

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΚΥΜΑΤΟΕΙΔΟΥΣ ΚΟΡΜΟΥ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 3

Κ. Τάσης

Πολιτικός Μηχανικός
CCS A.E.
ΑΘΗΝΑ

E-mail : tatsisko@ccs.gr

Ι. Παλαμάς

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
CCS A.E.
ΑΘΗΝΑ

E-mail : jpalamas@ccs.gr

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διαρκώς αυξανόμενη ανάγκη μείωσης του κόστους μιας οικοδομικής κατασκευής επιβάλλει ανάλογα με τη μορφολογία της, την χρήση αντί των κλασσικών πρότυπων διατομών και άλλου τύπου διατομών, όπως π.χ. μορφής I κυματοειδούς κορμού (διατομές $I_{\kappa\omega\mu}$). Οι διατομές $I_{\kappa\omega\mu}$ κατά μήκος ενός δομικού στοιχείου μπορεί να είναι σταθερού ή μεταβλητού ύψους. Ο κορμός των δοκών αυτών είναι λεπτότοιχος πάχους από 2 – 3mm, σε αντίθεση με τα πέλματα των οποίων τα πάχη ποικίλουν από 10 – 30mm. Τα στατικά ύψη κυμαίνονται μεταξύ 0,35 – 1,50 m. Η αστοχία του κορμού σε καμπτικό λυγισμό αποτρέπεται από τη μορφή του κυματοειδούς κορμού. Με την χρήση των διατομών αυτών επιτυγχάνεται η βελτιστοποίηση βάρους δομικών στοιχείων ανοιγμάτων από 6 – 20 m.

Η διαστασιολόγηση των διατομών με κυματοειδή κορμό μορφής I γίνεται με βάση τις αρχές και τους κανόνες που περιγράφονται στον EN1993-1-5 Annex D, ο οποίος καλύπτει τις διατομές με πάχος κορμού έως 3mm καθώς και την αντίστοιχη οδηγία DAST – Richtlinie 015.10.2.08. Τα τελευταία χρόνια για τη μελέτη και τη συμπεριφορά των διατομών αυτών χρησιμοποιούνται και τα αποτελέσματα από παραδείγματα με τη χρήση πεπερασμένων στοιχείων.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται η ολοένα και αυξανόμενη χρήση σε βιομηχανικά κτήρια, διατομών μορφής I με κυματοειδή κορμό ($I_{\kappa\omega\mu}$).



Φωτ. 1.1 – Βιομηχανικό κτήριο με διατομές μορφής $I_{κυμ}$

Ο λεπτότοιχος κορμός των διατομών αυτών, από 1,5mm ως 6mm, έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του βάρους σε σύγκριση με το βάρος που θα προέκυπτε από την χρήση πρότυπων ή συγκολλητών διατομών μορφής I. Η κυματοειδής μορφή του κορμού αποτρέπει την αστοχία του σε λυγισμό. Η αντοχή σε λυγισμό μιας τέτοιας διατομής μπορεί να συγκριθεί με την αντοχή που προκύπτει από αντίστοιχες πρότυπες ή συγκολλητές διατομές με πάχος κορμού μεγαλύτερο από 12mm.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την χρήση διατομών $I_{κυμ}$ στη διαμόρφωση βιομηχανικών κτηρίων. Προς τούτο αναπτύχθηκε από τη CCS λογισμικό για την ανάλυση και διαστασιολόγηση κτηρίων των οποίων ο σκελετός αποτελείται από διατομές $I_{κυμ}$. Η διαστασιολόγηση βασίζεται στον EC3 (EN1993-1-5 Annex D) και την αντίστοιχη οδηγία DAST – Richtlinie 015.10.2.08.

3. ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ $I_{κυμ}$

Τα βασικά χαρακτηριστικά της μορφής των διατομών $I_{κυμ}$ δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά διατομών $I_{κυμ}$	
Ύψος κορμού (mm)	333,500,625,750,1000,1250,1500
Πάχος κορμού (mm)	1,5 / 2,0 / 2,5 / 3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0
Πάχος πελμάτων (mm)	6 - 30
Πλάτος πελμάτων (mm)	120 - 450

Πίν. 3.1 – Γεωμετρικά χαρακτηριστικά διατομών $I_{κυμ}$

Από τον παραπάνω πίνακα γίνεται κατανοητό ότι ο κορμός αποτελείται από λεπτότοιχο έλασμα. Ο κορμός που κατασκευάζεται από λεπτότοιχο έλασμα, είναι πιο ευπαθής σε φαινόμενα κύρτωσης (τοπικός λυγισμός). Η χρήση διαμήκων και εγκάρσιων ενισχύσεων σε συνδυασμό με την κυματοειδή μορφή του κορμού λειτουργούν προστατευτικά στα φαινόμενα κύρτωσης. Ειδικά μηχανήματα χρησιμοποιούνται για την αυτόματη παραγωγή

δοκών με κυματοειδείς κορμούς. Οι διατομές αυτές χρησιμοποιούνται τόσο ως δοκοί όσο και ως υποστυλώματα σε οικοδομικά έργα.

4. ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η διαστασιολόγηση των διατομών μορφής $I_{\text{κυμ}}$ βασίζεται κυρίως στον Ευρωκώδικα 3, Μέρος 1.3 και Μέρος 1.5 - Παράρτημα D. Ο κανονισμός αυτός βασίστηκε σε παλιότερους κανονισμούς όπως για παράδειγμα οι γερμανικές οδηγίες DAST-Ri 015 που από το 1990 έθεσαν τις βάσεις και τους κανόνες διαστασιολόγησης τέτοιων διατομών. Ο EN1993-1-5 δίνει τους κανόνες διαστασιολόγησης για διατομές με κυματοειδή αλλά και τραπεζοειδή κορμό.

5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Οι διατομές μπορεί να είναι σταθερού ή μεταβλητού ύψους. Ο κορμός των δοκών αυτών ως λεπτότοιχος είναι τάξης 4, ενώ τα πέλματα είναι συνήθως τάξης 1 – 3. Τα πέλματα των δοκών παραλαμβάνουν τις ροπές περί τους δύο κύριους άξονες και τις αξονικές δυνάμεις, ενώ κορμός παραλαμβάνει τις τέμνουσες. Οι έλεγχοι ευστάθειας περιλαμβάνουν ελέγχους καμπτικού και στρεπτοκαμπτικού λυγισμού. Για τον προσδιορισμό των σταθερών στρέψης ο κορμός λαμβάνεται υπόψη ως επίπεδο έλασμα ενώ στην περίπτωση της στρέβλωσης ο κορμός θεωρείται νευρωμένος.

Κατάταξη διατομής

Η κατάταξη της διατομής με κυματοειδή κορμό γίνεται με βάση την τάξη των πελμάτων (κορμός δεν συμμετέχει). Υποτίθεται, ότι η τάξη των πελμάτων αντιστοιχεί το πολύ στην κατηγορία 3, και επομένως είναι πλήρως ενεργά. Κατά την κατάταξη των συγκεκριμένων διατομών, ο συντελεστής κύρτωσης είναι αυξημένος σε σχέση με τον αντίστοιχο των διατομών τύπου I, λόγω της μερικής πάκτωσης που προσφέρει ο νευρωμένος κορμός στο θλιβόμενο πέλμα. Τα σχετικά όρια κατάταξης δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Κατηγορία 1	Κατηγορία 2	Κατηγορία 3
$\frac{b_f}{2 \times t_f} \leq 10.7 \times \varepsilon$	$\frac{b_f}{2 \times t_f} \leq 11.9 \times \varepsilon$	$\frac{b_f}{2 \times t_f} \leq 16.6 \times \varepsilon$
$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$		

Πίν. 5.1 – Κατάταξη διατομής

Όπου:

b_f : πλάτος πέλματος διατομής

t_f : πάχος πέλματος

f_y : όριο διαρροής χάλυβα

Προσδιορισμός δυσκαμψιών κάμψης και συστροφής κορμού.

Για τον υπολογισμό της αντοχής του κορμού σε τέμνουσα απαιτείται ο υπολογισμός των παρακάτω μεγεθών:

$$D_y = 0.522 \times t \times f^2 \times E \quad (1)$$

$$D_x = \frac{w}{l} \times \frac{E \times t^3}{12 \times (1 - \nu^2)} = \frac{E \times t^3}{12 \times (1 - \nu^2)} \times \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \times f^2}{4 \times w^2}} \quad (2)$$

$$D_{xy} = \frac{E \times t^3}{12 \times (1 + \nu)} \times \left(1 + \frac{\pi^2 \times f^2}{4 \times w^2}\right) \quad (3)$$

D_y, D_x, D_{xy} : Δυσκαμψίες κορμού

Όπου:

E: μέτρο ελαστικότητας χάλυβα

ν : λόγος Poisson

t: πάχος ελάσματος κορμού

l: ανάπτυγμα ημικύματος

w: μήκος ημικύματος (ενδεικτικά =155mm)

f: μεταβλητή που εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κυματοειδούς ελάσματος (ενδεικτικά για $t = 3\text{mm}$ $f = 21,5\text{mm}$, $t = 2,50\text{mm}$ $f = 20,75\text{mm}$ και $t = 2,00\text{mm}$ $f = 20\text{mm}$)

Προσδιορισμός σταθεράς στρέβλωσης:

$$I_w = \frac{I_{y,fo} \times I_{y,fu}}{I_y} \times h_m^2 \quad (4)$$

Όπου:

$I_{y,fo}$: ροπή αδράνειας του άνω πέλματος ως προς τον ασθενή άξονα

$I_{y,fu}$: ροπή αδράνειας του κάτω πέλματος ως προς τον ασθενή άξονα

h_m : απόσταση κέντρου βάρους πελμάτων

I_y : ροπή αδράνειας της συνολικής διατομής ως προς τον ασθενή άξονα

Για τον προσδιορισμό της σταθεράς στρέβλωσης αγνοήθηκε η προσαύξηση που προκύπτει από την τιμή της σταθεράς c_w (σταθερά συνεχούς στρεβλωτικού ελατηρίου που προσομοιώνει τον κορμό ως προς το πέλημα)

6. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

6.1 Περιγραφή-Υποθέσεις

Ακολουθεί παράδειγμα συγκριτικής μελέτης βιομηχανικού κτηρίου με υποστυλώματα και δοκούς από πρότυπες ή κυματοειδείς διατομές $I_{κμ}$. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό INSTANT2010 με τρισδιάστατη προσομοίωση της κατασκευής

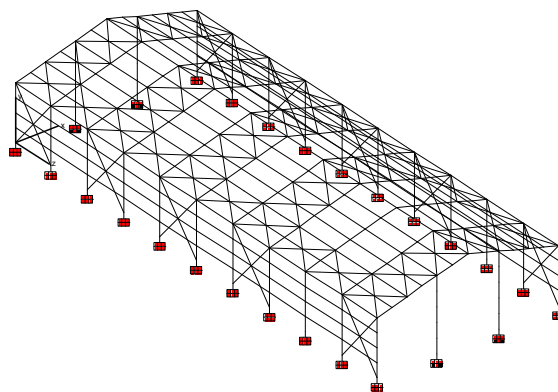
Το προσομοίωμα έχει διαστάσεις σε κάτοψη 50 x 20m(βλ. Σχήμα 6.1). Τα υποστυλώματα ύψους 6m βρίσκονται ανά 5m στη διαμήκη διεύθυνση. Τα μετωπικά υποστυλώματα βρίσκονται στα τρίτα του ανοίγματος και το ύψος τους προκύπτει από την κλίση του ζυγώματος (16 μοίρες).

Το στατικό σύστημα αποτελείται από εγκάρσια πλαίσια που διαμορφώνονται από τα υποστυλώματα και τα ζυγώματα. Τα πλαίσια αυτά συνδέονται μεταξύ τους μέσω διαμήκων δοκών (μηκίδες-τεγίδες). Η σύνδεση των τεγίδων γίνεται αρθρωτά στα άνω πέλματα των ζυγωμάτων ενώ των μηκίδων αρθρωτά στα πέλματα των υποστυλωμάτων.

Κατακόρυφοι σύνδεσμοι ακαμψίας και αντιανέμια οροφής τοποθετούνται στις θέσεις που σημειώνονται στο Σχ. 6.1. και η σύνδεση τους με τα πλαίσια γίνεται αρθρωτά.

Οι τεγίδες διατάσσονται ανά 1,67m. ενώ οι μηκίδες ανά 1,50m.

Για την ανάλυση η στήριξη των υποστυλωμάτων θεωρήθηκε ως πάκτωση και για τις δύο κατευθύνσεις ενώ η αντίστοιχη των μετωπικών θεωρήθηκε ως άρθρωση.



Σχήμα 6.1 – Παράδειγμα εφαρμογής με διατομές μορφής $I_{κυμ}$

Όσον αφορά στις διατομές των κύριων δομικών στοιχείων της κατασκευής (υποστυλώματα, ζυγώματα) χρησιμοποιήθηκαν δύο προσομοιώματα. Στο πρώτο τα κύρια δομικά στοιχεία αποτελούνται από πρότυπες διατομές ενώ στο δεύτερο από διατομές τύπου $I_{κυμ}$. Και στα δύο προσομοιώματα για τα δευτερεύοντα δομικά στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν πρότυπες διατομές.

Δομικά στοιχεία	Προσομοίωμα 1 (Πρότυπες διατομές)	Προσομοίωμα 2 (Κυματοειδείς διατομές)
Υποστυλώματα	HEA260	SS357x300x12L
Ζυγώματα	IPE360	SS357x220x12L
Μετωπικά Υποστυλώματα	HEA160	SS345x150x6L
Κατακόρυφοι Σύνδεσμοι Ακαμψίας	SHS90x4	
Σύνδεσμοι Ακαμψίας Οροφής	SHS55x4	
Τηγίδες	Z205-2,5	
Μηκίδες	C205-2,0	

Πίν. 6.1 – Διατομές

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται τα δεδομένα για τον υπολογισμό των φορτίσεων

Φορτίσεις	Τιμές
Ίδιο βάρος	7850 kg/m ³
Επικάλυψη στέγης	12 kg/m ²
Πλαγιοκάλυψη	12 kg/m ²
Φωτοβολταικά	25 kg/m ²
Χιόνι	80 kg/m ²
Άνεμος	Χαρακτηριστική ταχύτητα V _{ref} = 23m/sec

Πίν. 6.2 – Μόνιμες και ωφέλιμες φορτίσεις

Σεισμικοί παράμετροι	Τιμές
Συντελεστής Σεισμικής Συμπεριφοράς η	1.50
Συντελεστής Θεμελίωσης Θ	1.00
Σεισμική Επιτάχυνση Εδάφους α	0.16
Συντελεστής Σπουδαιότητας Δομήματος γ_1	1.00
Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας	Ζώνη I
Κατηγορία Σπουδαιότητας	$\Sigma 2$
Κατηγορία εδάφους	A

Πίν. 6.3 – Δεδομένα φάσματος

Οι συνδυασμοί φορτίσεων είναι οι ακόλουθοι:

SLS: Συνδυασμοί Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας

ULS: Συνδυασμοί Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

ULA : Συνδυασμοί Σεισμού.

Η φασματική ανάλυση βασίστηκε στον κανονισμό ΕΑΚ 2003 (ΦΕΚ 781, 18 Ιουνίου 2003).

Ο έλεγχος και η διαστασιολόγηση των μελών της κατασκευής πραγματοποιήθηκε με βάση τις οριακές καταστάσεις πέραν των οποίων θεωρείται ότι η κατασκευή δεν μπορεί να φέρει με ασφάλεια τα φορτία (οριακή κατάσταση αστοχίας) ή δεν ικανοποιεί βασικά κριτήρια λειτουργικότητας (οριακή κατάσταση λειτουργικότητας).

Οι έλεγχοι ευστάθειας των μελών βασίζονται στις παρακάτω υποθέσεις:

- Για τα υποστυλώματα θεωρήθηκαν συνθήκες πάκτωσης στον πόδα και για τις δύο διευθύνσεις. Η κορυφή του υποστυλώματος θεωρήθηκε αμετάθετη πάκτωση στη διεύθυνση της μεγάλης ακαμψίας και αμετάθετη άρθρωση στη διεύθυνση της μικρής ακαμψίας.
- Για τα μετωπικά υποστυλώματα θεωρήθηκαν συνθήκες άρθρωσης στον πόδα και για τις δύο διευθύνσεις. Η κορυφή του υποστυλώματος θεωρήθηκε αμετάθετη άρθρωση και για τις δύο διευθύνσεις.
- Για τις δοκούς των ζυγμάτων θεωρήθηκαν στα άκρα τους συνθήκες πάκτωσης για τη διεύθυνση της μεγάλης ακαμψίας και άρθρωσης για διεύθυνση της μικρής ακαμψίας ενώ στις θέσεις των αντιανεμίων θεωρήθηκαν συνθήκες άρθρωσης μόνο για τη διεύθυνση της μικρής ακαμψίας.

- Για τις τεγίδες / μηκίδες θεωρήθηκαν στα άκρα τους, συνθήκες άρθρωσης και για τις δύο διευθύνσεις.
- Για τους κατακόρυφους συνδέσμους δυσκαμψίας / αντιανέμια οροφής θεωρήθηκαν στα άκρα τους, συνθήκες άρθρωσης και για τις δύο διευθύνσεις.

6.2 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης επιτρέπουν την εφαρμογή θεωρίας 1^{ης} τάξεως. Η εξέταση γίνεται για όλους τους συνδυασμούς οι οποίοι περιέχουν οριζόντιες δράσεις υπολογίζοντας τους αντίστοιχους λόγους μεταθετότητας και για τις δύο οριζόντιες διευθύνσεις. Στον παρακάτω Πίν. 6.4 παρατίθεται ο μέγιστος λόγος μεταθετότητας α_{cr} που προέκυψε για τις δύο οριζόντιες διευθύνσεις και για τις 2 επιλύσεις (προσομοιώματα με πρότυπες, και κυματοειδείς διατομές αντίστοιχα).

Προσομοίωμα	Διεύθυνση	α_{cr}	Χαρακτηρισμός
1-πρότυπες διατομές	X (εγκάρσιος)	0,015	αμετάθετο
2-κυματοειδείς διατομές	X (εγκάρσιος)	0,004	αμετάθετο

Πίνακας 6.4 – Έλεγχος μεταθετότητας

Η χρήση $I_{κμ}$ διατομών καθιστούν τη κατασκευή πιο δύσκαμπτη.

Η μέγιστη πλευρική μετατόπιση σε συνδυασμούς οριακής κατάστασης λειτουργικότητας βρέθηκε κατά την εγκάρσια διεύθυνση x για μεν το προσομοίωμα με διατομές μορφής $I_{κμ}$, ίση με $\delta_{κμ}=14,50\text{mm}$ για δε το προσομοίωμα με πρότυπες διατομές ίση με $\delta=20,90\text{mm}$. Οι μέγιστες αντίστοιχες πλευρικές μετατοπίσεις σε ατυχηματικούς συνδυασμούς για τα δύο προσομοιώματα είναι $\delta_{κμ} = 16,50\text{mm}$ και $\delta = 27,00\text{mm}$ αντίστοιχα.

Στους παρακάτω Πίνακες δίνεται το συνολικό βάρος για τα δύο προσομοιώματα.

Διατομές	Μήκος (m)	Βάρος (kg)
HEA260	132	8994
IPE360	223	12736
HEA160	31	956
IPE120	99	1029
EL-Z205-2.5	546	3955
EL-C205-2.0	298	1702
S55x4	479	3039
S90x4	155	1668
Σύνολο	1964	34079

Πίνακας 6.5 – Βάρος κατασκευής – Πρότυπες διατομές

Διατομές	Μήκος (m)	Βάρος (kg)
SS357x300x12L	132	7461
SS357x220x12L	223	9250
SS345x150x6L	31	443
IPE120	99	1029
EL-Z205-2.5	546	3955

EL-C205-2.0	298	1702
S55x4	479	3039
S90x4	155	1668
Σύνολο	1964	28546

Πίνακας 6.6– Βάρος κατασκευής – Διατομές $I_{\kappa\omega\mu}$

Από τους παραπάνω Πίνακες προκύπτει ότι με την χρήση κυματοειδών διατομών επιτυγχάνεται μείωση του βάρους της κατασκευής κατά 5,5 περίπου τόνους (17%).

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι διατομές τύπου $I_{\kappa\omega\mu}$ που είναι ιδιαίτερα υψηλόκορμες συγκεντρώνουν τη μάζα τους στα πέλματα τα οποία παραλαμβάνουν ροπές και αξονικές δυνάμεις ενώ ο κορμός παραλαμβάνει τις τέμνουσες. Τα χαρακτηριστικά αυτά κάνουν ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα την χρήση τους στην περίπτωση των μεγάλων ανοιγμάτων. Παρόλα αυτά όπως διαπιστώθηκε από τη συγκεκριμένη εργασία και από ένα σημαντικό αριθμό παραδειγμάτων που υλοποιήσαμε, παρουσιάζουν ενδιαφέρον ακόμη και για τρέχοντα ανοίγματα 10-20m (μείωση βάρους 15-20%). Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για τη διαστασιολόγηση των κόμβων για τους οποίους ο κανονισμός δεν παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες τόσο για την στρωφική τους ικανότητα όσο και για τους κανόνες διαστασιολόγησης τους. Κρίνεται επομένως απαραίτητη η υλοποίηση πειραμάτων που θα χρησίμευαν πέραν της μελέτης της συμπεριφοράς των κόμβων και στον καλύτερο υπολογισμό των καμπυλών λυγισμού για τον έλεγχο αντοχής μέλους.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ΒΑΓΓΙΑΣ Ι.Κ, DUBINA D, ‘ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ από λεπτότοιχες διατομές ψυχρής διαμόρφωσης’, 2004, 431 – 482
- [2] SIOKOLA, W.: ‘Wellstegtrager. Herstellung und Anwendung von Trägern mit profiliertem Steg. Stahlbau 66’, 1997, pp. 595 - 605
- [3] CEN: ‘Eurocode 3 – Design of steel structures – Part 1-5: Plated structural elements, Annex D, 2006

ANALYSIS AND DESIGN OF SINUSOIDAL STEEL BEAMS ACCORDING TO EUROPEAN REGULATIONS

K. Tatsis

Civil Engineer,
CCS A.E.
ATHENS

E-mail : tatsisko@ccs.gr

I. Palamas

Civil Engineer,
CCS A.E.
ATHENS

E-mail : jpalamas@ccs.gr

1. SUMMARY

The use of corrugated web beams mainly with sinusoidal corrugation for the main frames of industrial buildings has increased very much during the last two decades. A key to the use of corrugated web beams is the significant weights reduce in comparison to the one with hot rolled profiles or welded I-sections. The weight reduce is achieved due to the thin corrugated web of 1,5mm to 3mm.

As a result of the thin corrugated web normal forces and bending moments are carried by the flanges only. Due to the sinusoidal shape the web is not able to carry any normal stresses in the longitudinal direction of the beam. Therefore, the web is capable to carry shear forces only. Buckling failure of the web is prevented by the sinusoidal shape.

Beams with sinusoidal webs are ruled by the Eurocode EN1993-1-5, Annex D and also by taking into consideration additional papers and guidelines as the German DASt-Ri 015.

For the standard frame openings of industrial buildings the use of sinusoidal web beams resulted in the reduction of the weight of the structure of around 20 % in comparison to the weight of the structure by using standard hot rolled I sections. In addition, the weight reduction increases when the sinusoidal web beams are used for larger openings, more than 30 m, instead of using a truss frame type.

The detailing of the connections still needs further study since Eurocode does not provide any specific rules on how a designer should study a particular moment connection. In addition EN 1993-1-5 Annex D rules have been discussed for sinusoidal girders. For those girders do not appear local buckling effects before the web reaches its yielding shear capacity, therefore the buckling curve could be improved.