



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών



Οι νέες διατάξεις του Ευρωκώδικα 3 μέρος 1-1 σε σύγκριση με τον ισχύοντα κανονισμό



Διπλωματική Εργασία
Παπαγεωργίου Ιώαννης

EMK ΔΕ 2023 3

Επιβλέπων: Παύλος Θανόπουλος
Συνεπιβλέπων: Ανδρέας Σπηλιοπουλος

Αθήνα, Μάρτιος 2023



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών



Οι νέες διατάξεις του Ευρωκώδικα 3 μέρος 1-1 σε σύγκριση με τον ισχύοντα κανονισμό



Διπλωματική Εργασία
Παπαγεωργίου Ιώαννης

EMK ΔΕ 2023 3

Επιβλέπων: Παύλος Θανόπουλος
Συνεπιβλέπων: Ανδρέας Σπηλιόπουλος

Αθήνα, Μάρτιος 2023

Copyright © Παπαγεωργίου Ιωάννης, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση σε αρχείο πληροφοριών, διανομή, αναπαραγωγή, μετάφραση ή μετάδοση της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό, υπό οποιαδήποτε μορφή και με οποιοδήποτε μέσο επικοινωνίας, ηλεκτρονικό ή μηχανικό, χωρίς την προηγούμενη έγγραφη άδεια του συγγραφέα. Επιτρέπεται η αναπαραγωγή, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν στη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/1932, Άρθρο 202).

Copyright © Papageorgiou Ioannis, 2023

All Rights Reserved

Neither the whole nor any part of this diploma thesis may be copied, stored in a retrieval system, distributed, reproduced, translated, or transmitted for commercial purposes, in any form or by any means now or hereafter known, electronic or mechanical, without the written permission from the author. Reproducing, storing and distributing this thesis for non-profitable, educational or research purposes is allowed, without prejudice to reference to its source and to inclusion of the present text. Any queries in relation to the use of the present thesis for commercial purposes must be addressed to its author.

Approval of this diploma thesis by the School of Civil Engineering of the National Technical University of Athens (NTUA) does not constitute in any way an acceptance of the views of the author contained herein by the said academic organisation (L. 5343/1932, art. 202).

Παπαγεωργίου Ιώαννης (2023)
**Οι νέες διατάξεις του Ευρωκώδικα 3 μέρος 1-1
σε σύγκριση με τον ισχύοντα κανονισμό**
Διπλωματική Εργασία ΕΜΚ ΔΕ 2023 3
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Papageorgiou Ioannis (2023)
Diploma Thesis ΕΜΚ ΔΕ 2023 3
**The new Eurocode 3 part 1-1
provisions in comparison with current regulation**
Institute of Steel Structures, National Technical University of Athens, Greece

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου για την υποστήριξη και τη βοήθεια που έλαβα κατά τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας. Χωρίς την ενθάρρυνσή και την υποστήριξη των φίλων και της οικογένειάς μου, δεν θα μπορούσα να ολοκληρώσω αυτό τον κύκλο σπουδών.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την συνάδελφό μου Γιώτα για τις συμβουλές, τις παρατηρήσεις και τα σχόλιά που βοήθησαν στη βελτίωση της εργασίας μου, καθώς και τη φίλη μου Μαρίνα που συνέβαλε στη διαχείριση των ψηφιακών δεδομένων της εργασίας

Αφιέρωση

Θα ήθελα να αφιερώσω αυτήν τη διπλωματική εργασία στην οικογένειά μου, που με στήριξε καθ' όλη τη διάρκεια των προπτυχιακών σπουδών μου, καθώς και την Ηρώ που μου έδωσε τη δύναμη και την ενέργεια να συνεχίσω να προχωράω και να αναζητώ τη γνώση



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΜΚ ΔΕ 3 2023

**Οι νέες διατάξεις του Ευρωκώδικα 3 μέρος 1-1
σε σύγκριση με τον ισχύοντα κανονισμό**

Παπαγεωργίου Ιωάννης

Επιβλέπων: Παύλος Θανόπουλος, Επίκουρος Καθηγητής
Συνεπιβλέπων: Ανδρέας Σπηλιόπουλος, Υποψήφιος Διδάκτορας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εξέλιξη των κανονισμών και η προσαρμογή τους στην τεχνολογική ανάπτυξη, αλλά και στην βελτίωση των υπολογιστικών δυνατοτήτων αποτελεί πάντα πεδίο έρευνας για τους μηχανικούς. Σήμερα υπάρχει αφενός η έκδοση με τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 3 του Δεκεμβρίου του 2005, στις μεταλλικές κατασκευές και αφετέρου έκδοση του 2019.

Σε γενικά πλαίσια γίνεται προσπάθεια να εξαχθούν συμπεράσματα μέσα από εφαρμογές, παραδείγματα και διαγράμματα, σχετικά με το κατά πόσο ένας κανονισμός είναι αυστηρότερος ή ελαστικότερος αλλά και για τα πλαίσια αυτής της αλλαγής. Βασική διαφοροποίηση του καινούργιου κανονισμού σχετίζεται με την στατική ανάλυση, με το πως με διάφορες μεθόδους αποφεύγονται ορισμένοι έλεγχοι και μέσω των υπολογισμών μπορούμε να έχουν μία συνολικότερη εικόνα για την κατασκευή. Πιο συγκεκριμένα, στον προσδιορισμό της οριακής κατάστασης αστοχίας αποκτάμε μια εικόνα για τις δράσεις που ασκούνται πάνω στην κατασκευή και την επιρροή που έχουν πάνω σε αυτή.

Με αντίστοιχο τρόπο γίνεται και η κατηγοριοποίηση των διατομών, όπου τα όρια της κάθε κατηγορίας γίνονται πιο αυστηρά, ζήτημα που καθιστά τους κανονισμούς πιο αυστηρούς. Παραθέτουμε την καινούργια κατηγοριοποίηση για τις διατομές HEA, HEB και IPE για τις διάφορες κατηγορίες του χάλυβα. Παρουσιάζονται και τα διαγράμματα για το πως μεταβάλλεται η κατηγορία της διατομής σε σχέση με το ύψος της.

Ωστόσο με βάση τα παραπάνω φαίνεται η τάση των νέων διατάξεων να αποφεύγονται υπολογισμοί. Παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εγκάρσιας φόρτισης με ένα δοκάρι HEA400 πάνω στο οποίο πατάει ένα φυτευτό υποστυλώμα IPE300 και δημιουργεί εγκάρσια φόρτιση. Με τον νέο κανονισμό μας δίνεται η δυνατότητα άμεσης επιλογής διατομής με κατάλληλο πάχος πέλματος και κορμού, ώστε να αποφεύγεται η αστοχία. Παρουσιάζεται παράδειγμα στο οποίο φαίνεται ότι το καθοριστικό για την αντοχή σε εγκάρσια φόρτιση είναι το πάχος του πέλματος και του κορμού.

Παράλληλα δίνεται βάση στο ενδεχόμενο όπου σε μια κατασκευή ασκείται κάμψη, στρέψη και διάτμηση οι νέοι κανονισμοί περιλαμβάνουν μια αλλαγή στον τύπο της ροπής εντάσσοντας έτσι σε αυτό

και την επιρροή της στρέψης στην διατομή. Η προσαρμογή αυτή δίνει την δυνατότητα να αποφευχθεί ο έλεγχος με το κριτήριο Von Misses.

Τέλος, παρουσιάζονται κάποια συμπεράσματα για το ποια είναι η κατεύθυνση και το πως εξελίσσονται οι κανονισμοί πάντα στην βάση της βελτίωσης των υπολογιστικών προγραμμάτων.



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF STEEL STRUCTURES



DIPLOMA THESIS
EMK ΔΕ 2023 3

The new Eurocode 3 part 1-1 provisions in comparison with current regulation

Papageorgiou Ioannis

Supervisor: Pavlos Thanopoulos, Assistan Professor
Co-supervisor: Andreas Spiliopoulos, PhD Candidate

ABSTRACT

The evolution of regulations and their adaptation to technological development and the improvement of computing capabilities is always an area of research for engineers. So we have on the one hand the version with the provisions of Eurocode 3 of December 2005 on steel structures and on the other hand the 2019 version.

In a general context, an attempt is made to draw conclusions through applications, examples and the corresponding diagrams, on whether a regulation is more stringent or more flexible and on the context of this change. The main difference of the new regulation is related to the structural analysis and how various methods avoid some checks and through calculations we can have a more comprehensive picture of the construction. In particular, in the determination of the failure limit state we gain an insight into the actions exerted on the structure and their effect on it.

The classification of cross-sections is done, where the limits of each category become stricter, which makes the regulations more stringent. We present the new categorization with for HEA, HEB and IPE cross-sections for the different categories of steel. The corresponding diagrams are also presented to show how the category of the cross-section changes with height.

However, based on the above, we see the tendency of the new provisions to avoid calculations. We present an example of transverse loading with a HEA400 beam upon which a planted IPE300 column and creates transverse loading. With the new regulation we can directly choose a cross-section with a suitable flange and web thickness to avoid failure. It can be seen in the example presented that the crucial factor for the resistance to transverse loading is the thickness of the flange and web.

While we give consideration to the eventuality where a structure is subjected to bending torsion and shear the new regulations include a change in the moment formula thus including the influence of torsion on the section, this adjustment allows us to avoid the Von Mises criteria check.

Finally we present some conclusions on the direction and how the regulations are evolving always on the basis of the improvement of the computer programs.

Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	17
2	Στατική ανάλυση.....	19
2.1	Εισαγωγή	19
2.2	Αρχικός έλεγχος.....	19
2.3	Προσδιορισμός ευστάθειας πλαισίου και της οριακής κατάστασης αστοχίας.....	19
2.3.1	Μέθοδος M0	19
2.3.2	Μέθοδος M1	20
2.3.3	Μέθοδος M2	20
2.3.4	Μέθοδος M3	21
2.3.5	Μέθοδος M4	21
2.3.6	Μέθοδος M5	21
2.3.7	Μέθοδος EM	21
2.4	Συμπεράσματα για την στατική ανάλυση.....	22
3	Κατηγοριοποίηση των διατομών	23
3.1	Εισαγωγή	23
3.2	Διατομές ΙΡΕ.....	24
3.3	Διατομές ΗΕΑ.....	26
3.4	Διατομές ΗΕΒ.....	29
3.5	Συμπεράσματα.....	31
4	Έλεγχοι σε ΟΚΑ και ΟΚΛ.....	32
4.1	Εισαγωγή	32
4.2	Υπολογισμός ενεργού εμβαδού στην διάτμηση.....	32
4.3	Στρέψη	32
4.4	Συνδυασμός κάμψης και διάτμησης.....	34
4.4	Κάμψη και αξονική	35
5	Αντοχή σε εγκάρσια φορτία.....	36
5.1	Εισαγωγή.....	36
5.2	Παράδειγμα Εγκάρσιας φόρτισης	37
5.2.1	Αναλυτική διαδικασία υπολογισμού εγκάρσιας φόρτισης.....	38
5.2.2	Συμπεράσματα από το συγκεκριμένο παραδειγμα.....	39
6	Κόπωση.....	40
8	Συμπεράσματα.....	41

1 Εισαγωγή

Είναι πολύ σημαντικό το πλαίσιο και οι κανόνες με βάση τους οποίους σχεδιάζουμε να προσαρμόζονται στις εξελίξεις και να συμβάλουν στην αποτελεσματικότερη υλοποίηση των κατασκευών. Οι προσαρμογές αυτές θα μας δώσουν την δυνατότητα να έχουμε μια εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας της κατασκευής, αλλά και στην ευστάθεια τους. Παρουσιάζονται παρακάτω κάποιες πλευρές όπου έχουμε την δυνατότητα να ελέγχουμε συνολικά την διατομή και να εντοπίσουμε πιθανές αστοχίες. Σκοπός είναι να δοθούν οι κανόνες πάνω στους οποίους θα υλοποιούνται οι μεταλλικές κατασκευές. Οι κανόνες αυτοί και οι διατάξεις, έχουν την τάση να προσαρμόζονται στις τεχνολογικές εξελίξεις, καθώς και στην συνεχόμενη βελτίωση των υπολογιστικών προγραμμάτων.

Παρουσιάζονται παρακάτω τέτοιες πτυχές, καθώς οι έλεγχοι που γίνονται διαφοροποιούνται με βάση τις αυξημένες δυνατότητες που έχουμε, σε ότι αφορά τους υπολογισμούς και το είδος της ανάλυσης μας. Το βασικό ζήτημα που αλλάζει είναι το κομμάτι της στατικής ανάλυσης, όπου πλέον επιβεβαιώνεται αυτό που αναφέρεται πιο πάνω. Έχουμε δηλαδή τρόπους με χρήση ανώτερων υπολογισμών, μεγαλύτερη δυσκολία και πολυπλοκότητα, να μην στεκόμαστε σε ένα επιμέρους έλεγχο αντίθετα να έχουμε μια συνολική εικόνα της κατασκευής. Στην προκειμένη περίπτωση αυτό που ασχολούμαστε είναι ουσιαστικά οι αναλύσεις δευτέρας τάξης και το πώς αυτές θα μας διευκολύνουν και θα τροποποιήσουν τους ελέγχους που κάνουμε.

Μέσα από τις εφαρμογές που παρουσιάζονται εντοπίζεται κατά πόσο ελαστικότεροι ή αυστηρότεροι είναι οι νέοι κανονισμοί. Σε αυτό το κομμάτι προστίθεται και ο έλεγχος σε εγκάρσια φόρτιση. Θα δοθεί και θα μελετηθεί παράδειγμα με κολώνα που πατάει πάνω στο δοκάρι και του δημιουργεί εγκάρσια φόρτιση. Ο έλεγχος αυτός προστίθεται στο συγκεκριμένο παράρτημα με σκοπό να αποφευχθούν έλεγχοι που παραπέμπουν σε άλλα παραρτήματα.

Standards, Grades and quality	Nominal thickness of the element			
	t mm			
	$t \leq 8$ mm		$8 \text{ mm} < t \leq 20$ mm	
	f_y N/mm ²	f_u N/mm ²	f_y N/mm ²	f_u N/mm ²
EN 10149-2^a				
S 315 MC	315	390	315	390
S 355 MC	355	430	355	430
S 420 MC	420	480	420	480
S 460 MC	460	520	460	520
S 500 MC	500	550	500 ^b	550 ^b
S 550 MC	550	600	550 ^b	600 ^b
S 600 MC	600	650	600 ^b	650 ^b
S 650 MC	650	700	630 ^b	700 ^b
S 700 MC	700	750	680 ^b	750 ^b
EN 10149-3^a				
S 260 NC	260	370	260	370
S 315 NC	315	430	315	430
S 355 NC	355	470	355	470
S 420 NC	420	530	420	530

^a Verification of the impact energy in accordance with EN 10149-1 Clause 11, option 5 should be specified.
^b $t \leq 16$ mm

Πίνακας 1-1: Τάσεις διαρροής και θραύσης για προβλεπόμενες κατηγορίες χάλυβα

Επιπλέον, παρατίθεται και η καινούργια κατηγοριοποίηση των διατομών, καθώς και κάποιες παρατηρήσεις γύρω από αυτές. Με τις κατηγορίες να έχουν πλέον πιο αυστηρά όρια για την κατηγοριοποίηση των διατομών. Σε ότι αφορά τα υλικά βλέπουμε ένα επιπλέον πίνακα. Στον Πίνακα 1-1 αναφέρονται οι ονομαστικές τιμές του ορίου διαρροής f_y και οι τιμές τους ορίου θραύσης f_u για ελάσματα. Δίνεται παρακάτω ο πίνακας με τα παραπάνω όριο για μεταλλικά ελάσματα με πάχος 8mm έως 20mm.

Αντίθετα σε μεγάλο μέρος της εργασίας περιγράφονται εφαρμογές σε ΟΚΛ και σε ΟΚΑ με βάση τις καινούργιες διατάξεις. Με συνδυασμούς φορτίσεων κάμψη και αξονική, κάμψη και τέμνουσα, διάτμηση καθώς και καταπόνηση σε εγκάρσια φόρτιση.

2 Στατική ανάλυση

2.1 Εισαγωγή

Στο κομμάτι της στατικής ανάλυσης βρίσκονται και οι βασικές αλλαγές. Σε αυτό το σημείο γίνεται μια τομή στις αναλύσεις, αφού δεν μπαίνουμε στην λογική του να επιλέξουμε πρώτης ή δευτέρας τάξεως ανάλυση, αλλά για το ποιους ελέγχους υπάρχει η δυνατότητα να αποφευχθούν.

2.2 Αρχικός έλεγχος

$\alpha_{cr} > 25$ Πρώτης τάξεως ανάλυση,

$\alpha_{cr} > 10$ Πρώτης τάξεως ανάλυση, εάν η προσαύξηση που παίρνουν τα εντατικά μεγέθη λόγω των φαινόμενα δευτέρας τάξης δεν είναι παραπάνω από 10%.

Δηλαδή στόχος μας είναι να εκτιμήσουμε την επιρροή που μπορεί να έχουν φαινόμενα όπως ο λυγισμός, στα εντατικά μεγέθη και αν υπάρχει λόγος να τα λάβουμε υπόψη μας.

2.3 Προσδιορισμός ευστάθειας πλαισίου και της οριακής κατάστασης αστοχίας

Στις διατάξεις του Ευρωκώδικα το 2005 είναι εμφανές ότι γίνεται προσπάθεια να προσδιοριστεί η ευστάθεια των πλαισίων μεμονωμένα με βάση στην στατική ανάλυση και παρατίθενται τρεις τρόποι με τους οποίους θα λαμβάνονται υπόψη τις ατέλειες και τις επιρροές φαινομένων δευτέρας τάξης. Το πλαίσιο αυτό έχει διατηρηθεί και στις καινούργιες διατάξεις του 2019, ωστόσο γίνεται προσπάθεια να συγκεκριμενοποιηθεί μεθοδολογικά η οριακή κατάσταση αστοχίας. Γίνεται μία προσπάθεια να παρουσιαστεί ο αλγοριθμικός τρόπος των μεθόδων M0-M5 και EM.

2.3.1 Μέθοδος M0

Εξετάζεται αν η επίδραση της παραμορφωμένης γεωμετρίας μπορεί να αγνοηθεί, δηλαδή αν ικανοποιούνται τα παρακάτω κριτήρια της παραγράφου 7.2.

i) Εξετάζεται αν ικανοποιείται η παρακάτω σχέση:

$$2-1 \quad \alpha_{cr,ns} = \frac{F_{cr,ns}}{F_{Ed}} \geq k_0 \quad \text{όπου } k_0=25$$

ii) Εξετάζεται αν ικανοποιείται η παρακάτω σχέση:

$$2-2 \quad \alpha_{cr,sw} = \frac{F_{cr,sw}}{F_{Ed}} \geq 10$$

iii) Το κριτήριο αυτό επαληθεύεται εάν συμβαίνει ένα από τα παρακάτω:

α) Για ορισμένους τύπους διατομής, όπως κοίλες ορθογωνικές διατομές και συγκολλητές κλειστές διατομές.

β) Όταν σε μέλη με έναν ή δύο άξονες συμμετρίας ασκείται καμπτική ροπή ως προς τον ασθενή άξονα.

γ) Στην περίπτωση που υπάρχει ικανοποιητική πλευρική στήριξη στα θλιβόμενα πέλματα, σύμφωνα με το Παράρτημα D.

δ) Όταν το όριο λυγηρότητας σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό δεν ξεπερνιέται, σύμφωνα με την παράγραφο 8.3.2.3(1).

Τα κριτήρια i-ii μένουν ίδιες με διαφορά ότι δεν γίνεται διάκριση αν θα κάνω πρώτης ή δευτέρας τάξεως ανάλυση αλλά διάκριση για το αν μιλάμε για μεταθετό ή αμετάθετο πλαίσιο.

Σε αυτό το σημείο στα κριτήρια i-ii φαίνεται το εξής. Αν σε μία κατασκευή το $\alpha_{cr} > 25$, τότε πραγματοποιώ στατική ανάλυση αγνοώντας τα φαινόμενα δεύτερης τάξεως. Ενώ αν $\alpha_{cr} > 10$, τότε μπορώ να υπολογίσω την ροπή κάμψεως με βάση τα φαινόμενα πρώτης τάξεως με την προϋπόθεση ότι τα φαινόμενα δευτέρας τάξεως δεν προκαλούν αύξηση στα εντατικά μεγέθη πάνω από 10%. Αυτή η διευκρίνιση γίνεται λόγω ευκολίας που υπάρχει στους υπολογισμούς λόγω της ανάπτυξης των λογισμικών. Υπάρχει δηλαδή η δυνατότητα σήμερα να υπολογιστούν οι αυξήσεις στα εντατικά μεγέθη που έχει το φαινόμενο δευτέρας τάξεως, δυνατότητα που μας δίνει δικαίωμα να έχουμε μια συνολική εικόνα της διατομής.

Με βάση τα παραπάνω, η M0 παραθέτει τα εξής, ο έλεγχος αντοχής της διατομής γίνεται με βάση τα εντατικά μεγέθη που προέκυψαν από την αρχική γεωμετρία, ο έλεγχος σε λυγισμό μπορεί να παραληφθεί και οι ατέλειες δεν λαμβάνονται υπόψη.

2.3.2 Μέθοδος M1

Προχωράμε στην μέθοδο M1 με την προϋπόθεση ότι ικανοποιούνται τα κριτήρια i-ii όχι όμως το iii, δηλαδή δεν μπορεί να αγνοηθεί η επίδραση του στρεπτοκαμπτικού λυγισμού.

Σε αυτή την περίπτωση, ελέγχεται η αντοχή της διατομής με βάση τα εντατικά μεγέθη του απαραμόρφωτου φορέα αγνοούνται οι ατέλειες από την στατική ανάλυση. Απαιτείται όμως έλεγχος της αντοχής σε λυγισμό στον ασθενή άξονα του φορέα (εκτός πλαισίου) βασιζόμενοι στην παράγραφο 8.3 και στα εντατικά μεγέθη πρώτης τάξεως. Στην περίπτωση λοιπόν, που ικανοποιούνται οι μόνο τα i-ii, βάσει οδηγίας του ευρωκώδικα κάνουμε έλεγχο με τα εξής:

- 1) Τις σχέσεις του κεφαλαίου 8.2 βασιζόμενοι στα εντατικά μεγέθη της πρώτης τάξεως ανάλυσης.
- 2) Οι ατέλειες δεν περιλαμβάνονται στην στατική ανάλυση
- 3) Έλεγχος λυγισμού για εκτός επιπέδου αντοχή μεμονωμένου μέλους σύμφωνα με το κεφάλαιο 8.3 και με βάση τα εντατικά μεγέθη πρώτης τάξης.

2.3.3 Μέθοδος M2

Αν δεν ικανοποιείται το κριτήριο i αλλά ικανοποιείται το κριτήριο ii τότε ο έλεγχος της αντοχής της διατομής μπορεί να βασιστεί στα εντατικά μεγέθη της αρχικής γεωμετρίας του φορέα. Απαιτείται έλεγχος της διατομής και εντός και εκτός επιπέδου σε λυγισμό για κάθε μέρος ξεχωριστά σύμφωνα με το κεφάλαιο 8.3 με βάση τα διαγράμματα πρώτης τάξεως και τα κατάλληλα μήκη λυγισμού.

Λαμβάνοντας υπόψιν τις συνολικές ατέλειες της διατομής. Πιο συγκεκριμένα σε αυτή την περίπτωση προχωρώ στους παρακάτω ελέγχους:

- 1) Τις σχέσεις του κεφαλαίου 8.2 σύμφωνα με τα εντατικά μεγέθη της πρώτης τάξεως ανάλυσης.
- 2) Ο έλεγχος της διατομής για το κάθε μέλος ξεχωριστά σε λυγισμό εντός και εκτός πλαισίου βασίζεται σε εντατικά μεγέθη που προκύπτουν από φαινόμενα πρώτης τάξης και κατάλληλα διαγράμματα ροπής.
- 3) Στην στατική ανάλυση αγνοούνται οι ατέλειες από τις μετακινήσεις του πλαισίου.

2.3.4 Μέθοδος M3

Αν δεν ικανοποιούνται οι σχέσεις [4] και [5] αλλά οι ατέλειες έχουν συμπεριληφθεί στη στατική μελέτη. Ο έλεγχος της αντοχής της διατομής μπορεί να βασιστεί στα εντατικά μεγέθη που προκύπτουν από την ανάλυση δευτέρας τάξεως και με συντελεστή γ_{M1} . Απαιτείται έλεγχος της διατομής και στους δύο άξονες σε λυγισμό για κάθε μέρος ξεχωριστά σύμφωνα με το κεφάλαιο 8.3 με βάση τα διαγράμματα δεύτερης τάξεως και τα κατάλληλα μήκη λυγισμού. Ενώ η κατανομή των εντατικών μεγεθών στα άκρα γίνεται με βάση την θεωρία της πρώτης τάξεως.

2.3.5 Μέθοδος M4

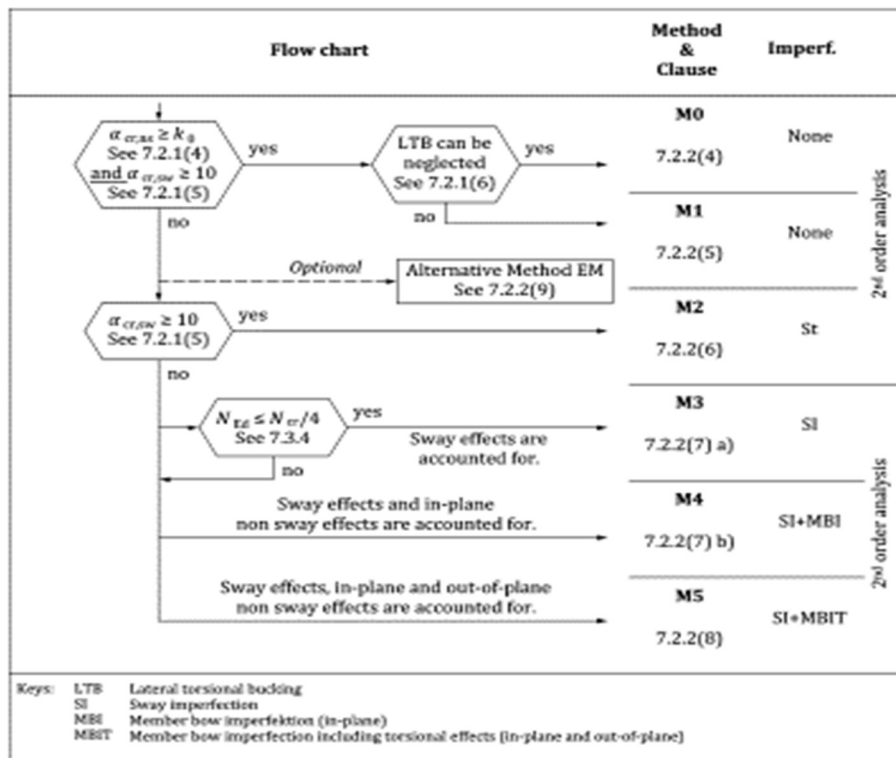
Αν δεν ικανοποιούνται οι σχέσεις [4] και [5] αλλά οι ατέλειες και οι δράσεις εντός του επιπέδου έχουν συμπεριληφθεί στη στατική μελέτη. Ο έλεγχος της αντοχής της διατομής μπορεί να βασιστεί στα εντατικά μεγέθη που προκύπτουν από την ανάλυση δευτέρας τάξεως και με συντελεστή γ_{M1} . Μπορεί να παραληφθεί ο έλεγχος σε λυγισμό για το ισχυρό άξονα σύμφωνα με το κεφάλαιο 8.3.3. Ενώ απαιτείται ο έλεγχος για της αντοχής σε λυγισμό για τον ασθενή άξονα λαμβάνοντας υπόψιν τα εντατικά μεγέθη δευτέρας τάξεως.

2.3.6 Μέθοδος M5

Αν δεν ικανοποιούνται οι σχέσεις [4] και [5] αλλά οι ατέλειες και όλες οι δράσεις έχουν συμπεριληφθεί στη στατική μελέτη. Ο έλεγχος της αντοχής της διατομής μπορεί να βασιστεί στα εντατικά μεγέθη που προκύπτουν από την ανάλυση δευτέρας τάξεως και με συντελεστή γ_{M1} . Μπορεί να παραληφθεί ο έλεγχος σε λυγισμό για το ισχυρό άξονα σύμφωνα με το κεφάλαιο 8.3.3

2.3.7 Μέθοδος EM

Αν οι δράσεις δευτέρας τάξεως δεν έχουν συμπεριληφθεί στην στατική ανάλυση τότε κάνω έλεγχο σε λυγισμό για κάθε μέλος ξεχωριστά. Δεν χρειάζεται να λάβουμε υπόψιν μας τις ατέλειες. Ενώ ο έλεγχος σε στρεμποκαμπτικό λυγισμό γίνεται με βάση τα εντατικά μεγέθη πρώτης τάξεως λαμβάνοντας υπόψιν και την μετακίνηση του κάθε κόμβου.



Εικόνα 2-1: Αλγοριθμική παρουσίαση των μεθόδων M0-EM

2.4 Συμπεράσματα για την στατική ανάλυση

Με βάση τα παραπάνω η ποιοτική διαφορά του στατικού ελέγχου σε σχέση με πριν είναι ότι πλέον υπολογίζονται τα αποτελέσματα των δράσεων που ασκούνται σε ένα φορέα. Αξιολογούνται ανάλογα με την επιρροή που έχουν και στην συνέχεια επιλέγεται ποια διαδικασία θα ακολουθήσει ο μελετητής. Βλέπουμε λοιπόν ότι οι κανονισμοί περνάνε σε μία ποιοτική αξιολόγηση των κατασκευών γεγονός που διαμορφώνει καινούργια λογική στην διαδικασία του σχεδιασμού.

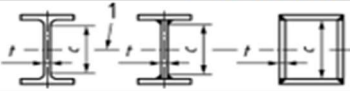
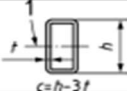
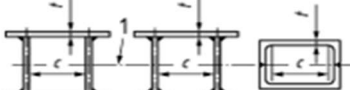
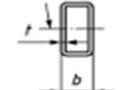
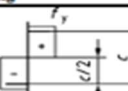
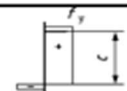
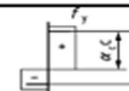
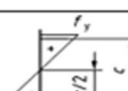


Βέβαια πρέπει να επισημανθεί ότι η μέθοδος EM τελικά δεν είναι καθόλου άμεση αφού απαιτεί ελέγχους σε κάθε μέλος του φορέα και τις μετακινήσεις κάθε κόμβου. Ουσιαστικά στην περίπτωση που δεν ικανοποιούνται τα κριτήρια του Κεφαλαίου 7 γίνονται αναλυτικές μέθοδοι.

3 Κατηγοριοποίηση των διατομών

3.1 Εισαγωγή

Διατομές που αλλάζουν κατηγορία μια και στον πίνακα 7.3 βλέπουμε τα όρια να έχουν αλλάξει, να έχουν γίνει πιο αυστηρά. Χαρακτηριστικό είναι ότι όταν ο κορμός βρίσκεται σε θλίψη για τις κατηγορίες 1 και 2 τα όρια διαμορφώνονται από 33 σε 28 και από 28 σε 34 αντίστοιχα. Ενώ για την κατηγορία 3 σε κάμψη το όριο από 123 γίνεται 121.

Table 7.3 — Maximum width-to-thickness ratios for compression parts (sheet 1 of 3)

Internal compression parts			
			
			
Key			
1 Axis of bending			
Stress distribution in parts (compression positive)			
Class 1	$c/t \leq 72 \epsilon$	$c/t \leq 28 \epsilon$	when $\alpha_c > 0.5$: $c/t \leq \frac{126 \epsilon}{5.5 \alpha_c - 1}$ when $\alpha_c \leq 0.5$: $c/t \leq \frac{36 \epsilon}{\alpha_c}$
Class 2	$c/t \leq 83 \epsilon$	$c/t \leq 34 \epsilon$	when $\alpha_c > 0.5$: $c/t \leq \frac{188 \epsilon}{6.53 \alpha_c - 1}$ when $\alpha_c \leq 0.5$: $c/t \leq \frac{41.5 \epsilon}{\alpha_c}$
Stress distribution in parts (compression positive)			
Class 3	$c/t \leq 121 \epsilon$	$c/t \leq 38 \epsilon$	when $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{38 \epsilon}{0.608 + 0.343 \psi + 0.049 \psi^2}$ when $\psi \leq -1$: $\frac{c}{t} \leq 60.5 \epsilon (1 - \psi)$
NOTE For I or H sections with equal flanges, under axial force and bending moment about the main axis parallel to the flanges, the parameter α_c that defines the position of the plastic neutral axis may be calculated as follows: If $N_{ed} \geq c t_w f_y$ $\alpha_c = 1.0$ If $N_{ed} \leq -c t_w f_y$ $\alpha_c = 0$ In other cases: $\alpha_c = 0.5 \left(1 + \frac{N_{ed}}{c t_w f_y} \right)$ Where N_{ed} is the design axial force taken as positive for compression and negative for tension.			
^a $\psi \leq -1$ and a compression stress of $\sigma_{com,Ed} = f_y$ applies where the tensile strain $\epsilon_t > f_y/E$			

Πίνακας 3-1: Τα καινούργια όρια για την κατηγοριοποίηση των διατομών στο κορμό

Table 7.3 — Maximum width-to-thickness ratios for compression parts (sheet 2 of 3)

Outstand flanges			
	Rolled sections		Welded sections
Stress distribution in parts (compression positive)			
Class 1	$c/t \leq 9 \epsilon$	$c/t \leq \frac{9 \epsilon}{\alpha_c}$	$c/t \leq \frac{9 \epsilon}{\alpha_c \sqrt{\alpha_c}}$
Class 2	$c/t \leq 10 \epsilon$	$c/t \leq \frac{10 \epsilon}{\alpha_c}$	$c/t \leq \frac{10 \epsilon}{\alpha_c \sqrt{\alpha_c}}$
Stress distribution in parts (compression positive)			
Class 3	$c/t \leq 14 \epsilon$	$c/t \leq 21 \epsilon \sqrt{k_\sigma}$ For k_σ see EN 1993-1-5	

Πίνακας 3-2: Τα καινούργια όρια για την κατηγοριοποίηση των διατομών στο πέλμα

Στις παρακάτω ενότητες δίνονται χαρακτηριστικά κάποια στοιχεία των βασικών διατομών **IPE, HEA, HEB**. Για αυτές τις διατομές δίνονται παρακάτω ποιες διατομές αλλάζουν κατηγορία, παρουσιάζονται τα διαγράμματα c/t -h για κάμψη και θλίψη του πέλματος και το κορμού αντίστοιχα. Έχουν εντοπιστεί τα σημεία καμψής των παρακάτω συναρτήσεων τα οποία κατά απόλυτο αριθμό δεν αλλάζουν, ωστόσο τα όρια αλλάζουν οπότε εντοπίζεται και μεταβολή του σημείου που παρατηρείται η αλλαγή της κατηγορίας.

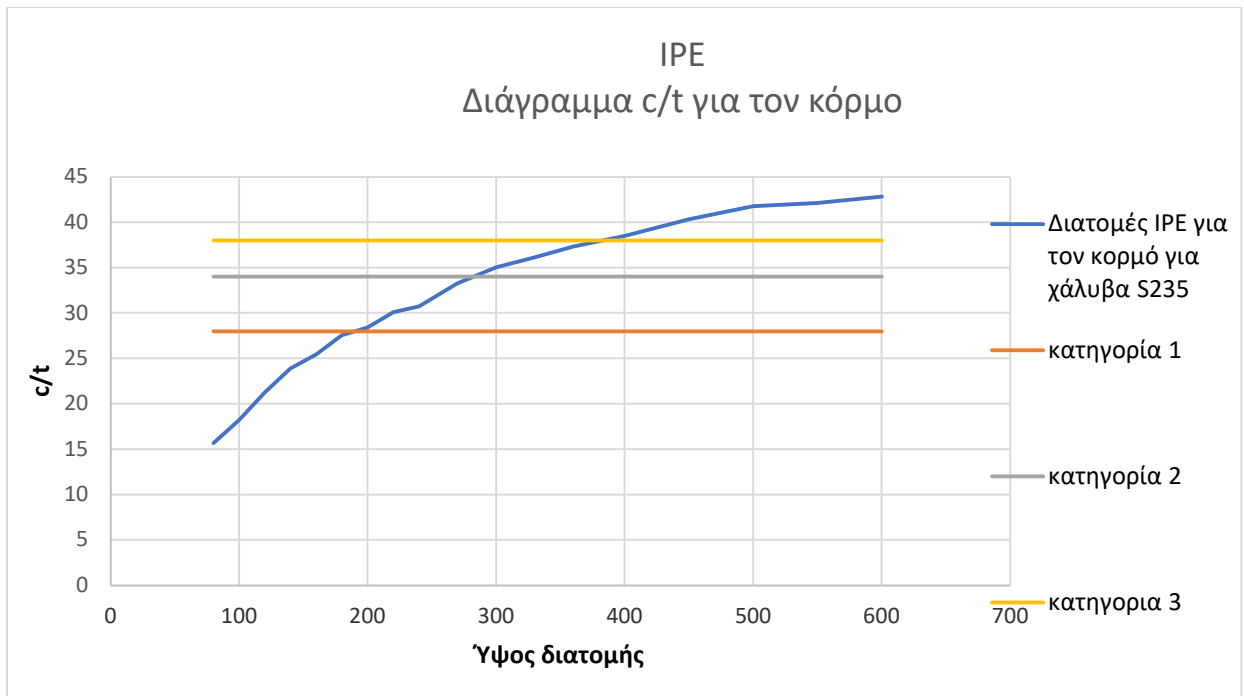
3.2 Διατομές IPE

Δίνεται παρακάτω ο πίνακας με τις διατομές IPE από 80 έως 600 επισημαίνονται οι διαφοροποιήσεις στις διατομές. Με κίτρινο χρώμα είναι όσες διατομές παρατηρούνται διαφοροποιήσεις, με πράσινο χρώμα φαίνονται οι διαφοροποιήσεις για κατηγορία χάλυβα S275 και με κόκκινο χρώμα οι επιμέρους διαφορές.

Φαίνεται λοιπόν παρακάτω πως αλλάζουν οι διατομές σε διάφορες κατηγορίες χάλυβα 235, 275, 355 και 460 καθώς και πως μεταβάλλεται το διάγραμμα c/t ανάλογα με το ύψος της διατομής, δηλαδή για διατομές διαφορετικού ύψους ποιες είναι οι τιμές του λόγου c/t .

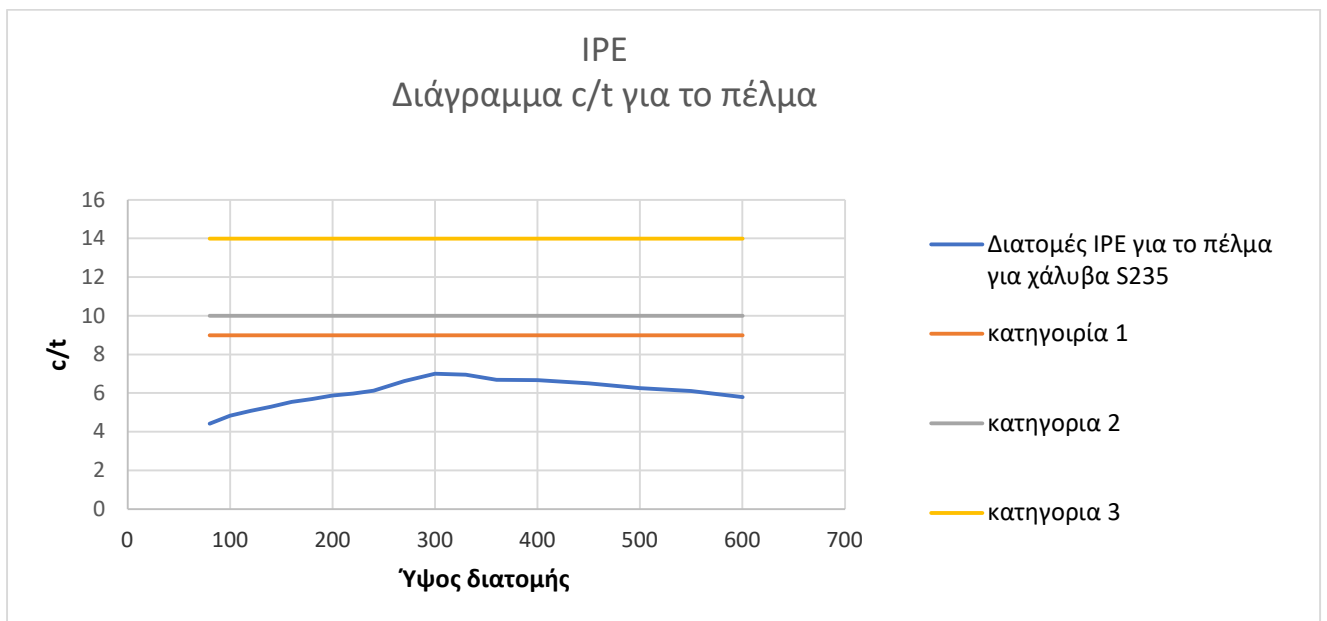
Παρουσιάζονται παρακάτω δύο διαγράμματα το ένα αφορά πως φαίνεται η κατηγοριοποίηση για τον κορμό και το άλλο για το πέλμα.

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται σε ποια σημεία και για ποια ύψη αλλάζει η κατηγορία η διατομή σε ότι αφορά το κορμό για κατηγορία χάλυβα S235.



Εικόνα 3-2: Διατομές ΙΡΕ για τον κόρμο για χάλυβα S235

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται σε ποια σημεία και για ποια ύψη αλλάζει η κατηγορία η διατομή σε ότι αφορά το πέλμα για κατηγορία χάλυβα S235.



Εικόνα 3-3: Διατομές ΙΡΕ για το πέλμα για χάλυβα S235

Όπως φαίνεται για την παραπάνω κατηγορία χάλυβα οι διατομές ΙΡΕ δεν επηρεάζονται σε κανένα σημείο η κατηγορία της διατομής τους.

Περιγραφή	Κατηγοριοποίηση										Λεπτομέρειες στην κατηγοριοποίηση											
	G kg/m	h mm	καθαρή καμψη				καθαρή θλίψη				κάμψη στο κορμό				Θλίψη							
															πέλμα				κορμός			
			235	275	355	460	235	275	355	460	235	275	355	460	235	275	355	460	235	275	355	460
ΙΡΕ 80	6,0	80	1	1	1	1	1	1	1	1	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	1w	1w	1w
ΙΡΕ 100	8,1	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	1w	1w	1w
ΙΡΕ 120	10,4	120	1	1	1	1	1	1	1	2w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	1w	1w	2w
ΙΡΕ 140	12,9	140	1	1	1	1	1	1	2w	2w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	1w	2w	2w
ΙΡΕ 160	15,8	160	1	1	1	1	1	1	2w	3w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	1w	2w	3w
ΙΡΕ 180	18,8	180	1	1	1	1	1	1	2w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	2w	2w	4w
ΙΡΕ 200	22,4	200	1	1	1	1	1	1	3w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	2w	2w	3w	4w
ΙΡΕ 220	26,2	220	1	1	1	1	1	1	3w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	2w	2w	3w	4w
ΙΡΕ 240	30,7	240	1	1	1	1	1	1	3w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	2w	2w	3w	4w
ΙΡΕ 270	36,1	270	1	1	1	1	2w	2w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	2f	2w	3w	4w	4w
ΙΡΕ 300	42,2	300	1	1	1	1	2w	3w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	2f	3w	3w	4w	4w
ΙΡΕ 330	49,1	330	1	1	1	1	3w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	2f	3w	4w	4w	4w
ΙΡΕ 360	57,1	360	1	1	1	1	3w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	3w	4w	4w	4w
ΙΡΕ 400	66,3	400	1	1	1	1	4w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	4w	4w	4w	4w
ΙΡΕ 450	77,6	450	1	1	1	1	4w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	4w	4w	4w	4w
ΙΡΕ 500	90,7	500	1	1	1	1	4w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	4w	4w	4w	4w
ΙΡΕ 550	105,5	550	1	1	1	1	4w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	4w	4w	4w	4w
ΙΡΕ 600	122,4	600	1	1	1	1	4w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	4w	4w	4w	4w

Πίνακας 3-4: Πίνακας κατηγοριοποίησης διατομών ΙΡΕ

Χαρακτηριστικό είναι ότι οι μόνες διατομές που δεν αλλάζουν κατηγορία σε οποιαδήποτε συνθήκη είναι οι ΙΡΕ80 ΙΡΕ100 ΙΡΕ 300 ΙΡΕ500 και ΙΡΕ550.

Για την ΙΡΕ300 φαίνεται ότι είναι ακριβώς πάνω στην αλλαγή. Δηλαδή με βάση την προηγούμενη κατηγοριοποίηση έχουμε ότι η ΙΡΕ270 για θλίψη στον κορμό για τύπο χάλυβα 355 είναι κατηγορία 3, και η ΙΡΕ330 στον χάλυβα τύπου 235 είναι κατηγορία 3, με αποτέλεσμα η ΙΡΕ300 να ισορροπεί μεταξύ των δύο αλλαγών. Ενώ για τις ΙΡΕ80 και ΙΡΕ100 έχουμε χαρακτηριστικά ότι ο λόγος c/t είναι ακόμα πολύ χαμηλός για να αλλάξει κατηγορία.

Φαίνεται λοιπόν από την ΙΡΕ120 η οποία για χάλυβα 460 ο κορμός σε θλίψη είναι κατηγορία 2 από 1 που είναι με βάση τον προηγούμενο κανονισμό όπως και η ΙΡΕ160 αντίστοιχα για χάλυβα 460 με κορμό σε θλίψη έχουμε κατηγορία 3 από 2.

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα οι διατομές κάτω από 270 είναι κατηγορία 1 ενώ οι διατομές από 270 έως 330 είναι κατηγορία 2, ενώ από 330 έως 360 κατηγορία 3 ενώ από 360 και πάνω είναι κατηγορία 4.

Ενώ για χάλυβα 355 όλες οι διατομές από 140 έως 270 έχουμε αλλαγή κατηγορίας καθώς οφείλεται σε αλλαγή που κάνει ο κορμός σε θλίψη. Αντίστοιχα οι χάλυβες 235 διαφοροποιούνται όταν ο κορμός είναι σε θλίψη και για διατομές 330 έως 500.

Συνοψίζοντας υπάρχει **αλλαγή μόνο σε ότι αφορά τον κορμό σε θλίψη** και αυτές βασίζονται στο ότι ο κορμός αλλάζει κατηγορία.

3.3 Διατομές ΗΕΑ

Αντίστοιχα για τις διατομές ΗΕΑ βλέπουμε και εδώ διαφοροποιήσεις σχετικά με την κατηγοριοποίηση.

Περιγραφή	G kg/m h mm		Κατηγοριοποίηση								Λεπτομέρειες για την κατηγοριοποίηση											
			καθαρή κάμψη				καθαρή θλίψη				Καθαρή κάμψη				καθαρή θλίψη							
			κάμψη				θλίψη				κάμψη κορμός				περίμα				κορμός			
			235	275	355	460	235	275	355	460	235	275	355	460	235	275	355	460	235	275	355	460
HE 100 A	16,7	96	1	1	1	1	1	1f	1	1	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	1w	1w	1w
HE 120 A	19,9	114	1	1	1	1	1	1f	2f	3f	1w	1w	1w	1w	1f	1f	2f	3f	1w	1w	1w	1w
HE 140 A	24,7	133	1	1	1	1	1	1f	3f	3f	1w	1w	1w	1w	1f	1f	3f	3f	1w	1w	1w	1w
HE 160 A	30,4	152	1	1	1	1	1	2f	3f	3f	1w	1w	1w	1w	1f	2f	3f	3f	1w	1w	1w	1w
HE 180 A	35,5	171	1	1	1	1	2f	3f	3f	3f	1w	1w	1w	1w	2f	3f	3f	3f	1w	1w	1w	2w
HE 200 A	42,3	190	1	1	1	1	2f	3f	3f	3f	1w	1w	1w	1w	2f	3f	3f	3f	1w	1w	1w	2w
HE 220 A	50,5	210	1	1	1	1	2f	3f	3f	3f	1w	1w	1w	1w	2f	3f	3f	3f	1w	1w	1w	2w
HE 240 A	60,3	230	1	1	1	1	2f	3f	3f	3f	1w	1w	1w	1w	2f	3f	3f	3f	1w	1w	1w	2w
HE 260 A	68,2	250	1	1	1	1	3f	3f	3f	4f	1w	1w	1w	1w	3f	3f	3f	4f	1w	1w	2w	2w
HE 280 A	76,4	270	1	1	1	1	3f	3f	3f	4f	1w	1w	1w	1w	3f	3f	3f	4f	1w	1w	2w	3w
HE 300 A	88,3	290	1	1	1	1	3f	3f	3f	4f	1w	1w	1w	1w	3f	3f	3f	4f	1w	1w	2w	3w
HE 320 A	97,6	310	1	1	1	1	2f	3f	3f	3	1w	1w	1w	1w	2f	3f	3f	3f	1w	1w	2w	3w
HE 340 A	104,8	330	1	1	1	1	2f	2f	3f	3	1w	1w	1w	1w	2f	2f	3f	3f	1w	1w	2w	3w
HE 360 A	112,1	350	1	1	1	1	1	2f	3f	3	1w	1w	1w	1w	1f	2f	3f	3f	1w	1w	2w	3w
HE 400 A	124,8	390	1	1	1	1	1	1f	2	3	1w	1w	1w	1w	1f	1f	2f	3f	1w	1w	2w	3w
HE 450 A	139,8	440	1	1f	1	1	2w	2w	3w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	2f	2w	2w	3w	4w
HE 500 A	155,1	490	1	1f	1	1	2w	2w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	2f	2w	2w	4w	4w
HE 550 A	166,2	540	1	1f	1	1	3w	3w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	3w	3w	4w	4w
HE 600 A	177,8	590	1	1f	1	1	3w	3w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	3w	3w	4w	4w
HE 650 A	189,7	640	1	1f	1	1	4w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	4w	4w	4w	4w
HE 700 A	204,5	690	1	1f	1	1	4w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	4w	4w	4w	4w
HE 800 A	224,4	790	1	1f	1	1	4w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	4w	4w	4w	4w
HE 900 A	251,6	890	1	1f	1	1	4w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	4w	4w	4w	4w
HE 1000 A	272,3	990	1	1f	1	2w	4w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	2w	1f	1f	1f	1f	4w	4w	4w	4w

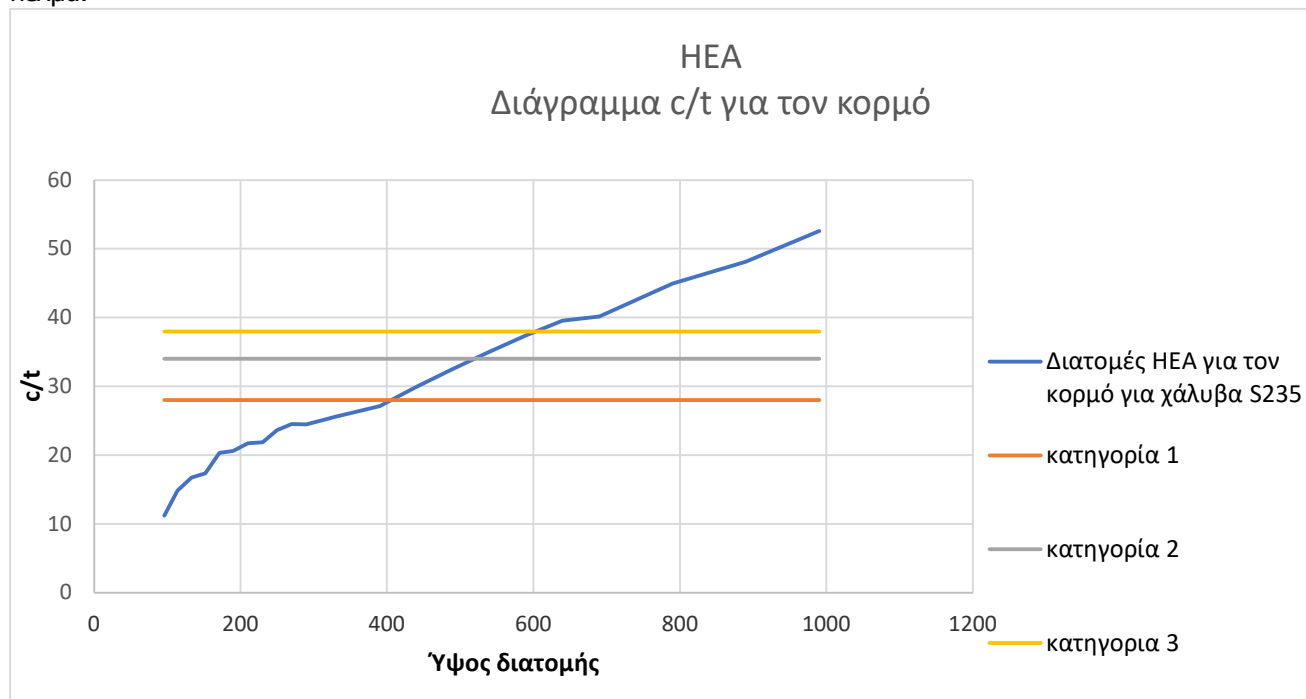
Πίνακας 3-5: Πίνακας κατηγοριοποίησης διατομών HEA

Με βάση τον πίνακα ότι στις διατομές HEA100, HEA800, HEA900 και HEA1000 δεν έχουμε καμία διαφοροποίηση. Όπως και στις IPE οι ακραίες τιμές δεν επηρεάζονται από την αλλαγή στα όρια των διατομών είτε γιατί οι διαστάσεις είναι τόσο μικρές που τα αποτελέσματα δεν ξεπερνούν τα όρια, είτε έχουν περάσει όλες οι διατομές στην κατηγορία 4, στην καθαρή θλίψη ανεξαρτήτως είδος χάλυβα.

Από HEA120 έως HEA160 ανεβαίνει μία κατηγορία από 1 σε 2 και από 2 σε 3 αντίστοιχα για χάλυβα 355, με την HEA120 για χάλυβα 460 να γίνεται κατηγορία 3 από κατηγορία 2 τα ίδια ισχύουν και σε καθαρή κάμψη και σε καθαρή θλίψη.

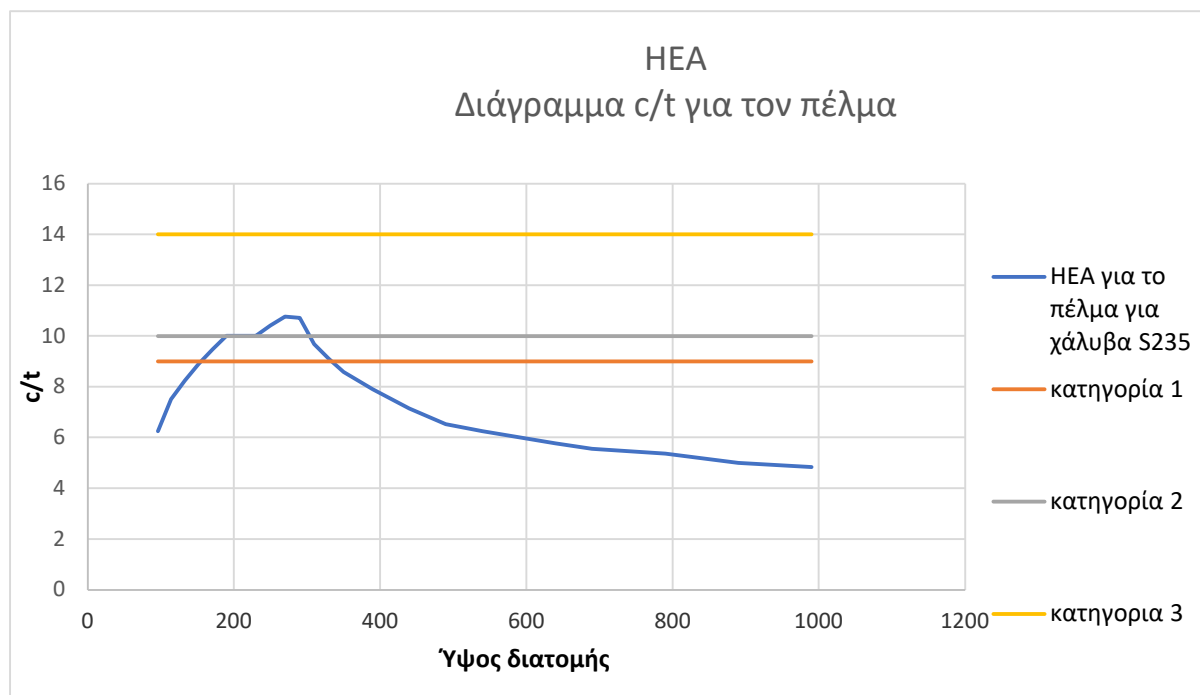
Από HEA 180 έως 340 σε καθαρή κάμψη παρατηρείται η ίδια αλλαγή με παραπάνω, σε καθαρή θλίψη δεν αλλάζουν οι HEA260 HEA300 HEA340 για χάλυβα 235 ενώ για 355 είναι όλες ίδιες οι κατηγορίες και για 460 αλλάζουν μόνο οι διατομές 180 και 260 από 2 σε 3 και από 3 σε 4. Οι διατομές 360 και 400 αλλάζουν μόνο σε S355

Παρακάτω φαίνονται και τα διαγράμματα για τον μεταβάλλεται η κατηγοριοποίηση στο κορμό και στο πέλμα.



Εικόνα 3-6: Διατομές HEA για τον κορμό για χάλυβα S235

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η συνάρτηση του c/t με το ύψος της διατομής είναι αύξουσα και η για τις διατομές μεγάλου ύψους ο κορμός είναι κατηγορία 4.



Εικόνα 3- 7: HEA για το πέλμα για χάλυβα S235

Αντίθετα με τον κορμό βλέπουμε η παραπάνω συνάρτηση έχει πολλά σημεία καμψής. Στην αρχή είναι γεννίως αύξουσα μετά για τα HEA 200,220 και 240 παραμένει σταθερή, μετά είναι πάλι αύξουσα και στην συνέχεια γεννίως φθίνουσα.

Σε αντίθεση με τον κορμό όσο αυξάνεται το ύψος της διατομής οι διατομές κατηγοριοποιούνται στην κατηγορία 1.

Για HEA450 μέχρι και HEA700 έχουμε στην καθαρή κάμψη να μην αλλάζει τίποτα εκτός από HEA500 για S460 όπου από κατηγορία 1 γίνεται κατηγορία 2, όλες οι υπόλοιπες διατομές παραμένουν κατηγορία 1.

Στην καθαρή θλίψη έχουμε αλλαγές που οφείλονται κυρίως στον κορμό σε S235 οι διατομές ανεβαίνουν μία κατηγορία, ενώ 355 και 460 ανεβαίνουν μια κατηγορία μέχρι να γίνουν όλες κατηγορία 4.

Γενικά βλέπουμε ότι το μοτίβο που ακολουθούν οι διατομές HEA να ανεβαίνουν κατηγορία όσο αυξάνεται το ύψος του κορμού σε S235 μέχρι το ύψος να φτάσει 300, για S355 το ύψος να φτάσει 400 και για S460 αυτό συμβαίνει όταν το ύψος φτάσει 300.

3.4 Διατομές HEB

Παρακάτω δίνεται ο πίνακας διατομών HEB με τις διαφοροποιήσεις τους.

Περιγραφή			Κατηγοριοποίηση								Λεπτομέρειες για την κατηγοριοποίηση											
	G	h	καθαρή κάμψη				καθαρή θλίψη				καθαρή κάμψη				καθαρή θλίψη							
			κορμός				κορμός				κορμός				περίμα							
	kg/m	mm	235	275	355	460	235	275	355	460	235	275	355	460	235	275	355	460	235	275	355	460
HE 100 B	20,4	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	1w	1w	1w
HE 120 B	26,7	120	1	1	1	1	1	1	1	1	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	1w	1w	1w
HE 140 B	33,7	140	1	1	1	1	1	1	1	1	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	1w	1w	1w
HE 160 B	42,6	160	1	1	1	1	1	1	1	1	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	1w	1w	1w
HE 180 B	51,2	180	1	1	1	1	1	1	1	1	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	1w	1w	1w
HE 200 B	61,3	200	1	1	1	1	1	1	1	2f	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	2f	1w	1w	1w	1w
HE 220 B	71,5	220	1	1	1	1	1	1	1	2f	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	2f	1w	1w	1w	1w
HE 240 B	83,2	240	1	1	1	1	1	1	1	2f	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	2f	1w	1w	1w	1w
HE 260 B	93,0	260	1	1	1	1	1	1	2f	3f	1w	1w	1w	1w	1f	1f	2f	3f	1w	1w	1w	1w
HE 280 B	103,1	280	1	1	1	1	1	1	2f	3f	1w	1w	1w	1w	1f	1f	2f	3f	1w	1w	1w	1w
HE 300 B	117,0	300	1	1	1	1	1	1	2f	3f	1w	1w	1w	1w	1f	1f	2f	3f	1w	1w	1w	1w
HE 320 B	126,7	320	1	1	1	1	1	1	3f	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	3f	1w	1w	1w	1w	
HE 340 B	134,2	340	1	1	1	1	1	1	2	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	2f	1w	1w	1w	2w	
HE 360 B	141,8	360	1	1	1	1	1	1	2	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	2f	1w	1w	1w	2w	
HE 400 B	155,3	400	1	1	1	1	1	1	1	2w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	1w	1w	2w
HE 450 B	171,1	450	1	1	1	1	1	1	2w	3w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	1w	2w	3w
HE 500 B	187,3	500	1	1	1	1	1	2w	2w	3w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	1w	2w	2w	3w
HE 550 B	199,4	550	1	1	1	1	2w	2w	3w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	2w	2w	3w	4w
HE 600 B	211,9	600	1	1	1	1	2w	2w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	2w	2w	4w	4w
HE 650 B	224,8	650	1	1	1	1	2w	3w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	2w	3w	4w	4w
HE 700 B	240,5	700	1	1	1	1	3w	3w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	3w	3w	4w	4w
HE 800 B	262,3	800	1	1	1	1	4w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	4w	4w	4w	4w
HE 900 B	291,5	900	1	1	1	1	4w	4w	4w	4w	1w	1w	1w	1w	1f	1f	1f	1f	4w	4w	4w	4w

Πίνακας 3-8: Πίνακας κατηγοριοποίησης διατομών HEB

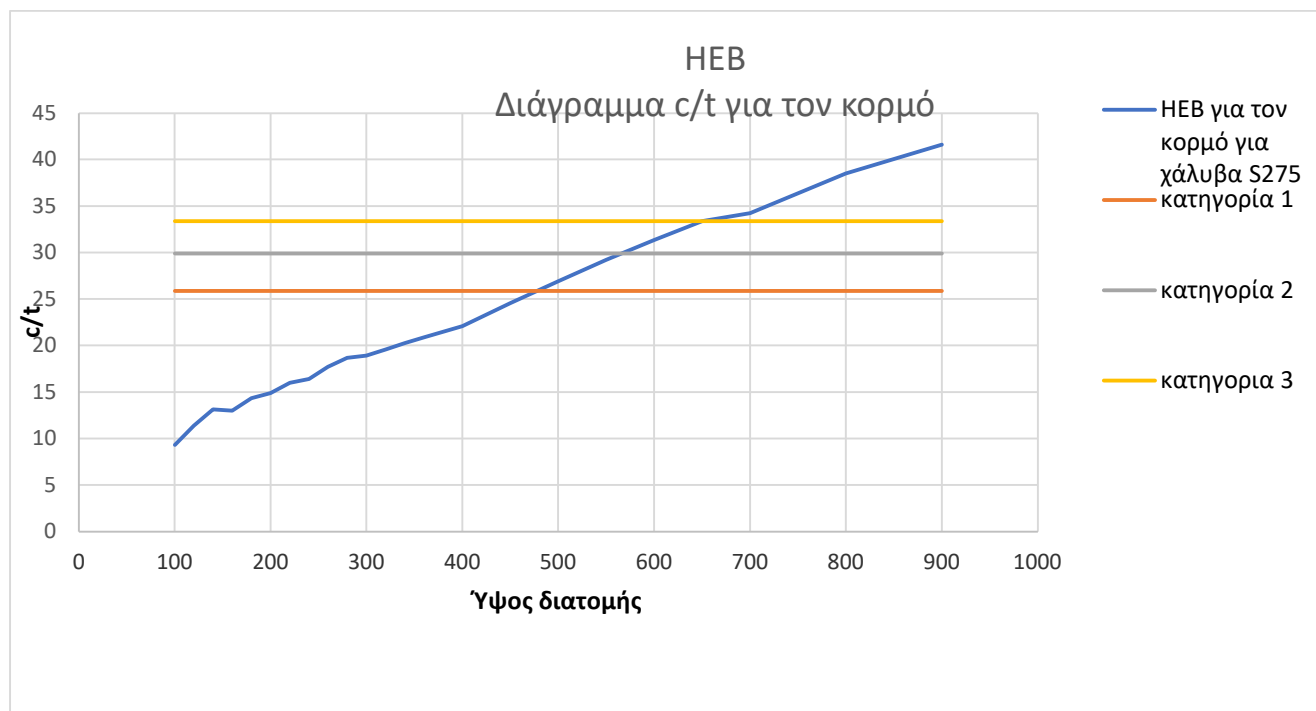
Ίδιες παραμένουν οι διατομές HEB100,120, 160, 180, 400 και 1000. Πιο συγκεκριμένα από HEB 200 σε HE240 από κατηγορία 1 αλλάζουν σε κατηγορία 2 στο S460 ενώ από HEB260 έως HEB300 αλλάζει από κατηγορία 1 σε κατηγορία 2 στο 355 και HEB260 έως HEB360 αλλάζει από κατηγορία 2 σε κατηγορία 3. Παρόλα αυτά η HEB360 για φόρτιση σε καθαρή θλίψη είναι ίδια στο 460 και στους κανονισμούς, κατηγορία 2.

Από την HEB360 και μετά όλες η οι διατομές επιστρέφουν στην κατηγορία για καθαρή κάμψη. Πιο συγκεκριμένα οι αλλαγές στην καθαρή θλίψη ξεκινάνε από την HEB450 όπου στο S355 γίνεται κατηγορία 2 και στο S460 γίνεται κατηγορία 3 όπως και η HEB500.

Από την HEB500 και μετά στο S460 όλες οι διατομές είναι κατηγορία 4. Ενώ στη HEB550 και μετά για S355 ανεβαίνουν μία κατηγορία έως την HEB650 όπου από αυτή και μετά όλες πάνε κατηγορία 4 και για S235 όλες ανεβαίνουν μία κατηγορία.

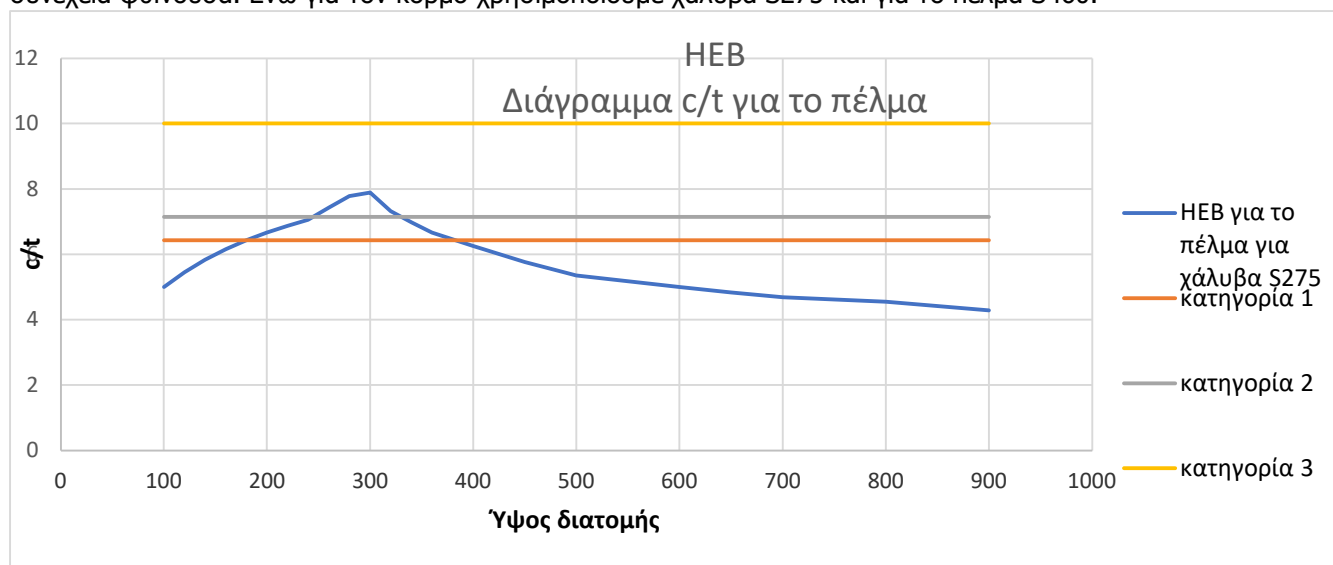
Γενικά παρατηρείται ότι και στην τελευταία κατηγοριοποίηση οι διατομές HEB260, HEB280, HEB300 ανεβαίνουν μία κατηγορία, δηλαδή από κατηγορία 1 πάνε κατηγορία 2. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι γενικά ο λόγος c/t αυξάνεται συνεχώς μέχρι την διατομή HEB300. Ο λόγος c/t παίρνει την τιμή 7,7 και η μέγιστη τιμή για το πέλμα σε θλίψη. Παρακάτω δίνονται τα διαγράμματα c/t σε σχέση με το h για φόρτιση στο πέλμα και στον κορμό.

Για τον κορμό παρατηρείται ότι γενικά η συνάρτηση είναι αύξουσα εκτός από τις διατομές HEB120 και HEB140 όπου έχουμε μια μικρή μείωση όπου δεν επηρεάζεται από τις αλλαγές στα όρια των κατηγοριών.



Εικόνα 3-9: HEB για τον κορμό για χάλυβα S275

Αντίθετα στο αντίστοιχο διάγραμμα για το πέλμα βλέπουμε ότι η συνάρτηση είναι αύξουσα και στην συνέχεια φθίνουσα. Ενώ για τον κορμό χρησιμοποιούμε χάλυβα S275 και για το πέλμα S460.



Εικόνα 3-10: HEB για το πέλμα για χάλυβα S275

3.5 Συμπεράσματα

Με βάσει τα παραπάνω μπορούμε με σχετική ασφάλεια να βγάλουμε κάποια συμπεράσματα. Όπως ότι κάτω από οποιεσδήποτε προϋποθέσεις οι διατομές με χαμηλό ή πολύ υψηλό ύψος κορμού δεν επηρεάζονται από τα διαφορετικά όρια. Ενώ οι κατηγορίες χάλυβα 235 και 275 έχουμε παρόμοια συμπεριφορά. Παράλληλα φαίνεται ότι αυτός που καθορίζει την κατηγορία της διατομής είναι ο κορμός.

4 Έλεγχοι σε ΟΚΑ και ΟΚΛ

4.1 Εισαγωγή

Στο παρακάτω κεφάλαιο αναλύονται κάποιες διαφοροποιήσεις σε σχέση με τους ελέγχους σε ΟΚΑ και ΟΚΛ. Πιο συγκεκριμένα, στον υπολογισμό του ενεργού εμβαδού, κάποιες σχέσεις για διαφορετικού τύπου διατομές. Ενώ περιγράφονται και οι διαφοροποιήσεις σε στρέψη αξονική κάμψη και διάτμηση.

4.2 Υπολογισμός ενεργού εμβαδού στην διάτμηση

Με διαφορετικό τρόπο υπολογίζεται το A_v για κάποιες διατομές. Προστίθενται και δύο τύποι ελλειπτικών κοίλων διατομών ανάλογα με την κατεύθυνση που έχει το φορτίο παράλληλα στον κορμό και παράλληλα στο πέλμα. Αλλά και επιπρόσθετη παρατήρηση στην στρέψη για κοίλες διατομές που λέει τα εξής

Η αντοχή λυγισμού σε διάτμηση για κυκλικές ή για ελλειπτικές διατομές μπορεί να υπολογιστεί με βάση το EN-1993-1-6 αν:

- $(d-t)/t > 100$ εε για κυκλικές διατομές
- $(h-t)t > 100$ εε για ελλειπτικές διατομές με φορτίο παράλληλο στο κορμό
- $(b-t)/t > 100$ εε2 για ελλειπτικές διατομές με φορτίο παράλληλο στο πέλμα

4.3 Στρέψη

Σε αυτό το κεφάλαιο δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές στους ελέγχους για την στρέψη. Έχει σημασία να σταθούμε στην παρατήρηση 7.

Με βάση την οποία υπάρχει η δυνατότητα να υπολογιστεί η απομείωση της διατομής σύμφωνα με την σχέση 4-1.

$$M_{c,B,Rd} = \sqrt{1 - \frac{B_{Ed}}{1,25 B_{Rd}}} M_{pl,Rd} \quad (4-1)$$

Οπου:

B_{Rd} : είναι η τιμή αντοχής σχεδιασμού λόγω διρροπου και υπολογίζεται από την σχέση 4-2

$$B_{Rd} = \frac{Z_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (4-2)$$

Z_{pl} : είναι η πλαστική ροπή αντίστασης για την πλαστική αντίσταση σε δύρροπο.

Η οποία για διατομές τύπου I και H υπολογίζονται βάση σχέση (4-3)

$$Z_{pl} = 0,25 t_f b^2 (h - t_f) / 4. \quad (4-3)$$

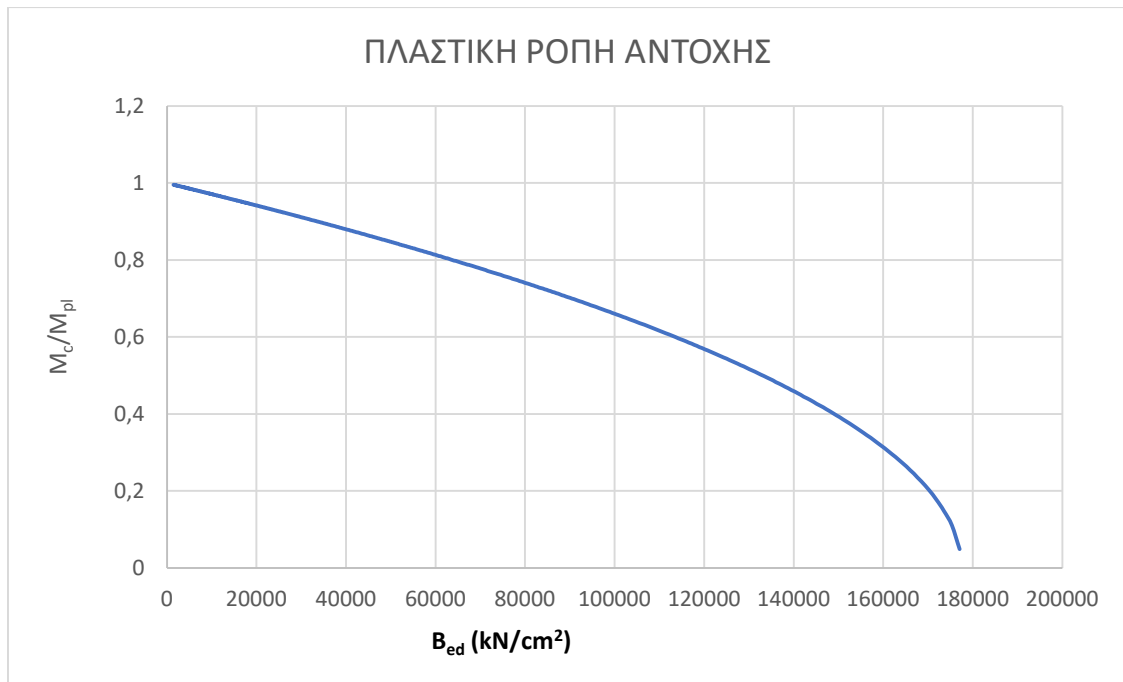
Η 4-1 λοιπόν, όπου μας δίνει την πλαστική ροπή αντοχής για συμμετρικές διατομές κατηγορίας 1 ή 2 μειωμένη ανάλογα με τις τάσεις που δημιουργούνται από την στέψη.

Το B_{Ed} εξαρτάται από τη ροπή στρέψης κατά Saint Venant και από την εσωτερική ροπή στρέψης λόγω στρέβλωσης.

Σε αντίθεση λοιπόν με του κανονισμούς του 2005, έχουμε τον τρόπο να υπολογιστεί η πλαστική ροπή αντοχής για τις παραπάνω διατομές σε κάμψη και σε στρέψη.

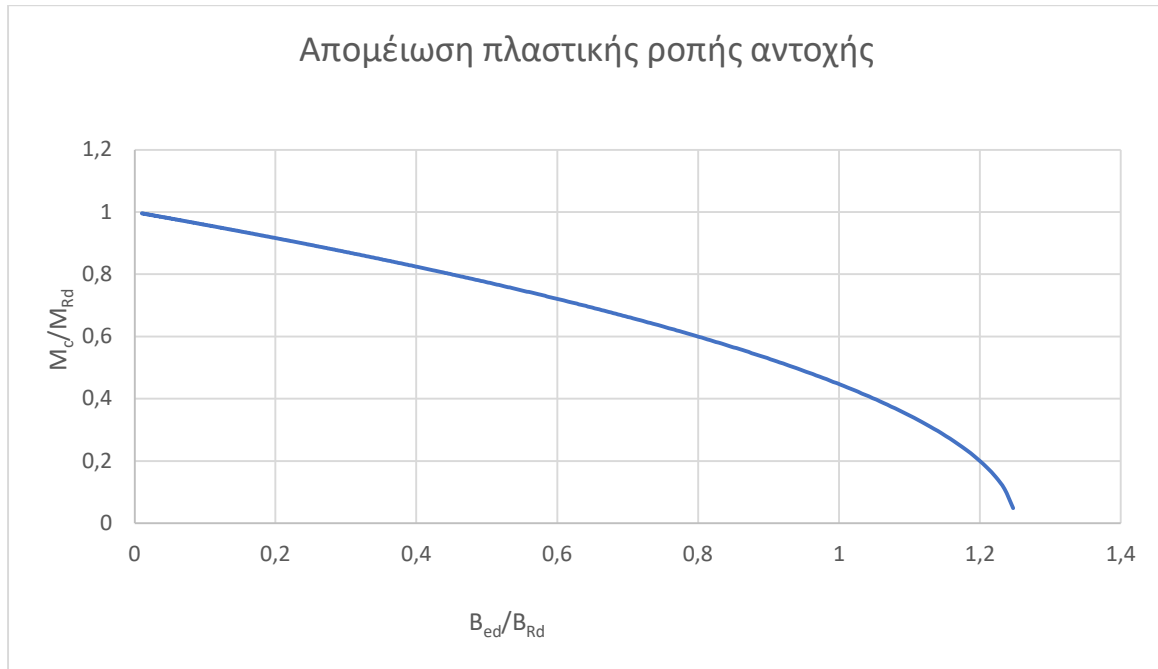
Φαίνεται παρακάτω ένα διάγραμμα για το πως μεταβάλλεται η ροπή αντοχής πλαστικής αντοχής σε κάμψη με βάσει το B_{Ed}

Παρακάτω δίνεται ένα διάγραμμα που δείχνει πως μειώνεται η πλαστική ροπή αντοχής με την αύξηση των τάσεων στρέψης.



Εικόνα 4-1: Λόγος της Κρίσιμης ροπής με την πλαστική ροπή σε σχέση με την ροπή στρέψης

Ενώ παρακάτω δίνεται και διάγραμμα για το πως μεταβάλλεται η πλαστική ροπή αντοχής σύμφωνα με το λόγο B_{ed}/B_{Rd} . Προφανώς το κριτήριο ισχύει μόνο για τις περιπτώσεις όπου το $B_{ed}/B_{Rd} < 1,25$.



Εικόνα 4-2: Λόγος της κρίσιμης ροπής με την πλαστική ροπή σε σχέση με τον λόγο της ροπής στρέψης και της αντοχής ροπής στρέψεως

4.4 Συνδυασμός κάμψης και διάτμησης

Στη προσπάθεια να μελετηθούν οι αλλαγές που αφορούν τους ελέγχους στον συγκεκριμένο συνδυασμό δεν θα εντοπίσουμε μεγάλες αλλαγές, διακρίνονται όμως παρεμβάσεις που καθιστά τις νέες διατάξεις πιο αυστηρές.

Τα δύο κείμενα προβλέπουν απομείωση του ορίου διαρροής της διατομής, ενώ υπάρχει η δυνατότητα αντί να μειωθεί το όριο διαρροής, να μειωθεί το πάχος του συγκεκριμένου στοιχείου που καταπονείται από τον συγκεκριμένο συνδυασμό.

Απομείωση του ορίου διαρροής της διατομής με βάση τις παρακάτω σχέσεις:

$$f_{y,red} = (1 - \rho)f_y \quad (4-4)$$

Όπου το ρ υπολογίζεται από την σχέση (4-5)

$$\rho = \left(\frac{2 V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1 \right)^2 \quad (4-5)$$

Επιπλέον παρατηρείται διαφορά στο υπολογισμό της τάσης διαρροής για διατομές τύπου I κατηγορίας 1 και 2. Η ροπή αντοχής πρέπει να υπολογίζεται με βάση τους παρακάτω τύπους,

$$f_{y,red} = (1 - \rho)f_y \frac{M_{c,B,Rd}}{M_{c,Rd}} \quad (4-6)$$

Για την περιοχή όπου υπάρχει διάτμηση.

$$(4-7) \quad f_{y,red} = f_y \frac{M_{c,B,Rd}}{M_{c,Rd}} \quad \text{Για τη υπόλοιπη περιοχή}$$

Ενώ για τον τύπο που υπολογίζει την ροπή αντοχής απευθείας υπάρχει ένας ακόμα παράγοντας στην σχέση (4-8)

$$M_{y,B,V,Rd} = \frac{\left(W_{ply} - \frac{\rho A_w^2}{4 t_w} \right) f_y M_{y,c,B,Rd}}{\gamma_{Mo} M_{y,c,Rd}} \quad \text{but } M_{y,B,V,Rd} \leq M_{y,c,B,Rd} \quad (4-8)$$

Όπου $M_{y,c,Rd}$ υπολογίζεται από την σχέση 8.2.5 (2) και το $M_{y,c,B,Rd}$ από την σχέση 8.2.7 (7) του παραρτήματος του Ευρωκώδικα του 2019. Ενώ το A_w υπολογίζεται από την σχέση (4-9).

$$A_w = h_w t_w \quad (4-9)$$

Η διαφορά λοιπόν σε σχέση με τον παλιό κανονισμό είναι ότι μειώνεται η ροπή αντοχής με βάση $\frac{M_{y,c,B,Rd}}{M_{y,c,Rd}}$ το οποίο είναι προφανώς μικρότερο του 1.

Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στον υπολογισμό μιας κατασκευής υπό την επιρροή της στρέβλωσης καθώς τα παραπάνω ισχύουν με δεδομένη την ύπαρξη στρεπτικών τάσεων που αναλύονται σε τάσεις ομοιόμορφης στρέψης, St. Venant, και τάσεις ανομοιόμορφης στρέψης λόγω της στρέβλωσης που αναπτύσσεται κυρίως σε ανοικτές διατομές, για αυτό και γίνεται πιο συντηρητικός ο κανονισμός με βάσει

$$\text{τον όρο } \frac{M_{y,c,B,Rd}}{M_{y,c,Rd}} .$$

4.4 Κάμψη και αξονική

Στο συγκεκριμένω συνδυασμό για διατομές τύπου 1 και 2 παρατηρείται παρόμοια λογική και στα δύο κείμενα. Φαίνεται σε αυτό το σημείο, όπως και παραπάνω, ότι ο Ευρωκώδικας 3 έχει ειδική μέριμνα για κυκλικές και ελλειπτικές κοίλες διατομές. Καθώς σε αυτή περίπτωση δίνονται συγκεκριμένες σχέσεις για την απομείωση της ροής όπου οι οπές κοχλίωσης δεν λαμβάνονται υπόψη.

Δίνονται οι παρακάτω σχέσεις:

για ελλειπτικές κοίλες διατομές ομοιόμορφου πάχους

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1 - n^{1,7})$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} (1 - n^{1,7})^{1,18}$$

για κυκλικές κοίλες διατομές

$$M_{N,y,Rd} = M_{N,z,Rd} = M_{pl,Rd} (1 - n^{1,7})$$

Στην σχέσης της διαξονικής κάμψης

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right)^{\alpha_y} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right)^{\alpha_z} \leq 1$$

Δεν περιλαμβάνονται τιμές στο κείμενο του 2005 για τους συντελεστές για ελλειπτικές κοίλες διατομές ενώ στο κείμενο του 2019 υπάρχουν οι εξής τιμές:

$$\alpha_y = 2; \alpha_z = 1,7$$

Ενώ για τις κατηγορίες 3 και 4 δεν παρατηρείται κάποια αλλαγή.

5 Αντοχή σε εγκάρσια φορτία

5.1 Εισαγωγή

Γενικά και τα δύο κείμενα παραπέμπουν στο κεφάλαιο 7 του EN 1993-1-5. Ωστόσο το κείμενο του 2019 δίνει στην παρατήρηση 2 του κεφαλαίου 8.2.11 μία απλοποιητική διαδικασία, που μπορεί να αξιοποιηθεί για τον έλεγχο της αντοχής σε εγκάρσια φορτία.

Δίνονται παρακάτω τέσσερις σχέσεις που πρέπει να ικανοποιούνται για τα εγκάρσια φορτία.

$$(5-1) \quad F_{z,Ed} \leq 534 \varepsilon^2 \frac{t_w^3 f_y}{d_w \gamma_{M0}} \quad (5-2) \quad V_{Ed} \leq 0,5 V_{c,Rd} \quad (5-3) \quad \sigma_{com,Ed} \leq 0,7 \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad (5-4) \quad \frac{F_{z,Ed}}{F_{z,Rd}} \leq 1,0$$

Ερμηνευοντας τα παρακάτω μεγέθη προκύπτουν τα εξής

$\sigma_{com,Ed}$

Είναι η τάση που εφαρμόζεται στον κορμό λόγω της εγκάρσιας φόρτισης

d_w

είναι το πάχος που υπάρχει μεταξύ του κορμού και του σημείου εφαρμογής της εγκάρσιας φόρτισης

$F_{z,Rd}$

η αντοχή σχεδιασμού άκαμπτου κορμού σε εγκάρσια δύναμη

$$F_{z,Rd} = \frac{L_y t_w f_y}{\gamma_{M0}}$$

L_y

το ενεργό μήκος για αντοχή σε κατακόρυφα φορτία, υπολογίζεται με βάση το μήκος της καμπτόμενης έδρασης s_y

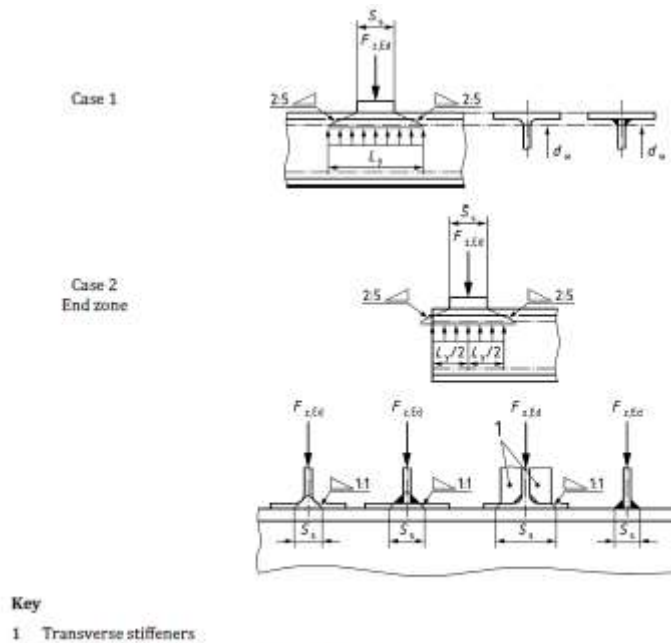
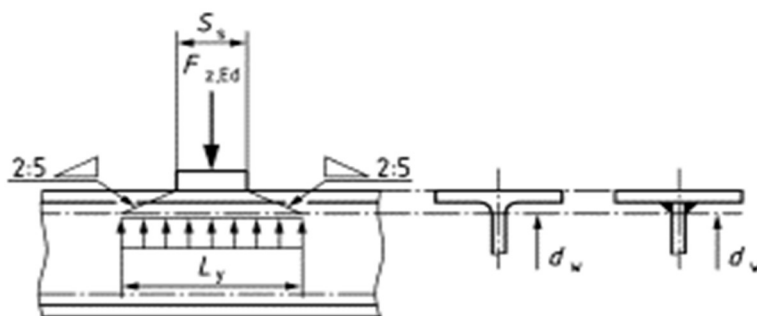


Figure 8.4 — Definition of the lengths L_y , d_w and s_s

Μπορούμε λοιπόν, να παρατηρήσουμε ότι η καθοριστικό για την αντοχή του κορμού σε εγκάρσια φόρτιση είναι το μήκος έδρασης. Όσο λοιπόν πιο άκαμπτη κάνουμε την έδραση μας σε μεγαλύτερη επιφάνεια πάνω στο πέλμα τόσο ποσο πιο πολύ ικανοποιείται το παραπάνω κριτήριο. Τα κριτήρια που είναι πιο δύσκολο να ικανοποιηθούν είναι το 1^ο και το 4^ο, τα υπόλοιπα συνήθως επιδιώκουμε να ικανοποιούνται και σε άλλες φάσεις του σχεδιασμού.

5.2 Παράδειγμα Εγκάρσιας φόρτισης

Παρουσιάζεται ένα παράδειγμα παρακάτω με μία διατομή HEA400 που πατάει πάνω της ένα IPE300 και δημιουργεί εγκάρσια φόρτιση. Το παράδειγμα έχει λυθεί σε excel για διάφορες φορτίσεις.

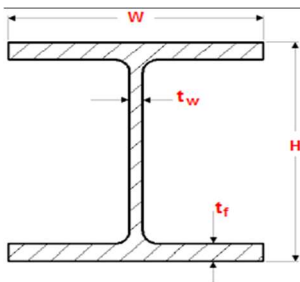
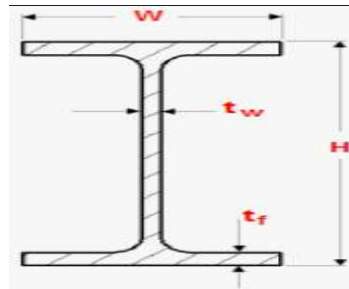


Εικόνα 5-1: Σκαρίφημα εγκάρσιας φόρτισης

Σε ένα οριζόντιο δοκάρι έχουμε το την HEA400 η οποία φορτίζεται με ένα κρυφό υποστύλωμα που στο παράδειγμα μας θα είναι ένα IPE 300.

Χαρακτηριστικά διατομών παραδείγματος.						
	G	h	b	tw	tf	A
HE 400 A	kg/m 124,8	mm 390	mm 300	mm 11	mm 19	cm ² 159,0
IPE 300	42,2	300	150	7,1	10,7	53,81

Πίνακας 5-1: Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά Διατομών

IPE300**HEA400**

Διατομές IPE και HEA αντίστοιχα

Παρακάτω φαίνονται οι έλεγχοι που πρέπει να γίνουν και την ανάλογη διαδικασία. Για την σχέση 8.62a

$$F_{z,Ed} \leq 534 \varepsilon^2 \frac{t_w^3 f_y}{d_w \gamma_{M0}}$$

λαμβάνουμε υπόψη τα εξής Σχέση 8.62a ο υπολογισμός $L_y = b + 5(tf + r) = 300 + 5 \cdot (19 + 27) = 24,5 \text{ cm}$. $t_w = 1,1 \text{ cm}$ το πάχος του κορμού του HEA00. Κάνουμε μία προσπάθεια να αξιολογήσουμε τους ελέγχους που παρουσιάζονται σε αυτό το κομμάτι του ευρωκώδικα και ουσιαστικά να δούμε ποιος θα αστοχήσει πρώτος.

5.2.1 Αναλυτική διαδικασία υπολογισμού εγκάρσιας φόρτισης**Βήμα 1**

Εφαρμογή της σχέσης 8.66 του ευρωκώδικα

$$F_{z,Rd} = \frac{L_y t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad (8.66)$$

Με βάση αυτή την σχέση έχουμε ότι **$F_{ed} = 685,025 \text{ kN}$** και αυτό προκύπτει από την τιμή του $L_y = 24,5 \text{ cm}$ και $t_w = 1,1 \text{ cm}$

Βήμα 2

Με βάσει την σχέση 8.62a προσπαθούμε να βρούμε το κρίσιμο φορτίο αστοχίας. Για το $d_w=19+27+=38\text{mm}$ και το $t_w=11\text{mm}$ με αποτέλεσμα **4395,5 kN**.

$$F_{t,Ed} \leq 534 \varepsilon^2 \frac{t_w^3 f_y}{d_w \gamma_{M0}} \quad (8.62a)$$

Βήμα 3

Σε αυτό το βήμα γίνεται έλεγχος της θλιπτικής τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα τις διατομής.

$$\sigma_{\text{com,Ed}} \quad . \text{ Η τάση αυτή έχει όριο το } 0,7 \cdot 23,5 = 16,45 \text{ MPa και δίνει μέγιστο φορτίο } \mathbf{836,2 \text{ kN}}$$

Βήμα 4

Τέλος αυτό που εξετάζουμε είναι η αστοχία σε διάτμηση όπως είναι λογικό είναι αυτό που θα προκύψει και από τα αποτελέσματα είναι ότι αυτός ο έλεγχος είναι ο λιγότερος αυστηρός αφού μία αστοχία σε αυτό θα μας οδηγούσε σε επαναδιαστασιολόγηση σε προηγούμενο στάδιο σχεδιασμού.

$$V_{Ed} \leq 0,5 V_{t,Rd} \quad (8.63b)$$

5.2.2 Συμπεράσματα από το συγκεκριμένο παραδειγμα

Βλέπουμε ότι για τα υπάρχοντα δεδομένα ο πιο κρίσιμος έλεγχος είναι ο πρώτος και ουσιαστικά μας δίνετε η δυνατότητα να αποφύγουμε τις διατάξεις του EN 1993-1-5 δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στο πάχος του πέλματος της δοκού στηρίξεως.

6 Κόπωση

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο δεν υπήρχε στην έκδοση του 2003. Σε πρώτη φάση το κεφάλαιο αυτό παραπέμπει σε EN1993-1-9 ωστόσο δίνει περιπτώσεις που οι έλεγχοι αυτοί μπορούν να παραλειφθούν είτε λόγω του είδους του φορτίου είτε εάν ικανοποιούνται οι δύο σχέσεις 10.1 ή 10.2.

$$\Delta\sigma_d \leq \frac{\Delta\sigma_D}{\gamma_{Mf}} \quad (10.1)$$

$$N \leq 5 \times 10^6 \left(\frac{\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf}}{\Delta\sigma_d} \right)^3 \quad (10.2)$$

Όπως αναφέρει χαρακτηριστικά, τα στατικά και οιωνοί στατικά φορτία σαν αυτά που περιγράφονται παρακάτω.

1. Υποβληθείσα φορτία σε κτήρια με βάση το EN1991-1-9
2. Δράσεις λόγω χιονιού σύμφωνα με EN1991-1-3
3. Δράσεις λόγω αέρα σύμφωνα με EN1991-1-4
4. Θερμικές δράσεις σύμφωνα με EN1991-1-5

7 Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια προσπάθεια τα ενοποιηθούν τα συμπεράσματα που έχουν εντοπιστεί παραπάνω.

Η ποιοτική διαφορά του στατικού ελέγχου σε σχέση με πριν είναι ότι πλέον υπολογίζονται τα αποτελέσματα των δράσεων που ασκούνται σε ένα φορέα. Αξιολογούνται ανάλογα με την επιρροή που έχουν και στην συνέχεια επιλέγεται ποια διαδικασία θα ακολουθήσει ο μελετητής. Βλέπουμε λοιπόν ότι οι κανονισμοί περνάνε σε μία ποιοτική αξιολόγηση των κατασκευών γεγονός που διαμορφώνει καινούργια λογική στην διαδικασία του σχεδιασμού.

Σε ότι αφορά την κατηγοριοποίηση, είναι ξεκάθαρο ότι δεν επηρεάζεται η κατηγορία της διατομής σε κάμψη παρά μόνο σε θλίψη. Η ακραίες τιμές δεν έχουν καμία αλλαγή στις διατομές. Ενώ σε γενικά πλαίσια ο ευρωκώδικας γίνεται πιο αυστηρός σε ότι αφορά την κατηγοριοποίηση.

Είναι ξεκάθαρο πλέον στον καινούργιο κανονισμό ότι θα αποφεύγεται το κριτήριο Von Misses αντίθετα θα αξιοποιείται ο τύπος της ροπής που δίνεται παραπάνω. Αντικείμενο μελέτης μελλοντικής διπλωματικής θα μπορούσε να είναι ο εντοπισμός των διαφοροποιήσεων των δύο σχέσεων και η ποσοτικοποίηση τους.

Στη συνέχεια στην εγκάρσια φόρτιση μας δίνεται η δυνατότητα να αποφύγουμε ελέγχους αυτό που πρέπει να προσέξουμε στο σχεδιασμό είναι να έχει κατάλληλο πάχος το πέλμα του φορα που θα γίνει η σύνδεση και να υπάρχει επαρκές μήκος δεξιά και αριστερά του σημείου που ασκείται η φόρτιση. Ενω αντίστοιχα μας δίνεται δυνατότητα να αποφύγουμε τους ελέγχους της κόπωσης.

8 Βιβλιογραφία

- 1) Ι. Βάγιας, «Σιδηρές κατασκευές: Ανάλυση και διαστασιολόγηση», 2003
- 2) Ι. Βάγιας, Χ. Γαντές, Ι. Ερμόπουλος, Γ. Ιωαννίδης, «Παραδείγματα εφαρμογής σε ειδικά θέματα μεταλλικών κατασκευών»
- 3) Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings 2005
- 4) Eurocode 3 — Design of steel structures — Part 1-1: General rules and rules for buildings 2005
- 5) J.L. Meriam and L.G. Kraige, 'Τεχνική Μηχανική' ('Engineering Mechanics – Statics'), σε μετάφραση, εκδόσεις Φούντας.
- 6) F.P. Beer and E.R. Johnston, 'Στατική' ('Vector Mechanics for Engineers'), σε μετάφραση, εκδόσεις Τζιόλα.
- 7) "Steel Designers' Manual" των SCI, μεταφρασμένο στα ελληνικά από τον Σ. Κουκουβέλα. Αυτό το βιβλίο παρέχει περιεκτική και εξειδικευμένη πληροφόρηση για τον σχεδιασμό του χάλυβα σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3.
- 8) "Structural Steelwork: Design to Limit State Theory" των Dennis Lam και Thien Cheong Ang
- 9) "Steel Design" των William T. Segui.
- 10) "Design of Steel Structures" των Ramchandra