26	2,46	0,47	0,00	
4	0,31	0,04	0,00	0,31	0,95	0,85	0,35	0,35	179	0,00				

Σχήμα 4: Σχεδιασμός μελών συνοπτικά

- ΚΑΜΨΗ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ ΧΑΜΗΛΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ. Εξίσωση 25
- ΚΑΜΨΗ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ ΥΨΗΛΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ. Εξίσωση 25 με τις αλλαγές λόγω υψηλής διάτμησης
- ΚΑΜΨΗ ΘΛΙΨΗ ΧΑΜΗΛΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ. Εξίσωση 25
- ΚΑΜΨΗ ΘΛΙΨΗ ΥΨΗΛΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ. Εξίσωση 25 με τις αλλαγές λόγω υψηλής διάτμησης

9 Πορεία ελέγχων

Η σειρά με την οποία το πρόγραμμα κάνει τους ελέγχους είναι η παρακάτω :

- Ελεγχεται αν υπάρχει στρέψη οπότε αναπροσαρμόζεται η τιμή $V_{pl,RD}$ όπως αναφέρεται στην 6.3.
- Ελέγχεται αν υπάρχει υψηλή διάτμηση οπότε αναπροσαρμόζονται ανάλογα η τιμές $M_{c,RD}$ όπως αναφέρεται στην 6.5.
- Γίνονται οι έλεγχοι διάτμησης - Στρέψης.
- Γίνονται οι έλεγχοι αξονικών δυνάμεων και καμπτικών ροπών.
- Γίνονται οι έλεγχοι στρεπτοκαμπτικού λυγισμού αν είναι απαραίτητοι.

Σε περίπτωση που κάποιος έλεγχος αποτύχει, τότε εμφανίζεται μήνυμα όπως αναφέρεται σε προηγούμενα εδάφια και ο έλεγχος συνεχίζεται εως ότου να ελεγχθεί το μέλος για όλους τους συνδυασμούς φόρτισης. Η δυσμενέστερη κατάσταση για το μέλος, αποθηκεύεται σε αρχείο για την εμφάνιση των αποτελεσμάτων.

10 Εκτυπώσεις αποτελεσμάτων

Οι εκτυπώσεις των αποτελεσμάτων του σχεδιασμού γίνονται από τις γενικές εκτυπώσεις του Steel επιλέγοντας "Σχεδιασμός: Συνοπτικό".

Στο σχήμα 4 φαίνεται μια συνοπτική εκτύπωση των αποτελεσμάτων. Σε κάθε μέλος αντιστοιχούν δύο γραμμές στον πίνακα. Στην πρώτη γραμμή έχουμε κατά σειρά: Το όνομα του μέλους, τον λόγο για τους ελέγχους αξονικής δύναμης

Μέλος 1: IPB120(Fe360) Λόγος=0,249 (OK)

Γεωμετρικά στοιχεία διατομής:

Μήκος=2,40 m, Εμβαδό=25,30 cm², A_{vy}=8,42 cm², A_{vz}=16,88 cm²
I_y=606,00 cm⁴, I_z=231,00 cm⁴, W_y=106,00 cm³, W_z=38,50 cm³

Ανοχή μέλους:

NRD=540,50 kN, V_y.RD=208,20 kN, V_z.RD=103,85 kN
M_y.RD=22,65 kN.m, M_z.RD=8,22 kN.m, M_b.RD=20,67 kN.m, TRD=0,53 kN.m

Φορτία:

Συνδυασμός Φόρτισης:86
N_{ed}=2,22 kN, M_y.ED=0,33 kN.m, M_z.ED=1,89 kN.m, V_y.ED=1,35 kN, V_z.ED=0,25 kN, T_{ed}=0,00 kN.m

Στοιχεία Λυγισμού:

Μήκος Λυγισμού I_y=2,400 m, Συντελεστής Λυγισμού B_y=0,750
Μήκος Λυγισμού I_z=2,400 m, Συντελεστής Λυγισμού B_z=0,750
Λυγηρότητα λ_y=36,779, Λυγηρότητα λ_z=59,570

Σχεδιασμός:

V_y.Ed/V_y.Rd = 1,35 / 208,20 = 0,007 (παρ 6.2.6 EN 1993.1.1:2005)

V_z.Ed/V_z.Rd = 0,25 / 103,85 = 0,002 (παρ 6.2.6 EN 1993.1.1:2005)

Λόγος=0,007

2,22 / 540,50 + 0,33 / 22,65 + 1,89 / 8,22 = 0,249 (παρ 6.2.9 EN 1993.1.1:2005)

N_{ED}/(χ_y*N_{RK}/γ_{m1}) + K_{yy}*M_y.ED/(χ_{LT}*M_yRK/γ_{m1}) + K_{yz}*M_z.ED/(M_zRK/γ_{m1}) = 2,22 / 502,32 + 0,40 / 0,33
20,67 / 0,40

N_{ED}/(χ_z*N_{RK}/γ_{m1}) + K_{zy}*M_y.ED/(χ_{LT}*M_yRK/γ_{m1}) + K_{zz}*M_z.ED/(M_zRK/γ_{m1}) = 2,22 / 413,38 + 1,00 / 0,33
20,67 / 0,40

Λόγος=0,124 (παρ 6.3.3 EN 1993.1.1:2005)

Σχήμα 5: Αναλυτική εκτύπωση σχεδιασμού

και κάμψης ("Ορθή"), τον λόγο για τους ελέγχους στρέψης διατμητικών δυνάμεων ("Διατ."), τον λόγο για τον έλεγχο σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό ("Στρ-Κα"), τον μέγιστο λόγο για το μέλος ("max"), τους συντελεστές λυγισμού και τα μήκη λυγισμού ("B_y B_z L_y L_z"), τον συνδυασμό φόρτισης ("ΣΦ") και την θέση σε μέτρα από την αρχή του μέλους για την οποία έγινε ο έλεγχος ("Θεσ") και τέλος, η τελευταία στήλη ("E") στην οποία υπάρχει ένα * αν υπάρχει υπέρβαση στο μέλος.

Στη δευτερη γραμμή έχουμε τα μεγέθη σχεδιασμού. Οι μονάδες στα μήκη και αποστάσεις είναι σε m στις δυνάμεις είναι σε kN και στις ροπές είναι σε kNm.

Εκτός από την συνοπτική εκτύπωση, έχουμε τη δυνατότητα να πάρουμε και αναλυτική εκτύπωση των αποτελεσμάτων του σχεδιασμού από την επιλογή "Αναλυτική εκτύπωση σχεδιασμού" στο menu "Εμφάνιση" του Steel. Η επιλογή αυτή είναι διαθέσιμη μόνο αν έχει γίνει ο σχεδιασμός και μπορούμε να επιλέξουμε για ποιά μέλη θα έχουμε εκτύπωση με τους συνηθισμένους τρόπους επιλογής του Steel.

11 Βιβλιογραφία

1. ΕΛΟΤ EN 1993.01.01: Ευρωκώδικας 3: Σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα - Μέρος 1-1: Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια.
2. Βάγιας Ι. : Σιδηρές κατασκευές. Ανάλυση και διαστασιολόγηση. Κλειδάριθμος 2003
3. Βάγιας Ι., Ερμόπουλος Ι., Ιωαννίδης Γ.: Σχεδιασμός δομικών έργων από χάλυβα. Κλειδάριθμος 2006
4. Βάγιας Ι., Ερμόπουλος Ι., Ιωαννίδης Γ.: Σιδηρές Κατασκευές. Παραδείγματα εφαρμογής του Ευρωκώδικα 3. Τόμοι Ι και ΙΙ. Κλειδάριθμος 1999,2000
5. Εταιρεία Ερευνών Μεταλλικών Εργων (ΕΕΜΕ): Μεταλλικές Κατασκευες. Τόμοι 1-4. Εκδοτικός Οργανισμός Γρηγ. Φούντας.