



**SCADA Pro 24<sup>tm</sup>**  
Structural Analysis & Design

# Εγχειρίδιο Χρήσης Γ. ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΨΥΧΡΗΣ ΕΛΑΣΗΣ



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|    |                                        |   |
|----|----------------------------------------|---|
| 1. | ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΨΥΧΡΗΣ ΕΛΑΣΗΣ ..... | 3 |
| 2. | ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ .....              | 3 |
| 3. | ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ.....             | 4 |
| 4. | ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ .....                    | 5 |
| 5. | ΑΝΑΛΥΣΗ .....                          | 6 |
| 6. | ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ .....                  | 6 |
| 7. | ΤΕΥΧΟΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ .....          | 7 |

## 1. ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΨΥΧΡΗΣ ΕΛΑΣΗΣ

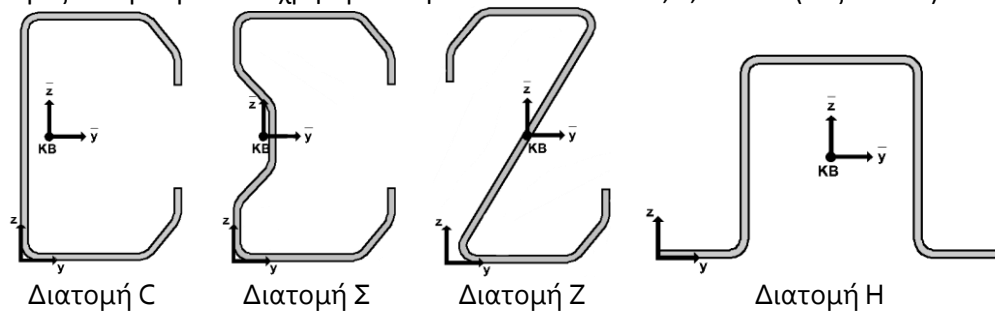
Τα στοιχεία ψυχρής έλασης αποτελούν μια ομάδα μεταλλικών στοιχείων με κύριο γνώρισμα την παραγωγική διαδικασία καθώς και το μικρό πάχος. Τα χαρακτηριστικά αυτά υπαγορεύουν ορισμένες διαφοροποιήσεις από την έως τώρα γνωστή μας διαδικασία ανάλυσης και διαστασιολόγησης των μεταλλικών στοιχείων θερμής έλασης. Πλήθος διατομών μπορούν να βρεθούν στην αγορά, ωστόσο η χρήση μελών ψυχρής έλασης είναι γενικώς περιορισμένη λόγω της αίσθησης ότι είναι βοηθητικά στοιχεία. Η πραγματικότητα όμως είναι διαφορετική καθώς εκτός από τεγίδες/μηκίδες μπορούν κάλλιστα να χρησιμοποιηθούν και ως κύρια φέροντα μέλη. Λόγω της μη δυνατότητας πλαστικοποίησης σχεδιάζονται για πρακτικώς ελαστική συμπεριφορά με ανάλογους σεισμικούς συντελεστές συμπεριφοράς.

Στην παρούσα έκδοση του SCADA PRO οι διατομές ψυχρής έλασης:

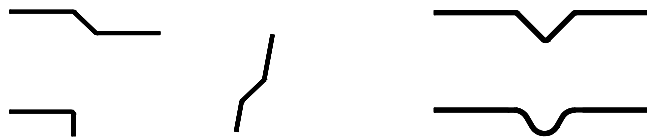
- Αποτελούν διαφορετικό module από της υπόλοιπες μεταλλικές διατομές
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για όλα τα δομικά μέλη (όχι μόνο τεγίδες/μηκίδες)
- Ελέγχονται βάσει EC3-1-3

## 2. ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ

Οι διατομές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι τύπου C, Σ, Z και H (δες εικόνα).



Οι διατομές μπορεί να είναι είτε μη ενισχυμένες είτε να διαθέτουν απλές ή διπλές ακραίες ενισχύσεις (δες παρακάτω εικόνα). Η γωνία κάμψης των ενισχύσεων και του κορμού των διατομών Z είναι επίσης παραμετρικά ορισμένη.



Επισημαίνεται ότι η παραμετρική αυτή ιδιότητά δεν είναι γνώρισμα που αφορά τον χρήστη αλλά τον κώδικα στο πρόγραμμα. Ο χρήστης μπορεί να τοποθετήσει μόνο έτοιμα προφίλ που έχουν καθοριστεί από τον κατασκευαστή (και εμάς) και δεν μπορεί να τα τροποποιήσει.

Η βιβλιοθήκη περιλαμβάνει διατομές ελληνικών και ξένων εταιρειών.

Πιο συγκεκριμένα:

| Ελληνικές Εταιρείες | Ξένες Εταιρείες  |
|---------------------|------------------|
| ΕΛΑΣΤΡΟΝ            | METSEC           |
| ΚΑΜΑΡΙΔΗΣ           | SADEF            |
| ARKHON              | BOUWEN MET STAAL |
|                     | RUUKKI           |

### 3. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ

Οι διατάξεις για σχεδιασμό βάσει υπολογισμών του EC3-1-3 ισχύουν μόνο για λόγους πλάτους – πάχους διατομών  $b/t$ ,  $h/t$ ,  $c/t$  και  $d/t$  εντός των ορίων του παρακάτω Πίνακα.

Τα όρια για τους λόγους που δίνονται θεωρείται ότι αντιπροσωπεύουν το πεδίο εκείνο για το οποίο υπάρχει επαρκής εμπειρία και επαλήθευση από πειραματικά αποτελέσματα. Διατομές με μεγαλύτερους λόγους πλάτους προς πάχος μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθούν, με την προϋπόθεση ότι η αντοχή τους σε οριακή κατάσταση αστοχίας και η συμπεριφορά τους στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας επαληθεύονται βάσει πειραμάτων και/η υπολογισμών, που επιβεβαιώνονται με κατάλληλο αριθμό πειραμάτων.

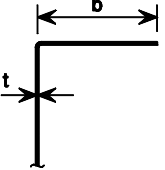
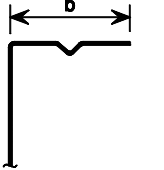
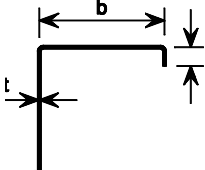
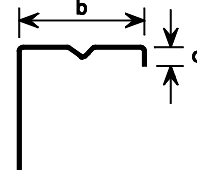
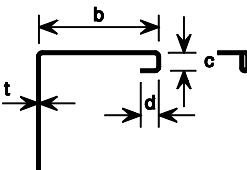
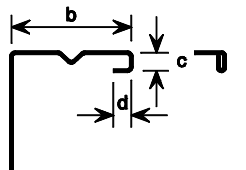
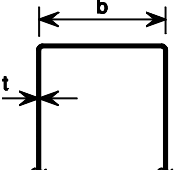
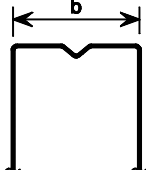
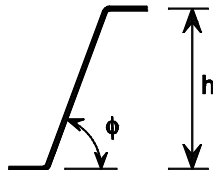
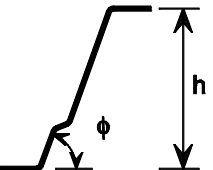
Οι διαστάσεις των ενισχύσεων πρέπει να είναι εντός των παρακάτω ορίων, έτσι ώστε να παρέχουν επαρκή δυσκαμψία και να αποφεύγεται λυγισμός της ίδιας της ενισχύσεως.

$$0,2 \leq c / b \leq 0,6$$

$$0,1 \leq d / b \leq 0,3$$

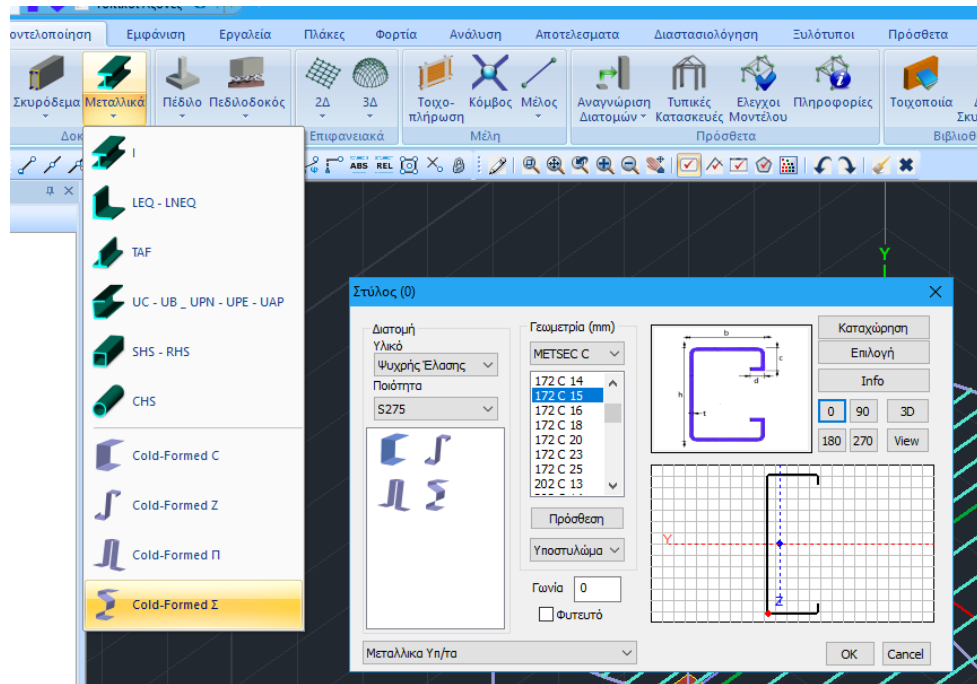
Αν  $c / b < 0,2$  ή  $d / b < 0,1$  το χείλος αγνοείται και τίθεται  $c = 0$  ή  $d = 0$ .

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Βάσει του EC3-1-3 το μήκος του χείλους  $c$  μετριέται κάθετα στο πέλμα στην περίπτωση που το χείλος δεν είναι κάθετο στο πέλμα. Ωστόσο, στο SCADA PRO το υπό γωνία μήκος λαμβάνεται υπόψη, και όχι η προβολή.

| Στοιχεία διατομών                                                                   |                                                                                     | Μέγιστη τιμή                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|   |   | $b / t \leq 50$                                                  |
|  |  | $b / t \leq 60$<br>$c / t \leq 50$                               |
|  |  | $b / t \leq 90$<br>$c / t \leq 60$<br>$d / t \leq 50$            |
|  |  | $b / t \leq 500$                                                 |
|  |  | $45^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$<br>$h / t \leq 500 \sin \phi$ |

## 4. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

Η εισαγωγή των στοιχείων γίνεται κατά τρόπο αντίστοιχο με αυτόν των στοιχείων θερμής έλασης. Τόσο για τις δοκούς όσο και για τους στύλους οι διατομές έχουν τοποθετηθεί σε μια νέα κατηγορία με όνομα «Ψυχρής Έλασης».



Στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε:

- Είδος διατομής
- Εταιρεία
- Διατομή
- Υλικό
- Ποιότητα

## 5. ΑΝΑΛΥΣΗ

Βάσει του EC3-1-3 για την ανάλυση πρέπει να τροποποιούνται οι ιδιότητες των διατομών, λαμβάνοντας υπόψη την επιρροή των στρογγυλεμένων γωνιών.

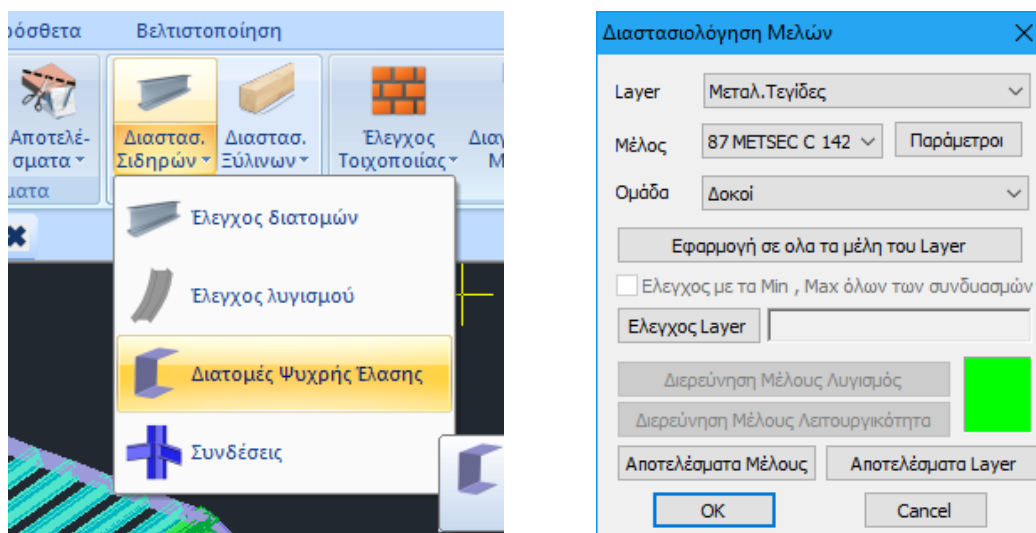
Στο SCADA Pro χρησιμοποιούνται οι ιδιότητες της αρχικής διατομής χωρίς να γίνει τροποποίηση των αδρανειακών χαρακτηριστικών. Ο μετασχηματισμός σε ιδεατή με αιχμηρές γωνίες καθώς και η επιρροή των στρογγυλεμένων γωνιών εξετάζεται μόνο στη διαστασιολόγηση.

## 6. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η διαστασιολόγηση των στοιχείων ψυχρής έλασης αφορά σε:

- Έλεγχο αντοχής σε επίπεδο διατομής
- Έλεγχο αντοχής σε επίπεδο μέλους
- Έλεγχο λειτουργικότητας

Η βασική διαφορά με τα στοιχεία θερμής έλασης είναι ότι πλέον οι έλεγχοι σε επίπεδο διατομής και μέλους γίνονται με κοινή εντολή και όχι ξεχωριστά. Σημαντικό επίσης χαρακτηριστικό είναι ότι ελέγχονται όλα τα μέλη και οι διατομές τους για όλους τους συνδυασμούς.



Κατά τα λοιπά, τα βήματα της διαστασιολόγησης είναι ίδια με τα αντίστοιχα στα στοιχεία θερμής έλασης (ανά layer, ενοποίηση μελών, παράμετροι λυγισμού κτλ).

## 7. ΤΕΥΧΟΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Τα αποτελέσματα της διαστασιολόγησης εμφανίζονται είτε ανά μέλος είτε ανά layer. Στη δεύτερη και γενικότερη περίπτωση η δομή του τεύχους είναι η ακόλουθη:

### 1. Σελίδα 1: Γενικά στοιχεία διατομής 1

Πληροφορίες διαστάσεων και ιδιοτήτων αρχικής και ιδεατής διατομής

### 2. Σελίδα 2: Ενεργός διατομή διατομής 1 (Α μέρος)

Πληροφορίες διαστάσεων ενεργού διατομής λόγω  $N$ ,  $M_y$  και  $M_z$

### 3. Σελίδα 3: Ενεργός διατομή διατομής 1 (Β μέρος)

Πληροφορίες ιδιοτήτων ενεργού διατομής λόγω  $N$ ,  $M_y$  και  $M_z$

### 4. Σελίδα 4: Έλεγχος σε επίπεδο διατομής για το 1<sup>ο</sup> μέλος με διατομή 1

Έλεγχοι αντοχής βάσει §6.1

### 5. Σελίδα 5: Έλεγχος σε επίπεδο μέλους για το 1<sup>ο</sup> μέλος με διατομή 1

Έλεγχοι αντοχής βάσει §6.2 & 6.3 και έλεγχος λειτουργικότητας §7

### 6. Επανάληψη βημάτων 4 & 5 : Σε περίπτωση πολλών μελών ίδιας διατομής εντός του layer.

### 7. Επανάληψη βημάτων 1 έως 6: Σε περίπτωση πολλών διατομών εντός του layer.

Το τεύχος ανά layer μπορεί να εξαχθεί και κατά τη δημιουργία του Τεύχους Μελέτης. Χαρακτηριστική μορφή του τεύχους δίνεται παρακάτω.

Σελίδα : 1

ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΨΥΧΡΗΣ ΕΛΑΣΗΣ - ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

|                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| Layer           | Μεταλλ. Τεγίδες   |
| Υλικό           | Ψυχρής Έκτασης    |
| Ποιότητα        | S275              |
| Τύπος / Διατομή | METSEC C 142 C 18 |

ΣΚΑΡΙΦΙΜΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ ΧΑΛΥΒΑ

| $f_{yk}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $f_{yk}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | k   | n   | $f_{yk,red}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $f_{yk,red}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|----------------------------------|----------------------------------|-----|-----|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 275.0                            | 430.0                            | 7.0 | 4.0 | 352.5                                | 303.5                                |

ΕΠΙΡΡΟΗ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ

| $r / t$ | $r / 0.10b$ | Απαιτούμενη Απομείωση | $\delta$ |
|---------|-------------|-----------------------|----------|
| 0.20    | 0.32        | Όχι                   | 0.01     |

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ

| Ικανοποιούνται τα όρια | Ναι |
|------------------------|-----|
|------------------------|-----|

Οι διαστάσεις για σχεδιασμό βάσει του EN 1993-1-3 ισχύουν μόνο για λόγους  $h/t$ ,  $h/t$ ,  $o/t$ ,  $a/t$  και  $d/t$  εντός των ορίων του Πίνακα 5.1 και της παραγράφου 5.2(2).

Διατομές με μεγάλους λόγους μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν, με την προϋπόθεση ότι η αντοχή τους σε οριακή κατάσταση αστοχίας και η συμπεριφορά τους στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας επαληθεύονται βάσει παραγμάτων και/ή υπολογισμών, που επιβεβαιώνονται με κατάλληλο αριθμό πειραμάτων.

Παρατήρηση

Οι τοπικοί άξονες της διατομής ακολουθούν τη σύμβαση των διατομών δοκών. Όταν αφορά στα υποστυλώματα, οι άξονες έχουν την αντίθετη κατεύθυνση.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

| ΑΡΧΙΚΗ                      | ΙΔΕΑΤΗ |        |      |
|-----------------------------|--------|--------|------|
| $A$ (cm <sup>2</sup> )      | 4.97   | 4.94   |      |
| $y_{pl}$ (cm)               | -      | 1.63   |      |
| $z_{pl}$ (cm)               | -      | 6.93   |      |
| $z_{pl}$ (cm)               | -      | -2.51  |      |
| $S_{xx}$ (cm <sup>3</sup> ) | -      | 6.93   |      |
| $S_{yy}$ (cm <sup>3</sup> ) | -      | 34.24  |      |
| $S_{yy}$ (cm <sup>3</sup> ) | -      | 8.08   |      |
| $I_{xx}$ (cm <sup>4</sup> ) | 162.20 | 154.41 |      |
| $I_{yy}$ (cm <sup>4</sup> ) | 23.70  | 21.63  |      |
| $W_{xx}$ (cm <sup>3</sup> ) | 22.85  | 22.28  |      |
| $W_{yy}$ (cm <sup>3</sup> ) | 5.63   | 5.37   |      |
| $I_{xx}$ (cm <sup>4</sup> ) | -      | 811.43 |      |
| $I_{yy}$ (cm <sup>4</sup> ) | -      | 0.05   | 0.05 |
| $W_{xx}$ (cm <sup>3</sup> ) | -      | 0.30   | 0.30 |

| ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΨΥΧΡΗΣ ΕΛΑΣΗΣ - ΕΝΕΡΓΗ ΔΙΑΤΟΜΗ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |           |           |           |           | Σελίδα : 2 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| ΣΚΑΡΙΦΙΜΑ ΕΝΕΡΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |           |           |           |           |            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |           |           |           |           |            |
| <p>Η ενεργή διατομή λόγω αξονικής και κάμψης έχει υπολογιστεί βάσει των ακόλουθων διατάξεων:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EN 1993-1-3 [5.6]</li> <li>- EN 1993-1-6 [4.4]</li> </ul> <p><b>Παρατήρηση</b><br/>Οι τοπικοί άξονες της διατομής ακολουθούν τη σύμβαση των διατομών δοκών. Όταν αφορά στα υποστυλώματα, οι άξονες έχουν την αντίθετη κατεύθυνση.</p> |      |           |           |           |           |            |
| ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $N$  | $M_y (+)$ | $M_y (-)$ | $M_z (+)$ | $M_z (-)$ |            |
| $h_w$ (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4.02 | 4.77      | 11.09     | 6.93      | 4.02      |            |
| $h_{w,eff}$ (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4.02 | 11.09     | 2.77      | 6.93      | 4.02      |            |
| $b_{w,eff}$ (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2.83 | 2.83      | 2.83      | 4.05      | 0.65      |            |
| $b_{w,eff}$ (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2.83 | 2.83      | 2.83      | 4.05      | 0.65      |            |
| $b_{w,eff}$ (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2.83 | 2.83      | 2.83      | 1.61      | 5.01      |            |
| $c_{w,eff}$ (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.13 | 1.13      | 1.13      | 1.13      | 1.13      |            |
| $c_{w,eff}$ (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | -    | -         | -         | -         | -         |            |
| $c_{w,eff}$ (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.13 | 1.13      | 1.13      | 1.13      | 1.13      |            |
| $d_{w,eff}$ (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | -    | -         | -         | -         | -         |            |
| $d_{w,eff}$ (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | -    | -         | -         | -         | -         |            |
| $d_{w,eff}$ (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | -    | -         | -         | -         | -         |            |
| $d_{w,eff}$ (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | -    | -         | -         | -         | -         |            |
| $\varphi_{tot}$ (°)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -    | 90.0      | -         | -         | -         |            |
| $\varphi_{web}$ (°)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -    | -         | -         | -         | -         |            |
| $\varphi_{tot}$ (°)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -    | 90.0      | -         | -         | -         |            |
| $\varphi_{web}$ (°)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -    | -         | -         | -         | -         |            |
| $t$ (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | -    | -         | -         | -         | -         |            |





