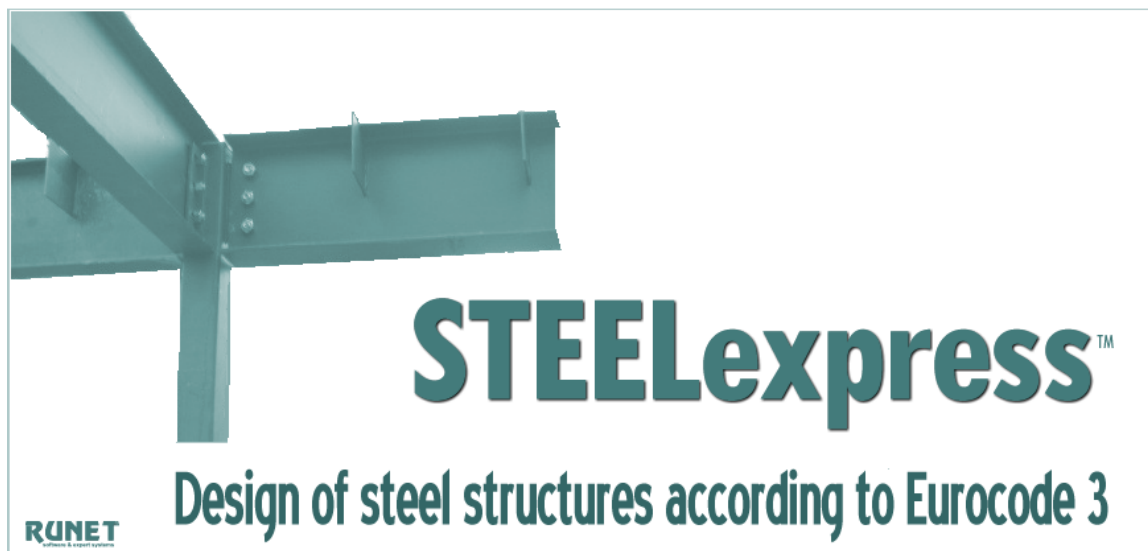




## **Υπολογισμός και Σχεδίαση μεταλλικών κατασκευών σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3, EN 1993:2005**

*Κατάταξη διατομών, Αντοχή διατομών σε απλές και σύνθετες δράσεις, Αντοχή μελών σε λυγισμό. Σχεδιασμός συνδέσμων. Σχεδιασμός δοκών, υποστυλωμάτων, απλών πλαισιακών κατασκευών (μονώροφα, διώροφα πλαίσια), πατώματα και στέγες. Σχεδιασμός τεγίδων και συνδέσμων δυσκαμψίας. Σχεδιασμός πεδίων μεταλλικών κατασκευών.*

*Παράμετροι σύμφωνα με το Εθνικό προσάρτημα. Λεπτομερές τεύχος με αναφορές στον Ευρωκώδικα, σκαριφήματα και σχέδια. Πίνακες με όλες τις πρότυπες χαλύβδινες διατομές, διαστάσεις και ιδιότητες, κατάταξη, αντοχές, αντοχή σε καμπτικό και στρεπτοκαμπτικό λυγισμό σύμφωνα με Ευρωκώδικα. Διατομές με ιδιότητες καθοριζόμενες από το χρήστη, συγκολλητές διατομές.*

## **Βιβλίο Οδηγιών**



Το Πρόγραμμα **STEELexpress** που περιγράφεται σε αυτό το βιβλίο οδηγιών, προστατεύεται από τους νόμους περί πνευματικών δικαιωμάτων και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας καθώς και από άλλους συναφείς νόμους και συμβάσεις. Παραχωρείται μόνον η άδεια χρήσης του προγράμματος σύμφωνα με τη νομοθεσία περί Προγραμμάτων Ηλεκτρονικών Υπολογιστών που ισχύει Διεθνώς και στην Ελλάδα.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία αυτή, είναι παράνομη η αντιγραφή και διανομή του προγράμματος από τρίτους εκτός τους έχοντες τα πνευματικά δικαιώματα (copyright).

Πνευματική ιδιοκτησία 2015 Κ. Γεωργιάδης και RUNET software ΕΠΕ, All rights reserved.

Ο συγγραφέας του προγράμματος και η RUNET δεν έχουν καμιά ευθύνη για τα αποτελέσματα του προγράμματος και τον τρόπο που αυτά θα χρησιμοποιηθούν.

## Περιεχόμενα

|        |                                                                                                       |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1      | Γενικά για το πρόγραμμα .....                                                                         | 5  |
| 1.1    | Χαλύβδινα τμήματα που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα .....                                             | 5  |
| 2      | Μόλις ολοκληρωθεί η εγκατάσταση .....                                                                 | 7  |
| 3      | Βασική φιλοσοφία χρήσης του προγράμματος .....                                                        | 7  |
| 4      | Αντικείμενα κατασκευής .....                                                                          | 9  |
| 5      | Παράθυρο υπολογισμού .....                                                                            | 9  |
| 6      | Αρχεία .....                                                                                          | 10 |
| 7      | Βήμα προς βήμα χρήση προγράμματος .....                                                               | 10 |
| 8      | Παράμετροι .....                                                                                      | 12 |
| 8.1    | Εθνικό προσάρτημα .....                                                                               | 12 |
| 8.2    | Υλικά .....                                                                                           | 12 |
| 8.3    | Παράμετροι σχεδιασμού .....                                                                           | 13 |
| 8.3.1  | Παράμετροι Εθνικού Προσαρτήματος .....                                                                | 13 |
| 8.3.2  | Ευρωκώδικας 3, παράμετροι σχεδιασμού .....                                                            | 13 |
| 8.3.3  | Κρίσιμη ροπή στρεπτοκαμπτικού λυγισμού $M_{cr}$ .....                                                 | 13 |
| 8.3.4  | Παράμετροι Μεταλλικών Πλαισίων .....                                                                  | 14 |
| 8.4    | Φορτίο χιονιού επί του εδάφους .....                                                                  | 15 |
| 8.5    | Ταχύτητα αναφοράς ανέμου .....                                                                        | 15 |
| 8.6    | Σεισμική ζώνη .....                                                                                   | 15 |
| 9      | Γενικά δεδομένα χαλύβδινων κατασκευών .....                                                           | 16 |
| 9.1.1  | Όνομα αντικειμένου κατασκευής .....                                                                   | 16 |
| 9.1.2  | Ποιότητα δομικού χάλυβα Ευρωκώδικας 3 EN1993-1-1:2005 § 3.2 .....                                     | 16 |
| 9.1.3  | Συντελεστές μόνιμης και μεταβλητής δράσης Ευρωκώδικας 0 EN 1990:2002 § 6, Πίν. A1.2, A1.3, A1.4 ..... | 17 |
| 9.1.4  | Συντελεστές ασφαλείας υλικού Ευρωκώδικας 3 EN1993-1-1:2005 § 6.1 .....                                | 17 |
| 9.1.5  | Δράσεις Ευρωκώδικας 0 EN 1990:2002 § 6.3 .....                                                        | 17 |
| 10     | Ευρωκώδικας 3, Πίνακες και γραφήματα .....                                                            | 19 |
| 11     | Πίνακες Χαλύβδινων Διατομών .....                                                                     | 20 |
|        | Ευρωκώδικας 3, EN1993-1-1:2005 § 5.5 .....                                                            | 20 |
| 11.1   | Πίνακες με διαστάσεις και ιδιότητες πρότυπων διατομών .....                                           | 20 |
| 11.2   | Κατάταξη και αντοχές πρότυπων διατομών .....                                                          | 21 |
| 11.2.1 | Συμβολισμοί .....                                                                                     | 21 |
| 11.3   | Πίνακες μη πρότυπων διατομών .....                                                                    | 22 |
| 11.4   | Πίνακες διατομών για συγκολλητές διατομές .....                                                       | 22 |
| 11.5   | Κατάταξη και αντοχές χαλύβδινων διατομών (αναλυτικό τεύχος) .....                                     | 23 |
| 12     | Αντοχή διατομών σε δράσεις (Ευρωκώδικας 3, EN1993-1-1:2005 § 6.2) .....                               | 24 |
| 13     | Αντοχή μελών σε λυγισμό (Ευρωκώδικας 3, EN1993-1-1:2005 § 6.3) .....                                  | 25 |
| 13.1   | Μέλη σταθερής διατομής EN1993-1-1:2005 § 6.3.1 .....                                                  | 25 |
| 13.1.1 | Υποστυλώματα με αξονικό φορτίο .....                                                                  | 25 |
| 13.2   | Ομοιόμορφα μέλη σε κάμψη EN1993-1-1:2005 § 6.3.2 .....                                                | 25 |
| 13.2.1 | Δοκοί σε καμπικά κατακόρυφα φορτία .....                                                              | 25 |
| 13.3   | Ομοιόμορφα μέλη σε κάμψη και θλίψη .....                                                              | 26 |
|        | (EN1993-1-1:2005 § 6.3.3) .....                                                                       | 26 |
| 13.3.1 | Υποστυλώματα σε θλίψη και κάμψη .....                                                                 | 26 |
| 13.3.2 | Δοκοί με κατακόρυφο φορτίο και θλίψη .....                                                            | 27 |
| 14     | Συνδέσεις EN1993-1-8:2005 .....                                                                       | 27 |
| 14.1   | Είδη συνδέσεων .....                                                                                  | 27 |
| 14.1.1 | Σύνδεση εφελκυσμένων ράβδων (σχεδιασμός και αντοχή) .....                                             | 27 |
| 14.1.2 | Σύνδεση δοκού σε δοκό (σχεδιασμός και αντοχή) .....                                                   | 27 |
| 14.1.3 | Σύνδεση δοκού με υποστυλώμα .....                                                                     | 28 |
| 14.1.4 | Συνδέσεις πλαισιακών φορέων .....                                                                     | 28 |
| 14.1.5 | Συνδέσεις με πείρους (σχεδιασμός και αντοχή) .....                                                    | 28 |
| 14.2   | Δεδομένα συνδέσεων .....                                                                              | 29 |
| 14.2.1 | Φορτία σύνδεσης .....                                                                                 | 29 |
| 14.3   | Ήλοι σύνδεσης EN1993-1-8 §3.1 .....                                                                   | 29 |
| 14.4   | Πλάκες σύνδεσης .....                                                                                 | 29 |
| 14.5   | Γεωμετρία σύνδεσης .....                                                                              | 29 |
| 15     | Σχεδιασμός δοκών .....                                                                                | 30 |
| 15.1.1 | Δοκοί με ομοιόμορφο φορτίο .....                                                                      | 30 |
| 15.2   | Δοκοί πατώματος .....                                                                                 | 30 |
| 15.3   | Δοκοί στέγης .....                                                                                    | 31 |
| 15.4   | Σχεδιασμός τεγίδων .....                                                                              | 31 |



|         |                                                                                               |    |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 16      | Σχεδιασμός Υποστυλωμάτων .....                                                                | 32 |
| 16.1    | Υποστυλώματα .....                                                                            | 32 |
| 16.2    | Υποστυλώματα σε απλές κατασκευές .....                                                        | 32 |
| 17      | Σχεδιασμός απλών πλαισιακών κατασκευών .....                                                  | 33 |
| 17.1    | Βασικές διαστάσεις κατασκευής.....                                                            | 33 |
| 17.2    | Παράμετροι για έλεγχο λυγισμού.....                                                           | 33 |
| 17.3    | Παράμετροι σχεδιασμού .....                                                                   | 34 |
| 17.4    | Διατομές χάλυβα.....                                                                          | 35 |
| 17.5    | Προσχεδιασμός - Επιλογή μεγέθους διατομών .....                                               | 35 |
| 17.6    | Συνδέσεις πλαισίου .....                                                                      | 35 |
| 17.7    | Φορτία πλαισίων .....                                                                         | 36 |
| 17.7.1  | Φορτία χιονιού, ανέμου και σεισμού .....                                                      | 36 |
|         | Μόνιμα φορτία.....                                                                            | 36 |
|         | Μεταβλητά φορτία .....                                                                        | 36 |
|         | Σεισμικά φορτία Ευρωκώδικας 8-1:2004 .....                                                    | 37 |
| 17.7.2  | Πλαίσιο σε κατακόρυφο και οριζόντιο φορτίο .....                                              | 37 |
| 17.7.3  | Πλαίσιο σε κατακόρυφο και οριζόντιο φορτίο και συγκεντρωμένο φορτίο στα<br>υποστυλώματα ..... | 38 |
| 17.7.4  | Δυόροφο Πλαίσιο σε κατακόρυφο και οριζόντιο φορτίο .....                                      | 38 |
| 18      | Σχεδιασμός συνδέσμων δυσκαμψίας (αντιανέμιο σύστημα).....                                     | 39 |
| 18.1.1  | Παράδειγμα .....                                                                              | 39 |
| 19      | Πέδιλα μεταλλικών υποστυλωμάτων .....                                                         | 39 |
| 19.1    | Φορτίο πεδίου.....                                                                            | 39 |
| 19.2    | Διαστάσεις πεδίου.....                                                                        | 40 |
| 19.3    | Προδιαστασιολόγηση διαστάσεων πεδίου .....                                                    | 40 |
| 19.4    | Ελκυστήρας και παθητική ώθηση γαιών .....                                                     | 40 |
| 19.5    | Φέρουσα ικανότητα εδάφους.....                                                                | 41 |
| 20      | Έδραση υποστυλώματος.....                                                                     | 42 |
| 20.1    | Φορτία .....                                                                                  | 42 |
| 20.2    | Είδη αγκυρώσεων .....                                                                         | 42 |
| 20.3    | Φέρουσα αντοχής βάσης σκυροδέματος .....                                                      | 42 |
| 21      | Σύντομη θεωρία .....                                                                          | 43 |
| 21.1    | Μονάδες.....                                                                                  | 43 |
| 21.2    | Σύστημα συντεταγμένων .....                                                                   | 43 |
| 21.3    | Φορτία σχεδιασμού EN1991:2005: .....                                                          | 43 |
| 21.3.1  | Μόνιμα φορτία EN1991-1:2005.....                                                              | 43 |
| 21.3.2  | Επιβεβλημένα φορτία EN1991-1:2005.....                                                        | 43 |
| 21.3.3  | Φορτίο χιονιού EN1991-3:2003.....                                                             | 43 |
| 21.3.4  | Φορτίο Ανέμου EN1991-4:2005 .....                                                             | 44 |
| 21.3.5  | Φορτίο σεισμού EN1998-1:2004.....                                                             | 44 |
| 21.4    | Συνδυασμοί δράσεων EN1990:2002 .....                                                          | 44 |
| 21.4.1  | Συντελεστές συνδυασμού δράσεων (EN1990 Πιν. A1.1) .....                                       | 44 |
| 21.4.2  | Οριακή κατάσταση αστοχίας (ULS) (EQU) .....                                                   | 44 |
| 21.4.3  | Οριακή κατάσταση αστοχίας (ULS) (STR).....                                                    | 44 |
| 21.4.4  | Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS) .....                                                 | 44 |
| 21.4.5  | Οριακή κατάσταση αστοχίας (ULS) Σεισμικά φορτία .....                                         | 45 |
| 21.5    | Υλικά EN 1993-1-1:2005 § 3.2 .....                                                            | 45 |
| 21.5.1  | Ποιότητες χάλυβα.....                                                                         | 45 |
| 21.6    | Συντελεστές ασφαλείας EN 1993-1-1:2005 § 6.1 .....                                            | 46 |
| 21.7    | Φαινόμενα δευτέρας τάξεως EN1993-1-1 §5.2.1 .....                                             | 46 |
| 21.8    | Ατέλειες EN1993-1-1 §5.3.1.....                                                               | 47 |
| 21.9    | Πρότυπες διατομές που περιέχονται στο πρόγραμμα .....                                         | 47 |
| 21.10   | Κατάταξη διατομών EN 1993-1-1:2005 § 5.5.....                                                 | 48 |
| 21.11   | Οριακές καταστάσεις αστοχίας EN 1993-1-1:2005 § 6.2 .....                                     | 50 |
| 21.11.1 | Εφελκυσμός EN 1993-1-1:2005 § 6.2.3 .....                                                     | 50 |
| 21.11.2 | Θλίψη EN 1993-1-1:2005 § 6.2.4 .....                                                          | 50 |
| 21.11.3 | Κάμψη EN 1993-1-1:2005 § 6.2.5.....                                                           | 51 |
| 21.11.4 | Διαξονική κάμψη EN 1993-1-1:2005 § 6.2.9.....                                                 | 52 |
| 21.11.5 | Τέμνουσα EN 1993-1-1:2005 § 6.2.6.....                                                        | 52 |
| 21.11.6 | Καμπτικός λυγισμός EN 1993-1-1:2005 § 6.3.1.....                                              | 53 |
| 21.11.7 | Στρεπτοκαμπτικός λυγισμός μελών σταθερής διατομής EN 1993-1-1:2005 § 6.3.2... ..              | 55 |
| 21.11.8 | Στρεπτοκαμπτικός λυγισμός υπό θλίψη και κάμψη EN 1993-1-1:2005 § 6.3.4 .....                  | 56 |
| 22      | Νομοθεσία και Βιβλιογραφία .....                                                              | 58 |

## 1 Γενικά για το πρόγραμμα

Πρόγραμμα υπολογισμού και διαστασιολόγησης τμημάτων μεταλλικών κατασκευών σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3 (EC3). Όλες οι καταστάσεις αστοχίας, έλεγχοι σε καμπτικό και στρεπτοκαμπτικό λυγισμό. Μεταλλικές συνδέσεις, διαστασιολόγηση δοκών, υποστυλωμάτων, πατωμάτων, στεγών. Πλαισιακές κατασκευές, σύνδεσμοι ακαμψίας, τεγίδες. Πέδιλα μεταλλικών κατασκευών.

Η επιλογή του κάθε υπολογιστικού τμήματος (αντικειμένου κατασκευής) γίνεται από τα μενού που ανοίγουν με τα αντίστοιχα κουμπιά στο πάνω μέρος.

Τα υπολογιστικά τμήματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους. Για κάθε ένα, δίνετε τις βασικές διαστάσεις και τις φορτίσεις και προκύπτει η διαστασιολόγηση και ένα αναλυτικότατο τεύχος υπολογισμών. Από τα τμήματα κατασκευών που υπολογίζετε, συνθέτετε ένα τεύχος υπολογισμών.

Μια πλήρης βοήθεια με αναφορές στους Κανονισμούς και Ευρωκώδικες, σας βοηθάει στην εργασία σας με το πρόγραμμα.

### 1.1 Χαλύβδινα τμήματα που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα

- **Πίνακες και γραφήματα του Ευρωκώδικα 3**
  - Καμπύλες λυγισμού
  - Μέθοδοι υπολογισμού κρίσιμης ελαστικής ροπής πλευρικού λυγισμού  $M_{cr}$
  - Μήκη λυγισμού αμετάθετων και μεταθετών πλαισίων
- **Χαλύβδινες διατομές** (*πρότυπες, μη πρότυπες, συγκολλητές*)
  - Διαστάσεις και γεωμετρικές ιδιότητες
  - Κατάταξη διατομών
  - Αντοχή διατομών σε δράσεις (αξονικά φορτία διάτμηση, ροπές)
  - Αντοχή διατομών σε λυγισμό και πλευρικό λυγισμό για διάφορα μήκη λυγισμού
- **Αντοχή διατομών σε απλές και σύνθετες δράσεις**
  - Απλές δράσεις, θλίψη  $N_c$ , εφελκυσμός  $N_t$ , κάμψη  $M_{yy}$ ,  $M_{zz}$ , διάτμηση  $V_y$ ,  $V_z$
  - Σύνθετες δράσεις, αξονικές δυνάμεις, διάτμηση και κάμψη
- **Λυγισμός**
  - Αντοχή λυγισμού σε θλίψη, και θλίψη με κάμψη  $N_c$ - $M_y$ - $M_z$
- **Στρεπτοκαμπτικός λυγισμός**
  - Στοιχεία σε κάμψη  $N_c$  και κάμψη με θλίψη  $M_y$  και  $N_c$
- **Συνδέσεις μεταλλικών κατασκευών**
  - Συνδέσεις εφελκυσμένων ράβδων (απλή σύνδεση διπλή σύνδεση και συνέχεια ράβδου)
  - Σύνδεση δοκού σε δοκό (αποκατάσταση συνέχεια δοκού, δοκοί Gerber connection, στήριξη δοκού σε δοκό με γωνιακά)
  - Σύνδεση δοκού σε υποστύλωμα (με γωνιακά ή με μετωπική πλάκα)
  - Συνδέσεις πλαισιακών φορέων (σύνδεση κορυφαίου κόμβου, υποστυλώματος με ζύγωμα, απλή και πακτωμένη έδραση υποστυλώματος)
  - Αρθρώσεις (Αρθρωτή σύνδεση, δοκός Gerber)
- **Διαστασιολόγηση μεταλλικών δοκών**
  - Δοκός ενός ανοίγματος (αμφιέριστη, αμφίπακτη, μονόπακτη). Συνδυασμός ομοιόμορφων και συγκεντρωμένων φορτίων
  - Διάφορα μήκη πλευρικού λυγισμού



- Δοκοί πατωμάτων ενός, δύο ανοιγμάτων και μονοπρέχουσες Πλευρικά χωρίς ή με προστασία, πλευρική υποστήριξη στο μέσο, στα τρίτα του ανοίγματος ή σε όλο το μήκος
- Δοκοί οροφής ενός ή δύο ανοιγμάτων. Φορτίο χιονιού, ανέμου πίεση και υποπίεση, επιβεβλημένο φορτίο
- Διαστασιολόγηση τεγίδων. Αμφιέριστες ή συνεχής, πλευρικά συγκρατούμενες ή όχι
- **Διαστασιολόγηση μεταλλικών υποστυλωμάτων**
  - Υποστυλώματα σε θλίψη (διάφορες συνθήκες στήριξης και μήκη λυγισμού)
  - Υποστυλώματα σε αξονικό φορτίο και απλή ή διαξονική κάμψη
  - Υποστυλώματα σε απλές κατασκευές (μεμονωμένα υποστυλώματα, υποστυλώματα αμετάθετων ή μεταθετών πλαισίων)
- **Διαστασιολόγηση μεταλλικών πλαισίων**
  - Ενός ανοίγματος μονώροφα πλαίσια σε κατακόρυφα και οριζόντια φορτία
  - Ενός ανοίγματος μονώροφα πλαίσια σε κατακόρυφα , οριζόντια φορτία και συγκεντρωμένα φορτία στα υποστυλώματα
  - Ενός ανοίγματος μονώροφα πλαίσια σε φορτία χιονιού ανέμου και σεισμού
  - Διώροφα πλαίσια κατακόρυφα και οριζόντια φορτία.
- **Διαστασιολόγηση αντιανέμιων συνδέσμων ακαμψίας**
  - Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας
  - Οριζόντιοι σύνδεσμοι ακαμψίας
- **Διαστασιολόγηση πεδίων μεταλλικών στύλων**
  - Πέδιλα με σύνδεση άρθρωσης σε κατακόρυφα και οριζόντια φορτία
  - Πέδιλα με σύνδεση πάκτωσης σε κατακόρυφα ,οριζόντια φορτία και ροπή
  - Πέδιλα μόνο με παθητική ώθηση για αντίσταση σε οριζόντιες δυνάμεις
  - Πέδιλα με ελκυστήρα για παραλαβή οριζόντιων δυνάμεων
  - Διαστασιολόγηση πλάκας έδρασης και συστήματος αγκύρωσης για απλή στήριξη άρθρωσης ή πάκτωση



## 2 Μόλις ολοκληρωθεί η εγκατάσταση

Το πρόγραμμα βασίζεται στους Ευρωκώδικες. Η εφαρμογή των Ευρωκωδίκων μπορεί να διαφέρει από χώρα σε χώρα και αυτό καθορίζεται με τους συντελεστές του Εθνικού κειμένου εφαρμογής.

Μετά την τοποθέτηση του προγράμματος πρέπει να επιλέξετε το Εθνικό κείμενο εφαρμογής της περιοχής σας (Ελλάδα ΕΛΟΤ). Αν χρειαστεί μπορείτε να τροποποιήσετε ορισμένους παραμέτρους όπως συντελεστές ασφαλείας, συντελεστές υλικού, επιλογές Ευρωκώδικα 3, ζώνης χιονιού και ανέμου.

Μπορείτε να αλλάξετε και να καθορίσετε την εμφάνιση του τεύχους (περιθώρια, γραμματοσειρά, λογότυπο, υποσέλιδα, εξώφυλλο κλπ.).



Από **Παράμετροι:**

- **ΝΑ-Εθνικό προσάρτημα**, Επιλέγετε Εθνικό προσάρτημα που θα χρησιμοποιηθεί στη μελέτη (προεπιλογή Ελλάδα ΕΛΟΤ,).
- **Παράμετροι σχεδιασμού**, Ελέγξετε και τροποποιήστε (αν χρειάζεται) τους παραμέτρους σχεδιασμού του Ευρωκώδικα.
- **Υλικά**, Μπορείτε να αλλάξετε τις χαρακτηριστικές ιδιότητες των υλικών.
- **Φορτίο χιονιού επί του εδάφους**, Επιλογή (προεπιλογή) περιοχής και ζώνης χιονιού.
- **Ταχύτητα αναφοράς**, Επιλογή (προεπιλογή) περιοχής και ζώνης ανέμου.
- **Αντισεισμική μελέτη**, Επιλογή (προεπιλογή) περιοχής και ζώνης σεισμού.

**Συνιστάται να συμβουλευτείτε το Εθνικό Κείμενο εφαρμογής των Ευρωκωδίκων 0,1, 2, 6, 7, 8.**



Από **Διαμόρφωση τεύχους:**

Μπορείτε να αλλάξετε και να καθορίσετε την εμφάνιση του τεύχους (περιθώρια, γραμματοσειρά, λογότυπο, υποσέλιδα, εξώφυλλο κλπ.)

Από **[Ρυθμίσεις/Σύμβολο δεκαδικού ψηφίου]** επιλέγετε σύμβολο δεκαδικών ψηφίων.

Μπορείτε να αλλάξετε την γλώσσα του προγράμματος από **[Ρυθμίσεις/Καθορισμός γλώσσας]**. Επιλέγετε τη γλώσσα Ελληνικά ή Αγγλικά. Η γλώσσα του προγράμματος και του τεύχους αλλάζει. Η επιλογή αυτή δεν είναι ενεργή στην βασική έκδοση του προγράμματος.

Από **[Βοήθεια/Βιβλίο οδηγιών]** διαβάσετε και εκτυπώνετε το βιβλίο του προγράμματος.

## 3 Βασική φιλοσοφία χρήσης του προγράμματος

Με το πρόγραμμα δημιουργείτε και επεξεργάζεστε τμήματα κατασκευών από χάλυβα.

Τα διάφορα τμήματα κατασκευών (αντικείμενα κατασκευής) είναι: δοκοί, υποστυλώματα, συνδέσεις, απλοί πλαισιακοί φορείς, σύνδεσμοι ακαμψίας, πέδιλα μεταλλικών κατασκευών κλπ. Όλες οι ενέργειες του προγράμματος πραγματοποιούνται στο κύριο παράθυρο.

Σε μία μελέτη (αρχείο) μπορείτε να δημιουργήσετε όσα αντικείμενα κατασκευής επιθυμείτε.

Όλα τα δεδομένα διατηρούνται σε ένα αρχείο. Ένα κοινό τεύχος μπορεί να δημιουργηθεί.

Μπορείτε να επιλέξετε τα τμήματα που θα εμφανιστούν στο τεύχος. Δημιουργείτε νέα τμήματα υπολογισμών με τα κουμπιά ενεργειών στο πάνω μέρος του κεντρικού παραθύρου.

Κάθε αντικείμενο κατασκευής, με όνομα που καθορίζετε και με χαρακτηριστικό εικονίδιο εμφανίζεται στη λίστα στο παράθυρο «αντικείμενα κατασκευής». Από το παράθυρο αυτό καθορίζετε αν εμφανίζονται και τη σειρά εμφάνισης στο τεύχος. Στο δεξιό παράθυρο εμφανίζονται οι αντίστοιχοι υπολογισμοί του.

Με διπλό κλικ σε ένα αντικείμενο κατασκευής εμφανίζεται το παράθυρο υπολογισμών του αντικειμένου, όπου καθορίζετε διαστάσεις, φορτία και άλλους παραμέτρους υπολογισμών.

Όταν το αντικείμενο δημιουργείτε παίρνει τις προκαθορισμένες τιμές που ρυθμίζονται από το μενού [Παράμετροι]. Όλα τα απαραίτητα στοιχεία υποδεικνύονται με σχήματα και τις



αντίστοιχες μονάδες. Το πρόγραμμα συνεχώς ελέγχει για μη συμβατές ή παράλογες τιμές δεδομένων.

Με δεξί κλικ σε ένα αντικείμενο κατασκευής επιλέγετε από το εμφανιζόμενο μενού ενέργειες όπως, υπολογισμοί, τεύχος υπολογισμών, εκτύπωση τεύχους κλπ.

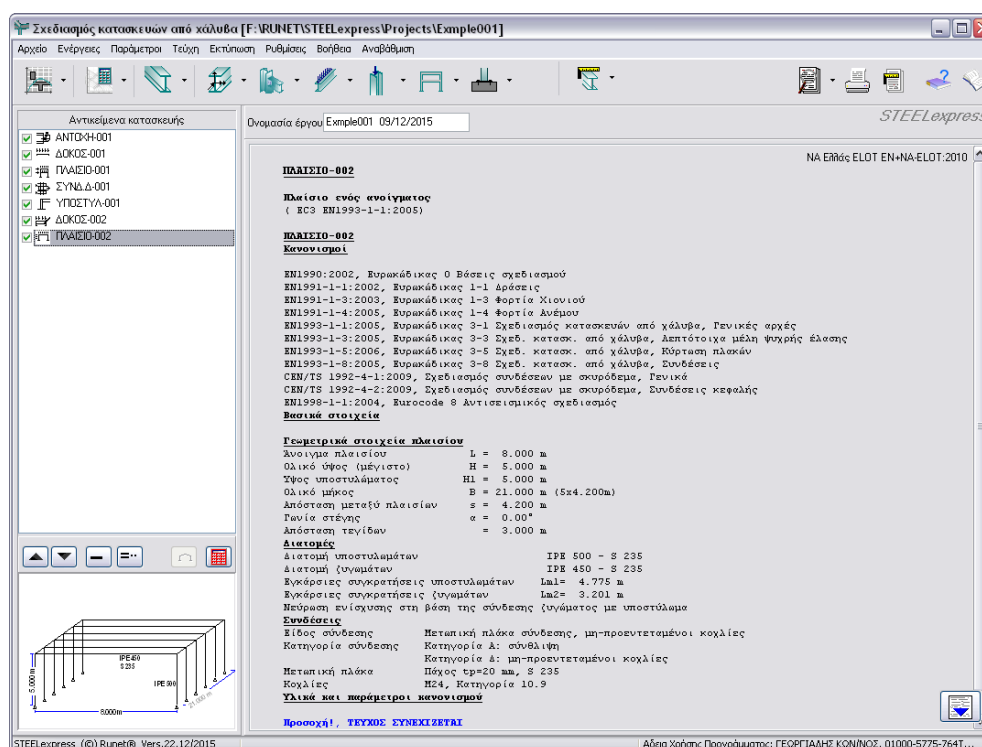
Μπορείτε να τσεκάρετε ή όχι το αντικείμενο κατασκευής. Μόνο τα αντικείμενα που είναι τσεκαρισμένα θα εμφανίζονται στο κοινό τεύχος.

### 3.1 Τα βασικά βήματα χρήσης του προγράμματος είναι:

- Άνοιγμα αρχείου μελέτης
- Επιλέξτε ένα αντικείμενο κατασκευής από το παράθυρο με τα [Αντικείμενα κατασκευής] ή δημιουργήστε ένα νέο από τα κουμπιά ενεργειών στο πάνω μέρος του κύριου παραθύρου του προγράμματος.
- Ενεργοποιήστε τους υπολογισμούς του αντικειμένου με διπλό κλικ στο αντικείμενο κατασκευής ή πατώντας το κουμπί υπολογισμού. Σε νέο αντικείμενο κατασκευής οι υπολογισμοί ενεργοποιούνται αυτόματα κατά την δημιουργία.
- Στο παράθυρο υπολογισμού εισάγετε τα απαραίτητα δεδομένα του αντικειμένου κατασκευής και πατήστε Υπολογισμοί.
- Στο παράθυρο υπολογισμού μπορείτε να δείτε το σχέδιο του αντικειμένου κατασκευής, την προεπισκόπηση του τεύχους και να εκτυπώσετε το τεύχος.
- Τσεκάρτε τα αντικείμενα κατασκευής που θέλετε να εμφανίζονται στο τεύχος και ρυθμίστε την σειρά που θα εμφανίζονται στο παράθυρο [Αντικείμενα κατασκευής].
- Προεπισκόπηση και εκτύπωση των επιλεγμένων αντικειμένων κατασκευής.

Καθορίστε τους παραμέτρους σχεδιασμού και τις προεπιλεγμένες τιμές από το μενού Παράμετροι.

Ρυθμίστε την εμφάνιση του τεύχους και τα περιεχόμενα. Επίσης ρυθμίστε τις μονάδες που χρησιμοποιούνται στο τεύχος.





## 4 Αντικείμενα κατασκευής

Τα διάφορα τμήματα των υπολογισμών που επεξεργάζεστε (αντικείμενα κατασκευής), δημιουργούνται για πρώτη φορά από τα αντίστοιχα κουμπιά ενεργειών στο πάνω μέρος του κύριου παραθύρου ή από το μενού [Ενέργειες].

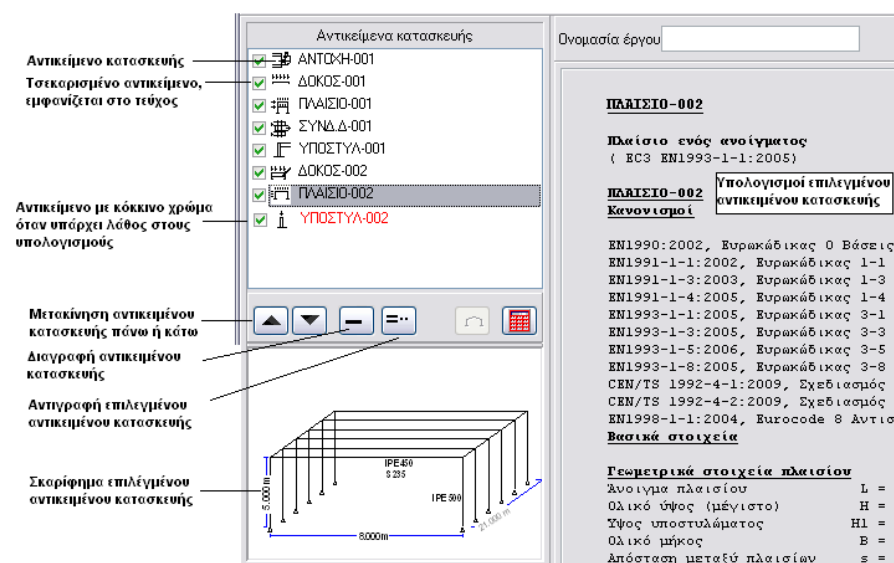
Τα αντικείμενα κατασκευής αποτελούν ξεχωριστά τμήματα κατασκευής με αυτόνομα δεδομένα και υπολογισμούς, καθώς και αυτόνομο τεύχος, επιλέγονται δε και διακινούνται από το αντίστοιχο παράθυρο αριστερά.

Όταν ένα αντικείμενο είναι τσεκαρισμένο ☒ τότε οι υπολογισμοί αυτού, θα εμφανιστούν στο

τεύχος. Με τα επιλέγετε   τη θέση των αντικειμένων στο τεύχος και στους καταλόγους οπλισμών μεταθέτοντας το επιλεγμένο αντικείμενο πάνω ή κάτω στη λίστα αντικειμένων.

Με το κουμπί  αφαιρείτε κάποιο αντικείμενο κατασκευής από τη μελέτη. Μπορείτε να

αντιγράψετε ένα αντικείμενο κατασκευής με το κουμπί 



## 5 Παράθυρο υπολογισμού

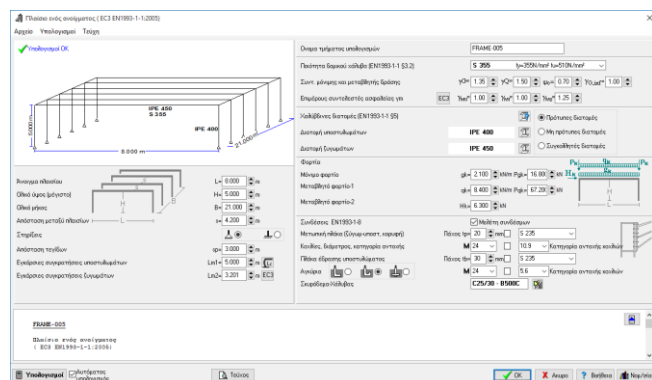
Στο παράθυρο υπολογισμού εμφανίζονται το σκαρίφημα του αντικειμένου κατασκευής και όλα τα απαραίτητα δεδομένα με τις αντίστοιχες μονάδες.

Ανάλογα με την ταχύτητα του υπολογιστή, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει οι υπολογισμοί να εκτελούνται ταυτόχρονα με την αλλαγή των δεδομένων ή με το κουμπί [Υπολογισμοί].

Οι υπολογισμοί εμφανίζονται στο παράθυρο στο κάτω μέρος της οθόνης.

Προειδοποιήσεις ή σφάλματα εμφανίζονται ως μηνύματα λάθους με κόκκινο χρώμα.

Με την προεπισκόπηση μπορείτε να δείτε το αναλυτικό τεύχος μελέτης, να το εκτυπώσετε ή να το εξαγάγετε σε αρχείο PDF ή Word.



## 6 Αρχεία

Για κάθε μελέτη (project), δημιουργείται ένα αρχείο, όπου σώζονται αυτόματα όλα τα στοιχεία των αντικειμένων κατασκευής. Υπάρχουν όλες οι βασικές εντολές διακίνησης αρχείων των windows.

**Δημιουργία:** δημιουργείτε ένα καινούργιο αρχείο μελέτης.

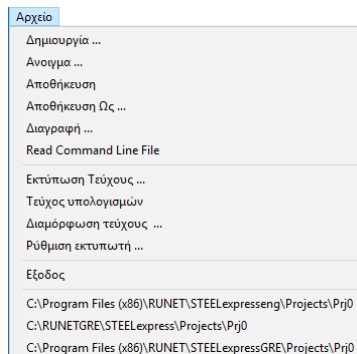
**Άνοιγμα:** ανοίγει μία υπάρχουσα μελέτη και φορτώνονται τα δεδομένα από το αρχείο.

**Αποθήκευση Ως:** αποθηκεύετε μία μελέτη με διαφορετικό όνομα από αυτό που ήδη έχει. Αυτόματα αντιγράφονται όλα τα στοιχεία του αρχείου μελέτης στο καινούργιο αρχείο.

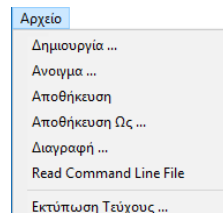
**Διαγραφή:** διαγράφετε μια μελέτη και το αρχείο που την αφορά.

Για κάθε μελέτη (project), δημιουργείται ένα αρχείο, με την κατάληξη (extension) [SteelExpressData]. Οι μεταβολές που επέρχονται στα στοιχεία της μελέτης όταν εργάζεστε σε αυτήν σώζονται αυτόματα σε αυτό το αρχείο.

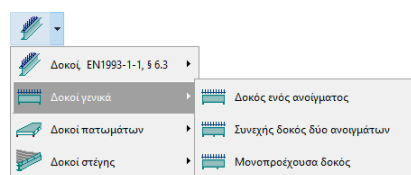
Σαν όνομα αρχείου δεν είναι απαραίτητο να δώσετε καμία επέκταση (extension).



## 7 Βήμα προς βήμα χρήση προγράμματος



1- Άνοιγμα αρχείου μελέτης. Ανοίγετε ένα αρχείο μελέτης που ήδη υπάρχει από [Αρχείο|Άνοιγμα] ή δημιουργείτε ένα καινούργιο από [Αρχείο|Δημιουργία]. Όλα τα δεδομένα αποθηκεύονται αυτόματα στο αρχείο που έχετε δημιουργήσει.



2- Δημιουργείτε ένα νέο αντικείμενο κατασκευής από τα κουμπιά επιλογής αντικειμένων κατασκευής στο κυρίως μενού και αυτόματα ανοίγει το παράθυρο υπολογισμού για το συγκεκριμένο αντικείμενο κατασκευής. Μπορείτε να επιλέξετε ένα υπάρχον αντικείμενο κατασκευής από το παράθυρο [Αντικείμενα κατασκευής] και να ενεργοποιήσετε τους υπολογισμούς με διπλό κλικ στο

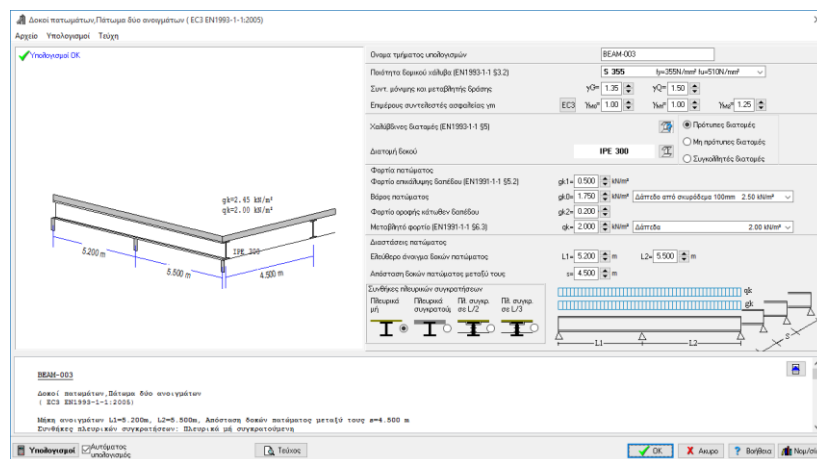


αντικείμενο π.χ. Δοκός-001 ή με το πλήκτρο υπολογισμού.

3- Στο παράθυρο υπολογισμού εισάγετε τα απαραίτητα δεδομένα για το συγκεκριμένο

αντικείμενο κατασκευής και πατήστε το **Υπολογισμοί** ☒ **Αυτόματος υπολογισμός**.

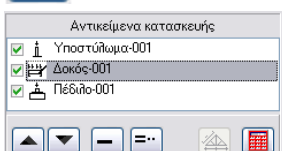
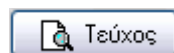
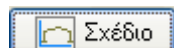
Όταν ο Αυτόματος υπολογισμός είναι τσεκαρισμένος, οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται συγχρόνως με την κάθε αλλαγή των δεδομένων.





✓ Υπολογισμοί OK

✗ Λάθος υπολογισμοί



Πραγματοποιούνται όλοι οι υπολογισμοί για τα δεδομένα του αντικειμένου και εμφανίζονται όλοι οι υπολογισμοί του τμήματος κατασκευής. Εμφανίζεται μήνυμα OK αν οι διαστάσεις είναι επαρκείς και οι υπολογισμοί ικανοποιούνται.

Στην περίπτωση που υπάρχει λάθος στους υπολογισμούς, μη επάρκειας διαστάσεων εμφανίζονται με κόκκινα γράμματα αντίστοιχα μηνύματα. Αυτόματη δημιουργία CAD σχεδίων.

Προεπισκόπηση τεύχους μελέτης. Μέσω της προεπισκόπησης έχετε την δυνατότητα να εξαγάγετε το τεύχος σε PDF ή Word αρχείο.

Εμφάνιση τεύχους υπολογισμών.

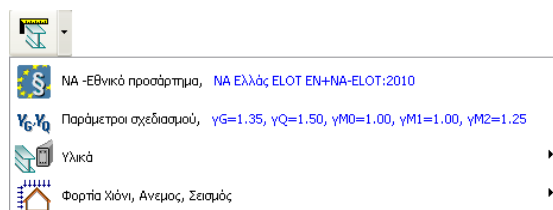
Επιλέγετε (τσεκάρετε) τα αντικείμενα κατασκευής που θέλετε να συμπεριληφθούν στο τεύχος υπολογισμών. Με τα βέλη στο κάτω μέρος μπορείτε να επιλέξετε τη σειρά εμφάνισης των αντικειμένων στο τεύχος.

Διαμόρφωση τεύχους. Ρύθμιση παραμέτρων εμφάνισης των εκτυπώσεων. Επιλογή χαρτιού, γραμματοσειράς, ρύθμιση επικεφαλίδας ή υποσέλιδου, εκτύπωση δύο όψεων κλπ.

Εκτύπωση τεύχους

## 8 Παράμετροι

Ρύθμιση βασικών παραμέτρων προγράμματος, κανονισμοί, υλικά και φορτία.  
Η αλλαγή επιλογών ή παραμέτρων είναι κλειδωμένη για αποφυγή κατά λάθος αλλαγών.



### 8.1 Εθνικό προσάρτημα

Επιλέξτε Εθνικό προσάρτημα (National Annex) για τη χώρα που δουλεύετε.  
Ως προεπιλεγμένο έχει οριστεί Ελλάδα ELOT.  
Για να το επιλέξετε κλικ [Κλειστό] για να ξεκλειδώσετε.

Οι διάφοροι παράμετροι σχεδιασμού (συντελεστές φορτίου, συντελεστές υλικού κλπ.) καθορίζονται σύμφωνα με το Εθνικό προσάρτημα. Αυτό δεν επηρεάζει τις περιοχές χιονιού, ανέμου και σεισμού, οι οποίες καθορίζονται από τις αντίστοιχες επιλογές στο μενού Παράμετροι.

### 8.2 Υλικά

Χάλυβας, σκυρόδεμα, οπλισμός σκυροδέματος και εδάφη θεμελίωσης.  
Έχετε την δυνατότητα να τροποποιήσετε τις ιδιότητες των υλικών. Για την αποφυγή κατά λάθος αλλαγών η δυνατότητα αλλαγών των υλικών είναι κλειδωμένη.

Για επεξεργασία κλικ Κλειστό. Με τα κουμπιά προσθέτετε ή διαγράφετε εγγραφές στη βάση υλικών και με το Επαναφορά επαναφέρονται οι αρχικές τιμές των υλικών.

Χάλυβες Σκυροδέματος (EC2 EN1992-1-1:2004, §3.2)

| Κατηγορία Χάλυβα | f <sub>yk</sub> [MPa] | f <sub>tk,c</sub> [MPa] | E <sub>s</sub> [GPa] | e <sub>uk</sub> [%] | L [m] |
|------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-------|
| S220             | 220.00                | 220.00                  | 200.00               | 2.50                | 14.00 |
| S400             | 400.00                | 400.00                  | 200.00               | 2.50                | 14.00 |
| S400s            | 400.00                | 400.00                  | 200.00               | 7.50                | 14.00 |
| S500             | 500.00                | 500.00                  | 200.00               | 2.50                | 14.00 |
| S500s            | 500.00                | 500.00                  | 200.00               | 7.50                | 14.00 |
| B500A            | 500.00                | 500.00                  | 200.00               | 2.50                | 14.00 |
| B500B            | 500.00                | 500.00                  | 200.00               | 5.00                | 14.00 |
| B500C            | 500.00                | 500.00                  | 200.00               | 7.50                | 14.00 |
| B450C            | 450.00                | 450.00                  | 200.00               | 7.50                | 14.00 |
| S670/800         | 670.00                | 800.00                  | 200.00               | 7.50                | 14.00 |
| B550A            | 550.00                | 550.00                  | 200.00               | 2.50                | 14.00 |
| B550B            | 550.00                | 550.00                  | 200.00               | 5.00                | 14.00 |

f<sub>yk</sub>: όριο διαρροής, f<sub>tk,c</sub>: εφελκυστική αντοχή, E<sub>s</sub>: μέτρο ελαστικότητας, e<sub>uk</sub>: μέγιστη μίκηση, L: μήκος ράβδου

Σκυροδέματα (EC2 EN1992-1-1:2004, §3.1)

| Κατηγορία | f <sub>ck</sub> [MPa] | f <sub>ck,c</sub> [MPa] | f <sub>ctm</sub> [MPa] | f <sub>ctk0.05</sub> [MPa] | f <sub>ctm0.95</sub> [MPa] | f <sub>ct,fl</sub> [MPa] | f <sub>vec</sub> [MPa] | E <sub>c</sub> [GPa] | G <sub>c</sub> [GPa] | w [κ/κm <sup>3</sup> ] |
|-----------|-----------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| C12/15    | 12.00                 | 15.00                   | 1.60                   | 1.10                       | 2.00                       | 3.20                     | 0.27                   | 27                   | 11                   | 25                     |
| C16/20    | 16.00                 | 20.00                   | 1.90                   | 1.30                       | 2.50                       | 5.00                     | 0.33                   | 29                   | 12                   | 25                     |
| C20/25    | 20.00                 | 25.00                   | 2.20                   | 1.50                       | 2.90                       | 5.80                     | 0.39                   | 30                   | 13                   | 25                     |
| C25/30    | 25.00                 | 30.00                   | 2.60                   | 1.80                       | 3.30                       | 6.60                     | 0.45                   | 31                   | 13                   | 25                     |
| C30/37    | 30.00                 | 37.00                   | 2.90                   | 2.00                       | 3.80                       | 7.80                     | 0.45                   | 33                   | 14                   | 25                     |
| C35/45    | 35.00                 | 45.00                   | 3.20                   | 2.20                       | 4.20                       | 8.40                     | 0.45                   | 34                   | 15                   | 25                     |
| C40/50    | 40.00                 | 50.00                   | 3.50                   | 2.50                       | 4.60                       | 9.20                     | 0.45                   | 35                   | 15                   | 25                     |
| C45/55    | 45.00                 | 55.00                   | 3.80                   | 2.70                       | 4.90                       | 9.60                     | 0.45                   | 36                   | 16                   | 25                     |
| C50/60    | 50.00                 | 60.00                   | 4.10                   | 2.90                       | 5.30                       | 10.40                    | 0.45                   | 37                   | 16                   | 25                     |
| C55/67    | 55.00                 | 67.00                   | 4.20                   | 3.00                       | 5.50                       | 10.40                    | 0.45                   | 38                   | 16                   | 25                     |
| C60/75    | 60.00                 | 75.00                   | 4.40                   | 3.10                       | 5.70                       | 10.40                    | 0.45                   | 39                   | 16                   | 25                     |
| C70/85    | 70.00                 | 85.00                   | 4.60                   | 3.20                       | 6.00                       | 10.40                    | 0.45                   | 41                   | 16                   | 25                     |
| C80/95    | 80.00                 | 95.00                   | 4.80                   | 3.40                       | 6.30                       | 10.40                    | 0.45                   | 42                   | 16                   | 25                     |
| C90/105   | 90.00                 | 105.00                  | 5.00                   | 3.50                       | 6.60                       | 10.40                    | 0.45                   | 44                   | 16                   | 25                     |

f<sub>ck</sub>: θλιπτική αντοχή, f<sub>ck,c</sub>: θλιπτική αντοχή κύβου, f<sub>ctm</sub>: μέση εφελκυστική αντοχή, f<sub>ctk0.05</sub>: κατώτερη εφελκυστική αντοχή, f<sub>ctm0.95</sub>: ανώτερη εφελκυστική αντοχή, f<sub>ct,fl</sub>: καμπτική εφελκυστική αντοχή, f<sub>vec</sub>: διατμητική αντοχή, E<sub>c</sub>: μέτρο ελαστικότητας, G<sub>c</sub>: μέτρο διάτμησης, w: ειδικό βάρος

Ιδιότητες Εδάφους

| Είδος εδάφους     | γ <sub>d</sub> [κ/κm <sup>3</sup> ] | γ <sub>s</sub> [κ/κm <sup>3</sup> ] | φ°    | c [kN/m <sup>2</sup> ] | q <sub>a</sub> [kN/m <sup>2</sup> ] | q <sub>ult</sub> [kN/m <sup>2</sup> ] | E <sub>s</sub> [MPa] | μ    | K <sub>s</sub> [κ/κm <sup>3</sup> ] |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------|------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------------|
| Χοντρό αββάι      | 16.00                               | 20.00                               | 45.00 | 0.00                   | 0.30                                | 0.50                                  | 80.00                | 0.15 | 20000                               |
| Χαβί              | 16.00                               | 20.00                               | 40.00 | 0.00                   | 0.30                                | 0.40                                  | 70.00                | 0.15 | 14000                               |
| Αμμοαββάι         | 16.00                               | 20.00                               | 35.00 | 0.00                   | 0.30                                | 0.40                                  | 60.00                | 0.15 | 10000                               |
| Άμμος οριζοντιώδη | 17.00                               | 20.00                               | 35.00 | 0.01                   | 0.25                                | 0.30                                  | 50.00                | 0.20 | 12500                               |
| Άμμος             | 15.00                               | 19.00                               | 30.00 | 0.00                   | 0.25                                | 0.30                                  | 25.00                | 0.20 | 9000                                |
| Άμμος καλκήρη     | 14.00                               | 18.00                               | 25.00 | 0.00                   | 0.20                                | 0.25                                  | 15.00                | 0.20 | 3000                                |
| Αργίλος με άμμο   | 21.00                               | 23.00                               | 25.00 | 0.00                   | 0.15                                | 0.15                                  | 10.00                | 0.25 | 8000                                |
| Αργίλος           | 20.00                               | 21.00                               | 20.00 | 0.02                   | 0.15                                | 0.15                                  | 5.00                 | 0.30 | 5000                                |
| Αργίλος           | 20.00                               | 21.00                               | 20.00 | 0.02                   | 0.15                                | 0.15                                  | 5.00                 | 0.30 | 5000                                |

γ<sub>d</sub>: όγκο ειδικό βάρος, γ<sub>s</sub>: καρεσμένο ειδικό βάρος, φ°: γωνία εσωτερικής τριβής, c: συνοχή, q<sub>a</sub>: επιτρεπόμενη τάση εδάφους, q<sub>ult</sub>: θλιπτική αντοχή, E<sub>s</sub>: μέτρο ελαστικότητας, μ: λόγος Poisson, K<sub>s</sub>: μέτρο συμπίεσης



### 8.3 Παράμετροι σχεδιασμού

Οι παράμετροι του Εθνικού προσαρτήματος καθορίζονται ανάλογα με το Εθνικό προσάρτημα που έχετε επιλέξει. Επιπλέον μπορείτε να τροποποιήσετε μερικούς από τους παραμέτρους ή να καθορίσετε επιλογές σχεδιασμού που δεν αναφέρονται στο Εθνικό προσάρτημα.

#### 8.3.1 Παράμετροι Εθνικού Προσαρτήματος

- **Συντελεστές δράσεων για καταστάσεις αστοχίας EQU και STR** σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 0 Πίνακας A1.2A και A1.2B.
- **Συντελεστές συνδυασμού δράσεων** σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 0 Πίνακας A1.1.
- **Συντελεστές υλικού για χάλυβα** σύμφωνα με Ευρωκώδικα 3 §6.1
- **Συντελεστές υλικού για οπλισμένο σκυρόδεμα** σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 2 §2.4.2.4., χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό θεμελίωσης από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- **Συντελεστές υλικού εδάφους** σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 7 προσάρτημα A, χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό θεμελίωσης.

#### 8.3.2 Ευρωκώδικας 3, παράμετροι σχεδιασμού

Υπολογισμοί στρεπτοκαμπτικού λυγισμού σύμφωνα με Ευρωκώδικα 3 εξ. 6.56 και Πίνακες T 6.3 και T 6.4 (πιο συνηθισμένο).

Υπολογισμοί στρεπτοκαμπτικού λυγισμού σύμφωνα με Ευρωκώδικα 3 εξ. 6.57 και πίνακες T 6.5.

Μέθοδος υπολογισμού των συντελεστών αλληλοεπίδρασης για συνδυασμό καμπτικού και στρεπτοκαμπτικού λυγισμού. Μέθοδος 1 στο προσάρτημα A ή μέθοδος 2 στο προσάρτημα B (πιο συνηθισμένο).

Κλικ  για επαναφορά στις αρχικές τιμές του Εθνικού προσαρτήματος

#### 8.3.3 Κρίσιμη ροπή στρεπτοκαμπτικού λυγισμού $M_{cr}$

Οι τιμές των συντελεστών C1, C2, C3, για τον υπολογισμό της ελαστικής κρίσιμης ροπής στρεπτοκαμπτικού λυγισμού  $M_{cr}$  μπορεί να βρεθούν στη βιβλιογραφία. Ο τελευταίος Ευρωκώδικας 3 δεν κάνει καμία υπόδειξη ή αναφορά στον τρόπο υπολογισμού της  $M_{cr}$ , αν και είναι ένα από τα πιο ουσιώδη στοιχεία στον σχεδιασμό μεταλλικών κατασκευών.

Μπορείτε να επιλέξετε την πηγή για τον καθορισμό αυτών των συντελεστών.

Παράμετροι Εθνικού Προσαρτήματος

Συντ. Δράσεων | Συνδυασμοί δράσεων | Συντ. ασφαλείας | EN1993-1-1 | SLS EC3 §7.2

ULS (EQU) EC0 EN1990:2002 §6.4 Πιν. A1.2A

Συντ. δράσης μόνιμης δυσμενούς  $\gamma_{Q, sup}$  1.10

Συντ. δράσης μόνιμης ευμενούς  $\gamma_{Q, inf}$  0.90

Συντ. δράσης μεταβλητής δυσμενούς  $\gamma_{Q^*}$  1.50

ULS (STR) EC0 EN1990:2002 §6.4 Πιν. A1.2B

Συντ. δράσης μόνιμης δυσμενούς  $\gamma_{Q, sup}$  1.35

$\xi$  0.850

Συντ. δράσης μόνιμης ευμενούς  $\gamma_{Q, inf}$  1.00

Παράμετροι Εθνικού Προσαρτήματος

Συντ. Δράσεων | Συνδυασμοί δράσεων | Συντ. ασφαλείας | EN1993-1-1 | SLS EC3 §7.2

Συνδυασμοί δράσεων EC0 EN1990:2002 Πιν. A1.1

| Δράση                                   | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|-----------------------------------------|----------|----------|----------|
| Κατηγορία A (κατοίκος)                  | 0.70     | 0.50     | 0.30     |
| Κατηγορία B (γραφείο)                   | 0.70     | 0.50     | 0.30     |
| Κατηγορία C (χώροι συνάθροισης)         | 0.70     | 0.70     | 0.60     |
| Κατηγορία D (καταστήματα)               | 0.70     | 0.70     | 0.60     |
| Κατηγορία E (αποθήκες)                  | 1.00     | 0.90     | 0.80     |
| Κατηγορία F                             | 0.70     | 0.70     | 0.60     |
| Κατηγορία G                             | 0.70     | 0.50     | 0.30     |
| Κατηγορία H (στένες)                    | 0.00     | 0.00     | 0.00     |
| Φορτία χιονιάς σε κτήρια (H=100 m.s.l.) | 0.70     | 0.50     | 0.20     |
| Φορτία χιονιάς σε κτήρια (H=100 m.s.l.) | 0.50     | 0.20     | 0.00     |
| Φορτία ανέμου σε κτήρια                 | 0.60     | 0.20     | 0.00     |

Παράμετροι Εθνικού Προσαρτήματος

Συντ. Δράσεων | Συνδυασμοί δράσεων | Συντ. ασφαλείας | EN1993-1-1 | SLS EC3 §7.2

Ευρωκώδικας 3 (Κατασκευές από χάλυβα) EC3 EN1993-1-1:2005 §6.1

$\gamma_{M^*}$  1.00  $\gamma_{M^*}$  1.00  $\gamma_{M^*}$  1.25

Ευρωκώδικας 2 (Οπλισμένο σκυρόδεμα) EC2 EN1992-1-1:2004 §2.4.2.4

$\gamma_c$  1.50  $\gamma_s$  1.15

Ευρωκώδικας 7 (Γεωτεχνικές) EC7 EN1997-1-1:2004 Παράρτημα A

$\gamma_{G(EQU, GEO)}$  1.40  $\gamma_G(EQU, GEO)$  1.25

Παράμετροι Εθνικού Προσαρτήματος

Συντ. Δράσεων | Συνδυασμοί δράσεων | Συντ. ασφαλείας | EN1993-1-1 | SLS EC3 §7.2

Πλευρικός λυγισμός (EN1993-1-1 §6.3.2.3)

Μέθοδος υπολογισμού

☐ EC3-Eq. 6.56 ☒ EC3-Eq. 6.57

$\lambda_{LT,0}$  0.40  $\beta$  0.75

Κάμψη και θλίψη (EN1993-1-1 §6.3.3)

Μέθοδος υπολογισμού

☐ Μέθοδος 1 ☒ Μέθοδος 2 ☐ Μέθοδος 1 και 2

Ελαστική κρίσιμη ροπή πλευρικού λυγισμού

ECCS 119/Galea SN030a-EN-EU Access Steel 2006

National Annex parameters

Action coefficients | Load combination factors | Material factors | EN1993-1-1 | SLS EC3 §7.2

Lateral torsional buckling (EN1993-1-1 §6.3.2.3)

Method of computation

☐ EC3-Eq. 6.56 ☒ EC3-Eq. 6.57

$\lambda_{LT,0}$  0.40  $\beta$  0.75

Bending and compression (EN1993-1-1 §6.3.3)

Method of computation

☐ Method 1 ☒ Method 2 ☐ Method 1 and 2

Elastic critical moment for lateral-torsional buckling

EN 1993-1-1:2002 Annex C

EN 1993-1-1:2002 Annex F

ECCS 119/Galea SN030a-EN-EU Access Steel 2006

Kolekova Y Balazs I., Eng. Mechanics 2012

Vargas I., Stahlbau 73(2004): Heft 2

B55950:1990, Tab. 15, Tab 16

NSN 6771 Tab 9



- prEN 1993-1-1:2002 Annex C, Αυτή είναι μία προκαταρκτική έκδοση του τελευταίου Ευρωκώδικα 3 το 2002. Μετά από αυτό αφαιρέθηκαν τα πάντα από τον Ευρωκώδικα 3 σχετικά με τη ροπή στρεπτοκαμπτικού λυγισμού  $M_{cr}$ .
- ENV 1993-1-1:1992 Annex F, Προηγούμενος προσωρινός Ευρωκώδικας.
- ECCS 119/Galea SN030a-EN-EU Access Steel 2006
- Kolekova Y-Balaz I. Engineering Mechanics 2012
- Vagias I., Stahlbau 73(2004), Heft 2
- BS5958:1:1990 tables 15 and 16
- NSN 6771 Table 9

### 8.3.4 Παράμετροι Μεταλλικών πλαισίων

Καθορίζετε ορισμένους παραμέτρους που δεν καλύπτονται από το Εθνικό προσάρτημα. Όπως:

#### 1. Όρια μετατοπίσεων σε κατάσταση λειτουργικότητας (SLS)

Τα όρια από αυτές τις μετατοπίσεις σύμφωνα με Ευρωκώδικα EN1993-1-1 § 7.2 και EN 1990 Προσάρτημα A1.4 μπορούν να καθοριστούν για κάθε αρχείο.

Σύμφωνα με EN1993-1-1 αυτά τα όρια μπορούν να καθοριστούν ανάλογα με το είδος της μελέτης.

Συνήθεις τιμές: κατακόρυφη μετατόπιση  $L/200$ , οριζόντια μετατόπιση  $H/150$ , βέλος κάμψης  $L/200$ .

Παράμετροι Εθνικού Προσαρτήματος

Συντ. Δράσεων Συνδυασμοί δράσεων Συντ. ασφαλείας EN1993-1-1 SLS EC3 §7.2

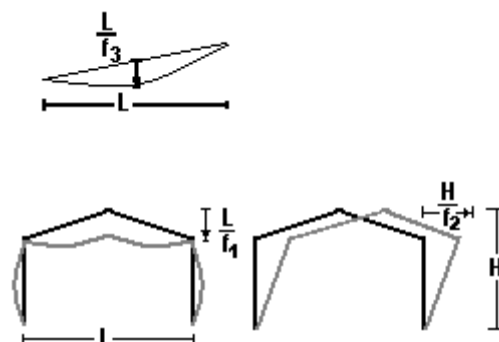
Όριο Κατακόρυφης μετατόπισης  $w_k \leq L/f_1$   $f_1 = 200.0$

Όριο Οριζόντιας μετατόπισης  $u_k \leq H/f_2$   $f_2 = 150.0$

Μέγιστο βέλος κάμψης στέγης γενικά  $w_{max} \leq L/f_3$   $f_3 = 200.0$

Βέλος κάμψης στέγης λόγω μεταβλητών φορτίων  $w_3 \leq L/f_4$   $f_4 = 250.0$

Επαναφορά OK Άνοιχτό Βοήθεια



#### 2. Παράμετροι σχεδιασμού και έλεγχος ευστάθειας

##### Υποστυλώματα

##### (1): (Προεπιλεγμένο)

- Λυγισμός εντός επιπέδου, μήκος λυγισμού  $L_{cr}$  = μήκος συστήματος σημεία αξόνων.
- Εκτός επιπέδου λυγισμός, πλευρικός και στρεπτοκαμπτικός λυγισμός το ύψος του υποστυλώματος μέχρι το σημείο ενίσχυσης ή η απόσταση πλευρικών στηρίξεων  $L_{m1}$ , αν καθορίζεται μικρότερη από το ύψος υποστυλώματος.

##### (2): (Συντηρητικό)

- Λυγισμός εντός επιπέδου, μήκος λυγισμού  $L_{cr}$  = μήκος συστήματος σημεία αξόνων.
- Εκτός επιπέδου λυγισμός, πλευρικός και στρεπτοκαμπτικός λυγισμός μήκος συστήματος ή η απόσταση πλευρικών στηρίξεων  $L_{m1}$ .

##### Ζυγώματα

##### (1) (Προεπιλεγμένο)

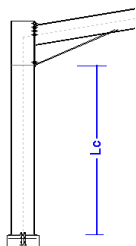
- Λυγισμός εντός επιπέδου, μήκος λυγισμού  $L_{cr}$  = μήκος συστήματος. Αυτό υπολογίζεται από το ολικό μήκος  $L$  και την πρώτη ιδιομορφία λυγισμού.
- Εκτός επιπέδου λυγισμός μήκος λυγισμού η απόσταση τεγίδων, στρεπτοκαμπτικός λυγισμός η απόσταση πλευρικών στηρίξεων  $L_{m2}$ .

##### (2) (Συντηρητικό)

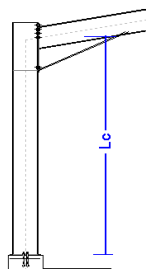
- Λυγισμός εντός επιπέδου, μήκος λυγισμού  $L_{cr}$  = μήκος συστήματος.



- Εκτός επιπέδου λυγισμός και στρεπτοκαμπτικός λυγισμός η απόσταση πλευρικών στηρίξεων  $L_m$ .



Στο τέλος της ενίσχυσης

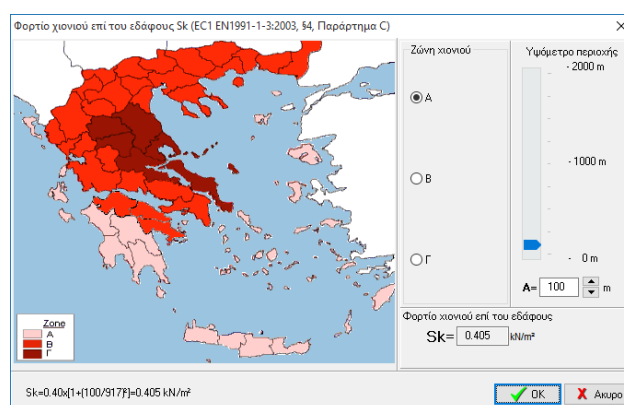


Στο μήκος συστήματος

## 8.4 Φορτίο χιονιού επί του εδάφους

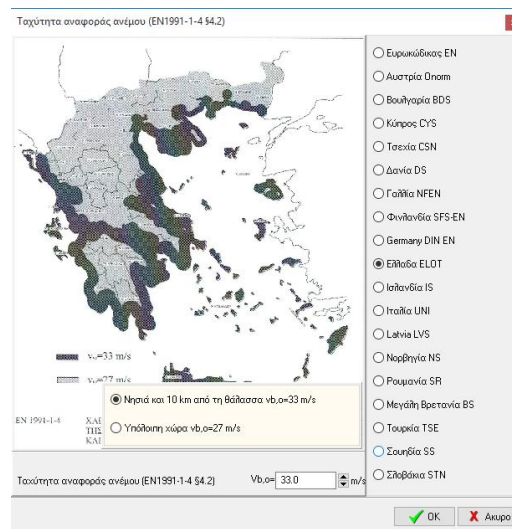
Αρχικές τιμές φορτίου χιονιού επί εδάφους. Επιλέγεται περιοχή Ελλάδα, ζώνη χιονιού και υψόμετρο περιοχής. Το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού επί του εδάφους υπολογίζεται σύμφωνα με Ευρωκώδικα EN1991-1-3:2003.

Αυτές οι τιμές είναι προεπιλεγμένες και εμφανίζονται όταν κάνετε κλικ



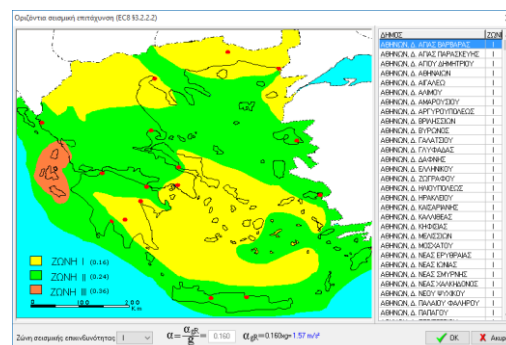
## 8.5 Ταχύτητα αναφοράς ανέμου

Αρχικές τιμές ταχύτητας ανέμου. Επιλέγεται περιοχή και ζώνη ανέμου. Από την ταχύτητα αναφοράς ανέμου υπολογίζεται η πίεση ανέμου σε κατακόρυφη επιφάνεια κάνοντας κλικ



## 8.6 Σεισμική ζώνη

Αρχικές τιμές σεισμικών συντελεστών. Επιλέγεται την οριζόντια σεισμική επιτάχυνση  $a = a_{gr}/g$ .





## 9 Γενικά δεδομένα χαλύβδινων κατασκευών

Πολλά από τα δεδομένα χαλύβδινων κατασκευών στα υπολογιστικά τμήματα είναι κοινά:

- Όνομα αντικειμένου κατασκευής
- Ποιότητα δομικού χάλυβα
- Συντελεστές μόνιμης και μεταβλητής δράσης
- Συντελεστές ασφαλείας υλικού
- Δράσεις
- Χαλύβδινες διατομές

|                                           |               |                                                 |           |
|-------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------|-----------|
| Όνομα τμήματος υπολογισμών                | BEAM-004      |                                                 |           |
| Ποιότητα δομικού χάλυβα (EN1993-1-1 §3.2) | S 355         | fy=355N/mm <sup>2</sup> fu=510N/mm <sup>2</sup> |           |
| Συντ. μόνιμης και μεταβλητής δράσης       | γG= 1.35      | γQ= 1.50                                        |           |
| Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm        | EC3 γm0= 1.00 | γm1= 1.00                                       | γm2= 1.25 |

### 9.1.1 Όνομα αντικειμένου κατασκευής

Κάθε αντικείμενο κατασκευής έχει όνομα, με το οποίο εμφανίζεται στο τεύχος. Αυτόματα το πρόγραμμα ονομάζει τα αντικείμενα κατασκευής π.χ. Δοκός-001, Δοκός-002... κλπ. το οποίο μπορείτε να το αλλάξετε όποτε επιθυμείτε (μέγιστο μήκος ονόματος 16 χαρακτήρες). Το όνομα του αντικειμένου κατασκευής θα πρέπει να είναι μοναδικό, δύο αντικείμενα δεν πρέπει να έχουν το ίδιο όνομα.

### 9.1.2 Ποιότητα δομικού χάλυβα

Ευρωκώδικας 3 EN1993-1-1:2005 § 3.2

Επιλέγετε κατηγορία χάλυβα από τη λίστα με τα συνήθη υπάρχοντα σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα που εμφανίζονται στο πρόγραμμα ανάλογα με το Εθνικό προσάρτημα που έχετε διαλέξει.

Έχετε την δυνατότητα να προσθέσετε κατηγορίες χάλυβα ή να αλλάξετε ιδιότητες των ήδη υπαρχόντων, από το μενού [Παράμετροι/Υλικά/Δομικοί χάλυβες]. Το πρόγραμμα αυτόματα καθορίζει τις αντίστοιχες ιδιότητες χάλυβα (fyk, fuk, Es κλπ.) Οι συντελεστές ασφαλείας υλικού γm0, γm1, γm2, λαμβάνονται ανάλογα με το επιλεγμένο Εθνικό προσάρτημα (NA).

#### 9.1.2.1 Ποιότητες δομικού χάλυβα που περιέχονται στο πρόγραμμα

|              |            |                   |
|--------------|------------|-------------------|
| S 235        | EN 10025-2 | fy40:235;fu40:360 |
| S 275        | EN 10025-2 | fy40:275;fu40:430 |
| S 355        | EN 10025-2 | fy40:355;fu40:510 |
| S 450        | EN 10025-2 | fy40:440;fu40:550 |
| S 275 N/NL   | EN 10025-3 | fy400:275;fu4:390 |
| S 355 N/NL   | EN 10025-3 | fy40:355;fu40:490 |
| S 420 N/NL   | EN 10025-3 | fy40:420;fu40:520 |
| S 460 N/NL   | EN 10025-3 | fy40:460;fu40:540 |
| S 275 M/ML   | EN 10025-4 | fy40:275;fu40:370 |
| S 355 M/ML   | EN 10025-4 | fy40:355;fu40:470 |
| S 420 M/ML   | EN 10025-4 | fy40:420;fu40:520 |
| S 460 M/ML'  | EN 10025-4 | fy40:460;fu40:540 |
| S 235 W      | EN 10025-5 | fy40:235;fu40:360 |
| S 355 W      | EN 10025-5 | fy40:355;fu40:510 |
| S 460 Q/QL   | EN 10025-6 | fy40:460;fu40:570 |
| S 235 H      | EN 10210-1 | fy40:235;fu40:360 |
| S 275 H      | EN 10210-1 | fy40:275;fu40:430 |
| S 355 H      | EN 10210-1 | fy40:355;fu40:510 |
| S 275 NH/NLH | EN 10210-1 | fy40:275;fu40:390 |
| S 355 NH/NLH | EN 10210-1 | fy40:355;fu40:490 |
| S 420 NH/NLH | EN 10210-1 | fy40:420;fu40:540 |

|            |                                                 |
|------------|-------------------------------------------------|
| S 275      | fy=275N/mm <sup>2</sup> fu=430N/mm <sup>2</sup> |
| S 235      | fy=235N/mm <sup>2</sup> fu=360N/mm <sup>2</sup> |
| S 275      | fy=275N/mm <sup>2</sup> fu=430N/mm <sup>2</sup> |
| S 355      | fy=355N/mm <sup>2</sup> fu=510N/mm <sup>2</sup> |
| S 450      | fy=440N/mm <sup>2</sup> fu=550N/mm <sup>2</sup> |
| S 275 N/NL | fy=275N/mm <sup>2</sup> fu=390N/mm <sup>2</sup> |
| S 355 N/NL | fy=355N/mm <sup>2</sup> fu=490N/mm <sup>2</sup> |
| S 420 N/NL | fy=420N/mm <sup>2</sup> fu=520N/mm <sup>2</sup> |
| S 460 N/NL | fy=460N/mm <sup>2</sup> fu=540N/mm <sup>2</sup> |
| S 275 M/ML | fy=275N/mm <sup>2</sup> fu=370N/mm <sup>2</sup> |
| S 355 M/ML | fy=355N/mm <sup>2</sup> fu=470N/mm <sup>2</sup> |
| S 420 M/ML | fy=420N/mm <sup>2</sup> fu=520N/mm <sup>2</sup> |
| S 460 M/ML | fy=460N/mm <sup>2</sup> fu=540N/mm <sup>2</sup> |
| S 235 W    | fy=235N/mm <sup>2</sup> fu=360N/mm <sup>2</sup> |
| S 355 W    | fy=355N/mm <sup>2</sup> fu=510N/mm <sup>2</sup> |
| S 460 Q/QL | fy=460N/mm <sup>2</sup> fu=570N/mm <sup>2</sup> |
| S 235 H    | fy=235N/mm <sup>2</sup> fu=360N/mm <sup>2</sup> |
| S 275 H    | fy=275N/mm <sup>2</sup> fu=430N/mm <sup>2</sup> |
| S 355 H    | fy=355N/mm <sup>2</sup> fu=510N/mm <sup>2</sup> |
| S 275 NH/N | fy=275N/mm <sup>2</sup> fu=390N/mm <sup>2</sup> |
| S 355 NH/N | fy=355N/mm <sup>2</sup> fu=490N/mm <sup>2</sup> |
| S 420 NH/N | fy=420N/mm <sup>2</sup> fu=540N/mm <sup>2</sup> |
| S 460 NH/N | fy=460N/mm <sup>2</sup> fu=560N/mm <sup>2</sup> |





|              |            |                   |
|--------------|------------|-------------------|
| S 460 NH/NLH | EN 10210-1 | fy40:460;fu40:560 |
| S 220GD+Z    | EN 10147   | fy40:220;fu40:300 |
| S 250GD+Z    | EN 10147   | fy40:250;fu40:330 |
| S 280GD+Z    | EN 10147   | fy40:280;fu40:360 |
| S 320GD+Z    | EN 10147   | fy40:320;fu40:390 |
| S 350GD+Z    | EN 10147   | fy40:350;fu40:420 |
| H240LA       | EN 10268   | fy40:240;fu40:340 |
| H280LA       | EN 10268   | fy40:280;fu40:370 |
| H320LA       | EN 10268   | fy40:320;fu40:400 |
| H360LA       | EN 10268   | fy40:360;fu40:430 |
| H400LA       | EN 10268   | fy40:400;fu40:460 |
| H260LAD      | EN 10292   | fy40:240;fu40:340 |
| H300LAD      | EN 10292   | fy40:280;fu40:370 |
| H340LAD      | EN 10292   | fy40:320;fu40:400 |
| H380LAD      | EN 10292   | fy40:360;fu40:430 |
| H420LAD      | EN 10292   | fy40:400;fu40:460 |
| 220GD+ZA     | EN 10214   | fy40:220;fu40:300 |
| 250GD+ZA     | EN 10214   | fy40:250;fu40:330 |
| 280GD+ZA     | EN 10214   | fy40:280;fu40:360 |
| 320GD+ZA     | EN 10214   | fy40:320;fu40:390 |
| 350GD+ZA     | EN 10214   | fy40:350;fu40:420 |

Οι δομικοί χάλυβες για ψυχρής έλασης διατομές C, Z και U περιέχονται στο πρόγραμμα.

### 9.1.3 Συντελεστές μόνιμης και μεταβλητής δράσης

Ευρωκώδικας 0 EN 1990:2002 § 6, Πίν. A1.2, A1.3, A1.4

Οι συντελεστές δράσεων  $\gamma_G$ .sup (μόνιμη δράση δυσμενής επιρροή),  $\gamma_G$ .inf (μόνιμη δράση ευμενής επιρροή),  $\gamma_Q$  (μεταβλητές δράσεις) και συντελεστές  $\psi_0$ ,  $\psi_1$ ,  $\psi_2$  συνδυασμού δράσεων είναι σύμφωνα με το επιλεγμένο Εθνικό προσάρτημα.

Μπορούν να τροποποιηθούν από Παράμετροι/Παράμετροι σχεδιασμού/Συντελεστές δράσεων και Παράμετροι/Παράμετροι σχεδιασμού/Συνδυασμοί δράσεων.

Συνήθεις τιμές:  $\gamma_G$ .sup = 1.35,  $\gamma_G$ .inf = 1.00,  $\gamma_Q$  = 1.50,  $\psi_0$  = 0.70.

### 9.1.4 Συντελεστές ασφαλείας υλικού

Ευρωκώδικας 3 EN1993-1-1:2005 § 6.1

Οι συντελεστές ασφαλείας υλικού  $\gamma_{M0}$ ,  $\gamma_{M1}$ ,  $\gamma_{M2}$  καθορίζονται σύμφωνα με το Εθνικό προσάρτημα που έχετε επιλέξει. Μπορείτε να τους τροποποιήσετε από το μενού Παράμετροι/Παράμετροι σχεδιασμού/Συντελεστές ασφαλείας.

Συνήθεις τιμές:

$$\gamma_{M0} = 1.00$$

$$\gamma_{M1} = 1.00$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

### 9.1.5 Δράσεις

Ευρωκώδικας 0 EN 1990:2002 § 6.3

#### 9.1.5.1 Δράσεις σχεδιασμού

Σε μερικές περιπτώσεις (όπως στις περιπτώσεις υπολογισμού αντοχής διατομών) καθορίζετε τις δράσεις σχεδιασμού  $N_{ed}$  (αξονική δύναμη),  $M_{ed}$  (καμπτικές ροπές) που είναι το αποτέλεσμα συνδυασμού μόνιμων και μεταβλητών δράσεων.

$$N_{ed} = \gamma_G \cdot N_g + \gamma_Q \cdot N_{q1} + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot N_{q2} \quad (\text{Εξ. 6.10})$$

$$M_{ed} = \gamma_G \cdot M_g + \gamma_Q \cdot M_{q1} + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot M_{q2}$$

Στις περισσότερες περιπτώσεις καθορίζετε τις μόνιμες και μεταβλητές δράσεις και το πρόγραμμα υπολογίζει τις δράσεις σχεδιασμού.



Στις περιπτώσεις σχεδιασμού τμημάτων πατωμάτων και οροφών καθορίζετε τα μόνιμα φορτία της κατασκευής και τα φορτία χιονιού, ανέμου και σεισμού.

### 9.1.5.2 Μόνιμα φορτία πατωμάτων

- Φορτίο επικάλυψης δαπέδου (πλακάκια κλπ.)
- Βάρος πατώματος, το βάρος της κατασκευής του πατώματος. Αν επιλέξετε δάπεδο από σκυρόδεμα έως 70 mm ή ξύλινο πάτωμα οι δοκοί του πατώματος λαμβάνονται σαν μη συγκρατούμενες πλευρικά. Για παχύτερες πλάκες σκυροδέματος λαμβάνονται σαν πλευρικά συγκρατούμενες. Αν επιλέξετε χαλύβδινο δάπεδο λαμβάνονται σαν πλευρικά συγκρατούμενες στο μέσο του ανοίγματος. Οι συνθήκες πλευρικών στηρίξεων μπορεί να αλλάξουν εκ των υστέρων.

### 9.1.5.3 Μεταβλητά φορτία πατωμάτων

- Μεταβλητό φορτίο. Μπορείτε να το επιλέξετε από τον πίνακα του EN1991-1-1 6.3

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| Δάπεδο                           | 2.00 kN/m² |
| Διάπεδο                          | 2.00 kN/m² |
| Κλίμακας                         | 2.00 kN/m² |
| Εξωστής                          | 2.50 kN/m² |
| Κατηγορία B (γραφεία)            | 3.00 kN/m² |
| C1 -Χώροι με τραπέζια            | 3.00 kN/m² |
| C2 -Χώροι με σταθερά καθίσματα   | 4.00 kN/m² |
| C3 -Χώροι χωρίς εμπόδια για την  | 5.00 kN/m² |
| C4 -Χώροι με πιθανές φυσικές δρα | 5.00 kN/m² |
| C5 -Χώροι επιδεκτικές σε συνωπί  | 5.00 kN/m² |
| D1 -Χώροι σε καταστήματα λιανική | 4.00 kN/m² |
| D2 -Χώροι σε πολυκαταστήματα     | 5.00 kN/m² |
| E1 -Χώροι αποθήκευσης            | 7.50 kN/m² |
| F -Χώροι κυκλοφορίας και στάθμευ | 2.50 kN/m² |
| G -Χώροι κυκλοφορίας και στάθμευ | 5.00 kN/m² |

### 9.1.5.4 Μόνιμα φορτία στεγών

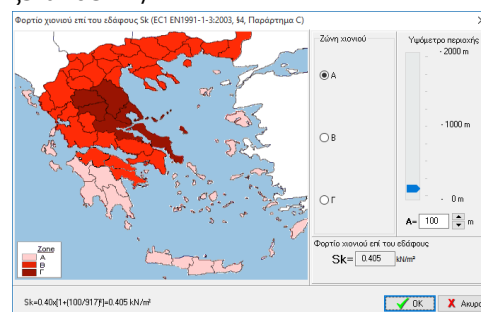
- Επικάλυψη στέγης [kN/m²] περιλαμβάνει το βάρος της επικάλυψης, βάρος χαλυβδόφυλλων, τειγίδων, μόνωσης.
- Βάρος οροφής (αν υπάρχει) στο κάτω μέρος των ζυγωμάτων [kN/m²]
- Ίδιο βάρος από τα μέλη της κατασκευής, υπολογίζεται από το πρόγραμμα ανάλογα με τις επιλεγμένες διατομές των μελών με ειδικό βάρος  $\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$

### 9.1.5.5 Μεταβλητά φορτία

- Επιβεβλημένο φορτίο σύμφωνα με EN1990-1-1 6.1, υπολογίζεται από το πρόγραμμα και το Εθνικό προσάρτημα.
- Φορτίο χιονιού, σύμφωνα με Ευρωκώδικας 1-3:2004

Το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού επί του εδάφους  $s_k$  καθορίζεται σε kN/m².

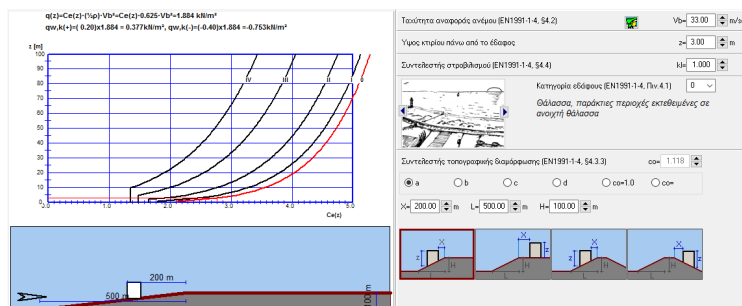
Κλικ  και εμφανίζεται ένα εξειδικευμένο παράθυρο όπου έχετε την δυνατότητα από τις διάφορες περιοχές (ζώνες χιονιού) και το υψόμετρο να υπολογίσετε το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού επί του εδάφους βάσει του Ευρωκώδικα 1-3:2004 και του Εθνικού προσαρτήματος. Η περιοχή (χάρτης) επιλέγεται από το Παράμετροι/Φορτία χιονιού επί του εδάφους. Το φορτίο χιονιού στην στέγη υπολογίζεται σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1-3:2003.



- Φορτία ανέμου, σύμφωνα με Ευρωκώδικας 1-4:2005

Πίεση ανέμου σε κατακόρυφη καθορίζεται σε kN/m².

Κλικ  και εμφανίζεται ένα εξειδικευμένο παράθυρο όπου έχετε την δυνατότητα να υπολογίσετε την πίεση ανέμου από την ταχύτητα του ανέμου και την τοπογραφία της περιοχής σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1-4:2005. Η πίεση του ανέμου υπολογίζεται σε διάφορα σημεία της στέγης και των τοίχων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικας 1-4:2005 §7.2.5 και Πιν. 7.4α και Πιν. 7.1.



Η περιοχή (χάρτης) επιλέγεται από το Παράμετροι/Ταχύτητα αναφοράς ανέμου. Εσωτερική πίεση ανέμου  $w_i$  σε kN/m². Αυτή η πίεση δρα στο εσωτερικό του κτιρίου προς τα έξω στους τοίχους και στέγη. Αφαιρείται όπως είναι (χωρίς περεταίρω πολλαπλασιασμό με συντελεστές πίεσης) από όλες τις εξωτερικές πιέσεις που δρουν αρνητικά (υποπίεσεις).



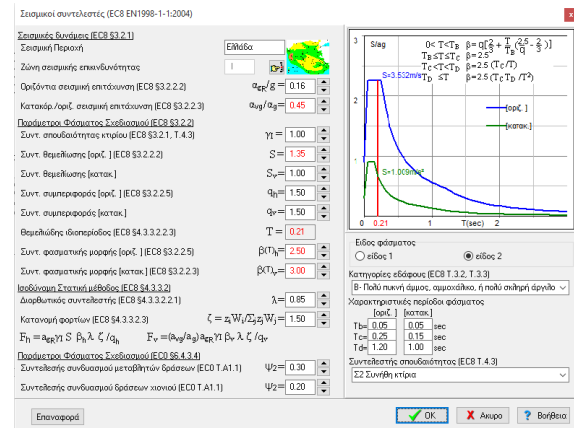
### 9.1.5.6 Σεισμικά φορτία Ευρωκώδικας 8-1:2004

Ο αντισεισμικός έλεγχος της κατασκευής γίνεται με ισοδύναμη στατική μέθοδο και με δυναμική φασματική μέθοδο.

$$\alpha = \alpha_{GR}/g \quad 0.160$$

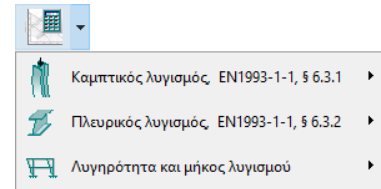
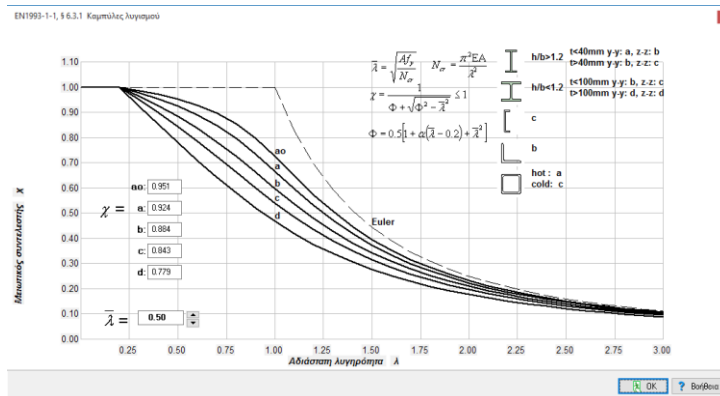
Ο λόγος της οριζόντιας σεισμικής επιτάχυνσης προς την επιτάχυνση βαρύτητας.

Κλικ  και εμφανίζεται ένα εξειδικευμένο παράθυρο που σας βοηθά να επιλέξετε τις ιδιότητες του αντισεισμικού σχεδιασμού (έδαφος, συντελεστές φάσματος, συντελεστής συμπεριφοράς κλπ.) σύμφωνα με Ευρωκώδικα 8-1:2004.



## 10 Ευρωκώδικας 3, Πίνακες και γραφήματα

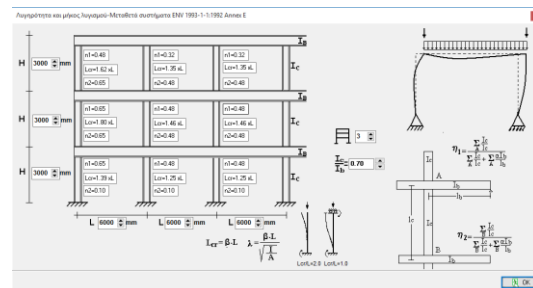
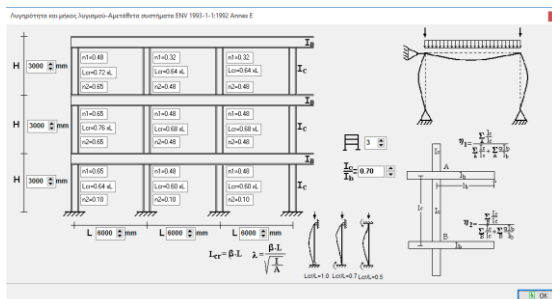
- Καμπτικός λυγισμός
- Πλευρικός λυγισμός
- Μήκη λυγισμού για αμετάθετα και μεταθετά πλαίσια.



Ελαστική κρίση ροπής πλευρικού λυγισμού (EN 1993-1-1:2002 Annex C)

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(kl)^2} \left[ \left( \frac{k}{k_y} \right)^2 I_{yz} + \frac{(kl)^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 Z_e - C_3 Z_p)^2 - (C_2 Z_e - C_3 Z_p) \right]$$

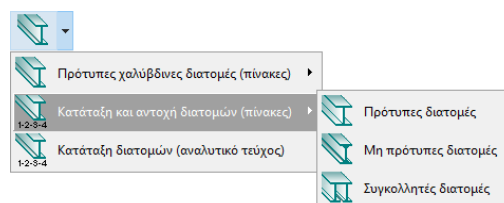
| Ανάλυση Καμπτικής Ροπής | k    | C1    | C2    | C3     |
|-------------------------|------|-------|-------|--------|
| μ=1                     | 1.00 | 1.000 |       | 1.000  |
| μ=2                     | 0.50 | 1.127 |       | 1.019  |
| μ=3                     | 1.00 | 1.141 |       | 1.000  |
| μ=4                     | 0.50 | 1.285 |       | 1.017  |
| μ=5                     | 1.00 | 1.320 |       | 1.000  |
| μ=6                     | 0.50 | 1.482 |       | 1.000  |
| μ=7                     | 1.00 | 1.581 |       | 1.000  |
| μ=8                     | 0.50 | 1.730 |       | 1.000  |
| μ=9                     | 1.00 | 1.847 |       | 1.000  |
| μ=10                    | 0.50 | 2.027 |       | 1.000  |
| μ=11                    | 1.00 | 2.207 |       | 1.000  |
| μ=12                    | 0.50 | 2.341 |       | 1.000  |
| μ=13                    | 1.00 | 2.591 |       | 1.000  |
| μ=14                    | 0.50 | 2.579 |       | 0.950  |
| μ=15                    | 1.00 | 2.852 |       | 1.000  |
| μ=16                    | 0.50 | 2.608 |       | 0.850  |
| μ=17                    | 1.00 | 2.733 |       | 0.825  |
| μ=18                    | 0.50 | 2.390 |       |        |
| μ=19                    | 1.00 | 1.132 | 0.459 | 0.525  |
| μ=20                    | 0.50 | 0.997 | 0.407 | 0.476  |
| μ=21                    | 1.00 | 1.383 | 0.553 | 0.411  |
| μ=22                    | 0.50 | 1.087 | 0.449 | 0.338  |
| μ=23                    | 1.00 | 1.940 | 0.431 | 0.562  |
| μ=24                    | 0.50 | 0.960 | 0.404 | 0.339  |
| μ=25                    | 1.00 | 2.608 | 1.582 | -0.859 |
| μ=26                    | 0.50 | 1.515 | 0.900 | -0.516 |
| μ=27                    | 1.00 | 1.726 | 1.388 | -0.716 |
| μ=28                    | 0.50 | 0.955 | 0.783 | -0.406 |



## 11 Πίνακες Χαλύβδινων Διατομών

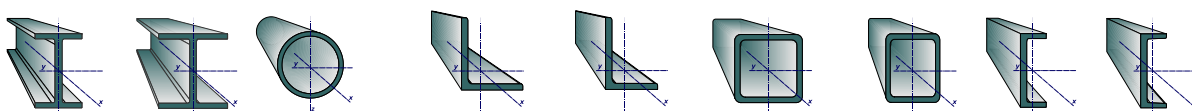
Ευρωκώδικας 3, EN1993-1-1:2005 § 5.5

Πίνακες με όλες τις πρότυπες χαλύβδινες διατομές, **διαστάσεις** και **ιδιότητες**, **κατάταξη**, **αντοχές**, **αντοχή σε καμπτικό** και **στρεπτοκαμπτικό λυγισμό** σύμφωνα με Ευρωκώδικας 3, EN1993-1-1:2005. Συμπεριλαμβάνονται και συγκολλητές διατομές με διαστάσεις που δίνονται από τον χρήστη.



Τρεις (3) ομάδες διατομών περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα:

- Πρότυπες διατομές. Όλες οι πρότυπες διεθνείς διατομές.
- Μη πρότυπες διατομές. Διατομές σαν τις πρότυπες με δυνατότητα καθορισμού διαστάσεων από το χρήστη.
- Συγκολλητές διατομές. Διατομές φτιαγμένες από ορθογωνικές χαλύβδινες πλάκες.



### 11.1 Πίνακες με διαστάσεις και ιδιότητες πρότυπων διατομών

Αριστερά επιλέγετε τον τύπο της διατομής π.χ. ΙΡΕ, ΗΕ κλπ. Δεξιά ο πίνακας εμφανίζει όλες τις διατομές της επιλεγμένης κατηγορίας, τις διαστάσεις και τις ιδιότητες. Μετακινείστε πάνω-κάτω στον πίνακα και το σχέδιο της διατομής εμφανίζεται κάτω δεξιά, υποκλίμακα.

Κλικ στο ή διπλό-κλικ σε μια γραμμή του πίνακα, εμφανίζεται αναλυτικά η κατάταξη της διατομής, οι τιμές αντοχών και οι αντοχές σε καμπτικό και στρεπτοκαμπτικό λυγισμό της επιλεγμένης διατομής.



## 11.2 Κατάταξη και αντοχές πρότυπων διατομών

Κατάταξη διατομών σύμφωνα με EN1993-1-1:2005 §5.5.

Αντοχές διατομών σε οριακές καταστάσεις αστοχίας σύμφωνα με EN1993-1-1:2005 §6.2.

Αντοχές σε καμπτικό και στρεπτοκαμπτικό λυγισμό σύμφωνα με EN1993-1-1:2005 §6.3.

Αριστερά κάνοντας κλικ στην λίστα των διατομών εμφανίζονται όλες οι διατομές της αντίστοιχης κατηγορίας. Επιλέγοντας μια διατομή εμφανίζεται στο δεξιά τμήμα το σχέδιο της διατομής με τις ιδιότητες της.

Στο κάτω μέρος δεξιά εμφανίζονται:

- **Κατάταξη** (1,2,3,4) σύμφωνα με EN1993-1-1:2005 §5.5 για αξονικό φορτίο ή καμπτικές ροπές.
- **Τιμές αντοχής** σε οριακή κατάσταση αστοχίας για εφελκυσμό, θλίψη, κάμψη και τέμνουσα σύμφωνα με EN1993-1-1:2005 §6.2
- **Αντοχή σε καμπτικό λυγισμό** για διάφορα μήκη λυγισμού ( $L_c$ ) σύμφωνα με EN1993-1-1:2005 §6.3.1
- **Αντοχή σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό** για διάφορα μήκη πλευρικού λυγισμού ( $L_T$ ) σύμφωνα με EN1993-1-1:2005 §6.3.2

Συγκολλητές διατομές, Κατάταξη και αντοχές, (EN1993-1-1:2005 §5.6, §6.2)

user I100

user I100-S 355

Διαστάσεις διατομής

Υψος διατομής  $h = 100.00$  mm

Πλάτος διατομής  $b = 50.00$  mm

Υψος κορμού  $h_w = 92.00$  mm

Υψος ενθρόνου τμήματος κορμού  $d_w = 69.86$  mm

Πάχος κορμού  $t_w = 6.00$  mm

Πάχος πέλματος  $t_f = 8.00$  mm

Ακτίνα συναρμογής  $r = 5.00$  mm

Μάζα  $m = 10.20$  Kg/m

Χαρακτηριστικά διατομών

Εμβαδόν  $A = 1304$  mm<sup>2</sup>

Ροπή αδράνειας  $I_y = 1.9982006$  mm<sup>4</sup>

$I_z = 168200$  mm<sup>4</sup>

Ελαστική ροπή αντίστασης  $W_y = 39870$  mm<sup>3</sup>

$W_z = 6720$  mm<sup>3</sup>

Διατομή user I100-S 450

Κατάταξη και Αντοχή χαλύβδινων διατομών (EN1993-1-1:2005 §5.6, §6.2)

| Χαλύβας | Κατηγορία | Θλίψη | Καμπτική αντοχή | Διατμητική αντοχή |             |             |            |            |     |
|---------|-----------|-------|-----------------|-------------------|-------------|-------------|------------|------------|-----|
| Nx      | My        | Mz    | NtRd [kN]       | NcRd [kN]         | McRdy [kNm] | McRdz [kNm] | VcRdy [kN] | VcRdz [kN] |     |
| S 235   | 1         | 1     | 1               | 306               | 306         | 11.1        | 2.53       | 74.9       | 109 |
| S 275   | 1         | 1     | 1               | 359               | 359         | 13.0        | 2.96       | 87.6       | 127 |
| S 355   | 1         | 1     | 1               | 463               | 463         | 16.8        | 3.82       | 113        | 164 |
| S 450   | 1         | 1     | 1               | 574               | 574         | 20.8        | 4.73       | 140        | 203 |

( $\gamma_{M0} = 1.00$ ,  $\gamma_{M1} = 1.00$ ,  $\gamma_{M2} = 1.00$ )

Αντοχή σε λυγισμό, Μήκος λυγισμού  $L_c$  [m], (EC3 §6.2)

|             | $L_c$ [m] | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 5.0  | 6.0  | 7.0  | 8.0  | 9.0  | 10.0 | 12.0 |
|-------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| S 235 Nbrdy | 298       | 283 | 265 | 243 | 219 | 192 | 166 | 122 | 91.0 | 69.9 | 55.2 | 44.4 | 36.5 | 26.0 |      |
| Nbrdz       | 177       | 107 | 67  | 46  | 33  | 25  | 19  | 13  | 8.9  | 6.7  | 5.2  | 4.0  | 3.4  | 2.5  |      |
| S 275 Nbrdy | 346       | 326 | 302 | 273 | 240 | 206 | 175 | 126 | 92.5 | 70.6 | 55.2 | 44.5 | 36.6 | 25.8 |      |
| Nbrdz       | 190       | 110 | 68  | 46  | 33  | 25  | 19  | 13  | 9.0  | 6.8  | 5.0  | 3.9  | 3.2  | 2.2  |      |
| S 355 Nbrdy | 440       | 408 | 370 | 324 | 274 | 227 | 188 | 131 | 95.4 | 72.2 | 56.5 | 45.4 | 37.0 | 26.4 |      |
| Nbrdz       | 212       | 116 | 71  | 47  | 34  | 25  | 19  | 13  | 9.3  | 6.5  | 5.1  | 4.2  | 3.2  | 2.3  |      |
| S 450 Nbrdy | 538       | 492 | 434 | 367 | 301 | 243 | 198 | 136 | 98.1 | 74.0 | 57.4 | 45.9 | 37.9 | 26.4 |      |
| Nbrdz       | 228       | 121 | 73  | 48  | 34  | 26  | 20  | 13  | 9.2  | 6.9  | 5.2  | 4.0  | 3.4  | 2.3  |      |

Nbrdy: αντοχή λυγισμού περί γ-γ άξονα, Nbrdz: αντοχή λυγισμού περί z-z άξονα

Αντοχή σε πλευρικό λυγισμό, Μήκος λυγισμού  $L_T$  [m], (EC3 §6.3)

|             | $L_T$ [m] | 1.0  | 1.5  | 2.0  | 2.5  | 3.0  | 3.5  | 4.0  | 5.0  | 6.0  | 7.0  | 8.0  | 9.0  | 10.0 | 12.0 |
|-------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| S 235 Mbrd1 | 9.86      | 9.00 | 8.06 | 7.18 | 6.35 | 5.71 | 5.12 | 4.25 | 3.67 | 3.14 | 2.82 | 2.49 | 2.25 | 1.90 |      |
| Mbrd2       | 9.68      | 8.82 | 7.98 | 7.18 | 6.45 | 5.82 | 5.30 | 4.46 | 3.90 | 3.37 | 3.06 | 2.74 | 2.49 | 2.08 |      |
| S 275 Mbrd1 | 11.9      | 10.0 | 8.77 | 7.64 | 6.66 | 5.94 | 5.28 | 4.35 | 3.74 | 3.18 | 2.85 | 2.52 | 2.27 | 1.92 |      |

### 11.2.1 Συμβολισμοί

- NtRd [kN]:** Αντοχή σε εφελκυσμό EN1993-1-1:2005 §6.2.3
- NcRd [kN]:** Αντοχή σε θλίψη EN1993-1-1:2005 §6.2.4
- McRdy [kNm]:** Αντοχή σε κάμψη περί τον κύριο γ-γ άξονα EN1993-1-1:2005 §6.2.5
- McRdz [kNm]:** Αντοχή σε κάμψη περί τον δευτερεύοντα z-z άξονα EN1993-1-1:2005 §6.2.5
- VcRdz [kN]:** Διατμητική αντοχή προς άξονα z-z παράλληλα με τον κορμό EN1993-1-1 §6.2.6
- VcRdy [kN]:** Διατμητική αντοχή προς άξονα γ-γ παράλληλα με το πέλμα EN1993-1-1 §6.2.6
- Nbrdy [kN]:** Αντοχή λυγισμού θλιβόμενου μέλους για διάφορα μήκη λυγισμού  $L_c$  (1.00, 1.50 ..15 m) EN1993-1-1:2005 §6.3.1

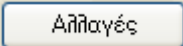
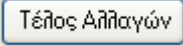
**Nbrdz****[kN]:****Mbrd1** Αντοχές σε πλευρικό στρεπτοκαμπτικό λυγισμό για διάφορα πλευρικά μήκη  $L_{lt}$  (1.00, 1.50 ..15 m) EN1993-1-1:2005 §6.3.2**[kNm]:****Mbrd2****[kNm]:****Mbrd1:** Αντοχή σε πλευρικό λυγισμό για σταθερό (ομοιόμορφο) διάγραμμα ροπών κατά μήκος της δοκού**Mbrd2:** Αντοχή σε πλευρικό λυγισμό για παραβολικό διάγραμμα ροπών κατά μήκος της δοκού.

|                           |                                         |
|---------------------------|-----------------------------------------|
| $h$ [mm]:                 | Ύψος διατομής ή σκέλος γωνιακού         |
| $b$ [mm]:                 | Πλάτος διατομής ή σκέλος γωνιακού       |
| $h_w$                     | Ύψος κορμού                             |
| [mm]:                     |                                         |
| $d_w$ [mm]                | Ευθύγραμμο μήκος κορμού                 |
| ]:                        |                                         |
| $t_w$ [mm]:               | Πάχος κορμού                            |
| $t_f$ [mm]:               | Πάχος πελμάτων                          |
| $r$ [mm]:                 | Ακτίνα συναρμογής                       |
| $G$                       | Βάρος ανά τρέχον μέτρο                  |
| [Kg/m]:                   |                                         |
| $A$ [cm <sup>2</sup> ]:   | Εμβαδόν διατομής                        |
| $I_y$ [cm <sup>4</sup> ]: | Ροπή αδρανείας περί άξονα y-y           |
| $I_z$ [cm <sup>4</sup> ]: | Ροπή αδρανείας περί άξονα z-z           |
| $W_y$                     | Ελαστική ροπή αντίστασης περί άξονα y-y |
| [cm <sup>3</sup> ]:       |                                         |
| $W_z$                     | Ελαστική ροπή αντίστασης περί άξονα z-z |
| [cm <sup>3</sup> ]:       |                                         |
| $W_{py}$                  | Πλαστική ροπή αντίστασης περί άξονα y-y |
| [cm <sup>3</sup> ]:       |                                         |
| $W_{pz}$                  | Πλαστική ροπή αντίστασης περί άξονα z-z |
| [cm <sup>3</sup> ]:       |                                         |
| $i_y$ [cm]:               | Ακτίνα αδρανείας περί άξονα y-y         |
| $i_z$ [cm]:               | Ακτίνα αδρανείας περί άξονα z-z         |
| $A_{vz}$                  | Εμβαδόν διάτμησης παράλληλα προς τον    |
| [cm <sup>2</sup> ]:       | κορμό                                   |
| $A_{vy}$                  | Εμβαδόν διάτμησης παράλληλα προς το     |
| [cm <sup>2</sup> ]:       | πέλμα                                   |
| $I_t$ [cm <sup>4</sup> ]: | Σταθερά στρέψης                         |
| $I_w$ [cm <sup>6</sup> ]: | Σταθερά στρέβλωσης                      |

**11.3 Πίνακες μη πρότυπων διατομών**

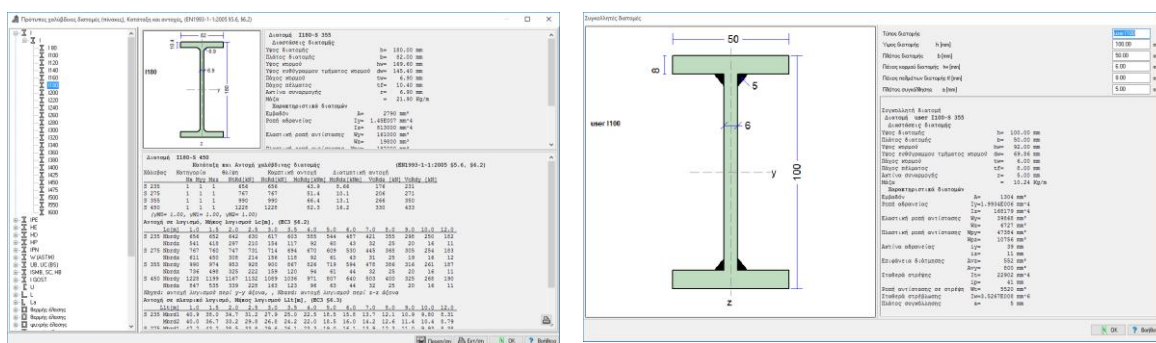
Πίνακες με χαλύβδινες διατομές οργανωμένες όπως οι πρότυπες διατομές αλλά με δυνατότητα μεταβολής των διαστάσεων από το χρήστη. Οι αλλαγές ενεργοποιούνται με το . Καθώς αλλάζετε τις διαστάσεις η νέα γεωμετρία και οι ιδιότητες αντοχής των διατομών υπολογίζονται αυτόματα.

**11.4 Πίνακες διατομών για συγκολλητές διατομές**

Κλικ στο  ανοίγει ένα νέο παράθυρο όπου εισάγετε τις βασικές διαστάσεις, τα πάχη κορμού και πέλματος της διατομής. Οι ιδιότητες της διατομής (εμβαδά, ροπές αδρανείας, ροπές αντίστασης) υπολογίζονται αυτόματα. Έχετε την δυνατότητα προσθήκης ή διαγραφής διατομής με  . Κλικ στο  και αποθηκεύονται οι αλλαγές.

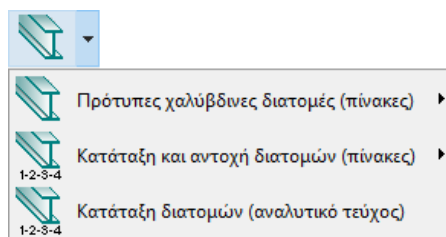






### 11.5 Κατάταξη και αντοχές χαλύβδινων διατομών (αναλυτικό τεύχος)

1. Επιλέξτε ομάδα διατομών (πρότυπες, μη πρότυπες, συγκολλητές).
2. Από το δένδρο (λίστα) αριστερά επιλέγετε διατομή.
3. Επιλέξτε συνδυασμό δράσεων. Αν είναι απαραίτητο (αξονική δύναμη και ροπές) καθορίστε τις τιμές δράσεων.



\*Ένα αναλυτικό τεύχος με την κατάταξη της διατομής δημιουργείται σύμφωνα με EN1993-1-1:2005 85.5.

Μπορείτε να καθορίσετε επίσης την ποιότητα χάλυβα και τους συντελεστές ασφαλείας.

### Κατηγορία Διατομής 1

HE 260 A

Όνομα: Ονομα τμήματος υπολογισμών

Παλιότητα δομικού χαλβού (EN1993-1-1 §3.2) **S 235** fy=235N/mm² fu=360N/mm²

Συντ. μόνιμης και μεταβλητής δράσης γQ= 1.35 γQ= 1.50

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γC EC3 γM= 1.00 γM= 1.00 γM= 1.25

Δράσεις επί της διατομής

Επιλεγμένη διατομή **HE 260 A**

**Διατομή HE 260 A-S 235**

**Διαστάσεις διατομής**

|                                    |      |            |
|------------------------------------|------|------------|
| Ύψος διατομής                      | b=   |            |
| Πλάτος διατομής                    | b=   |            |
| Ύψος κορμού                        | hw=  |            |
| Ύψος ευθυγράμμισης τμήματος κορμού | dsw= |            |
| Πάχος κορμού                       | tw=  | 7.50 mm    |
| Πάχος πέλματος                     | tf=  | 12.50 mm   |
| Ακτίνα συναρμογής                  | r=   | 24.00 mm   |
| Μάζα                               |      | 68.20 Kg/m |

**Χαρακτηριστικά διατομών**

|                          |      |               |
|--------------------------|------|---------------|
| Εμβαδόν                  | A=   | 8682 mm²      |
| Ροπή αδράνειας           | Iy=  | 1.045E008 mm⁴ |
|                          | Iz=  | 3.668E007 mm⁴ |
| Ελαστική ροπή αντίστασης | Wy=  | 836400 mm³    |
|                          | Wz=  | 282000 mm³    |
| Πλαστική ροπή αντίστασης | Wpy= | 919800 mm³    |
|                          | Wpz= | 430200 mm³    |
| Ακτίνα αδράνειας         | iy=  | 110 mm        |
|                          | iz=  | 65 mm         |
| Επιφάνεια διάτμησης      | Avz= | 2876 mm²      |
|                          | Avy= | 6500 mm²      |
| Σταθερά στρέψης          | It=  | 523747 mm⁴    |
|                          | It=  | 128 mm⁴       |

## 12 Αντοχή διατομών σε δράσεις (Ευρωκώδικας 3, EN1993-1-1:2005 § 6.2)

### Σχεδιασμός χαλύβδινων διατομών για διάφορους συνδυασμούς δράσεων

#### Συνδυασμοί δράσεων

##### • Απλές δράσεις

Εφελκυσμός Nt  
Θλίψη Nc  
Κάμψη Myy  
Κάμψη Mzz  
Διάτμηση Vz  
Διάτμηση Vy

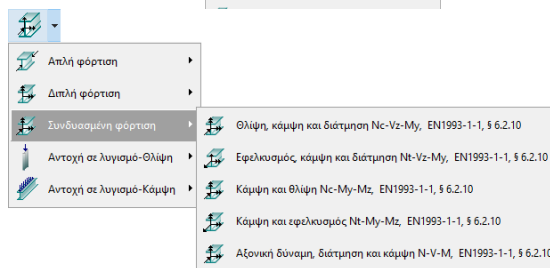
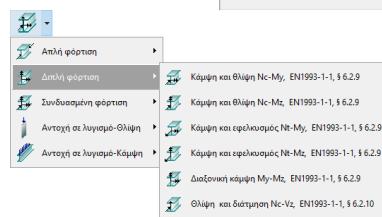
##### • Διπλή δράση

Κάμψη και θλίψη Nc-Myy  
Κάμψη και θλίψη Nc-Mzz  
Διαξονική κάμψη Myy-Mzz  
Θλίψη και διάτμηση Nc-Vz  
Θλίψη και διάτμηση Nc-Vy

##### • Συνδυασμοί δράσεων

Θλίψη κάμψη και διάτμηση Nc-Vz-My  
Εφελκυσμός κάμψη και διάτμηση Nt-Vz-My  
Κάμψη και θλίψη Nc-Myy-Mzz  
Κάμψη και εφελκυσμός Nt-Myy-Mzz  
Αξονική δύναμη διάτμηση και κάμψη N-V-M

1. Επιλέξτε ομάδα διατομών (πρότυπες, μη πρότυπες, συγκολλητές).
2. Από το δένδρο (λίστα) αριστερά επιλέγεται διατομή.
3. Καθορίστε τις δράσεις σχεδιασμού της διατομής.



Αναλυτικό τεύχος σχεδιασμού της διατομής δημιουργείται με τις καθοριζόμενες δράσεις. Αν η διατομή δεν επαρκεί να αναλάβει τις δράσεις μηνύματα λάθους εμφανίζονται.

**Κατηγορία διατομής 1**

**Ι**

- ☑ IPE Euro norm 19-57
- ☑ IPE 80
- ☑ IPE 100
- ☑ IPE 120
- ☑ IPE 140
- ☑ IPE 160
- ☑ IPE 180
- ☑ IPE 200
- ☑ IPE 220
- ☑ IPE 240
- ☑ IPE 270
- ☑ IPE 300
- ☑ IPE 330
- ☑ IPE 360
- ☑ IPE 400
- ☑ IPE 450
- ☑ IPE 500
- ☑ IPE 550
- ☑ IPE 600
- ☑ IPE A
- ☑ IPE O
- ☑ IPE V
- ☑ IPE 750
- ☑ HE
- ☑ HD
- ☑ HP
- ☑ IPN
- ☑ W (ASTM)
- ☑ UB, UC (BS)
- ☑ ISMB, SC, HB
- ☑ I GOST
- ☑ U
- ☑ L
- ☑ La
- ☑ θερμής έλασης
- ☑ θερμής έλασης
- ☑ ψυχρής έλασης

Όνομα τμήματος υπολογισμών: Διατομή-001

Ποιότητα δομικού χάλυβα (EN1993-1-1 §3.2): S 235  $f_y=235\text{N/mm}^2$   $f_u=360\text{N/mm}^2$

Συντ. μόνιμης και μεταβλητής δράσης:  $\gamma_G=1.35$   $\gamma_Q=1.50$

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γη: EC3  $\gamma_{M0}=1.00$   $\gamma_{M1}=1.00$   $\gamma_{M2}=1.25$

Δράσεις επί της διατομής: Mzz Κάμψη

Επιλεγμένη διατομή: IPE 220

**Διατομή IPE 220-S 235**

**Διαστάσεις διατομής**

|                                     |      |          |
|-------------------------------------|------|----------|
| Υψος διατομής                       | h=   | 5,90 mm  |
| Πλάτος διατομής                     | b=   | 9,20 mm  |
| Υψος κορμού                         | h_w= | 12,00 mm |
| Υψος ευθυγραμμιστού τμήματος κορμού | d_w= | 26,20 mm |
| Πάχος κορμού                        | t_w= | 91 mm    |
| Πάχος πέλματος                      | t_f= | 25 mm    |
| Ακτίνα συναρμογής                   | r=   | 1588 mm  |
| Μάζα                                | m=   | 2024 mm  |

**Χαρακτηριστικά διατομών**

|                          |         |                           |
|--------------------------|---------|---------------------------|
| Εμβαδόν                  | A=      | 3337 mm <sup>2</sup>      |
| Ροπή αδρανείας           | I_y=    | 2,772E007 mm <sup>4</sup> |
|                          | I_z=    | 2,049E006 mm <sup>4</sup> |
| Ελαστική ροπή αντίστασης | W_y=    | 252000 mm <sup>3</sup>    |
|                          | W_z=    | 37250 mm <sup>3</sup>     |
| Πλαστική ροπή αντίστασης | W_{py}= | 285400 mm <sup>3</sup>    |
|                          | W_{pz}= | 58110 mm <sup>3</sup>     |
| Ακτίνα αδρανείας         | i_y=    | 91 mm                     |
|                          | i_z=    | 25 mm                     |
| Επιφάνεια διάτμησης      | A_{vz}= | 1588 mm <sup>2</sup>      |
|                          | A_{vy}= | 2024 mm <sup>2</sup>      |
| Σταθερά στρέψης          | I_t=    | 90658 mm <sup>4</sup>     |
|                          | i_{tw}= | 9,4 mm                    |



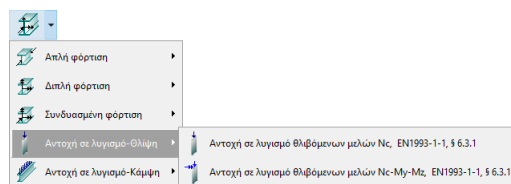


## 13 Αντοχή μελών σε λυγισμό (Ευρωκώδικας 3, EN1993-1-1:2005 § 6.3)

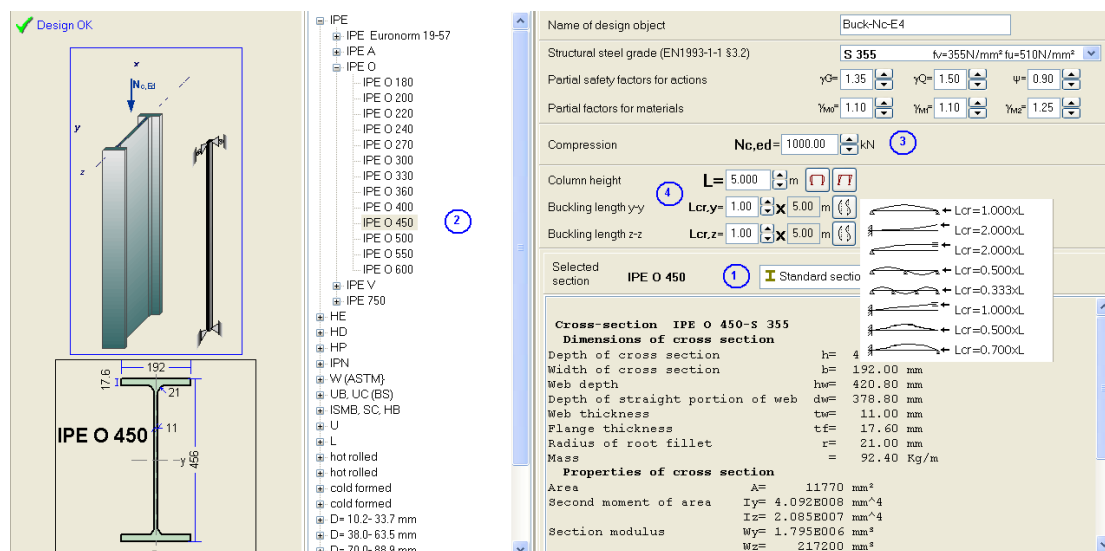
### 13.1 Μέλη σταθερής διατομής EN1993-1-1:2005 § 6.3.1

#### 13.1.1 Υποστυλώματα με αξονικό φορτίο

1. Επιλέξτε ομάδα διατομών (πρότυπες, μη πρότυπες, συγκολλητές)
2. Από το δένδρο (λίστα) αριστερά επιλέγετε διατομή.
3. Καθορίστε τις δράσεις σχεδιασμού. Θλιπτικό φορτίο  $N_{c,ed}$  [kN].
4. Καθορίστε το ύψος υποστυλώματος  $L$  σε μέτρα και τα μήκη λυγισμού στις δύο κατευθύνσεις  $y-y$  και  $z-z$ . Τα μήκη λυγισμού καθορίζονται από τους λόγους προς το ύψος του υποστυλώματος.



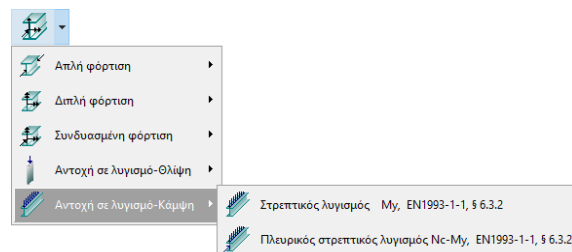
Αυτοί οι λόγοι μπορεί να επιλεγούν από τα γνωστά μήκη λυγισμού με κλικ ή από τα μήκη λυγισμού υποστυλωμάτων αμεταθέτων και μεταθετών πλαισίων με κλικ σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3.

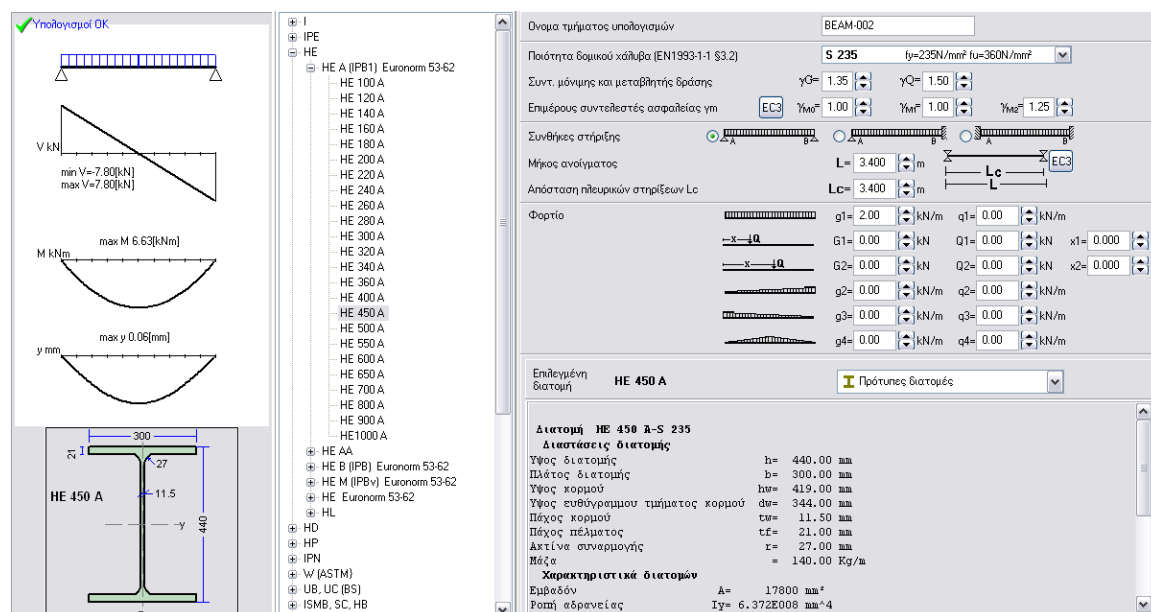


### 13.2 Ομοιόμορφα μέλη σε κάμψη EN1993-1-1:2005 § 6.3.2

#### 13.2.1 Δοκοί σε καμπτικά κατακόρυφα φορτία

1. Επιλέξτε ομάδα διατομών (πρότυπες, μη πρότυπες, συγκολλητές).
2. Από το δένδρο (λίστα) αριστερά επιλέγετε διατομή.
3. Καθορίστε το φορτίο της δοκού σαν συνδυασμό ομοιόμορφων [kN/m] και συγκεντρωμένων φορτίων [kN]. Για συγκεντρωμένα φορτία πρέπει να καθορίσετε και τις αποστάσεις  $x$  [m] από το αριστερό άκρο της δοκού. Τα φορτία είναι μόνιμα και κινητά.
4. Καθορίστε τις στηρίξεις της δοκού (αμφίερριστη, μονόπακτη, αμφίπακτη).
5. Καθορίστε το μήκος της δοκού  $L$  σε μέτρα και το μήκος παράπλευρου λυγισμού  $L_c$  [m], που είναι η απόσταση μεταξύ των πλευρικών εξασφαλίσεων της δοκού.



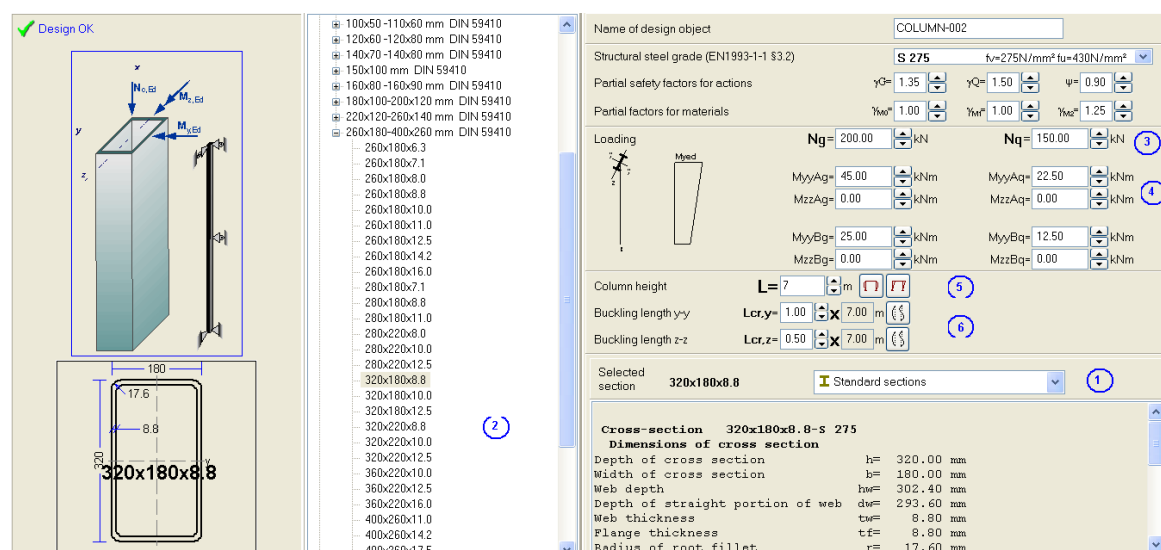


### 13.3 Ομοιόμορφα μέλη σε κάμψη και θλίψη

(EN1993-1-1:2005 § 6.3.3)

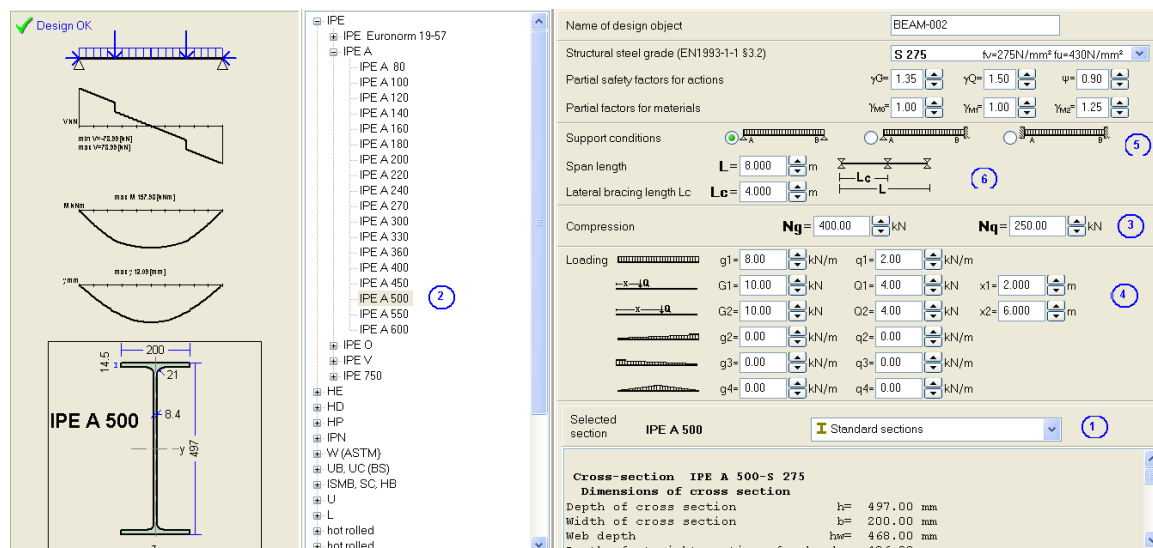
#### 13.3.1 Υποστυλώματα σε θλίψη και κάμψη

1. Επιλέξτε ομάδα διατομών (πρότυπες, μη πρότυπες, συγκολλητές).
2. Από το δένδρο (λίστα) αριστερά επιλέγεται διατομή.
3. Καθορίστε το φορτίο υποστυλώματος θλίψη  $N_g$  [kN] (μόνιμο) και  $N_q$  [kN] (κινητό).
4. Καθορίστε τις ροπές στα άκρα της δοκού κορυφή A και στην βάση B. Ροπές  $M_{yy}$  [kNm] για κάμψη περί τον ισχυρό άξονα και  $M_{zz}$  [kNm] για κάμψη περί τον δευτερεύοντα άξονα. Ροπές  $M_{yyAg}$ ,  $M_{zzAg}$ ,  $M_{yyBg}$ ,  $M_{zzBg}$  για μόνιμα φορτία και  $M_{yyAq}$ ,  $M_{zzAq}$ ,  $M_{yyBq}$ ,  $M_{zzBq}$  για μεταβαλλόμενα φορτία.
5. Καθορίστε το ύψος υποστυλώματος  $L$  σε μέτρα.
6. Καθορίστε τα μήκη λυγισμού στις δύο κατευθύνσεις  $y-y$  και  $z-z$ . Τα μήκη λυγισμού καθορίζονται από τους λόγους προς το ύψος του υποστυλώματος. Αυτοί οι λόγοι μπορεί να επιλεγούν από τα γνωστά μήκη λυγισμού με κλικ ή από τα μήκη λυγισμού υποστυλωμάτων αμεταθέτων κα μεταθετών πλαισίων με κλικ σύμφωνα με Ευρωκώδικα 3.



### 13.3.2 Δοκοί με κατακόρυφο φορτίο και θλίψη

1. Επιλέξτε ομάδα διατομών (πρότυπες, μη πρότυπες, συγκολλητές )
2. Από το δένδρο (λίστα) αριστερά επιλέγεται διατομή.
3. Καθορίστε το αξονικό φορτίο (θλίψη) της δοκού  $N_g$  [kN] μόνιμο  $N_q$  [kN] μεταβλητό φορτίο.
4. Καθορίστε το φορτίο της δοκού σαν συνδυασμό ομοιόμορφων [kN/m] και συγκεντρωμένων φορτίων [kN]. Για συγκεντρωμένα φορτία πρέπει να καθορίσετε και τις αποστάσεις  $x$  [m] από το αριστερό άκρο της δοκού. Τα φορτία είναι μόνιμα και κινητά.
5. Καθορίστε τις στηρίξεις της δοκού (αμφίερευστη, μονόπακτη, αμφίπακτη).
6. Καθορίστε το μήκος της δοκού  $L$  σε μέτρα, και το μήκος παράπλευρου λυγισμού  $L_c$  [m], που είναι η απόσταση μεταξύ των πλευρικών εξασφαλίσεων της δοκού.



## 14 Συνδέσεις EN1993-1-8:2005

Σχεδιασμός συνδέσεων τμημάτων μεταλλικών κατασκευών.

Για τις περισσότερες συνδέσεις ισχύει:

1. Σχεδιασμός σύνδεσης, καθορίζετε τα φορτία στα μέλη των συνδέσεων και το πρόγραμμα επιλέγει την γεωμετρία, αριθμό και θέση ήλων της σύνδεσης.
2. Αντοχή σύνδεσης, καθορίζετε την γεωμετρία και τον αριθμό ήλων της σύνδεσης και το πρόγραμμα υπολογίζει το φορτίο αντοχής της σύνδεσης.

### 14.1 Είδη συνδέσεων

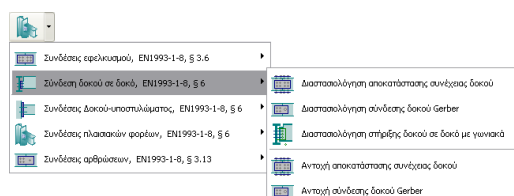
#### 14.1.1 Σύνδεση εφελκόμενων ράβδων (σχεδιασμός και αντοχή)

- Ένα διατμητικό επίπεδο
- Διπλό διατμητικό επίπεδο
- Συνέχιση λεπίδων
- Συνέχιση ράβδου διατομή I



#### 14.1.2 Σύνδεση δοκού σε δοκό (σχεδιασμός και αντοχή)

- Αποκατάσταση συνέχειας δοκού
- Σύνδεση δοκού Gerber
- Στήριξη δοκού σε δοκό με γωνιακά

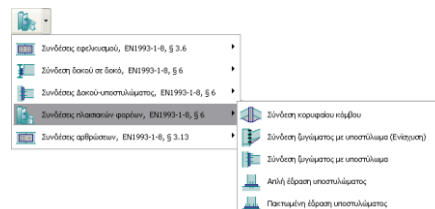
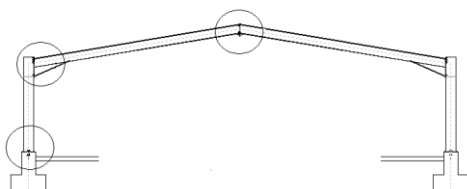


### 14.1.3 Σύνδεση δοκού με υποστυλωμα

- Σύνδεση δοκού-υποστυλώματος με γωνιακά
- Σύνδεση δοκού-υποστυλώματος με μετωπική πλάκα

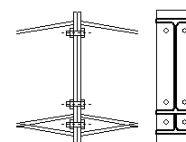


### 14.1.4 Συνδέσεις πλαισιακών φορέων



#### • Σύνδεση κορυφαίου κόμβου

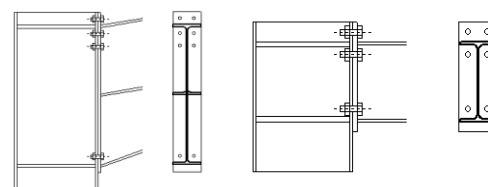
Σύνηθες φορτίο θετική καμπτική ροπή, η βάση της σύνδεσης είναι σε εφελκυσμό. Μικρή ενίσχυση στο κάτω μέρος αυξάνει τον μοχλοβραχίονα εσωτερικών δυνάμεων.



- Σύνδεση ζυγώματος με υποστυλωμα με ενίσχυση,
- Σύνδεση ζυγώματος με υποστυλωμα χωρίς ενίσχυση

Για συνδέσεις με μεγάλη καμπτική ροπή κόμβου, μία ενίσχυση τοποθετείται για να αυξηθεί ο μοχλοβραχίονας εσωτερικών δυνάμεων.

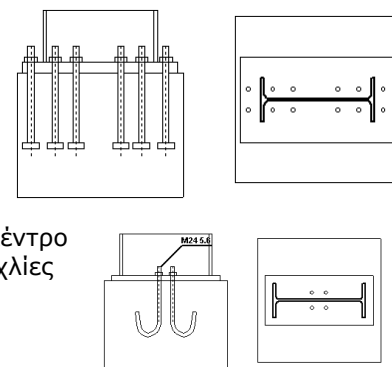
Το ύψος της ενίσχυσης λαμβάνεται ίσο με το ύψος του ζυγώματος. Στη βάση της σύνδεσης του ζυγώματος πρέπει να τοποθετείται ενίσχυση στο υποστυλωμα, για να παραλάβει τις αυξημένες θλιπτικές δυνάμεις που ενεργούν στη σύνδεση.



- Απλή έδραση υποστυλώματος,
- Πακτωμένη έδραση υποστυλώματος

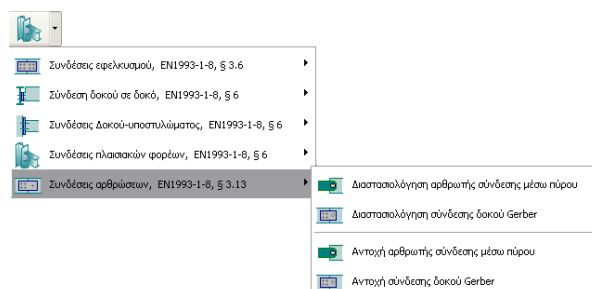
Η σύνδεση έχει πλάκα έδρασης που συνδέεται στο μεταλλικό υποστυλωμα με συγκολλήσεις.

Κοχλίες με αγκύρια συνδέουν την πλάκα έδρασης με τη βάση σκυροδέματος. Τα αγκύρια είναι απλά άγκιστρα ή με πλάκες αγκύρωσης. Αν η σύνδεση είναι απλή έδραση (άρθρωση) τότε δεν παραλαμβάνει ροπή και οι κοχλίες αγκύρια τοποθετούνται στο κέντρο της διατομής. Εάν η σύνδεση μεταφέρει ροπή (πάκτωση) τότε οι κοχλίες αγκύρια τοποθετούνται στην έξω μεριά (περίμετρο) της διατομής.



### 14.1.5 Συνδέσεις με πείρους (σχεδιασμός και αντοχή)

- Άρθρωση μέσω πείρου
- Σύνδεση δοκού Gerber



## 14.2 Δεδομένα συνδέσεων

### 14.2.1 Φορτία σύνδεσης

Δυνάμεις σχεδιασμού και ροπές σχεδιασμού στα συνδεόμενα μέλη, όπως το σχήμα της σύνδεσης υποδεικνύει.

### 14.3 Ήλοι σύνδεσης EN1993-1-8 §3.1

- Διάμετρος ήλων σε mm M (από 8 έως 30 mm)
- Ποιότητα ήλων (από 4.6 έως 10.9) σύμφωνα με EN1993-1-8 Πίνακας 3.1.
- Κοινοί ή προεντεταμένοι κοχλίες (για ποιότητες κοχλιών 8.8 και 10.9) EN1993-1-8 §3.1.2. Σε περίπτωση προεντεταμένων κοχλιών οι τιμές  $K_s$ ,  $\mu$ ,  $\gamma_{M3}$  πρέπει να καθοριστούν σύμφωνα με EN1993-1-8 §3.9.1
- Επίπεδο διάτμησης εντός ή εκτός σπειρώματος, EN1993-1-8 Πιν. 3.4.

Κοχλίες (EN1993-1-8 §3.1)

Κοχλίες, διάμετρος, κατηγορία αντοχής **M 24** Κατηγορία **8.8**

Επίπεδο διάτμησης ήλου (EN1993-1-8 §3.5)

Αντοχή ολίσθησης σύνδεσης  $k_s = 1.00$   $\mu = 0.50$   $\gamma_{M3} = 1.25$

☐ Κανονικοί κοχλίες  
☒ Προεντεταμένοι κοχλίες

εντός σπειρώματος κοχλίας ☒ εκτός σπειρώματος κοχλίας ☐

Φορτία **Nt(+).ed = 400.00** kN

### 14.4 Πλάκες σύνδεσης

Διαστάσεις πλακών σε χιλιοστά [mm].

Ελάσματα συνδέσεων

Ελάσμα-1, πλάτος b και πάχος t  $b1 = 240$  mm  $t1 = 10$  mm

Ελάσμα-2, πλάτος b και πάχος t  $b2 = 240$  mm  $t2 = 8$  mm

Ελάσματα συνδέσεων

### 14.5 Γεωμετρία σύνδεσης

Στην περίπτωση υπολογισμού της αντοχής του συνδέσμου ο αριθμός και η θέση των ήλων πρέπει να καθορίζονται. Οι βασικές αποστάσεις μεταξύ των κοχλιών σύνδεσης πρέπει να καθορίζονται σύμφωνα με EN1993-1-8 Πίνακας 3.3 και εξίσωση 3.1

Είδος σύνδεσης

Αποστάσεις κοχλιών από άκρα  $e1=ex = 55$  mm  $e2=ey = 50$  mm

Αποστάσεις κοχλιών μεταξύ τους  $p1=px = 113$  mm  $p2=py = 140$  mm

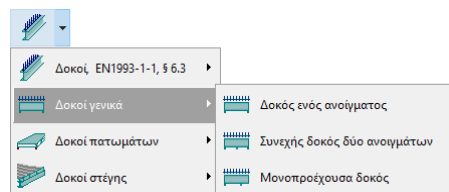
## 15 Σχεδιασμός δοκών

### 15.1.1 Δοκοί με ομοιόμορφο φορτίο

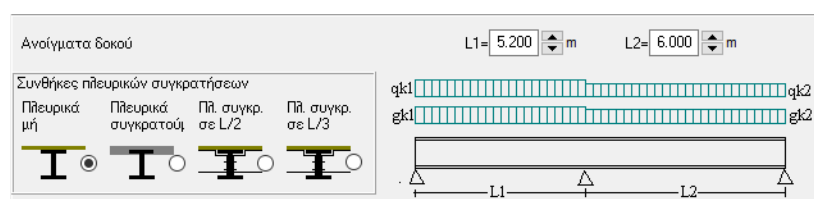
- Δοκοί ενός ανοίγματος
- Δοκοί δύο ανοιγμάτων
- Μονοπροέχουσα

#### Φορτίο δοκού

Ομοιόμορφο φορτίο μόνιμο και κινητό σε Κν/μ. Το ίδιο βάρος δοκού προστίθεται από το πρόγραμμα.



|                                    |                |                |  |
|------------------------------------|----------------|----------------|--|
| Φορτία δοκού                       |                |                |  |
| Μόνιμο φορτίο (EN1991-1-1 §5.2)    | gk1= 7.00 kN/m | gk2= 7.00 kN/m |  |
| Μεταβλητό φορτίο (EN1991-1-1 §6.3) | qk1= 8.00 kN/m | qk2= 8.00 kN/m |  |



#### Άνοιγμα δοκού και παράπλευρες στηρίξεις

Άνοιγμα δοκού L σε μέτρα.

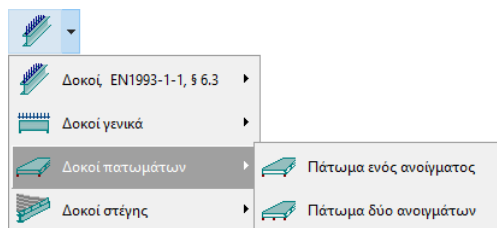
Συνθήκες πλευρικής στήριξης, μη συγκρατούμενη πλευρικά, πλήρως συγκρατούμενη πλευρικά, πλευρική στήριξη στο μέσο του ανοίγματος, πλευρική στήριξη στα τρίτα του ανοίγματος.

### 15.2 Δοκοί πατώματος

- Πάτωμα ενός ανοίγματος
- Πάτωμα δυο ανοιγμάτων

#### Φορτία πατώματος

- Φορτίο επικάλυψης, (πλακάκια, δάπεδο κλπ.)
- Φορτίο πατώματος το φορτίο των διαδοχικών ή της πλάκας σκυροδέματος. Αν επιλεγεί πλάκα σκυροδέματος ( $\leq 70\text{mm}$ ) ή ξύλινο δάπεδο, επιλέγεται πλευρικά μη συγκρατούμενες δοκοί. Αν επιλεγεί πλάκα σκυροδέματος παχύτερη, επιλέγεται πλευρικά πλήρως συγκρατούμενοι δοκοί. Αν επιλεγεί μεταλλικό πάτωμα επιλέγεται πλευρικά συγκράτηση στο μέσο του ανοίγματος. Η επιλογή πλευρικής συγκράτησης μπορεί να αλλαχτεί μετέπειτα.
- Μεταβλητό φορτίο. Εμφανίζεται πίνακας επιλογής σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1 EN1991-1-1 6.3).

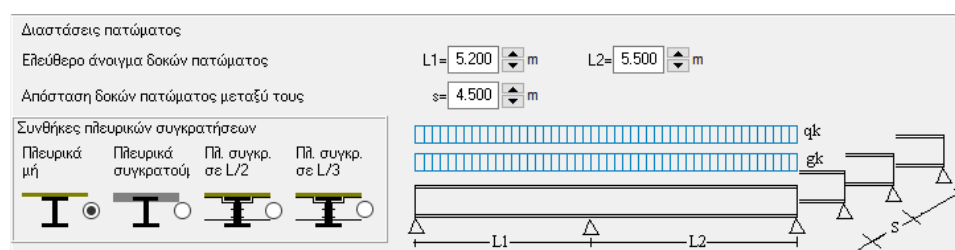


|                            |            |   |
|----------------------------|------------|---|
| Δάπεδο από σκυρόδεμα 100mm | 2.50 kN/m² | ▼ |
| Δάπεδο από σκυρόδεμα 70mm  | 1.75 kN/m² |   |
| Δάπεδο από σκυρόδεμα 100mm | 2.50 kN/m² |   |
| Δάπεδο από σκυρόδεμα 150mm | 3.75 kN/m² |   |
| Δάπεδο από σκυρόδεμα 200mm | 5.00 kN/m² |   |
| Δάπεδο από σκυρόδεμα 250mm | 6.25 kN/m² |   |
| Δάπεδο από σκυρόδεμα 300mm | 7.50 kN/m² |   |
| Ξύλινο δάπεδο              | 0.30 kN/m² |   |
| Χαλυβδινό δάπεδο           | 0.70 kN/m² |   |

#### Άνοιγμα δοκού και πλευρικές συγκρατήσεις

Άνοιγμα δοκού (L) και απόσταση δοκών πατώματος μεταξύ τους (s) σε μέτρα.

Συνθήκες πλευρικής στήριξης, μη συγκρατούμενη πλευρικά, πλήρως συγκρατούμενη πλευρικά, πλευρική στήριξη στο μέσο του ανοίγματος, πλευρική στήριξη στα τρίτα του ανοίγματος.

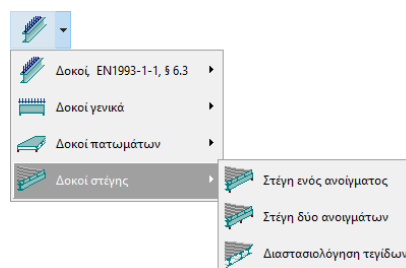


### 15.3 Δοκοί στέγης

- Δοκοί ενός ανοίγματος
- Δοκοί δύο ανοιγμάτων
- Τεγίδες

#### Διαστάσεις

Άνοιγμα κυρίων δοκών και απόσταση μεταξύ των δοκών. Το άνοιγμα τεγίδων είναι η απόσταση των κυρίων δοκών.



|                       |             |             |  |
|-----------------------|-------------|-------------|--|
| Διαστάσεις στέγης     |             |             |  |
| Ανοίγματα δοκού       | L1= 8.000 m | L2= 8.000 m |  |
| Απόσταση μεταξύ δοκών | s= 5.200 m  |             |  |

#### Φορτία

##### Μόνιμα φορτία

- Φορτία επικάλυψης [kN/m<sup>2</sup>]. Φορτίο χαλυβδόφυλλων μόνωσης τεγίδων.
- Φορτίο οροφής στο κάτω μέρος (αν υπάρχει) [kN/m<sup>2</sup>]
- Ίδιο βάρος δοκών υπολογίζεται από το πρόγραμμα και προστίθεται στα μόνιμα φορτία. Ειδικό βάρος χάλυβα  $\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$

|                                            |                                 |                                               |  |
|--------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------|--|
| Φορτία στέγης                              |                                 |                                               |  |
| Μόνιμο φορτίο (EN1991-1-1 §6.3)            | gk= 0.250 kN/m <sup>2</sup>     | Γωνία στέγης 10.000 °                         |  |
| Φορτίο χιονιού (EN1991-1-3 §5.3)           | qsk= 0.405 kN/m <sup>2</sup>    | Ελλάδα, z=A, A=100m, Sk=0.41kN/m <sup>2</sup> |  |
| Φορτίο ανέμου,πίεση (EN1991-1-4 §7.2)      | qwk(+)= 0.000 kN/m <sup>2</sup> | Greece ELOT EN, Ub,o=33.00m/s                 |  |
| Φορτίο ανέμου,αναρρόφηση (EN1991-1-4 §7.2) | qwk(-)= 0.900 kN/m <sup>2</sup> |                                               |  |
| Επιβεβλημένο φορτίο (EN1991-1-1 §6.3.4.2)  | qk= 0.400 kN/m <sup>2</sup>     |                                               |  |

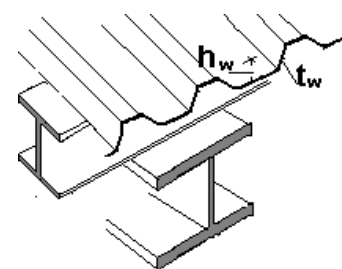
#### Μεταβλητά φορτία

- Επιβεβλημένο φορτίο σύμφωνα με EN1990-1-1 Πίνακα 6.1 και το Εθνικό προσάρτημα.
- Φορτίο χιονιού σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1-3:2004
- Φορτίο ανέμου σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1-4:2005

### 15.4 Σχεδιασμός τεγίδων

Η επικάλυψη είναι με χαλυβδόφυλλα πάνω σε τεγίδες. Το πάχος  $t_w$  [mm] και το ύψος του προφίλ  $h_w$  [mm] χρησιμοποιούνται για να εκτιμηθεί ο βαθμός πλευρικής συγκράτησης των τεγίδων.

|                         |                                             |                                                                |  |
|-------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--|
| Τεγίδες                 |                                             |                                                                |  |
| Απόσταση τεγίδων        | 3.000 mm                                    | <input checked="" type="radio"/> Αμφιέριστη τεγίδα             |  |
| Επικάλυψη(χαλυβδόφυλλα) | Πάχος χαλυβδόφυλλου $t_w = 0.75 \text{ mm}$ | <input type="radio"/> Συνεχής τεγίδα                           |  |
|                         | Ύψος προφίλ $h_w = 40.0 \text{ mm}$         | <input type="radio"/> Τεγίδα μη συγκρατούμενη πλευρικά         |  |
|                         |                                             | <input checked="" type="radio"/> Τεγίδα συγκρατούμενη πλευρικά |  |



Η απόσταση των τεγίδων είναι η απόσταση αξόνων των τεγίδων. Η διατομή των τεγίδων μπορεί να είναι συμμετρική διατομή (I) ή μη συμμετρική Z, C ή U. Στην περίπτωση μη συμμετρικής διατομής η τεγίδα θεωρείται πλευρικά συγκρατούμενη για φορτία προς τα κάτω.

Εάν επιλέξετε *τεγίδα μη συγκρατούμενη πλευρικά* τότε η πλευρική συγκράτηση της τεγίδας λόγω της επικάλυψης δεν λαμβάνεται υπόψη. Αν επιλέξετε *τεγίδα συγκρατούμενη πλευρικά* τότε η πλευρική συγκράτηση της τεγίδας λόγω της επικάλυψης υπολογίζεται από το πρόγραμμα και χρησιμοποιείται για τον πλευρικό λυγισμό σε πίεση ανέμου, ενώ σε υποπίεση ανέμου η τεγίδα θεωρείται χωρίς πλευρική συγκράτηση. Για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών επιλέγεις *αμφιέριστη* ή *συνεχής τεγίδα*. Στη δεύτερη περίπτωση η τεγίδα θεωρείται συνεχής επί πολλών ανοιγμάτων.

Οι εγκάρσιες αποστάσεις ενισχύσεων υποστυλωμάτων και ζυγωμάτων χρησιμοποιούνται για το έλεγχο σε εγκάρσιο καμπτικό και στρεπτοκαμπτικό.

Οι επιλογές στο μενού Παράμετροι/Παράμετροι σχεδιασμού θα σας βοηθήσουν στη σωστή επιλογή αυτών των αποστάσεων.

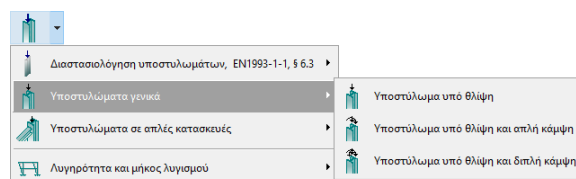




## 16 Σχεδιασμός Υποστυλωμάτων

### 16.1 Υποστυλώματα

- Υποστυλώματα σε θλίψη
- Υποστυλώματα σε θλίψη και κάμψη
- Υποστυλώματα σε θλίψη και διπλή κάμψη



### Φορτία

|                                    |         |           |                      |
|------------------------------------|---------|-----------|----------------------|
| Φορτίο                             |         |           |                      |
| Μόνιμο φορτίο (EN1991-1-1 §5.2)    | $N_g =$ | 625.00 kN | $M_{yg} =$ 40.00 kNm |
| Μεταβλητό φορτίο (EN1991-1-1 §6.6) | $N_q =$ | 360.00 kN | $M_{yq} =$ 20.00 kNm |

Θλιπτικό φορτίο σε (kN) και καμπτικές ροπές σε (kNm) στις δύο διευθύνσεις κάμψης  $y-y$  είναι η κύρια κατεύθυνση κάμψης και  $z-z$  είναι η δευτερεύουσα κατεύθυνση κάμψης. Τα φορτία είναι μόνιμα και κινητά.

### Ύψος υποστυλώματος και μήκη λυγισμού

|                      |                                 |  |                                              |                                            |
|----------------------|---------------------------------|--|----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Ύψος υποστυλώματος   | $L =$ 3.400 m                   |  | EC3 (§6.3.2.2)                               | EC3 (§6.3.3)                               |
| Μήκος λυγισμού $y-y$ | $L_{cr,y} =$ 1.00 x 3.40 3.40 m |  | <input type="radio"/> EC3-Εξ.6.56            | <input type="radio"/> Μέθοδος 1            |
| Μήκος λυγισμού $z-z$ | $L_{cr,z} =$ 1.00 x 3.40 3.40 m |  | <input checked="" type="radio"/> EC3-Εξ.6.57 | <input checked="" type="radio"/> Μέθοδος 2 |

Μήκη λυγισμού Λυγισμός στο επίπεδο

Μήκη λυγισμού Λυγισμός εκτός επιπέδου

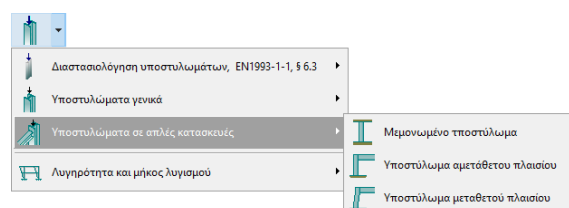
Ύψος υποστυλώματος και μήκη λυγισμού στις δύο διευθύνσεις κάμψης,  $y-y$  και  $z-z$ . Καθορίστε τα μήκη λυγισμού στις δύο κατευθύνσεις  $y-y$  και  $z-z$ . Τα μήκη λυγισμού καθορίζονται από τους λόγους προς το ύψος του υποστυλώματος. Αυτοί οι λόγοι μπορεί να επιλεγούν από τα γνωστά μήκη λυγισμού με κλικ ή από τα μήκη λυγισμού υποστυλωμάτων αμεταθέτων και μεταθετών πλαισίων με κλικ σύμφωνα με Ευρωκώδικα 3.

### Επιλογές Ευρωκώδικα 3

Επιλέγεται καμπύλες λυγισμού από εξ. 6.56 ή εξ. 6.57.  
Επιλέγεται τη μέθοδο (1, 2 ή και τις δύο) για υπολογισμό συντελεστών αλληλοεπίδρασης  $k_{yy}$ ,  $k_{yz}$ ,  $k_{zy}$  και  $k_{zz}$ .

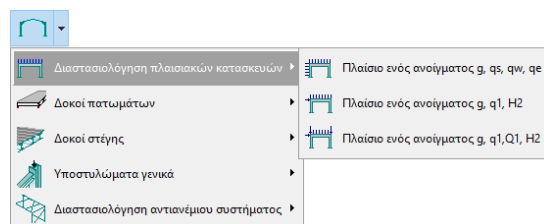
### 16.2 Υποστυλώματα σε απλές κατασκευές

- Απλό υποστυλώμα
- Υποστυλώμα σε αμετάθετο πλαίσιο
- Υποστυλώμα σε μεταθετό πλαίσιο



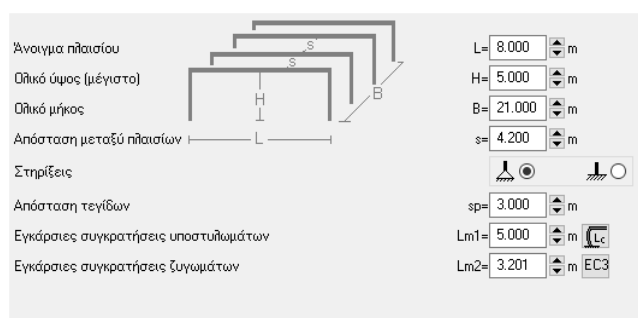
## 17 Σχεδιασμός απλών πλαισιακών κατασκευών

- **Απλά πλαίσια σε φορτία χιονιού, ανέμου και σεισμού** (συνήθεις κατασκευές υποστέγων).
- **Απλά πλαίσια σε κατακόρυφα κατανεμημένα φορτία και οριζόντιο φορτίο** (μονώροφα κτίρια).
- **Απλά πλαίσια σε κατακόρυφα κατανεμημένα φορτία και οριζόντιο φορτίο και συγκεντρωμένα φορτία στα υποστυλώματα** (πλάισια σε πολυώροφα κτίρια).
- **Δυώροφα πλαίσια σε κατακόρυφα κατανεμημένα φορτία και οριζόντιο φορτίο** (δυώροφα κτίρια).



### 17.1 Βασικές διαστάσεις κατασκευής

- Άνοιγμα πλαισίου [m], η απόσταση ανάμεσα στους άξονες των υποστυλωμάτων.
- Ολικό ύψος H [m] το ύψος υποστυλώματος στα σημεία τομής των αξόνων. Σε διώροφα πλαίσια τα ύψη ορόφων H1 και H2
- Ολικό εγκάρσιο μήκος B [m].
- Απόσταση μεταξύ πλαισίων s [m].
- Είδος στηρίξεων. Άρθρωση ή πάκτωση
- Αποστάσεις εγκάρσιων συγκρατήσεων για υποστυλώματα και ζυγώματα.



### 17.2 Παράμετροι για έλεγχο λυγισμού

Επιλέγεται τον τρόπο πλευρικής στήριξης που θα χρησιμοποιηθεί από το πρόγραμμα με κλικ στο κουμπί .

Λυγισμός στύλων

☒ Μήκος για πλευρικό και στρεπτικό λυγισμό στη βάση της ενίσχυσης ή απόσταση πλευρικών στηρίξεων

☐ Μήκος για πλευρικό και στρεπτικό λυγισμό στα σημεία τομής αξόνων ή απόσταση πλευρικών στηρίξεων (συντηρητικό)

Λυγισμός ζυγώματος

☒ Μήκος για πλευρικό λυγισμό απόσταση τεγίδων, για στρεπτικό λυγισμό απόσταση πλευρικών στηρίξεων

☐ Μήκος για πλευρικό και στρεπτικό λυγισμό η απόσταση πλευρικών στηρίξεων (συντηρητικό)

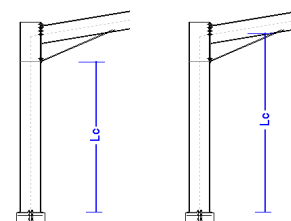
#### Λυγισμός υποστυλωμάτων

(1): (Προεπιλεγμένο)

- Λυγισμός εντός επιπέδου, μήκος λυγισμού  $L_{cr}$  = μήκος συστήματος σημεία αξόνων.
- Εκτός επιπέδου λυγισμός, πλευρικός και στρεπτοκαμπτικός λυγισμός το ύψος του υποστυλώματος μέχρι το σημείο ενίσχυσης ή η απόσταση πλευρικών στηρίξεων  $L_{m1}$ , αν καθορίζεται μικρότερη από το ύψος υποστυλώματος.

(2): (Συντηρητικό)

- Λυγισμός εντός επιπέδου, μήκος λυγισμού  $L_{cr}$  = μήκος συστήματος σημεία αξόνων.
- Εκτός επιπέδου λυγισμός, πλευρικός και στρεπτοκαμπτικός λυγισμός μήκος συστήματος ή η απόσταση πλευρικών στηρίξεων  $L_{m1}$ .



#### Λυγισμός ζυγώματος

(2) (Προεπιλεγμένο)

- Λυγισμός εντός επιπέδου, μήκος λυγισμού  $L_{cr}$  = μήκος συστήματος. Αυτό υπολογίζεται από το ολικό μήκος L και την πρώτη ιδιομορφία λυγισμού.
- Εκτός επιπέδου λυγισμός μήκος λυγισμού η απόσταση τεγίδων, στρεπτοκαμπτικός λυγισμός η απόσταση πλευρικών στηρίξεων  $L_{m2}$ .

(2) (Συντηρητικό)

- Λυγισμός εντός επιπέδου, μήκος λυγισμού  $L_{cr}$  = μήκος συστήματος.
- Εκτός επιπέδου λυγισμός και στρεπτοκαμπτικός λυγισμός η απόσταση πλευρικών στηρίξεων  $L_{m2}$ .



### 17.3 Παράμετροι σχεδιασμού

Κλικ στο **EC3** για να δείτε ή να ρυθμίσετε (εάν είναι απαραίτητο) τους παραμέτρους για τον Ευρωκώδικα 3 και το Εθνικό προσάρτημα.

Συντελεστές δράσεων για καταστάσεις αστοχίας EQU και STR σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 0 Πίνακας A1.2A και A1.2B.

Συντελεστές συνδυασμού δράσεων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 0 Πίνακας A1.1.

Κλικ [Επαναφορά] για επαναφορά στις αρχικές τιμές του Εθνικού προσαρτήματος.

Συντελεστές υλικού για χάλυβα σύμφωνα με Ευρωκώδικα 3 §6.1

Συντελεστές υλικού για οπλισμένο σκυρόδεμα σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 2 §2.4.2.4., χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό θεμελίωσης από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Συντελεστές υλικού εδάφους σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 7 προσάρτημα A, χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό θεμελίωσης.

Ευρωκώδικας 3, παράμετροι σχεδιασμού

Υπολογισμοί στρεπτοκαμπτικού λυγισμού σύμφωνα με Ευρωκώδικα 3 εξ. 6.56 και Πίνακες T 6.3 και T 6.4. (πιο συνηθισμένο).

Υπολογισμοί στρεπτοκαμπτικού λυγισμού σύμφωνα με Ευρωκώδικα 3 εξ. 6.57 και πίνακας T 6.5.

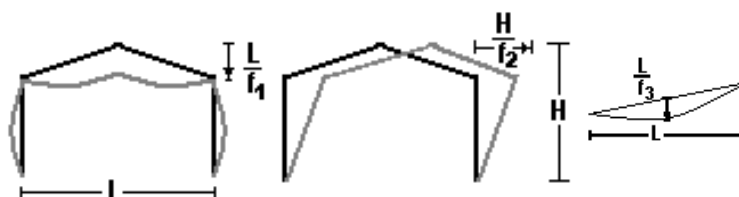
Μέθοδος υπολογισμού των συντελεστών αλληλοεπίδρασης για συνδυασμό καμπτικού και στρεπτοκαμπτικού λυγισμού. Μέθοδος 1 στο προσάρτημα A ή Μέθοδος 2 στο προσάρτημα B (πιο συνηθισμένο). Τρόπος υπολογισμού ελαστικής κρίσιμης ροής στρεπτοκαμπτικού λυγισμού.

Παράμετροι Μεταλλικών πλαισίων

Καθορίζετε ορισμένους παραμέτρους που δεν καλύπτονται από το Εθνικό προσάρτημα.

Όρια μετατοπίσεων σε κατάσταση λειτουργικότητας (SLS)

Τα όρια από αυτές τις μετατοπίσεις σύμφωνα με Ευρωκώδικα EN1993-1-1 § 7.2 και EN 1990 Προσάρτημα A1.4 μπορούν να καθοριστούν για κάθε αρχείο. Σύμφωνα με EN1993-1-1 αυτά τα όρια μπορούν να καθοριστούν ανάλογα με το είδος της μελέτης. Συνήθεις τιμές: κατακόρυφη μετατόπιση  $L/200$ , οριζόντια μετατόπιση  $H/150$ , βέλος κάμψης  $L/200$ .



Παράμετροι Εθνικού Προσαρτήματος

Συντ. Δράσεων | Συνδυασμοί δράσεων | Συντ. ασφαλείας | EN1993-1-1 | SLS EC3 §7.2

ULS (EQU) ECD EN1990:2002 §6.4 Πιν. A1.2A

Συντ. δράσης μόνιμης δυσμενούς  $\gamma_{G, sup} = 1.10$

Συντ. δράσης μόνιμης ευμενούς  $\gamma_{G, inf} = 0.90$

Συντ. δράσης μεταβλητής δυσμενούς  $\gamma_{Q} = 1.50$

ULS (STR) ECD EN1990:2002 §6.4 Πιν. A1.2B

Συντ. δράσης μόνιμης δυσμενούς  $\gamma_{G, sup} = 1.35$

Συντ. δράσης μόνιμης ευμενούς  $\gamma_{G, inf} = 1.00$

Επαναφορά ☒ OK ☐ Ανανεώ ☐ Βοήθεια

Παράμετροι Εθνικού Προσαρτήματος

Συντ. Δράσεων | Συνδυασμοί δράσεων | Συντ. ασφαλείας | EN1993-1-1 | SLS EC3 §7.2

Συνδυασμοί δράσεων ECD EN1990:2002 Πιν. A1.1

| Δράση                                                    | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|----------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| Κατηγορία A (κατοικίες)                                  | 0.70     | 0.50     | 0.30     |
| Κατηγορία B (γραφεία)                                    | 0.70     | 0.50     | 0.30     |
| Κατηγορία C (χώροι συνάθροισης)                          | 0.70     | 0.70     | 0.60     |
| Κατηγορία D (καταστήματα)                                | 0.70     | 0.70     | 0.60     |
| Κατηγορία E (αποθήκες)                                   | 1.00     | 0.90     | 0.80     |
| Κατηγορία F                                              | 0.70     | 0.70     | 0.60     |
| Κατηγορία G                                              | 0.70     | 0.50     | 0.30     |
| Κατηγορία H (στέγες)                                     | 0.00     | 0.00     | 0.00     |
| Φορτία γενικού σε κτίρια ( $W \leq 100 \text{ m.s.l.}$ ) | 0.70     | 0.50     | 0.20     |
| Φορτία γενικού σε κτίρια ( $W < 100 \text{ m.s.l.}$ )    | 0.50     | 0.20     | 0.00     |
| Φορτία ανέμου σε κτίρια                                  | 0.60     | 0.20     | 0.00     |

Επαναφορά ☒ OK ☐ Ανανεώ ☐ Βοήθεια

Παράμετροι Εθνικού Προσαρτήματος

Συντ. Δράσεων | Συνδυασμοί δράσεων | Συντ. ασφαλείας | EN1993-1-1 | SLS EC3 §7.2

Ευρωκώδικας 3 (Κατασκευές από χάλυβα) EC3 EN1993-1-1:2005 §6.1

$\gamma_{Rd} = 1.00$   $\gamma_{Rd} = 1.00$   $\gamma_{Rd} = 1.25$

Ευρωκώδικας 2 (Οπλισμένο σκυρόδεμα) EC2 EN1992-1-1:2004 §2.4.2.4

$\gamma_{Rd} = 1.50$   $\gamma_{Rd} = 1.15$

Ευρωκώδικας 7 (Θεμελίωση) EC7 EN1997-1-1:2004 Προσάρτημα A

$\gamma_{Rd} (EQU, GEO) = 1.40$   $\gamma_{Rd} (EQU, GEO) = 1.25$

Επαναφορά ☒ OK ☐ Ανανεώ ☐ Βοήθεια

Παράμετροι Εθνικού Προσαρτήματος

Συντ. Δράσεων | Συνδυασμοί δράσεων | Συντ. ασφαλείας | EN1993-1-1 | SLS EC3 §7.2

Πλευρικός λυγισμός (EN1993-1-1 §6.3.2.3)

Μέθοδος υπολογισμού ☐ EC3-EE 6.56 ☒ EC3-EE 6.57

$\bar{\lambda}_{LT,0} = 0.40$   $\beta = 0.75$

Κάμψη και θλίψη (EN1993-1-1 §6.3.3)

Μέθοδος υπολογισμού ☐ Μέθοδος 1 ☒ Μέθοδος 2 ☐ Μέθοδος 1 και 2

Ελαστική κρίσιμη ροή πλευρικού λυγισμού

ECCS 119/Galea SM030a-EN-EU Access Steel 2006

Επαναφορά ☒ OK ☐ Ανανεώ ☐ Βοήθεια

Παράμετροι Εθνικού Προσαρτήματος

Συντ. Δράσεων | Συνδυασμοί δράσεων | Συντ. ασφαλείας | EN1993-1-1 | SLS EC3 §7.2

Όριο Κατακόρυφης μετατόπισης  $w \leq L/1$   $f_1 = 200.0$

Όριο Οριζόντιας μετατόπισης  $u \leq H/2$   $f_2 = 150.0$

Μέγιστο βέλος κάμψης στέγης γενικά  $W_{max} \leq L/13$   $f_3 = 200.0$

Βέλος κάμψης στέγης λόγω μεταβλητών φορτίων  $w_3 \leq L/14$   $f_4 = 250.0$

Επαναφορά ☒ OK ☐ Ανανεώ ☐ Βοήθεια



## 17.4 Διατομές χάλυβα

Πρότυπες χαλύβδινες διατομές (πίνακας)

Χαλύβδινες διατομές

| I     | h   | b   | t <sub>w</sub> | t <sub>f</sub> | r    | A               | G     | I <sub>y</sub>  | I <sub>z</sub>  | I <sub>xy</sub> | I <sub>yz</sub> | I <sub>xy</sub> | I <sub>yz</sub> | I <sub>xy</sub> | I <sub>yz</sub> | I <sub>xy</sub> | I <sub>yz</sub> | I <sub>xy</sub> | I <sub>yz</sub> |
|-------|-----|-----|----------------|----------------|------|-----------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| mm    | mm  | mm  | mm             | mm             | mm   | cm <sup>2</sup> | kg/m  | cm <sup>4</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>4</sup> |
| I 80  | 80  | 42  | 3.9            | 5.9            | 3.9  | 7.57            | 5.94  | 77.80           | 19.50           | 22.70           | 3.21            | 3.30            | 6.29            | 3.00            | 5.46            | 0.912           | 4.96            | 0.798           | 100.0           |
| I 100 | 100 | 50  | 4.5            | 6.8            | 4.5  | 10.60           | 8.34  | 171.0           | 34.20           | 39.70           | 4.02            | 4.72            | 12.20           | 4.88            | 8.94            | 1.07            | 6.80            | 1.47            | 307.6           |
| I 120 | 120 | 58  | 5.1            | 7.7            | 5.1  | 14.20           | 11.1  | 328.0           | 54.70           | 63.50           | 4.81            | 6.45            | 21.50           | 7.41            | 13.63           | 1.23            | 8.93            | 2.49            | 789.4           |
| I 140 | 140 | 66  | 5.7            | 8.6            | 5.7  | 18.20           | 14.3  | 573.0           | 81.90           | 95.20           | 5.61            | 8.32            | 35.20           | 10.70           | 19.73           | 1.39            | 11.35           | 3.96            | 1 779           |
| I 160 | 160 | 74  | 6.3            | 9.5            | 6.3  | 22.80           | 17.9  | 935.0           | 117.0           | 136.0           | 6.40            | 10.54           | 54.70           | 14.80           | 27.41           | 1.55            | 14.06           | 6.01            | 3 633           |
| I 180 | 180 | 82  | 6.9            | 10.4           | 6.9  | 27.90           | 21.9  | 1 450           | 161.0           | 187.0           | 7.21            | 13.00           | 81.30           | 19.80           | 36.86           | 1.71            | 17.06           | 8.76            | 6 873           |
| I 200 | 200 | 90  | 7.5            | 11.3           | 7.5  | 33.40           | 26.2  | 2 140           | 214.0           | 249.0           | 8.00            | 15.60           | 117.0           | 26.00           | 48.26           | 1.87            | 20.34           | 12.36           | 12 222          |
| I 220 | 220 | 98  | 8.1            | 12.2           | 8.1  | 39.50           | 31.1  | 3 060           | 278.0           | 323.0           | 8.80            | 18.55           | 162.0           | 33.10           | 61.79           | 2.03            | 23.91           | 16.97           | 20 659          |
| I 240 | 240 | 106 | 8.7            | 13.1           | 8.7  | 46.10           | 36.2  | 4 250           | 354.0           | 411.0           | 9.60            | 21.75           | 221.0           | 41.70           | 77.64           | 2.19            | 27.77           | 22.76           | 33 469          |
| I 260 | 260 | 113 | 9.4            | 14.1           | 9.4  | 53.30           | 41.9  | 5 740           | 442.0           | 513.0           | 10.38           | 25.41           | 288.0           | 51.00           | 95.14           | 2.32            | 31.87           | 30.52           | 51 258          |
| I 280 | 280 | 119 | 10.1           | 15.2           | 10.1 | 61.00           | 47.9  | 7 590           | 542.0           | 631.0           | 11.15           | 29.43           |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| I 300 | 300 | 125 | 10.8           | 16.2           | 10.8 | 69.00           | 54.2  | 9 800           | 653.0           | 761.0           | 11.92           | 33.75           |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| I 320 | 320 | 131 | 11.5           | 17.3           | 11.5 | 77.70           | 61.0  | 12 510          | 782.0           | 913.0           | 12.69           | 38.34           |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| I 340 | 340 | 137 | 12.2           | 18.3           | 12.2 | 86.70           | 68.0  | 15 700          | 923.0           | 1 078           | 13.46           | 43.26           |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| I 360 | 360 | 143 | 13.0           | 19.5           | 13.0 | 97.00           | 76.1  | 19 610          | 1 090           | 1 274           | 14.22           | 48.83           |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| I 380 | 380 | 149 | 13.7           | 20.5           | 13.7 | 107.0           | 84.0  | 24 010          | 1 260           | 1 480           | 14.98           | 54.34           |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| I 400 | 400 | 155 | 14.4           | 21.6           | 14.4 | 118.0           | 92.4  | 29 210          | 1 460           | 1 712           | 15.73           | 60.37           |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| I 425 | 425 | 163 | 15.3           | 23.0           | 15.3 | 132.0           | 104.0 | 36 970          | 1 740           | 2 041           | 16.74           | 67.58           |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| I 450 | 450 | 170 | 16.2           | 24.3           | 16.2 | 147.0           | 115.0 | 45 850          | 2 040           | 2 394           | 17.66           | 76.19           |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| I 475 | 475 | 178 | 17.1           | 25.6           | 17.1 | 163.0           | 128.0 | 56 480          | 2 380           | 2 795           | 18.61           | 85.00           |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| I 500 | 500 | 185 | 18.0           | 27.0           | 18.0 | 179.0           | 141.0 | 68 740          | 2 750           | 3 235           | 19.60           | 93.68           |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| I 550 | 550 | 200 | 19.0           | 30.0           | 19.0 | 212.0           | 166.0 | 99 180          | 3 610           | 4 229           | 21.63           | 109.1           |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| I 600 | 600 | 215 | 21.6           | 32.4           | 21.6 | 254.0           | 199.0 | 139 000         | 4 630           | 5 465           | 23.39           | 135.7           |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |

Διαγράμμιση I 180

Καθορίστε τις διατομές για υποστυλώματα και ζυγώματα. Επιλέξτε αν χρησιμοποιήσετε πρότυπη, μη πρότυπη ή συγκολλητή διατομή.

Χαλύβδινες διατομές (EN1993-1-1 §5)

Διατομή υποστυλωμάτων

Διατομή ζυγωμάτων

☒ Πρότυπες διατομές  
☐ Μη πρότυπες διατομές  
☐ Συγκολλητές διατομές

IPE 400  
 IPE 450

Κλικ  και εμφανίζεται η βιβλιοθήκη με τις πρότυπες διατομές. Επιλέγετε τύπο διατομής αριστερά και δεξιά το μέγεθος της διατομής. Οι βασικές ιδιότητες της διατομής εμφανίζονται στο δεξιά παράθυρο και το σχέδιο της διατομής κάτω δεξιά υπό κλίμακα.

## 17.5 Προσχεδιασμός - Επιλογή μεγέθους διατομών

Κλικ  και το πρόγραμμα επιλέγει τις κατάλληλες διατομές για τα ανοίγματα και τα φορτία της κατασκευής. Μπορείτε να ξεκινήσετε με την επιλογή του Προσχεδιασμού και έπειτα να βελτιώσετε την μελέτη.

## 17.6 Συνδέσεις πλαισίου

Όλες οι συνδέσεις θεωρούνται κοχλιωτές συνδέσεις.

Για τις συνδέσεις υποστυλώματος με ζύγωμα και κορυφής ζυγώματος οι πλάκες σύνδεσης έχουν το ίδιο πάχος και οι ήλοι είναι ίδιοι (διάμετρος, ποιότητα).

Το πάχος πλάκας σύνδεσης πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το πάχος πέλματος υποστυλώματος ή ζυγώματος. Στο κάτω μέρος της σύνδεσης ζυγώματος – υποστυλώματος, τοποθετείται εγκάρσια ενίσχυση για παραλαβή των θλιπτικών δυνάμεων

Συνδέσεις EN1993-1-8

Μετωπική πλάκα (ζύγωμα-υποστ. κορυφή)

Κοχλίες, διάμετρος, κατηγορία αντοχής

Πλάκα έδρασης υποστυλώματος

Αγκύρια

Σκυρόδεμα: Χάλυβας

☒ Μελέτη συνδέσεων  
 Πάχος t<sub>p</sub> = 20 mm ☒ S 235  
 M 24 ☒ 10.9 ☐ Κατηγορία αντοχής κοχλίων  
 Πάχος t<sub>b</sub> = 30 mm ☒ S 235  
 M 24 ☒ 5.6 ☐ Κατηγορία αντοχής κοχλίων  
 C25/30 - B500C 



Η πλάκα έδρασης υποστυλώματος πάνω από τη βάση οπλισμένου σκυροδέματος αγκυρώνεται στη βάση σκυροδέματος. Τα αγκύρια σχεδιάζονται ώστε να αντέχουν σε δυνάμεις διάτμησης αλλά και σε δυνάμεις υφαρπαγής προς τα άνω που προκύπτουν από τον άνεμο ή σεισμό. Τα αγκύρια σχεδιάζονται σύμφωνα με CEN/TS 1992-4-1:1992 και CEN/TS 1992-4-2:19.

Οι ήλοι της πλάκας έδρασης υποστυλώματος συνεχίζουν με αγκύρια. Τα αγκύρια μπορεί να είναι με άγκιστρα ή με πλάκες. Τα αγκύρια με άγκιστρα (δύο πρώτες επιλογές) δεν μπορεί να επιλεγθούν για ποιότητα κοχλίων με  $f_y > 300 \text{ N/mm}^2$  ( $M > 5.6$ ), σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1993-1-8:2005, 6.2.6.12 (6).

Το πρόγραμμα, αν είναι απαραίτητο, αυξάνει τη διάμετρο ήλων ή το πάχος πλακών σύνδεσης και έδρασης για να ικανοποιήσει τους ελέγχους της μελέτης σύμφωνα με Ευρωκώδικα EN1993-1-8.

## 17.7 Φορτία πλαισίων

### 17.7.1 Φορτία χιονιού, ανέμου και σεισμού

Το πρόγραμμα υπολογίζει όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων σε κατάσταση αστοχίας, ULS, EQU, STR και κατάσταση λειτουργικότητας SLS. Οι συντελεστές φορτίων και οι συντελεστές συνδυασμού δράσεων λαμβάνονται από το Ευρωκώδικα 0 και το Εθνικό προσάρτημα.

Τα φορτία που χρησιμοποιούνται στο πρόγραμμα είναι:

|                                                  |                        |       |                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------|------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Φορτία EN1991-1-1, EN1998-1-1                    |                        |       |                                                                                                                                                              |
| Φορτίο χιονιού επί του εδάφους (EN1991-1-3 §4)   | Sk=                    | 0.400 | kN/m <sup>2</sup>  GRC, z=A, A=0m, Sk=0.40kN/m <sup>2</sup> , Ce=1.00, Ct= |
| Πίεση ανέμου σε κάθετη επιφάνεια (EN1991-1-4 §4) | qwk=                   | 0.900 | kN/m <sup>2</sup>  Greece ELOT EN                                         |
| Εσωτερική πίεση ανέμου (EN1991-1-4 §7.2.9)       | wi=Cpi*qwk=            | 0.000 | kN/m <sup>2</sup>                                                                                                                                            |
| Φορτίο επικάλυψης (EN1991-1-1 )                  | gk1=                   | 0.200 | kN/m <sup>2</sup>                                                                                                                                            |
| Φορτίο οροφής κάτω από στέγη                     | gk2=                   | 0.000 | kN/m <sup>2</sup>                                                                                                                                            |
| Σεισμικό φορτίο (EN1998-1-1 )                    | α = α <sub>gr</sub> /g | 0.160 |  Ελλάδα, Σεισμική ζώνη: I, α <sub>gr</sub> /g=0.160                       |

### Μόνιμα φορτία

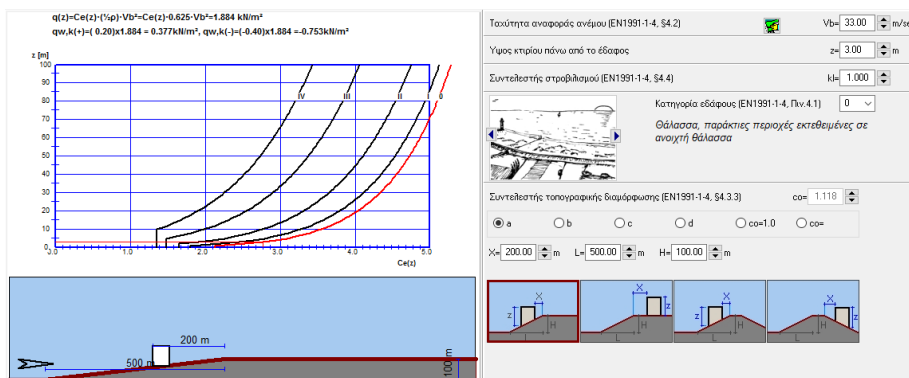
- Επικάλυψη στέγης [kN/m<sup>2</sup>] περιλαμβάνει το βάρος της επικάλυψης, βάρος χαλυβδόφυλλων, τεγίδων, μόνωσης.
- Βάρος οροφής (αν υπάρχει) στο κάτω μέρος των ζυγωμάτων [kN/m<sup>2</sup>]
- Ίδιο βάρος από τα μέλη της κατασκευής, υπολογίζεται από το πρόγραμμα ανάλογα με τις επιλεγμένες διατομές των μελών με ειδικό βάρος  $\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$

### Μεταβλητά φορτία

- Επιβεβλημένο φορτίο σύμφωνα με EN1990-1-1 6.1, υπολογίζεται από το πρόγραμμα και το Εθνικό προσάρτημα.
- Φορτίο χιονιού, σύμφωνα με Ευρωκώδικας 1-3:2004

Το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού επί του εδάφους sk καθορίζεται σε kN/m<sup>2</sup>.

Κλικ  και εμφανίζεται ένα εξειδικευμένο παράθυρο όπου έχετε την δυνατότητα από τις διάφορες περιοχές (ζώνες χιονιού) και το υψόμετρο να υπολογίσετε το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού επί του εδάφους βάσει του Ευρωκώδικα 1-3:2004 και του Εθνικού προσαρτήματος. Η περιοχή (χάρτης) επιλέγεται από το Παράμετροι/Φορτία χιονιού επί του εδάφους. Το φορτίο χιονιού στην στέγη υπολογίζεται σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1-3:2003.



- **Φορτία ανέμου**, σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1-4:2005

Πίεση ανέμου σε κατακόρυφη καθορίζεται σε kN/m<sup>2</sup>.

Κλικ  και εμφανίζεται ένα εξειδικευμένο παράθυρο όπου έχετε την δυνατότητα να υπολογίσετε την πίεση ανέμου από την ταχύτητα του ανέμου και την τοπογραφία της περιοχής σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1-4:2005.

Η πίεση του ανέμου υπολογίζεται σε διάφορα σημεία της στέγης και των τοίχων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1-4:2005 §7.2.5 και Πιν. 7.4a και Πιν. 7.1.

Η περιοχή (χάρτης) επιλέγεται από το Παράμετροι/Ταχύτητα αναφοράς ανέμου. Εσωτερική πίεση ανέμου  $w_i$  σε kN/m<sup>2</sup>. Αυτή η πίεση δρα στο εσωτερικό του κτιρίου προς τα έξω στους τοίχους και στέγη. Αφαιρείται όπως είναι (χωρίς περεταίρω πολλαπλασιασμό με συντελεστές πίεσης) από όλες τις εξωτερικές πιέσεις που δρουν αρνητικά (υποπώσεις).

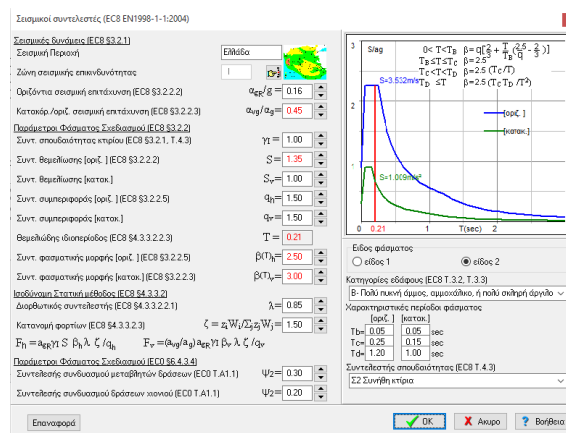
### Σεισμικά φορτία Ευρωκώδικας 8-1:2004

Ο αντισεισμικός έλεγχος της κατασκευής γίνεται με ισοδύναμη στατική μέθοδο και με δυναμική φασματική μέθοδο.

$\alpha = \alpha_{GR}/g$  0.160 

Ο λόγος της οριζόντιας σεισμικής επιτάχυνσης προς την επιτάχυνση βαρύτητας.

Κλικ  και εμφανίζεται ένα εξειδικευμένο παράθυρο που σας βοηθά να επιλέξετε τις ιδιότητες του αντισεισμικού σχεδιασμού (έδαφος, συντελεστές φάσματος, συντελεστής συμπεριφοράς κλπ.) σύμφωνα με Ευρωκώδικα 8-1:2004.



Αν το σεισμικό φορτίο καθοριστεί ίσο με 0 (μηδέν), ο αντισεισμικός έλεγχος παραλείπεται.

### 17.7.2 Πλαίσιο σε κατακόρυφο και οριζόντιο φορτίο

Μόνιμο φορτίο  $g_k$  kN/m ζυγώματος (εκτός ιδίου βάρους ζυγώματος).

Μεταβλητό-1 κατακόρυφο φορτίο  $q_k$  kN/m (φορτίο δαπέδου ή φορτίο χιονιού κλπ.)

Μεταβλητό-2 συγκεντρωμένο οριζόντιο φορτίο  $H_k$  kN (άνεμος ή σεισμός).

Τα δύο μεταβλητά φορτία  $q_k$  και  $H_k$  συνδυάζονται όταν επιδρούν μαζί με τον συντελεστή  $\psi_0$  ( $\psi_0 = 0.70$  συνήθως).

Τα φορτία σχεδιασμού που προκύπτουν:

ULS (Οριακή κατάσταση αστοχίας):

L.C. 201:  $1.35g_k + 1.50q_k$  (Εξ.6.10)

L.C. 202:  $1.35g_k + 1.50H_k$  (Εξ.6.10)

L.C. 221:  $1.35g_k + 1.50q_k + 0.70 \times 1.50H_k = 1.35xg_k + 1.50q_k + 1.05H_k$  (Εξ.6.10)



$$L.C. 222: 1.35g_k + 1.50H_k + 0.70 \times 1.50q_k = 1.35xg_k + 1.50H_k + 1.05q_k \text{ (Εξ.6.10)}$$

SLS (Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας)

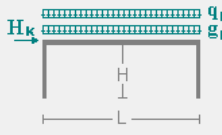
$$L.C. 301: G_k + Q_k \text{ (Εξ.6.14a)}$$

$$L.C. 302: G_k + H_k \text{ (Εξ.6.14a)}$$

$$L.C. 311: G + Q_k + 0.70H_k \text{ (Εξ.6.14a)}$$

$$L.C. 312: G + H_k + 0.70Q_k \text{ (Εξ.6.14a)}$$

| Φορτία             |                            |
|--------------------|----------------------------|
| Μόνιμο φορτίο      | $g_k = 2.100 \text{ kN/m}$ |
| Μεταβλητό φορτίο-1 | $q_k = 8.400 \text{ kN/m}$ |
| Μεταβλητό φορτίο-2 | $H_k = 6.300 \text{ kN}$   |



### 17.7.3 Πλαίσιο σε κατακόρυφο και οριζόντιο φορτίο και συγκεντρωμένο φορτίο στα υποστυλώματα

Μόνιμο φορτίο  $g_k$  kN/m ζυγώματος (εκτός ιδίου βάρους ζυγώματος).

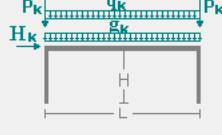
Μεταβλητό κατακόρυφο φορτίο  $q_k$  kN/m (φορτίο δαπέδου ή φορτίο χιονιού κλπ.).

Μόνιμο κατακόρυφο συγκεντρωμένο φορτίο  $G_k$  kN (μόνιμο φορτίο από άνωθεν ορόφους).

Μεταβλητό κατακόρυφο συγκεντρωμένο φορτίο  $Q_k$  kN (κινητό φορτίο από άνωθεν ορόφους).

Μεταβλητό οριζόντιο συγκεντρωμένο φορτίο  $H_k$  kN (άνεμος ή σεισμός).

| Φορτία             |                                                         |
|--------------------|---------------------------------------------------------|
| Μόνιμο φορτίο      | $g_k = 2.100 \text{ kN/m}$ $P_{gk} = 16.800 \text{ kN}$ |
| Μεταβλητό φορτίο-1 | $q_k = 8.400 \text{ kN/m}$ $P_{qk} = 67.200 \text{ kN}$ |
| Μεταβλητό φορτίο-2 | $H_k = 6.300 \text{ kN}$                                |



### 17.7.4 Διώροφο Πλαίσιο σε κατακόρυφο και οριζόντιο φορτίο

Μόνιμο φορτίο  $g_k$  kN/m ζυγώματος (εκτός ιδίου βάρους ζυγώματος).

Μεταβλητό-1 κατακόρυφο φορτίο  $q_k$  kN/m (φορτία δαπέδων κλπ.)

Μεταβλητό-2 συγκεντρωμένο οριζόντιο φορτίο  $H_k$  kN (άνεμος ή σεισμός).

Τα δύο μεταβλητά φορτία  $q_k$  και  $H_k$  συνδυάζονται όταν επιδρούν μαζί με τον συντελεστή  $\psi_0$  ( $\psi_0 = 0.70$  συνήθως).

Τα φορτία σχεδιασμού που προκύπτουν:

ULS (Οριακή κατάσταση αστοχίας):

$$L.C. 201: 1.35g_k + 1.50q_k \text{ (Εξ.6.10)}$$

$$L.C. 202: 1.35g_k + 1.50H_k \text{ (Εξ.6.10)}$$

$$L.C. 221: 1.35g_k + 1.50q_k + 0.70 \times 1.50H_k = 1.35xg_k + 1.50q_k + 1.05H_k \text{ (Εξ.6.10)}$$

$$L.C. 222: 1.35g_k + 1.50H_k + 0.70 \times 1.50q_k = 1.35xg_k + 1.50H_k + 1.05q_k \text{ (Εξ.6.10)}$$

SLS (Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας)

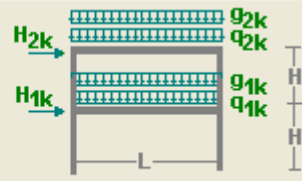
$$L.C. 301: G_k + Q_k \text{ (Εξ.6.14a)}$$

$$L.C. 302: G_k + H_k \text{ (Εξ.6.14a)}$$

$$L.C. 311: G + Q_k + 0.70H_k \text{ (Εξ.6.14a)}$$

$$L.C. 312: G + H_k + 0.70Q_k \text{ (Εξ.6.14a)}$$

| Loads           |                                                             |
|-----------------|-------------------------------------------------------------|
| Permanent load  | $g_{k1} = 2.100 \text{ kN/m}$ $g_{k2} = 2.10 \text{ kN/m}$  |
| Variable load-1 | $q_{k1} = 8.400 \text{ kN/m}$ $q_{k2} = 8.400 \text{ kN/m}$ |
| Variable load-2 | $H_{k1} = 6.300 \text{ kN}$ $H_{k2} = 6.30 \text{ kN}$      |

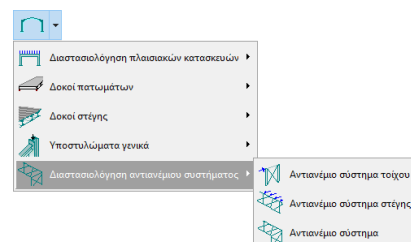




## 18 Σχεδιασμός συνδέσμων δυσκαμψίας (αντιανέμιο σύστημα)

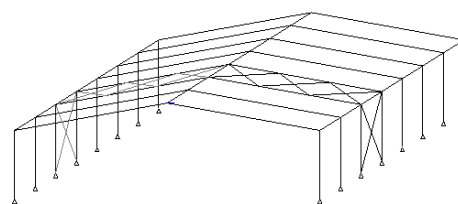
Σύνδεσμοι δυσκαμψίας απαιτούνται για να αντισταθμίσουν τις εγκάρσιες δράσεις του ανέμου και του σεισμού. Δύο συστήματα δυσκαμψίας χρησιμοποιούνται:

Κατακόρυφο αντιανέμιο σύστημα στους πλευρικούς τοίχους ανάμεσα στα υποστυλώματα. Αυτό το σύστημα μεταφέρει τα οριζόντια εγκάρσια φορτία από τη στέγη στο έδαφος και αποτελεί προσωρινή ακαμψία κατά τη κατασκευή.



Οριζόντιο αντιανέμιο σύστημα. Στη στέγη για να μεταφέρει τα οριζόντια φορτία στη στέγη στο κατακόρυφο αντιανέμιο σύστημα έδαφος και αποτελεί προσωρινή ακαμψία κατά τη κατασκευή.

Για το κατακόρυφο σύστημα δυσκαμψίας δεδομένα είναι η εγκάρσια διάσταση μήκους ( $L_y$ ) και το ύψος  $H$  σε μέτρα. Τα συγκεντρωμένα οριζόντια φορτία στο πάνω μέρος από το σύστημα δυσκαμψίας  $Q_{ed2}$ . Για μία κατασκευή με  $N$  εγκάρσιους συνδέσμους, πίεση ανέμου  $w_k$  ( $kN/m^2$ ), και συντελεστή πίεσης ανέμου  $C_{pe,D}$  (πίεση) στην προσήνεμη πλευρά και  $C_{pe,E}$  (αναρρόφηση) στην υπήνεμη πλευρά ,  
 $Q_{ed2} = (1/4) \gamma_q \times (C_{pe,D} + C_{pe,E}) \times w_k \times A / N$ .  
 (Α εμβαδόν επιφάνειας προς τον άνεμο)



Για το οριζόντιο σύστημα δυσκαμψίας δεδομένα είναι το  $L_x$  το πλάτος  $L_y$  , και το οριζόντιο φορτίο στους κόμβους  $Q_{ed1}$ . Για σύστημα δυσκαμψίας με  $k$  κόμβους  
 $Q_{ed1} = (1/2) \gamma_q \times (C_{pe,D} + C_{pe,E}) \times w_k \times A / (N \times (k-1))$

Για ένα σύστημα ακαμψίας γενικά (κατακόρυφο και οριζόντιο) το οριζόντιο κατανομημένο φορτίο λόγω ανέμου στο πάνω μέρος της στέγης είναι  $q_{ed}$ .  
 $q_{ed} = (1/2) \gamma_q \times (C_{pe,D} + C_{pe,E}) \times w_k \times A / (N \times L)$ .

### 18.1.1 Παράδειγμα

$w_k = 0.91 kN/m^2$ ,  $C_{pe,D} = 0.80$ ,  $C_{pe,E} = -0.50$ ,  $L = 24m$ ,  $H = 6m$ ,  $L_x = 6m$ ,  $L_y = 8m$ ,  $N = 3$ ,  $k = 24/6 + 1 = 5$ .

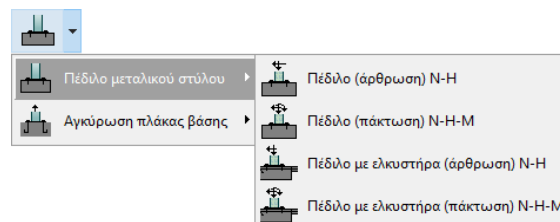
$$q_{ed} = (1/2) \times 1.50 \times (0.80 + 0.50) \times 0.91 \times (24 \times 6) / (3 \times 24) = 1.78 \text{ kN/m}$$

$$Q_{ed1} = (1/2) \times 1.50 \times (0.80 + 0.50) \times 0.91 \times (24 \times 6) / (3 \times 4) = q_{ed} \times L_x = 10.68 \text{ kN}$$

$$Q_{ed2} = (1/4) \times 1.50 \times (0.80 + 0.50) \times 0.91 \times (24 \times 6) / 3 = q_{ed} \times L / 2 = 21.36 \text{ kN}$$

## 19 Πέδιλα μεταλλικών υποστυλωμάτων

Το πέδιλο σκυροδέματος απαιτείται για να για να κατανέμει την πίεση στο έδαφος και πρέπει να έχει αρκετό βάρος για να αντισταθμίσει τις δυνάμεις προς τα πάνω λόγω ανέμου ή σεισμού.



- Απλό πέδιλο άρθρωση (N-H) και πέδιλο πακτωμένο (N-H-M).
- Μπορείτε να καθορίσετε αν έχει οριζόντιο ελκυστήρα για να παραλάβει τις προς τα έξω οριζόντιες δυνάμεις.

### 19.1 Φορτίο πεδίου

Οι τελικές δράσεις σχεδιασμού, αφού οι μόνιμες και μεταβλητές δράσεις πολλαπλασιαστούν με τους συντελεστές ασφαλείας, ( $\gamma_G$  και  $\gamma_Q$ ), Ευρωκώδικας 0-19990-1-1, πιν. A1.2.

$$N_{ed} = \gamma_G \cdot N_{gk} + \gamma_Q \cdot N_{qk}$$



$N(-)_{ed}$  Αξονικό φορτίο προς τα κάτω.

$N(+ )_{ed}$  Αξονικό φορτίο προς τα πάνω.

$H_{ed}$  Οριζόντια δύναμη στο πάνω μέρος του υποστυλώματος από σκυρόδεμα βάσης. Το ύψος του υποστυλώματος βάσης από σκυρόδεμα πρέπει να καθοριστεί για τη σωστό σημείο εφαρμογής της οριζόντιας δύναμης.

$M_{ed}$  Ροπή στο πάνω μέρος του υποστυλώματος από σκυρόδεμα βάσης.

Για φόρτιση προς τα κάτω συνήθως τιμές  $\gamma_G = 1.35$  (δυσμενής),  $\gamma_Q = 1.50$ .

Για φόρτιση προς τα πάνω συνήθως τιμές  $\gamma_G = 0.90$  (ευμενής),  $\gamma_Q = 0.00$ .

|                                            |                                                                                                                |                      |                         |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Ποιότητα δομικού χάλυβα (EN1993-1-1 §3.2)  | S 355 $f_y=355\text{N/mm}^2$ $f_u=510\text{N/mm}^2$                                                            |                      |                         |
| Συντ. μόνιμης και μεταβλητής δράσης        | $\gamma_G = 1.35$                                                                                              | $\gamma_Q = 1.50$    | $\gamma_{G,inf} = 1.00$ |
| Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας $\gamma_m$ | EC3 $\gamma_{m0} = 1.00$                                                                                       | $\gamma_{m1} = 1.00$ | $\gamma_{m2} = 1.25$    |
| Φορτίο                                     | $N(-)_{ed} = 175.00$ kN $H_{ed} = 125.00$ kN $M_{ed} = 45.00$ kNm<br>$N(+ )_{ed} = 75.00$ kN                   |                      |                         |
| Σκυρόδεμα-Χάλυβα                           | C25/30 - B500C $C_{nom} = 35$ mm $\times C2$                                                                   |                      |                         |
| Βάση υποστυλώματος                         | $c_x = 0.800$ m $c_y = 0.800$ m $c_h = 2.000$ m<br>$B_x = 2.000$ m $B_y = 2.000$ m $B_h = 0.700$ m $\phi = 16$ |                      |                         |
| Πεδίλο                                     | $q_{uk} = 0.200$ N/mm <sup>2</sup> $\gamma_k = 20.000$ kN/m <sup>2</sup> $\phi_k = 35.000$ °                   |                      |                         |
| Ιδιότητες Εδάφους                          | $h_f = 2.700$ m                                                                                                |                      |                         |

## 19.2 Διαστάσεις πεδίλου

Οι διαστάσεις του πεδίλου είναι  $B_x$  (μήκος),  $B_y$  (πλάτος) και  $B_h$  (ύψος).

Οι διαστάσεις του υποστυλώματος βάσης είναι  $c_x$ ,  $c_y$  και  $c_h$ .

Κλικ  για επιλογή σκυροδέματος και χάλυβα οπλισμού.

Κλικ   $\times C2$   για να επιλέξετε επικάλυψη σκυροδέματος  $C_{nom}$  [mm].

Για το έδαφος καθορίζετε την φέρουσα ικανότητα  $q_{uk}$ , το ειδικό βάρος  $\gamma_k$  και την γωνία ενεργού τριβής εδάφους  $\phi_k$ .

Μπορείτε να επιλέξετε τις ιδιότητες του εδάφους από τον πίνακα Ιδιότητες εδάφους .

Η φέρουσα αντοχή του εδάφους μπορεί να υπολογιστεί με το κουμπι .

## 19.3 Προδιαστασιολόγηση διαστάσεων πεδίλου

Κλικ στο  για προδιαστασιολόγηση και μια πρώτη εκτίμηση των διαστάσεων του πεδίλου.

Αν τσεκάρετε τις διαστάσεις του πεδίλου π.χ.  $B_h = 0.700$  m ☒ δεν τροποποιούνται αυτόματα από το πρόγραμμα.

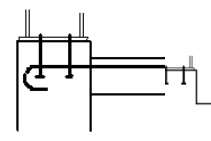
## 19.4 Ελκυστήρας και παθητική ώθηση γαιών

Μεγάλη οριζόντια δύναμη που ασκείται στη βάση των υποστυλωμάτων προς τα έξω λόγω της κάμψης των υποστυλωμάτων από τα οριζόντια φορτία.

Αυτή η δύναμη παραλαμβάνεται με δύο τρόπους ανάλογα με την επιλογή του μελετητή.

- Ελκυστήρας που σκυροδετείτε στο δάπεδο της κατασκευής.**

Ο ελκυστήρας αυτός αποτελείται από χάλυβα οπλισμού διαμέτρου 25 mm που αγκυρώνεται στη βάση των υποστυλωμάτων. Αυτός ο τρόπος παραλαβής της οριζόντιας δύναμης είναι πιο απλός και ασφαλής.



- Παθητική ώθηση γαιών.**

Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να γίνει σωστή συμπύκνωση των γαιών γύρω από τα πέδιλα και προσοχή στην απορροή υδάτων, για να μην υπάρξει μείωση της ενεργητικής ώθησης από το έδαφος.

Η εγκάρσια διάσταση πεδίου  $B_y$  και το ύψος πεδίου  $B_h$  χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της ενεργητικής επιφάνειας για παθητική ώθηση.

## 19.5 Φέρουσα ικανότητα εδάφους

Η βάση για το σχεδιασμό θεμελιώσεων είναι η φέρουσα ικανότητα του εδάφους.

Η τιμή σχεδιασμού της κατακόρυφης φέρουσας ικανότητας εδάφους μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας προσεγγιστικές σχέσεις που προκύπτουν από τη θεωρία της πλαστικότητας και πειραματικά αποτελέσματα.

Το προσάρτημα Δ του Ευρωκώδικα 7 EN1997:2004 αναφέρει την μέθοδο για τον υπολογισμό των τιμών σχεδιασμού της φέρουσας ικανότητας για αστράγγιστες συνθήκες και συνθήκες πλήρους στράγγισης.

Οι υπολογιστικές μέθοδοι του προσαρτήματος Δ του Ευρωκώδικα 7 EN1997:2004 για αστράγγιστες συνθήκες και συνθήκες πλήρους στράγγισης συμπεριλήφθηκαν στο πρόγραμμα. Η τιμή σχεδιασμού της κατακόρυφης φέρουσας ικανότητας υπολογίζεται για οριακές καταστάσεις EQU, STR και GEO.

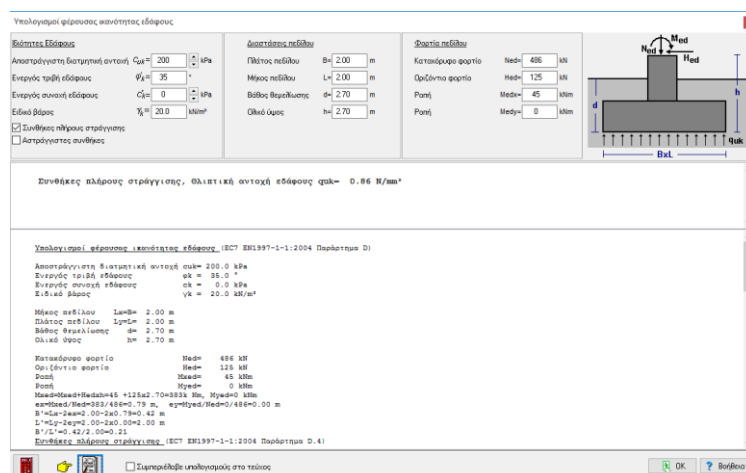
Για συνθήκες πλήρους στράγγισης οι ουσιώδεις ιδιότητες του εδάφους είναι η γωνία διατμητικής αντίστασης  $\phi_k$  [°] και η ενεργός συνοχή  $c$  [kPa].

Για αστράγγιστες συνθήκες η ουσιώδης ιδιότητα του εδάφους είναι η αστράγγιστη διατμητική αντοχή  $c_u$  [kPa].

Για τον υπολογισμό της τιμής σχεδιασμού της κατακόρυφης φέρουσας ικανότητας εδάφους άλλες παράμετροι είναι οι διαστάσεις θεμελίου, το βάθος θεμελίωσης, το κατακόρυφο και οριζόντιο φορτίο και οι εκκεντρότητες φορτίου.

Για το σχεδιασμό θεμελιώσεων στο πρόγραμμα χρησιμοποιείται η θλιπτική αντοχή του εδάφους  $q_{uk}$  (N/mm<sup>2</sup>). Αυτή είναι μία ανάλογη της επιτρεπόμενης τάσης τιμή για την αντοχή του εδάφους. Στον έλεγχο αντοχής της θεμελίωσης χρησιμοποιείται η τιμή σχεδιασμού της κατακόρυφης (θλιπτικής) ικανότητας εδάφους  $q_{ud} = q_{uk} / \gamma_{qu}$ , όπου  $\gamma_{qu}$  είναι ο επιμέρους συντελεστής εδάφους για ανεμπόδιστη αντοχή (Ευρωκώδικας 7, Προσάρτημα Α). Για να είμαστε συμβατοί, πρέπει να μετατρέψουμε την τιμή σχεδιασμού της κατακόρυφης φέρουσας ικανότητας  $q_{ud}$  όπως υπολογίζεται από το προσάρτημα Δ του Ευρωκώδικα 7 στην θλιπτική αντοχή του  $q_{uk}$  που χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα. Η τιμή  $q_{ud}$  πρέπει να πολλαπλασιαστεί με  $\gamma_{qu}$ .  $q_{uk} = q_{ud} \cdot \gamma_{qu}$ .  
 $\gamma_{qu} = 1.40$  για EQU και 1.00 και 1.4 για STR-GEO.

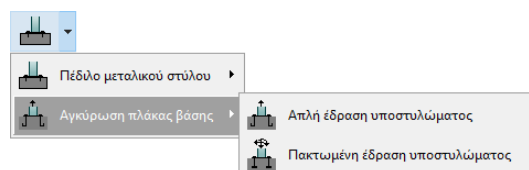
Με το κουμπι  εμφανίζεται η οθόνη υπολογισμού της τιμής σχεδιασμού της κατακόρυφης φέρουσας ικανότητας.



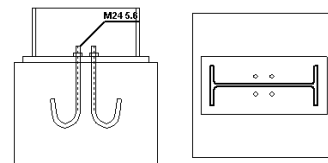
Στην οθόνη αυτή υπολογίζεται η αντοχή του εδάφους  $q_{uk}$  που χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα από τις βασικές ιδιότητες εδάφους, τις διαστάσεις πεδίου, το βάθος θεμελίωσης και τα φορτία. Εάν τσεκάρετε **Συμπεριέλαβε υπολογισμούς στο τεύχος**, η υπολογιζόμενη τιμή της αντοχής εδάφους θα χρησιμοποιηθεί στο πρόγραμμα και οι υπολογισμοί θα εισαχθούν στο γενικό τεύχος υπολογισμού της θεμελίωσης (αν αλλάξετε διαστάσεις ή φορτία πρέπει να ξανά υπολογίσετε την φέρουσα ικανότητα εδάφους  $q_{uk}$ ).

## 20 Έδραση υποστυλώματος

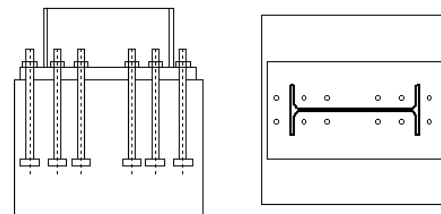
Έδραση υποστυλώματος με πλάκα έδρασης τοποθετείται πάνω σε θεμέλιο από οπλισμένο σκυρόδεμα. Τα αγκύρια σχεδιάζονται να παραλαμβάνουν τις διατμητικές δυνάμεις λόγω οριζοντίων φορτίων, και τις εφελκυστικές δυνάμεις που προκύπτουν από τις προς τα πάνω δυνάμεις λόγω φορτίων ανέμου και σεισμού. CEN/TS 1992-4-1:1992 και CEN/TS 1992-4-2:1992 χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των δυνάμεων αγκύρωσης στο σκυρόδεμα θεμελίου. Η μεταλλική σύνδεση μελετάται σύμφωνα με EN1993-1-8



- **Απλή έδραση υποστυλώματος.** Σύνδεση που παραλαμβάνει μόνο κατακόρυφες αξονικές και οριζόντιες διατμητικές δυνάμεις. Συνήθης έδραση αρθρωτών πλαισίων
- **Πακτωμένη έδραση υποστυλώματος.** Σύνδεση που παραλαμβάνει κατακόρυφες αξονικές, οριζόντιες διατμητικές δυνάμεις και ροπές κάμψης. Συνήθης έδραση πακτωμένων πλαισίων.



Η πλάκα έδρασης συνδέεται με συγκολλήσεις στα υποστυλώματα. Τα αγκύρια Holding μπορεί να είναι με άγκυστρο ή πλάκα αγκύρωσης. Σε απλή έδραση (άρθρωση) τα αγκύρια τοποθετούνται στο μέσον της διατομής υποστυλώματος.



Αν η σύνδεση παραλαμβάνει ροπή (πάκτωση) τα αγκύρια τοποθετούνται στα άκρα της διατομής υποστυλώματος.

### 20.1 Φορτία

Οι τελικές δράσεις σχεδιασμού μετά τον πολλαπλασιασμό μονίμων και κινητών φορτίων με συντελεστές δράσεων ( $\gamma_G$  και  $\gamma_Q$ ), Ευρωκώδικας 0-19990-1-1, Πιν. A1.2.  $N_{ed} = \gamma_G \cdot N_{gk} + \gamma_Q \cdot N_{qk}$ .  $N(-)_{ed}$  Αξονικό φορτίο προς τα κάτω (μόνιμα φορτία + χιόνι).

$N(+ )_{ed}$ , Αξονικό φορτίο προς τα πάνω (μόνιμα φορτία + άνεμος, μόνιμα φορτία + σεισμός)

$V_{ed}$  Οριζόντια δύναμη στην έδραση.

$M_{ed}$  Ροπή.

Οι συντελεστές δράσεων για φορτία προς τα κάτω είναι  $\gamma_G = 1.35$  (δυσμενής),  $\gamma_Q = 1.50$ .

Οι συντελεστές δράσεων για φορτία προς τα πάνω είναι  $\gamma_G = 0.90$  (ευμενής),  $\gamma_Q = 0.00$ .

### 20.2 Είδη αγκυρώσεων

Τα αγκύρια που συγκρατούν την πλάκα έδρασης πάνω στο πέδιλο οπλισμένου σκυροδέματος μπορεί να είναι με άγκυστρο αν οι δυνάμεις αγκύρωσης είναι μικρές ή με πλάκα αγκύρωσης για μεγαλύτερες δυνάμεις.

Η περίπτωση αγκύστρου δεν επιτρέπεται για αγκύρια με  $f_y > 300 \text{ N/mm}^2$  ( $M > 5.6$ ), σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1993-1-8:2005, 6.2.6.12 (6).

Αν το πάχος της πλάκας έδρασης δεν είναι αρκετό το πρόγραμμα αυξάνει το πάχος, αν το πλαίσιο δίπλα στο πάχος δεν είναι τσεκαρισμένο.

### 20.3 Φέρουσα αντοχής βάσης σκυροδέματος

Το μερικώς φορτιζόμενο μέρος της βάσης σκυροδέματος αναπτύσσει δυνάμεις σύνθλιψης και διάσπασης. Η φέρουσα ικανότητα υπολογίζεται βάσει του Ευρωκώδικα 2 6.7.

Λαμβάνεται (υπέρ της ασφαλείας) ότι η μέγιστη κατανομή δυνάμεων είναι σε εμβαδό με 50% περισσότερο του εμβαδού έδρασης  $A_o$ ,  $A_{c1} = 1.50 \times 1.50 \times A_{co}$ ,  $A_{c1}/A_{co} = 2.25$ ,  $(A_{c1}/A_{co}) = 1.5$ .

## 21 Σύντομη θεωρία

### 21.1 Μονάδες

Οι μονάδες που χρησιμοποιούνται στο πρόγραμμα είναι σύμφωνα με το μετρικό σύστημα (System International Metric). Οι μονάδες μέτρησης αναφέρονται δίπλα από κάθε αντίστοιχη τιμή.

Μονάδες που χρησιμοποιούνται στο πρόγραμμα:

Μήκος [m] και [mm]

Διαστάσεις διατομών [mm ή cm]

Δυνάμεις [kN]

Ροπές [kNm]

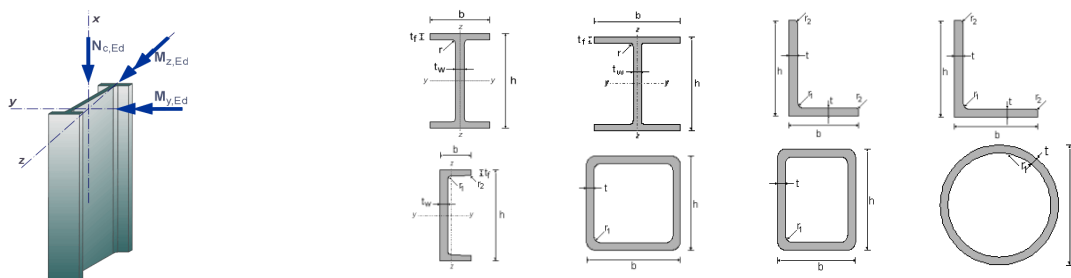
Τάσεις [N/mm<sup>2</sup>] = [GPa]

Συγκεντρωμένα φορτία [kN]

Καταναμημένα φορτία [kN/m<sup>2</sup>]

Γραμμικά φορτία [kN/m]

### 21.2 Σύστημα συντεταγμένων



### 21.3 Φορτία σχεδιασμού EN1991:2005:

#### 21.3.1 Μόνιμα φορτία EN1991-1:2005

Ίδιο βάρος στοιχείων.

#### 21.3.2 Επιβεβλημένα φορτία EN1991-1:2005

Ομοιόμορφο καταναμημένο φορτίο  $q_k$  σύμφωνα με Ευρωκώδικας 1 EN1991-1-1 Πιν. 6.1 στο πάνω μέρος της στέγης.

#### 21.3.3 Φορτίο χιονιού EN1991-3:2003

Το φορτίο χιονιού υπολογίζεται σύμφωνα με Ευρωκώδικας 1-3 EN1991-3:2003, από τη χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί του εδάφους και την κλίση της στέγης.

$$s = \mu_i C_e C_t s_k \quad (\text{EN1991-3:2003 §5.2}) \quad [\text{kN/m}^2]$$

Οι τρεις χαρακτηριστικές διατάξεις φορτίσεων σύμφωνα με EN1991-3:2003 §5.3.3 λαμβάνονται υπ όψη στις φορτίσεις. Αν η στέγη είναι επίπεδη ( $\alpha=0^\circ$ ) μία διάταξη φόρτισης λαμβάνεται υπόψη,  $s = 0.80 C_e C_t s_k$ .

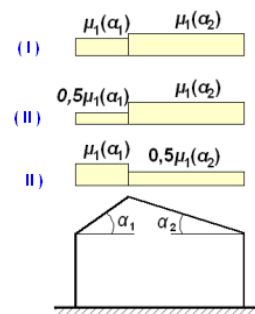
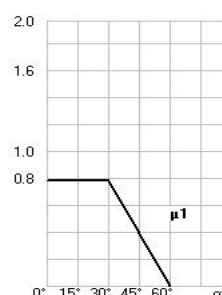
Η χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί του εδάφους  $s_k$  μπορεί να καθοριστεί από την επιλογή της ζώνης χιονιού και το υψόμετρο σύμφωνα με EN1991-3:20 Annex C.

Οι διατάξεις φορτίων χιονιού σύμφωνα με Ευρωκώδικας 1-3 είναι:

Επίπεδες στέγες, Φόρτιση (I)

Δικλινείς στέγες, Φορτίσεις (I) (II) (III)

Αν η κλίση της στέγης είναι μικρή μόνον η φόρτιση (I) λαμβάνεται υπ όψη. Η οριακή τιμή από το πρόγραμμα για την κλίση της στέγης είναι  $\alpha=2^\circ$ . Μπορείτε να αλλάξετε αυτή τη γωνία σε μεγαλύτερη τιμή από Παράμετροι/Παράμετροι σχεδιασμού/Παράμετροι μεταλλικών πλαισίων.



### 21.3.4 Φορτίο Ανέμου EN1991-4:2005

Το φορτίο ανέμου υπολογίζεται σύμφωνα με EN1991-4:2005 §7.2.5 από την πίεση αναφοράς του ανέμου  $q(z)$ .

Πίεση ανέμου σε επιφάνειες  $w_e = q(z) \cdot C_{pe}$  [kN/m<sup>2</sup>]

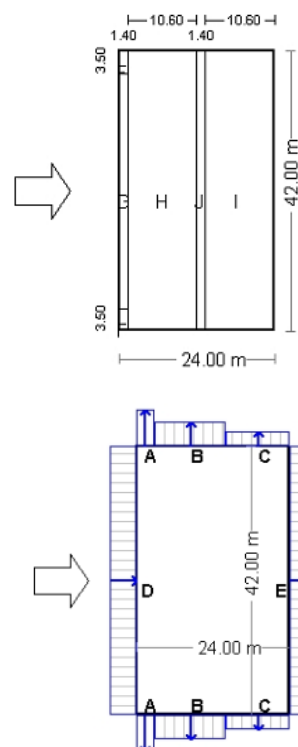
Οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης  $C_{pe}$  υπολογίζονται σύμφωνα με EN1991-4:2005 πιν. 7.4a για τις επιφάνειες της στέγης και EN1991-4:2005 πιν. 7.1 για τις κατακόρυφες επιφάνειες των τοίχων.

Η πίεση αναφοράς του ανέμου  $q(z)$ , καθορίζεται από την ταχύτητα αναφοράς του ανέμου, την τραχύτητα του εδάφους και το ανάγλυφο του εδάφους σύμφωνα με EN1991-4:2005 §4.5 και Annex A.

Η πίεση ή υποπίεση ανέμου στις επιφάνειες της στέγης και των τοίχων υπολογίζονται σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1-4. Για στέγες με κλίση ( $\alpha \leq 8^\circ$ ) ένας συνδυασμός φόρτισης λαμβάνεται υπ όψη.

Για μεγαλύτερες κλίσεις δύο συνδυασμοί φόρτισης λαμβάνονται υπόψη σύμφωνα με τους συντελεστές πίεσης του Πίνακα 7.4a του Ευρωκώδικα 1-4.

Η εσωτερική πίεση που καθορίζεται (εσωτερική υποπίεση) πάντα προστίθεται στις εξωτερικές πιέσεις.



### 21.3.5 Φορτίο σεισμού EN1998-1:2004

Το φορτίο σεισμού καθορίζεται από την εδαφική επιτάχυνση και το φάσμα σεισμικού σχεδιασμού σύμφωνα με Ευρωκώδικα 8 EN1998-1:2004.

### 21.4 Συνδυασμοί δράσεων EN1990:2002

Όλοι οι συνδυασμοί φορτίσεων που καθορίζονται στον Ευρωκώδικα 0 EN1990:2002 λαμβάνονται υπ όψη και οι προκύπτουσες δράσεις σχεδιασμού λαμβάνονται υπ όψη στους ελέγχους αντοχής και ευστάθειας.

#### 21.4.1 Συντελεστές συνδυασμού δράσεων (EN1990 Πιν. A1.1)

|                          |                                                   |
|--------------------------|---------------------------------------------------|
| Κατηγορία Η (οροφές)     | $Q_k \psi_0 = 0.00, \psi_1 = 0.00, \psi_2 = 0.00$ |
| Φορτία χιονιού σε κτίρια | $Q_s \psi_0 = 0.50, \psi_1 = 0.20, \psi_2 = 0.00$ |
| Φορτία ανέμου σε κτίρια  | $Q_w \psi_0 = 0.60, \psi_1 = 0.20, \psi_2 = 0.00$ |

#### 21.4.2 Οριακή κατάσταση αστοχίας (ULS) (EQU)

$$E_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k1} + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} \quad (\text{Εξ. 6.10})$$

$$\gamma_{G,\text{sup}} = 1.10 \quad (\text{Δυσμενής})$$

$$\gamma_{G,\text{inf}} = 0.90 \quad (\text{Ευμενής})$$

$$\gamma_Q = 1.50 \quad (\text{Δυσμενής})$$

$$\gamma_Q = 0.00 \quad (\text{Ευμενής})$$

#### 21.4.3 Οριακή κατάσταση αστοχίας (ULS) (STR)

$$E_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k1} + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} \quad (\text{Εξ. 6.10})$$

$$E_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} \quad (\text{Εξ. 6.10a})$$

$$E_d = \xi \cdot \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k1} + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} \quad (\text{Εξ. 6.10b})$$

$$\gamma_{G,\text{sup}} = 1.35 \quad (\text{Δυσμενής})$$

$$\gamma_{G,\text{inf}} = 1.00 \quad (\text{Ευμενής})$$

$$\gamma_Q = 1.50 \quad (\text{Δυσμενής})$$

$$\gamma_Q = 0.00 \quad (\text{Ευμενής})$$

$$\xi = 0.850, \xi \cdot \gamma_G = 0.850 \times 1.35 = 1.15$$

#### 21.4.4 Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS)

$$E_d = G_k + Q_{k1} + \psi_0 \cdot Q_{k2} + \psi_0 \cdot Q_{k3} \quad (\text{Χαρακτηριστικός συνδυασμός}) \quad (\text{Εξ. 6.14b})$$



$$E_d = G_k + \psi_1 \cdot Q_{k1} + \psi_2 \cdot Q_{k2} + \psi_2 \cdot Q_{k3} \text{ (Συχνός συνδυασμός) (Εξ.6.15b)}$$

$$E_d = G_k + \psi_2 \cdot Q_{k1} + \psi_2 \cdot Q_{k2} + \psi_2 \cdot Q_{k3} \text{ (Ημιμόνιμος συνδυασμός) (Εξ.6.16b)}$$

#### 21.4.5 Οριακή κατάσταση αστοχίας (ULS) Σεισμικά φορτία

$$E_d = G_k + A_{ed} + \psi_2 \cdot Q_{k1} + \psi_2 \cdot Q_{k2} + \psi_2 \cdot Q_{k3} \text{ (Εξ. 6.12b)}$$

**Φορτίο χιονιού  $Q_s$ , Φορτίο ανέμου  $Q_w$ , Σεισμικό φορτίο  $A_{ed}$**

*L.C. 601:  $G_k + 0.30Q_{s1} + A_{ed}$  (Εξ. 6.14a)*

#### 21.5 Υλικά EN 1993-1-1:2005 § 3.2

Οι ποιότητες χάλυβα του Ευρωκώδικα EN 1993-1-1, Πίνακας 3.1 και EN 1993-1-3, Πίνακας 3.1 περιέχονται στο πρόγραμμα. Οι ιδιότητες του χάλυβα ( $f_y$ ,  $f_u$ ) μπορούν να μετατραπούν από το μενού Παράμετροι/Υλικά. Τιμές σχεδιασμού για: Μέτρο ελαστικότητας  $E=210000 \text{ N/mm}^2$ , λόγο Poisson  $\nu=0.30$ , πυκνότητα  $\rho=7850 \text{ Kg/m}^3$

##### 21.5.1 Ποιότητες χάλυβα

|              |            |                        |
|--------------|------------|------------------------|
| S 235        | EN 10025-2 | $f_y40:235; f_u40:360$ |
| S 275        | EN 10025-2 | $f_y40:275; f_u40:430$ |
| S 355        | EN 10025-2 | $f_y40:355; f_u40:510$ |
| S 450        | EN 10025-2 | $f_y40:440; f_u40:550$ |
| S 275 N/NL   | EN 10025-3 | $f_y400:275; f_u4:390$ |
| S 355 N/NL   | EN 10025-3 | $f_y40:355; f_u40:490$ |
| S 420 N/NL   | EN 10025-3 | $f_y40:420; f_u40:520$ |
| S 460 N/NL   | EN 10025-3 | $f_y40:460; f_u40:540$ |
| S 275 M/ML   | EN 10025-4 | $f_y40:275; f_u40:370$ |
| S 355 M/ML   | EN 10025-4 | $f_y40:355; f_u40:470$ |
| S 420 M/ML   | EN 10025-4 | $f_y40:420; f_u40:520$ |
| S 460 M/ML'  | EN 10025-4 | $f_y40:460; f_u40:540$ |
| S 235 W      | EN 10025-5 | $f_y40:235; f_u40:360$ |
| S 355 W      | EN 10025-5 | $f_y40:355; f_u40:510$ |
| S 460 Q/QL   | EN 10025-6 | $f_y40:460; f_u40:570$ |
| S 235 H      | EN 10210-1 | $f_y40:235; f_u40:360$ |
| S 275 H      | EN 10210-1 | $f_y40:275; f_u40:430$ |
| S 355 H      | EN 10210-1 | $f_y40:355; f_u40:510$ |
| S 275 NH/NLH | EN 10210-1 | $f_y40:275; f_u40:390$ |
| S 355 NH/NLH | EN 10210-1 | $f_y40:355; f_u40:490$ |
| S 420 NH/NLH | EN 10210-1 | $f_y40:420; f_u40:540$ |
| S 460 NH/NLH | EN 10210-1 | $f_y40:460; f_u40:560$ |
| S 220GD+Z    | EN 10147   | $f_y40:220; f_u40:300$ |
| S 250GD+Z    | EN 10147   | $f_y40:250; f_u40:330$ |
| S 280GD+Z    | EN 10147   | $f_y40:280; f_u40:360$ |
| S 320GD+Z    | EN 10147   | $f_y40:320; f_u40:390$ |
| S 350GD+Z    | EN 10147   | $f_y40:350; f_u40:420$ |
| H240LA       | EN 10268   | $f_y40:240; f_u40:340$ |
| H280LA       | EN 10268   | $f_y40:280; f_u40:370$ |
| H320LA       | EN 10268   | $f_y40:320; f_u40:400$ |
| H360LA       | EN 10268   | $f_y40:360; f_u40:430$ |
| H400LA       | EN 10268   | $f_y40:400; f_u40:460$ |
| H260LAD      | EN 10292   | $f_y40:240; f_u40:340$ |
| H300LAD      | EN 10292   | $f_y40:280; f_u40:370$ |
| H340LAD      | EN 10292   | $f_y40:320; f_u40:400$ |
| H380LAD      | EN 10292   | $f_y40:360; f_u40:430$ |
| H420LAD      | EN 10292   | $f_y40:400; f_u40:460$ |
| 220GD+ZA     | EN 10214   | $f_y40:220; f_u40:300$ |
| 250GD+ZA     | EN 10214   | $f_y40:250; f_u40:330$ |
| 280GD+ZA     | EN 10214   | $f_y40:280; f_u40:360$ |
| 320GD+ZA     | EN 10214   | $f_y40:320; f_u40:390$ |
| 350GD+ZA     | EN 10214   | $f_y40:350; f_u40:420$ |

Οι δομικοί χάλυβες για ψυχρής έλασης διατομές C Z και U περιέχονται στο πρόγραμμα.





## 21.6 Συντελεστές ασφαλείας EN 1993-1-1:2005 § 6.1

Οι συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_M$  εφαρμόζονται σε διάφορες καταστάσεις αστοχίας. Οι συντελεστές ασφαλείας καθορίζονται στο πρόγραμμα ανάλογα με το επιλεγόμενο Εθνικό προσάρτημα και μπορεί να μετατραπούν από το μενού Παράμετροι/Παράμετροι σχεδιασμού/Παράμετροι Εθνικού Προσαρτήματος.

Συνήθεις τιμές:

$$\gamma_{M0} = 1.00$$

$$\gamma_{M1} = 1.00$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Συνήθεις τιμές για οπλισμένο σκυρόδεμα (EN1992-1-1 Πίν. 2.1N):

$$\gamma_c = 1.50 \text{ (σκυρόδεμα)}$$

$$\gamma_s = 1.15 \text{ (χάλυβας οπλισμού)}$$

## 21.7 Φαινόμενα δευτέρας τάξεως EN1993-1-1 §5.2.1

Η συμπεριφορά υλικού θεωρείται ελαστική. Τα φαινόμενα δευτέρας τάξης είναι γεωμετρικά (P-Δ και P-δ) φαινόμενα. Από πρακτικής άποψης τα (P-Δ) φαινόμενα μειώνουν την ακαμψία του πλαισιακού φορέα, με αποτέλεσμα την αύξηση μετατοπίσεων και εσωτερικών δυνάμεων επιπλέον αυτών που υπολογίζονται με ανάλυση πρώτης τάξεως.

Οι επιδράσεις της παραμορφωμένης γεωμετρίας του φορέα, λαμβάνονται υπ όψη με τον συντελεστή  $a_{cr}$  EN1993-1-1 §5.2.1

$$a_{cr} = F_{cr} / F_{ed} \quad \text{EN1993-1-1 Εξ. (5.1)}$$

$F_{ed}$ : το φορτίο σχεδιασμού

$F_{cr}$ : το ελαστικό οριακό φορτίο λυγισμού για καθολική αστάθεια που βασίζεται στις αρχικές ελαστικές δυσκαμψίες.

Ο φορέας μπορεί να θεωρηθεί αρκετά δύσκαμπτος και φαινόμενα δευτέρας τάξεως μπορεί να παραβλεπτούν εάν  $a_{cr} \geq 10$

Για μονώροφα πλαίσια με χαμηλές κλίσεις οροφής σύμφωνα με EN1993-1-1 §5.2.1 (4) το  $a_{cr}$  μπορεί να εκτιμηθεί ως

$$a_{cr} = \left( \frac{H_{ed}}{V_{ed}} \right) \left( \frac{h}{\delta_{H,ed}} \right) \quad \text{EN1993-1-1 Εξ (5.2)}$$

$H_{ed}$ : τιμή σχεδιασμού οριζόντιας δράσης στην κορυφή του ορόφου

$V_{ed}$ : ολικό κατακόρυφο φορτίο σχεδιασμού

$\delta_{hed}$ : η οριζόντια μετατόπιση στην κορυφή του ορόφου, όταν το πλαίσιο φορτίζεται με οριζόντια φορτία (άνεμος) και ισοδύναμα οριζόντια φορτία.

$h$ : ύψος ορόφου.

Η αξονική δύναμη στα ζυγώματα θεωρείται σημαντική όταν:

$$\bar{\lambda} < 0.5 \sqrt{\frac{A f_y}{N_{ed}}} \quad \text{EN1993-1-1 Εξ. (5.3)}$$

Σύμφωνα με EN1993-1-1 §5.2.2 (5), μονώροφα πλαίσια που σχεδιάζονται με βάση την ελαστική ανάλυση οι επιρροές 2ας τάξης που οφείλονται στα κατακόρυφα φορτία, μπορεί να υπολογίζονται αυξάνοντας τα οριζόντια φορτία  $H_{ed}$  που υπολογίζονται με ελαστική ανάλυση 1ης τάξης με ισοδύναμα φορτία  $\phi V_{ed}$  λόγω ατελειών με ένα μεγεθυντικό συντελεστή.

$$\frac{1}{1 - \frac{1}{\alpha_{cr}}} \quad \text{υπό τη προϋπόθεση } a_{cr} \geq 3 \quad \text{EN1993-1-1 Εξ. (5.4)}$$

Εάν  $a_{cr} < 3$ , θα εφαρμόζεται μία πιο ακριβής 2ης τάξης ανάλυση.



## 21.8 Ατέλειες EN1993-1-1 §5.3.1

Καθολικές ατέλειες:  $\phi = \phi_0 \cdot a_h \cdot \phi_m$

$\phi_0$  : Αρχική τιμή = 1/200

$a_h$  : Μειωτικός συντελεστής σχετικός με το ύψος =  $2/\sqrt{h}$  ( $2/3 \leq a_h \leq 1$ ) (h: ύψος κατασκευής)

$\phi_m$  : Μειωτικός συντελεστής σχετικός με αριθμό στύλων  $a_m = \sqrt{0.5 \left( 1 + \frac{1}{m} \right)}$

## 21.9 Πρότυπες διατομές που περιέχονται στο πρόγραμμα

|                                                                                     |             |                                                                                     |                                        |                                                                                     |              |                                                                                      |                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|    | IPE         |    | IPE Euronorm 19-57                     |    | HE           |     | HE A (IPB1) Euronorm 53-62          |
|                                                                                     |             |    | IPE A                                  |                                                                                     |              |     | HE AA                               |
|                                                                                     |             |    | IPE O                                  |                                                                                     |              |     | HE B (IPB) Euronorm 53-62           |
|                                                                                     |             |    | IPE V                                  |                                                                                     |              |     | HE M (IPBv) Euronorm 53-62          |
|                                                                                     |             |    | IPE 750                                |                                                                                     |              |     | HE Euronorm 53-62                   |
|                                                                                     |             |                                                                                     |                                        |                                                                                     |              |     | HL                                  |
|    | HD          |    | HD-1                                   |    | W (ASTM)     |     | W-1 ASTM A6/A 6M                    |
|                                                                                     |             |    | HD-2 ASTM A6/A 6M                      |                                                                                     |              |     | W-2 ASTM A6/A 6M                    |
|                                                                                     |             |                                                                                     |                                        |                                                                                     |              |     | W-3 ASTM A6/A 6M                    |
|    | HP          |                                                                                     |                                        |                                                                                     |              |                                                                                      |                                     |
|    | IPN         |                                                                                     |                                        |                                                                                     |              |                                                                                      |                                     |
|   | UB, UC (BS) |   | UB-1 BS 4 part 1-1993                  |   | ISMB, SC, HB |   | ISMB Indian Standard                |
|                                                                                     |             |  | UB-2 BS 4 part 1-1993                  |                                                                                     |              |  | ISSC Indian Standard                |
|                                                                                     |             |  | UC BS 4 part 1-1993                    |                                                                                     |              |  | ISHB Indian Standard                |
|  | I GOST      |  | No10..No60 GOST 8239-89                |  | U            |   | UPN                                 |
|                                                                                     |             |  | 10B1..45B2 GOST 26020-83               |                                                                                     |              |   | UAP NFA 45-255                      |
|                                                                                     |             |  | 50B1..100B4 GOST 26020-83              |                                                                                     |              |   | UPE                                 |
|                                                                                     |             |  | 20SH1..70SH1 GOST 26020-83             |                                                                                     |              |   | 5Y..40Y GOST 8240-89                |
|                                                                                     |             |  | 20K1..40K5 GOST 26020-83               |                                                                                     |              |   | 5P..40P GOST 8240-89                |
|                                                                                     |             |  | 24DB1..50DH1 GOST 26020-83             |                                                                                     |              |                                                                                      |                                     |
|  | L           |  | L20x20x3..80x80x8 Euronorm 56-77       |  | La           |   | L30x20x3..80x40x8 Euronorm 57-78    |
|                                                                                     |             |  | L100x100x8..160x160x19 Euronorm 56-77  |                                                                                     |              |   | L90x60x6..130x40x12 Euronorm 57-78  |
|                                                                                     |             |  | L180x180x16..250x250x28 Euronorm 56-77 |                                                                                     |              |   | L150x75x9..250x90x16 Euronorm 57-78 |
|  | Θ           | Θ                                                                                   | Θ θερμής έλασης                        |  | Ψ            | Ψ                                                                                    | Ψ ψυχρής έλασης                     |
|  | Θ           | Θ                                                                                   | Θ θερμής έλασης                        |  | Ψ            | Ψ                                                                                    | Ψ ψυχρής έλασης                     |
|  | ⌀           | ⌀                                                                                   | ⌀ D= 10.2 – 1016 mm                    |                                                                                     |              |                                                                                      |                                     |
|  | C           |  | Steadman C140-C300                     |  | Z            |   | Steadman Z140-Z300                  |
|                                                                                     |             |  | Ruukki C100-C350                       |                                                                                     |              |   | Ruukki Z100-Z350                    |
|                                                                                     |             |  | Albion C125-Z226                       |                                                                                     |              |   | Albion Z125-Z226                    |
|                                                                                     |             |  | Albion C246-Z401                       |                                                                                     |              |   | Albion Z246-Z401                    |
|                                                                                     |             |  | Dimond DHS150-DHS400                   |                                                                                     |              |   | Metsec Z142-Z202                    |
|                                                                                     |             |                                                                                     |                                        |                                                                                     |              |   | Metsec Z232-Z342                    |
|                                                                                     |             |                                                                                     |                                        |                                                                                     |              |   | ICS Z152-Z254                       |

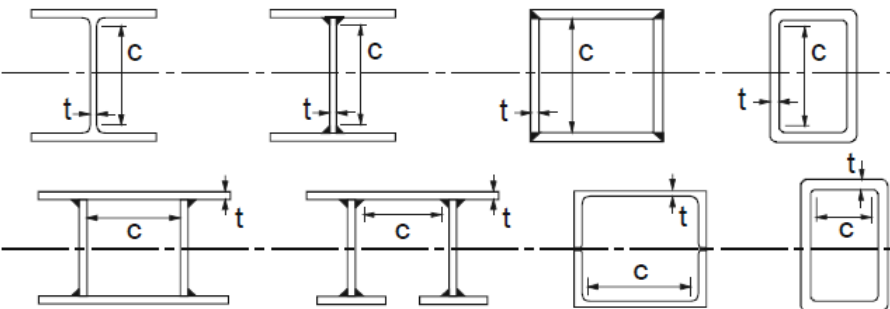
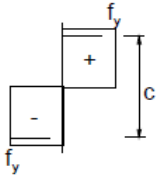
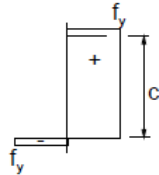
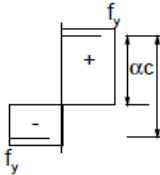
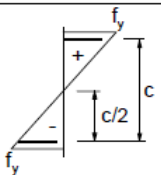
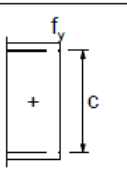
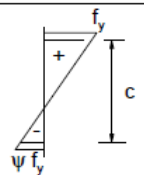


## 21.10 Κατάταξη διατομών EN 1993-1-1:2005 § 5.5

Ο σχεδιασμός στοιχείων από χάλυβα γίνεται με ελαστική ή πλαστική ανάλυση ανάλογα με την κατηγορία της διατομής.

Διατομές κατηγορίας 1 και 2 σχεδιάζονται με πλαστική αντοχή, διατομές κατηγορίας 3 με ελαστική αντοχή και διατομές κατηγορίας 4 με ελαστική αντοχή και ενεργά μεγέθη διατομής. Η κατάταξη των διατομών σε κατηγορίες 1, 2, 3 και 4 εξαρτάται από τον λόγο πάχους προς πλάτους των τμημάτων της διατομής που βρίσκονται σε θλίψη, σύμφωνα με τους πίνακες 5.2 του EN 1993-1-1:2005.

**Πίνακας 5.2 EN 1993-1-1:2005 - Εσωτερικά θλιβόμενα τμήματα**

| Internal compression parts                                                         |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                                                                                 |      |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|
|  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                                                                                 |      |      |      |
| Class                                                                              | Part subject to bending                                                             | Part subject to compression                                                         | Part subject to bending and compression                                                                                                         |      |      |      |
| Stress distribution in parts (compression positive)                                |  |  |                                                             |      |      |      |
| 1                                                                                  | $c/t \leq 72\epsilon$                                                               | $c/t \leq 33\epsilon$                                                               | when $\alpha > 0,5$ : $c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$<br>when $\alpha \leq 0,5$ : $c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$              |      |      |      |
| 2                                                                                  | $c/t \leq 83\epsilon$                                                               | $c/t \leq 38\epsilon$                                                               | when $\alpha > 0,5$ : $c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$<br>when $\alpha \leq 0,5$ : $c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$            |      |      |      |
| Stress distribution in parts (compression positive)                                |  |  |                                                             |      |      |      |
| 3                                                                                  | $c/t \leq 124\epsilon$                                                              | $c/t \leq 42\epsilon$                                                               | when $\psi > -1$ : $c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$<br>when $\psi \leq -1^{\circ}$ : $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$ |      |      |      |
| $\epsilon = \sqrt{235/f_y}$                                                        | $f_y$                                                                               | 235                                                                                 | 275                                                                                                                                             | 355  | 420  | 460  |
|                                                                                    | $\epsilon$                                                                          | 1,00                                                                                | 0,92                                                                                                                                            | 0,81 | 0,75 | 0,71 |

Πίνακας 5.2 EN 1993-1-1:2005 - Προεξέχοντα τμήματα

# Outstand flanges

Rolled sections

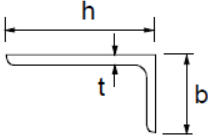
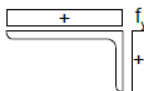
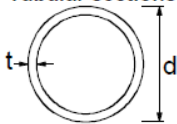
Welded sections

| Class                                               | Part subject to compression | Part subject to bending and compression                                |                                                   |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                                     |                             | Tip in compression                                                     | Tip in tension                                    |
| Stress distribution in parts (compression positive) |                             |                                                                        |                                                   |
| 1                                                   | $c/t \leq 9\epsilon$        | $c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$                                    | $c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$  |
| 2                                                   | $c/t \leq 10\epsilon$       | $c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$                                   | $c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$ |
| Stress distribution in parts (compression positive) |                             |                                                                        |                                                   |
| 3                                                   | $c/t \leq 14\epsilon$       | $c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_\sigma}$<br>For $k_\sigma$ see EN 1993-1-5 |                                                   |

$$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$$

|            |      |      |      |      |      |
|------------|------|------|------|------|------|
| $f_y$      | 235  | 275  | 355  | 420  | 460  |
| $\epsilon$ | 1.00 | 0.92 | 0.81 | 0.75 | 0.71 |

Πίνακας 5.2 EN 1993-1-1:2005 - Γωνιακά

| Angles                                                                              |                                                                                     |      |                                                                                     |      |                                                                      |      |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------------------|------|--|
| Refer also to "Outstand flanges"<br>(see sheet 2 of 3)                              |                                                                                     |      |  |      | Does not apply to angles in continuous contact with other components |      |  |
|                                                                                     |                                                                                     |      |                                                                                     |      |                                                                      |      |  |
| Class                                                                               | Section in compression                                                              |      |                                                                                     |      |                                                                      |      |  |
| Stress distribution across section (compression positive)                           |  |      |                                                                                     |      |                                                                      |      |  |
| 3                                                                                   | $h / t \leq 15\epsilon : \frac{b + h}{2t} \leq 11,5\epsilon$                        |      |                                                                                     |      |                                                                      |      |  |
| Tubular sections                                                                    |                                                                                     |      |                                                                                     |      |                                                                      |      |  |
|  |                                                                                     |      |                                                                                     |      |                                                                      |      |  |
| Class                                                                               | Section in bending and/or compression                                               |      |                                                                                     |      |                                                                      |      |  |
| 1                                                                                   | $d / t \leq 50\epsilon^2$                                                           |      |                                                                                     |      |                                                                      |      |  |
| 2                                                                                   | $d / t \leq 70\epsilon^2$                                                           |      |                                                                                     |      |                                                                      |      |  |
| 3                                                                                   | $d / t \leq 90\epsilon^2$                                                           |      |                                                                                     |      |                                                                      |      |  |
| NOTE For $d / t > 90\epsilon^2$ see EN 1993-1-6.                                    |                                                                                     |      |                                                                                     |      |                                                                      |      |  |
| $\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$                                                       | $f_y$                                                                               | 235  | 275                                                                                 | 355  | 420                                                                  | 460  |  |
|                                                                                     | $\epsilon$                                                                          | 1,00 | 0,92                                                                                | 0,81 | 0,75                                                                 | 0,71 |  |
|                                                                                     | $\epsilon^2$                                                                        | 1.00 | 0.85                                                                                | 0.66 | 0.56                                                                 | 0.51 |  |
|                                                                                     |                                                                                     |      |                                                                                     |      |                                                                      |      |  |

**21.11 Οριακές καταστάσεις αστοχίας EN 1993-1-1:2005 § 6.2****21.11.1 Εφελκυσμός EN 1993-1-1:2005 § 6.2.3**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.5})$$

Πλαστική αντοχή σχεδιασμού της πλήρους διατομής.

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.6})$$

Οριακή αντοχή σχεδιασμού της καθαρής διατομής στις θέσεις με οπές κοχλιών.

$$N_{u,Rd} = \frac{0.9 A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.7})$$

$A$  εμβαδόν πλήρους διατομής

$A_{net}$  εμβαδόν καθαρής διατομής (μείον τρύπες)

$f_y$  όριο διαρροής χάλυβα

$f_u$  εφελκυστική αντοχή, (τάση θραύσης) χάλυβα

$\gamma_{M0}$  ,  $\gamma_{M2}$  επιμέρους συντελεστές ασφαλείας υλικού

**21.11.2 Θλίψη EN 1993-1-1:2005 § 6.2.4**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.9})$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{για διατομές κατηγορίας 1,2,3} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.10})$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{για διατομές κατηγορίας 4} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.11})$$

$A$  εμβαδόν πλήρους διατομής

$A_{eff}$  εμβαδόν ενεργού διατομής

$f_y$  όριο διαρροής χάλυβα

$\gamma_{M0}$  επιμέρους συντελεστής ασφαλείας υλικού

Σε περίπτωση που η τιμή σχεδιασμού της τέμνουσας είναι  $V_{Ed} > 0.50 V_{pl,Rd}$  χρησιμοποιείται η μειωμένη τάση διαρροής.

$$\left( 1 - \rho \right) f_y, \text{ where } \rho = \left( \frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.29})$$

**21.11.3 Κάμψη EN 1993-1-1:2005 § 6.2.5**

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.12})$$

Καμπτική αντοχή σχεδιασμού περί τον κύριο (y-y) ή δευτερεύοντα άξονα (z-z).

$$M_{y,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{διατομές κατηγορίας 1 ή 2} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.13})$$

$$M_{z,Rd} = M_{pl,z,Rd} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{διατομές κατηγορίας 1 ή 2}$$

$$M_{y,Rd} = M_{el,y,Rd} = \frac{W_{el,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{διατομές κατηγορίας 3} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.14})$$

$$M_{z,Rd} = M_{el,z,Rd} = \frac{W_{el,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{διατομές κατηγορίας 3}$$

$$M_{y,Rd} = M_{c,y,Rd} = \frac{W_{eff,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{διατομές κατηγορίας 4} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.15})$$

$$M_{z,Rd} = M_{c,z,Rd} = \frac{W_{eff,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{διατομές κατηγορίας 4}$$

$W_{pl,y}$   $W_{pl,z}$  πλαστικές ροπές αντίστασης κύρια και δευτερεύουσα διεύθυνση,

$W_{el,y}$   $W_{el,z}$  ελαστικές ροπές αντίστασης κύρια και δευτερεύουσα διεύθυνση,

$W_{eff,y}$   $W_{eff,z}$  ροπές αντίστασης ενεργούς διατομής κύρια και δευτερεύουσα διεύθυνση,

$f_y$  όριο διαρροής χάλυβα,

$\gamma_{M0}$  επιμέρους συντελεστής ασφαλείας υλικού,

Όταν συγχρόνως δρα κάμψη και αξονική δύναμη ο έλεγχος γίνεται με το κριτήριο:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.31})$$

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.32})$$

Σε περίπτωση που η τιμή σχεδιασμού της τέμνουσας είναι  $V_{Ed} > 0.50 V_{pl,Rd}$  χρησιμοποιείται η μειωμένη τάση διαρροής.

$$\rho \cdot f_y, \text{ where } \rho = \left( \frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.29})$$

**21.11.4 Διαξονική κάμψη EN 1993-1-1:2005 § 6.2.9**

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}\right)^{\beta} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.41})$$

Για διατομές I και H:  $\alpha=2$ ,  $\beta=5n$ ,  $\beta \geq 1$  ( $n=N_{Ed}/N_{pl,Rd}$ )

Για κυκλικές διατομές:  $\alpha=2$ ,  $\beta=2$

Για κιβωτοειδείς κοίλες  $\alpha=\beta=1.66/(1-1.13 n^2)$

**21.11.5 Τέμνουσα EN 1993-1-1:2005 § 6.2.6**

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.17})$$

Πλαστική διατμητική αντοχή παράλληλα με τον κορμό.

$$V_{z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M0}} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.18})$$

Πλαστική διατμητική αντοχή κάθετα στη διεύθυνση του κορμού.

$$V_{y,Rd} = V_{pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M0}} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.18})$$

$A_{vy}$   $A_{vz}$  επιφάνειες διάτμησης σε διευθύνσεις παράλληλα και κάθετα στον κορμό,

$f_y$  όριο διαρροής χάλυβα,

$\gamma_{M0}$  επιμέρους συντελεστής ασφαλείας υλικού



### 21.11.6 Καμπτικός λυγισμός EN 1993-1-1:2005 § 6.3.1

Καμπτικός λυγισμός λόγω αξονικής θλιπτικής δύναμης.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.46})$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} \quad \text{Για διατομές κατηγορίας 1, 2 και 3} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.47})$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A_{eff} f_y}{\gamma_{M1}} \quad \text{Για διατομές κατηγορίας 4} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.48})$$

Ο μειωτικός συντελεστής  $\chi$  υπολογίζεται ως συνάρτηση της ανοιγμένης λυγρότητας  $\bar{\lambda}$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.49})$$

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

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}}; N_{cr} = \frac{\pi^2 E A}{\lambda^2}; \lambda = \frac{l_{eff}}{i}; i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$\bar{\lambda}$  ανοιγμένη λυγρότητα,

$N_{cr}$  ελαστικό κρίσιμο φορτίο λυγισμού,

$L_{cr}$  ισοδύναμο μήκος λυγισμού,

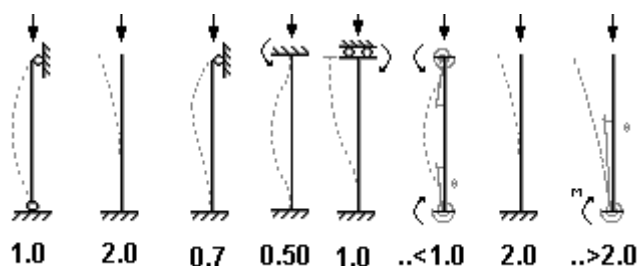
$\lambda$  λυγρότητα για ανάλογη μορφή λυγισμού,

$i$  ακτίνα αδρανείας υπολογιζόμενη χρησιμοποιώντας στοιχεία της πλήρους διατομής.

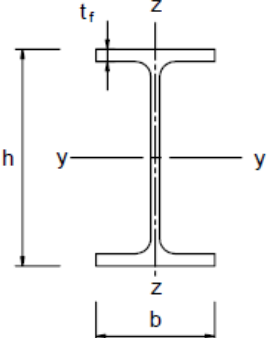
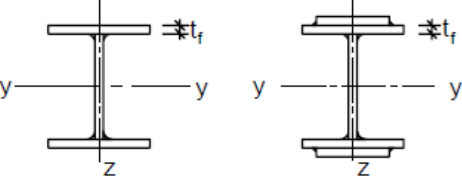
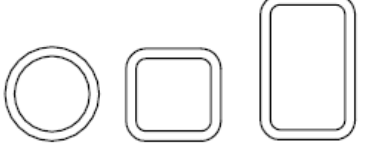
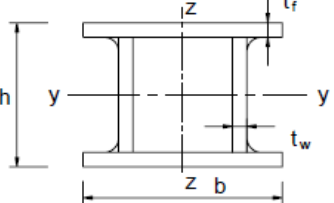
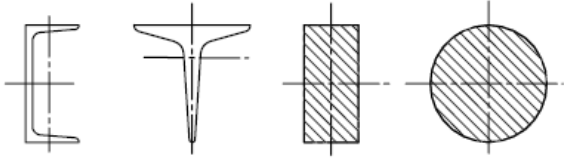
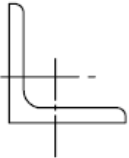
Ο συντελεστής ατελειών  $\alpha$  που αντιστοιχεί σε καμπύλες λυγισμού a0,a,b,c,d σύμφωνα με πίνακα 6.2 του Ευρωκώδικα 3, EN 1993-1-1:2005:

| Καμπύλη λυγισμού       | a <sub>0</sub> | a    | b    | C    | d    |
|------------------------|----------------|------|------|------|------|
| Συντελεστής ατελειών α | 0.13           | 0.21 | 0.34 | 0.49 | 0.76 |

Ισοδύναμα μήκη λυγισμού  $L_{cr}/L$



Πίνακας 6.2 EN 1993-1-1:2005 Επιλογή καμπύλης λυγισμού για δεδομένη διατομή

| Cross section             |                                                                                     | Limits                                                    | Buckling about axis            | Buckling curve                   |                     |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------|
|                           |                                                                                     |                                                           |                                | S 235<br>S 275<br>S 355<br>S 420 | S 460               |
| Rolled sections           |    | $h/b > 1,2$                                               | $t_f \leq 40 \text{ mm}$       | y-y<br>z-z                       | a<br>a <sub>0</sub> |
|                           |                                                                                     |                                                           | $40 \text{ mm} < t_f \leq 100$ | y-y<br>z-z                       | b<br>a              |
|                           |                                                                                     | $h/b \leq 1,2$                                            | $t_f \leq 100 \text{ mm}$      | y-y<br>z-z                       | b<br>a              |
|                           |                                                                                     |                                                           | $t_f > 100 \text{ mm}$         | y-y<br>z-z                       | d<br>c              |
| Welded I-sections         |    | $t_f \leq 40 \text{ mm}$                                  | y-y<br>z-z                     | b<br>c                           | b<br>c              |
|                           |                                                                                     | $t_f > 40 \text{ mm}$                                     | y-y<br>z-z                     | c<br>d                           | c<br>d              |
| Hollow sections           |   | hot finished                                              | any                            | a                                | a <sub>0</sub>      |
|                           |                                                                                     | cold formed                                               | any                            | c                                | c                   |
| Welded box sections       |  | generally (except as below)                               | any                            | b                                | b                   |
|                           |                                                                                     | thick welds: $a > 0,5t_f$<br>$b/t_f < 30$<br>$h/t_w < 30$ | any                            | c                                | c                   |
| U-, T- and solid sections |  |                                                           | any                            | c                                | c                   |
| L-sections                |  |                                                           | any                            | b                                | b                   |

### 21.11.7 Στρεπτοκαμπτικός λυγισμός μελών σταθερής διατομής EN 1993-1-1:2005 § 6.3.2

Στρεπτοκαμπτικός (ή πλευρικός) λυγισμός μελών σταθερής διατομής.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.54})$$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} W_y f_y}{\gamma_{M1}} \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.55})$$

$W_y = W_{pl,y}$  για διατομές κατηγορίας 1 και 2,

$W_y = W_{el,y}$  για διατομές κατηγορίας 3,

$W_y = W_{eff,y}$  για διατομές κατηγορίας 4.

Ο μειωτικός συντελεστής  $\chi_{LT}$  υπολογίζεται ως συνάρτηση της ανοιγμένης λυγηρότητας  $\bar{\lambda}_{LT}$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.56})$$

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

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

Ο συντελεστής ατελειών  $\alpha_{LT}$  που αντιστοιχεί σε καμπύλες λυγισμού α, α, b, c, d:

| Καμπύλη λυγισμού                   | a    | b    | c    | d    |
|------------------------------------|------|------|------|------|
| Συντελεστής ατελειών $\alpha_{LT}$ | 0.21 | 0.34 | 0.49 | 0.76 |

Οι καμπύλες λυγισμού επιλέγονται ως:

Ελατές διατομές  $h/b < 2$  καμπύλη α,  $h/b > 2$  καμπύλη b

Συγκολλητές διατομές  $h/b < 2$  καμπύλη c,  $h/b > 2$  καμπύλη d

Η κρίσιμη ελαστική ροπή πλευρικού λυγισμού υπολογίζεται σύμφωνα με το παράρτημα F του Ευρωκώδικα 3-1-1 (έκδοση 1992).

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{L^2} \left[ \sqrt{\left( \frac{k}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + C_2 Z_g - C_3 Z_j} - C_2 Z_g - C_3 Z_j \right]$$

$C_1, C_2, C_3$ , συντελεστές εξαρτώμενοι από συνθήκες φόρτισης και πλευρικής στήριξης, για δοκό με ομοιόμορφο διάγραμμα ροπών  $C_1=1.000, C_2=0.000, C_3=1.000$  για δοκό με παραβολικό διάγραμμα ροπών  $C_1=1.132, C_2=0.459, C_3=0.525$

$I_t$  σταθερά στρέψης,

$I_w$  σταθερά στρέβλωσης,

$I_z$  ροπή αδρανείας ως προς τον ασθενή άξονα,

$L$  μήκος δοκού μεταξύ σημείων στήριξης,

$k, k_w$  συντελεστές εξαρτώμενοι από το είδος στήριξης,

$Z_g$  απόσταση κέντρου διάτμησης από σημείο εφαρμογής φορτίου.



**21.11.8 Στρεπτοκαμπτικός λυγισμός υπό θλίψη και κάμψη EN 1993-1-1:2005 § 6.3.4**

$$\frac{N_{Ed}}{x_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.61})$$

$$\frac{N_{Ed}}{x_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{EN 1993-1-1, 6.62})$$

$$N_{Rk} = A f_y$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} f_y \text{ για διατομές κατηγορίας 1 και 2,}$$

$$M_{y,Rk} = W_{el,y} f_y \text{ για διατομές κατηγορίας 3,}$$

$$M_{y,Rk} = W_{eff,y} f_y \text{ για διατομές κατηγορίας 4}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} f_y \text{ για διατομές κατηγορίας 1 και 2,}$$

$$M_{z,Rk} = W_{el,z} f_y \text{ για διατομές κατηγορίας 3,}$$

$$M_{z,Rk} = W_{eff,z} f_y \text{ για διατομές κατηγορίας 4.}$$

Οι συντελεστές αλληλοεπίδρασης  $k_{yy}, k_{yz}, k_{zy}, k_{zz}$  λαμβάνονται από πίνακα B.1 και B.2

**Πίνακας B.1**

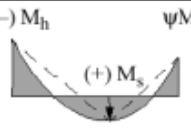
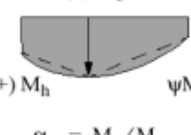
| Interaction factors                                                                                                                                          | Type of sections           | Design assumption                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                              |                            | elastic cross-sectional properties<br>class 3, class 4                                                                                                                     | plastic cross-sectional properties<br>class 1, class 2                                                                                                                          |
| $k_{yy}$                                                                                                                                                     | I-sections<br>RHS-sections | $C_{my} \left( 1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{my} \left( 1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ | $C_{my} \left( 1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{my} \left( 1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$  |
| $k_{yz}$                                                                                                                                                     | I-sections<br>RHS-sections | $k_{zz}$                                                                                                                                                                   | $0,6 k_{zz}$                                                                                                                                                                    |
| $k_{zy}$                                                                                                                                                     | I-sections<br>RHS-sections | $0,8 k_{yy}$                                                                                                                                                               | $0,6 k_{yy}$                                                                                                                                                                    |
| $k_{zz}$                                                                                                                                                     | I-sections                 | $C_{mz} \left( 1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left( 1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ | $C_{mz} \left( 1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left( 1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ |
|                                                                                                                                                              | RHS-sections               |                                                                                                                                                                            | $C_{mz} \left( 1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left( 1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$  |
| For I- and H-sections and rectangular hollow sections under axial compression and uniaxial bending $M_{y,Ed}$ the coefficient $k_{zy}$ may be $k_{zy} = 0$ . |                            |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                 |

Πίνακας Β.2

| Interaction factors | Design assumptions                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | elastic cross-sectional properties<br>class 3, class 4                                                                                                                                                          | plastic cross-sectional properties<br>class 1, class 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| $k_{yy}$            | $k_{yy}$ from Table B.1                                                                                                                                                                                         | $k_{yy}$ from Table B.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| $k_{yz}$            | $k_{yz}$ from Table B.1                                                                                                                                                                                         | $k_{yz}$ from Table B.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| $k_{zy}$            | $\left[ 1 - \frac{0,05\bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ $\geq \left[ 1 - \frac{0,05}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ | $\left[ 1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ $\geq \left[ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ <p>for <math>\bar{\lambda}_z &lt; 0,4</math> :</p> $k_{zy} = 0,6 + \bar{\lambda}_z \leq 1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}$ |
| $k_{zz}$            | $k_{zz}$ from Table B.1                                                                                                                                                                                         | $k_{zz}$ from Table B.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| Συντελεστής      | Άξονας κάμψης | Σημεία εξασφαλιζόμενα κατά δ/νση |
|------------------|---------------|----------------------------------|
| C <sub>my</sub>  | γ-γ           | z-z                              |
| C <sub>mz</sub>  | z-z           | γ-γ                              |
| C <sub>mLT</sub> | γ-γ           | γ-γ                              |

Πίνακας Β.3

| Moment Diagram                                                                                             | Range                    |                       | C <sub>my</sub> , C <sub>mz</sub> η C <sub>mLT</sub> under loading |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                                                                                            |                          |                       | Distributed                                                        | Concentrated                         |
|  $M$ to $\psi M$        | $-1 \leq \psi \leq 1$    |                       | $0,6 + 0,4 \psi \geq 0,4$                                          |                                      |
|  $\alpha_s = M_s / M_h$ | $0 \leq \alpha_s \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,2 + 0,8 \alpha_s \geq 0,4$                                      | $0,2 + 0,8 \alpha_s \geq 0,4$        |
|                                                                                                            | $-1 \leq \alpha_s < 0$   | $0 \leq \psi \leq 1$  | $0,1 - 0,8 \alpha_s \geq 0,4$                                      | $-0,8 \alpha_s \geq 0,4$             |
|                                                                                                            |                          | $-1 \leq \psi < 0$    | $0,1(1 - \psi) - 0,8 \alpha_s \geq 0,4$                            | $0,2(-\psi) - 0,8 \alpha_s \geq 0,4$ |
|                                                                                                            | $0 \leq \alpha_h \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05 \alpha_h$                                             | $0,90 + 0,10 \alpha_h$               |
|  $\alpha_h = M_h / M_s$ | $-1 \leq \alpha_h < 0$   | $0 \leq \psi \leq 1$  | $0,95 + 0,05 \alpha_h$                                             | $0,90 + 0,10 \alpha_h$               |
|                                                                                                            |                          | $-1 \leq \psi < 0$    | $0,95 + 0,05 \alpha_h(1 + 2\psi)$                                  | $0,90 - 0,10 \alpha_h(1 + 2\psi)$    |

## 22 Νομοθεσία και Βιβλιογραφία

**EN 1990:2002/A1:2005/AC:2010**

Ευρωκώδικας - Basis of structural design

**EN 1991-1-1:2002/AC:2009**

Ευρωκώδικας 1: Actions on structures - Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings

**EN 1991-1-2:2002/AC:2013**

Ευρωκώδικας 1: Actions on structures - Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire

**EN 1991-1-3:2003/AC:2009**

Ευρωκώδικας 1 - Actions on structures - Part 1-3: General actions - Snow loads

**EN 1991-1-4:2005/A1:2010**

Ευρωκώδικας 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions

**EN 1991-1-4:2005/AC:2010**

Ευρωκώδικας 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions

**EN 1991-1-5:2003/AC:2009**

Ευρωκώδικας 1: Actions on structures - Part 1-5: General actions - Thermal actions

**EN 1991-1-6:2005/AC:2013**

Ευρωκώδικας 1 - Actions on structures Part 1-6: General actions - Actions during execution

**EN 1991-1-7:2006/AC:2010**

Ευρωκώδικας 1 - Actions on structures - Part 1-7: General actions - Accidental actions

**EN 1991-2:2003/AC:2010**

Ευρωκώδικας 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges

**EN 1991-3:2006/AC:2012**

Ευρωκώδικας 1 - Actions on structures - Part 3: Actions induced by cranes and machinery

**EN 1991-4:2006/AC:2012**

Ευρωκώδικας 1 - Actions on structures - Part 4: Silos and tanks

**EN 1992-1-1:2004**

Ευρωκώδικας 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings

**EN 1992-1-1:2004/AC:2010**

Ευρωκώδικας 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings

**EN 1992-1-2:2004/AC:2008**

Ευρωκώδικας 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design

**EN 1992-2:2005/AC:2008**

Ευρωκώδικας 2 - Design of concrete structures - Concrete bridges - Design and detailing rules

**EN 1992-3:2006**

Ευρωκώδικας 2 - Design of concrete structures - Part 3: Liquid retaining and containment structures

**EN 1993-1-1:2005/AC:2009**

Ευρωκώδικας 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings

**EN 1993-1-2:2005/AC:2009**

Ευρωκώδικας 3: Design of steel structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design

**EN 1993-1-3:2006/AC:2009**

Ευρωκώδικας 3 - Design of steel structures - Part 1-3: General rules - Supplementary rules for cold-formed members and sheeting

**EN 1993-1-4:2006**

Ευρωκώδικας 3 - Design of steel structures - Part 1-4: General rules - Supplementary rules for stainless steels

**EN 1993-1-5:2006/AC:2009**

Ευρωκώδικας 3 - Design of steel structures - Part 1-5: Plated structural elements

**EN 1993-1-6:2007/AC:2009**

Ευρωκώδικας 3 - Design of steel structures - Part 1-6: Strength and Stability of Shell Structures

**EN 1993-1-7:2007/AC:2009**

Ευρωκώδικας 3 - Design of steel structures - Part 1-7: Plated structures subject to out of plane loading

**EN 1993-1-8:2005/AC:2009**

Ευρωκώδικας 3: Design of steel structures - Part 1-8: Design of joints

**EN 1993-1-9:2005/AC:2009**

Ευρωκώδικας 3: Design of steel structures - Part 1-9: Fatigue



**EN 1993-1-10:2005/AC:2009**

Ευρωκώδικας 3: Design of steel structures - Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties

**EN 1993-1-11:2006/AC:2009**

Ευρωκώδικας 3 - Design of steel structures - Part 1-11: Design of structures with tension components

**EN 1993-1-12:2007/AC:2009**

Ευρωκώδικας 3 - Design of steel structures - Part 1-12: Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S 700

**EN 1997-1:2004/AC:2009**

Ευρωκώδικας 7: Geotechnical design - Part 1: General rules

**EN 1997-2:2007/AC:2010**

Ευρωκώδικας 7 - Geotechnical design - Part 2: Ground investigation and testing

**EN 1998-1:2004/A1:2013**

Ευρωκώδικας 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings

EN 1998-1:2004/AC:2009

Ευρωκώδικας 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.

EN 1998-2:2005/A1:2009

Ευρωκώδικας 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 2: Bridges

EN 1998-2:2005/A2:2011

Ευρωκώδικας 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 2: Bridges

EN 1998-2:2005/AC:2010

Ευρωκώδικας 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 2: Bridges

**EN 1998-3:2005/AC:2013**

Ευρωκώδικας 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 3: Assessment and retrofitting of buildings

EN 1998-4:2006

Ευρωκώδικας 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 4: Silos, tanks and pipelines

**EN 1998-5:2004**

Ευρωκώδικας 8: Design of structures for earthquake resistance Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects

EN 1998-6:2005

Ευρωκώδικας 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 6: Towers, masts and chimneys

**CEN/TS 1992-4-1:2009**

Design of fastenings for use in concrete - Part 4-1: General

**CEN/TS 1992-4-2:2009**

Design of fastenings for use in concrete - Part 4-2: Headed Fasteners

**CEN/TS 1992-4-3:2009**

Design of fastenings for use in concrete - Part 4-3: Anchor channels

**CEN/TS 1992-4-4:2009**

Design of fastenings for use in concrete - Part 4-4: Post-installed fasteners - Mechanical systems

**CEN/TS 1992-4-5:2009**

Design of fastenings for use in concrete - Part 4-5: Post-installed fasteners - Chemical systems

**EN 13391:2004**

Mechanical tests for post-tensioning systems

**Πρόσθετη Βιβλιογραφία**

- Timoshenko, S.P. and Gere, J.M. *Theory of Elastic Stability*, Mc-Graw-Hill, 1961.
- Lawrence M. *Structural Design to Steelwork to EN1993 and EN1994*, Elsevier 2008
- Trahair NS, Branford MA, Nethercot DA, Gardner L, *The behaviour and Design of Steel Structures to EC3*, Taylor and Francis 2008
- Access Steel documents.
- Steel Construction Institute publications.

