



SCADA Pro[™]
Structural Analysis & Design

Εγχειρίδιο χρήσης Δ. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΜΜΙΚΤΩΝ ΠΛΑΚΩΝ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

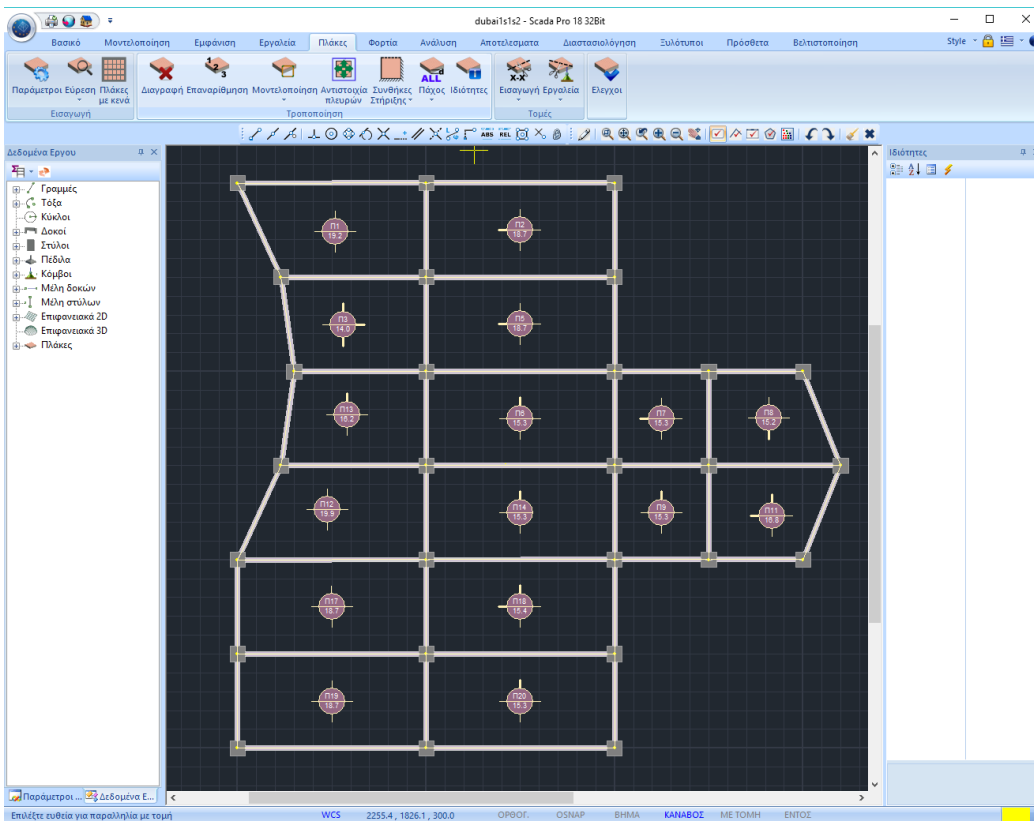
1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
2.	ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.....	5
3.	ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΧΑΛΥΒΔΟΦΥΛΛΩΝ	7
4.	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΥΜΜΙΚΤΗΣ ΠΛΑΚΑΣ	9
5.	ΦΟΡΤΙΑ	9
6.	ΑΝΑΛΥΣΗ	11
7.	ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	12
8.	ΤΕΥΧΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	13

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

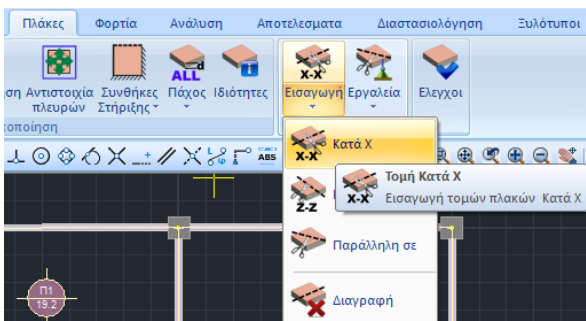
Η διαστασιολόγηση των σύμμικτων πλακών περιλαμβάνει τον έλεγχο σε φάση κατασκευής της σύμμικτης πλάκας και τον έλεγχο της σε φάση σύμμικτης λειτουργίας μετά την πήξη του σκυροδέματος.

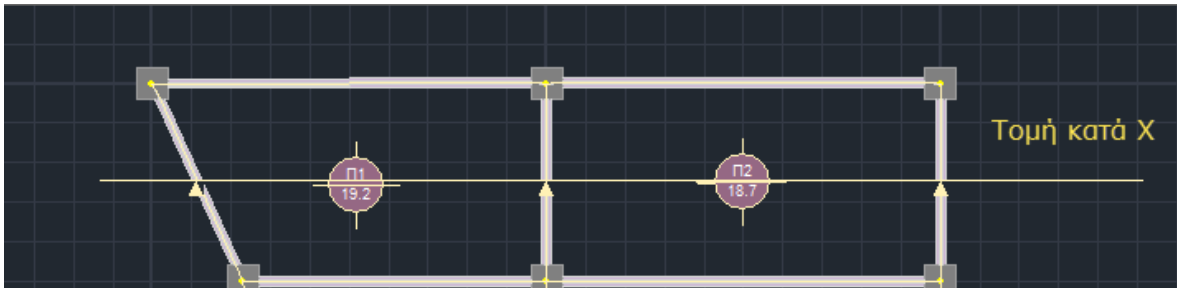
Στη φάση κατασκευής, τα χαλυβδόφυλλα λειτουργούν ως μεταλλότυπος για το νωπό σκυρόδεμα και τον οπλισμό της πλάκας. Κάποιες φορές κρίνεται απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί προσωρινή υποστήλωση, η οποία λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό ως ενδιάμεση στήριξη. Σε αυτή την περίπτωση το χαλυβδόφυλλο σχεδιάζεται ώστε να φέρει το ίδιο βάρος του, το βάρος του νωπού σκυροδέματος και τα προσωρινά φορτία που σχετίζονται με την διαδικασία κατασκευής της πλάκας.

Στο SCADA Pro επιλέγουμε την προβολή του φορέα ανά επίπεδο.

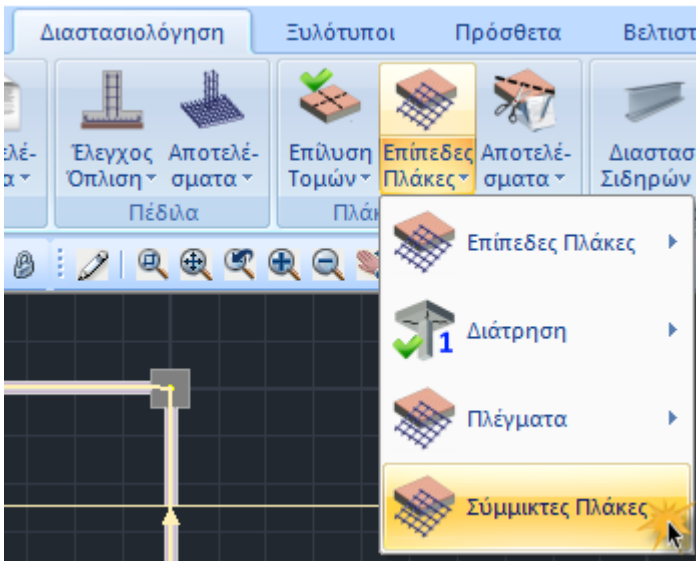


Με επιλογή του Tab “Πλάκες”, πεδίο “Τομές”, button “Εισαγωγή” Και επιλογή εντολής “Κατά X», την θέση της τομής στην πλάκα.

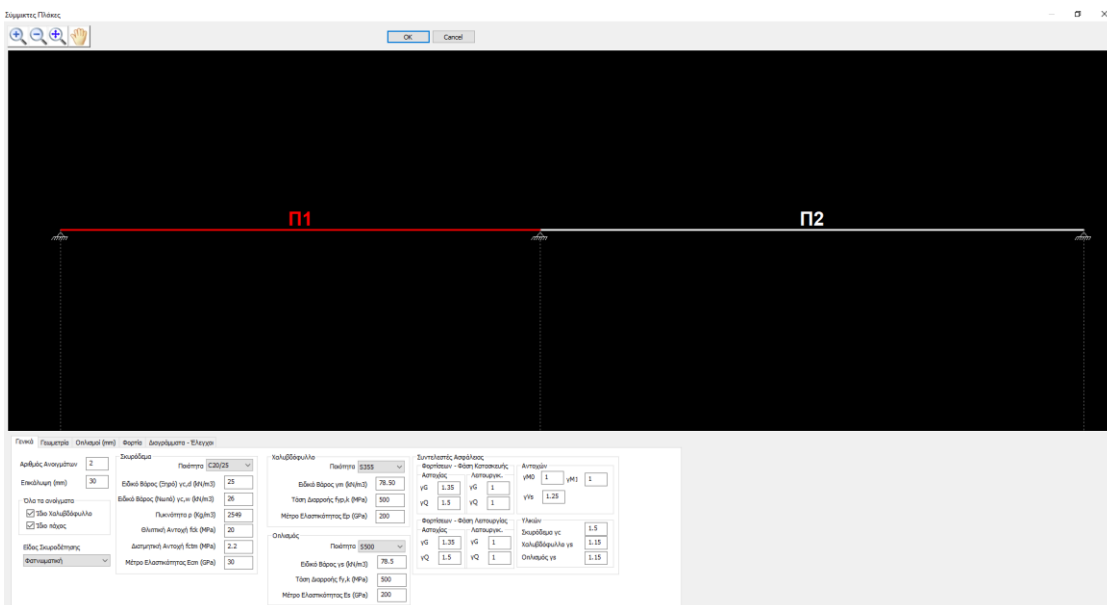




Η τομή κόβει την πλάκα σε δύο ανοίγματα. Για να ανοίξει ο Editor των σύμμικτων πλακών, επιλέγω το Tab “Διαστασιολόγηση”, πεδίο “Πλάκες - Πλέγματα”, κουμπί “Επίπεδες Πλάκες” και εντολής “Composite Slabs”.



Στη συνέχεια επιλέγω τη γραμμή της τομής και με δεξιά κλικ ανοίγει ο Editor των σύμμικτων πλακών με απεικόνιση πλάκας 2 ανοιγμάτων Π1 και Π2.



2. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Γενικά Γεωμετρία Οπλισμοί (mm)

Αριθμός Ανοιγμάτων

Επικάλυψη (mm)

Όλα τα ανοίγματα

Ίδιο Χαλυβδόφυλλο

Ίδιο πάχος

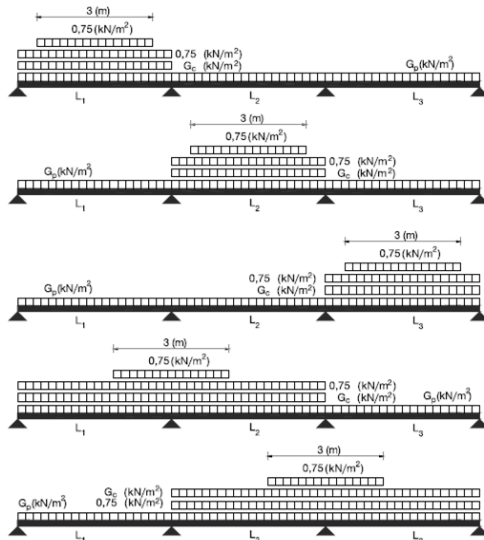
Είδος Σκυροδέτησης

Φατνωματική ▾

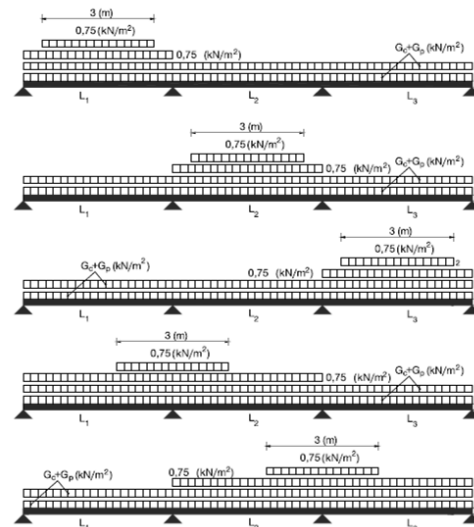
Φατνωματική

Σταδιακή

Στην πρώτη φόρμα γίνεται εισαγωγή γενικών παραμέτρων όπως είναι η τροποποίηση του πλήθους των ανοιγμάτων, η επικάλυψη του οπλισμού και η επιλογή ότι ο τύπος του χαλυβδόφυλλου και το πάχος της πλάκας σκυροδέματος είναι κοινός σε κάθε άνοιγμα. Επίσης καθορίζεται και ο τρόπος σκυροδέτησης σε Φατνωματική ή Σταδιακή.



Φατνωματική σκυροδέτηση



Σταδιακή σκυροδέτηση

Στην υπόλοιπη φόρμα εισάγονται οι πληροφορίες για τα υλικά της πλάκας, όπως το σκυρόδεμα, ο δομικός χάλυβας του χαλυβδόφυλλου και ο χάλυβας οπλισμού.

Σκυρόδεμα		Ποιότητα	C20/25
Ειδικό Βάρος (Ξηρό) $\gamma_{c,d}$ (kN/m ³)			25
Ειδικό Βάρος (Νωπό) $\gamma_{c,w}$ (kN/m ³)			26
Πυκνότητα ρ (Kg/m ³)			2549
Θλιπτική Αντοχή f_{ck} (MPa)			20
Διατμητική Αντοχή f_{ctm} (MPa)			2.2
Μέτρο Ελαστικότητας E_{cm} (GPa)			30

Χαλυβδόφυλλο		Ποιότητα	S355
Ειδικό Βάρος γ_M (kN/m ³)			78.50
Τάση Διαρροής $f_{y,k}$ (MPa)			500
Μέτρο Ελαστικότητας E_P (GPa)			200

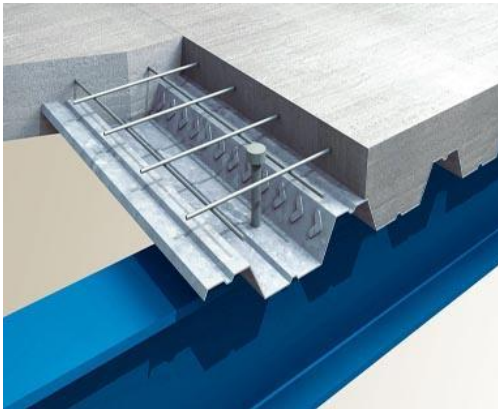
Οπλισμός		Ποιότητα	S500
Ειδικό Βάρος γ_s (kN/m ³)			78.5
Τάση Διαρροής $f_{y,k}$ (MPa)			500
Μέτρο Ελαστικότητας E_s (GPa)			200

Στο τελευταίο πεδίο της φόρμας εισάγονται οι συντελεστές ασφαλείας για τις δράσεις και τις αντοχές στη φάση κατασκευής και φάση σύμμικτης λειτουργίας καθώς και οι συντελεστές ασφαλείας των υλικών.

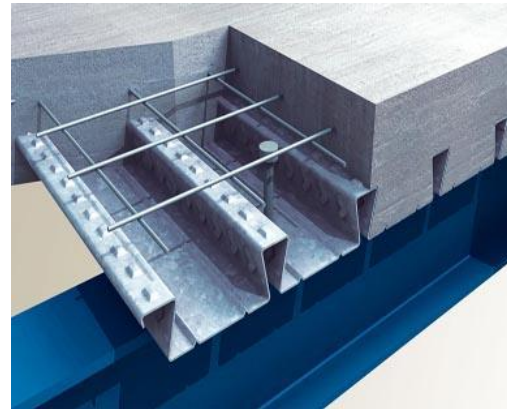
Συντελεστές Ασφάλειας			
Φορτίσεων - Φάση Κατασκευής		Αντοχών	
Αστοχίας	Λειτουργικ.	γ_{M0}	γ_{M1}
γ_G 1.35	γ_G 1	1	1
γ_Q 1.5	γ_Q 1	γ_{Vs} 1.25	
Φορτίσεων - Φάση Λειτουργίας		Υλικών	
Αστοχίας	Λειτουργικ.	Σκυρόδεμα γ_c	1.5
γ_G 1.35	γ_G 1	Χαλυβδόφυλλο γ_s	1.15
γ_Q 1.5	γ_Q 1	Οπλισμός γ_s	1.15

3. ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΧΑΛΥΒΔΟΦΥΛΛΩΝ

Οι τύποι των χαλυβδόφυλλων που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σύμμικτων πλακών, είναι τα χαλυβδόφυλλα μορφής υποσκαφής (re-entrant) με ή χωρίς ενισχύσεις, τα χαλυβδόφυλλα τραπεζοειδούς μορφής (trapezoidal) με προεξοχές ή ενισχύσεις, καθώς και τα αποκαλούμενα «βαθιά» καταστρώματα» (deep decking). Στο SCADA Pro έχει γίνει ενσωμάτωση βιβλιοθήκης με 240 χαλυβδόφυλλα μορφής υποσκαφής και τραπεζοειδούς μορφής με και χωρίς προεξοχές ή ενισχύσεις.



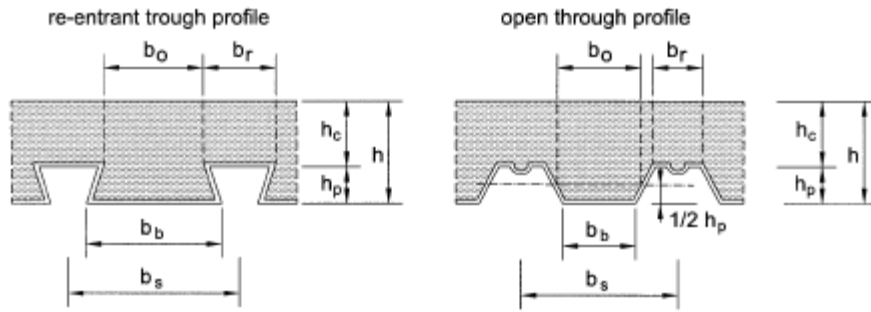
Τραπεζοειδές χαλυβδόφυλλο



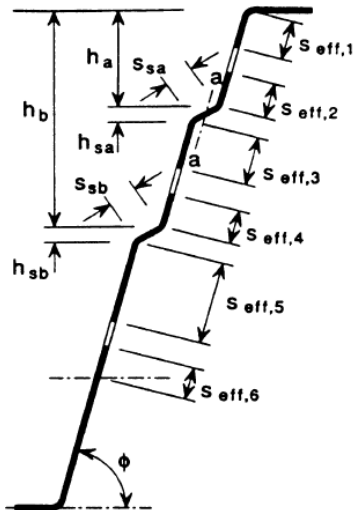
Χαλυβδόφυλλο μορφής υποσκαφής

Στη φόρμα Geometry γίνεται η επιλογή του χαλυβδόφυλλου από τη βιβλιοθήκη ανά άνοιγμα και τροποποίηση των γεωμετρικών διαστάσεων αν χρειαστεί. Συγκεκριμένα στο πρώτο πεδίο της φόρμας εισάγονται οι διαστάσεις των χαλυβδόφυλλων όπως παρουσιάζονται στα παρακάτω σχήματα για τον κάθε τύπο χαλυβδόφυλλου, επίσης το πάχος της πλάκας σκυροδέματος h_c και οι παράμετροι m , k , $\tau_{u,RD}$ που δίνονται από τους κατασκευαστές, χρησιμοποιούνται στον έλεγχο διαμήκους διάτμησης της σύμμικτης πλάκας και είναι χαρακτηριστικοί για κάθε χαλυβδόφυλλο.

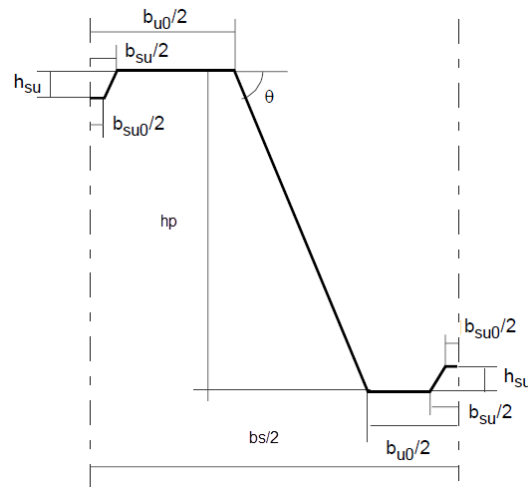
Γενικά		Γεωμετρία		Οπλισμοί (mm)		Φορτία		Διαγράμματα - Έλεγχοι	
Γεωμετρικές Ιδιότητες (mm - N/mm ²)									
Άνοιγμα	1	Πλάκα	1	Button1					
Τύπος	Τραπεζοειδούς μορφής								
Εταιρεία	Tegral								
Όνομα	ComFlor 70-0.90								
bs	300	br	112	hc	74	b0	162	tp	0.9
bb	136	hp	70	bl	164	Info			
$\tau_{u,RD}$	0	m	0	k	0				
Ενισχύσεις Άνω Πέλμα Κάτω Πέλμα Κορμός									
Αριθμός	0	2	0	Button1					
bs	0	20	hsa	0					
bs0	0	0	ssa	0					
hs	0	6.1	ha	0					
bs1	0	32	hb	0					
			hc	0					



Διαστάσεις χαλυβδόφυλλου τραπεζοειδούς και μορφής υποσκαφής



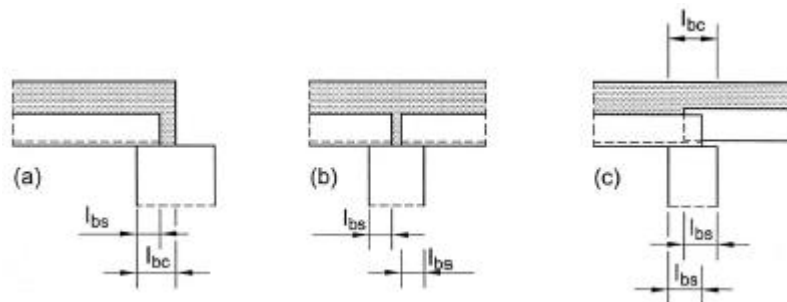
Διαστάσεις ενισχύσεων κορμού



Διαστάσεις ενισχύσεων πέλματος

Στήριξη Αριστερά	Ανοιγμα	Στήριξη Δεξιά
Τύπος: Σκυρόδεμα	Μήκος (m): 8.610	Τύπος: Σκυρόδεμα
Είδος: Αρθρωση	Πλάτος (m): 3	Είδος: Αρθρωση
Πλάτος (mm): 26.2		Πλάτος (mm): 25

Στο πεδίο της φόρμας Geometry εισάγονται οι συνθήκες στήριξης και το πλάτος των στηρίξεων με βάση την παράγραφο 9.2.3 του EN 1994-1-1.



4. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΥΜΜΙΚΤΗΣ ΠΛΑΚΑΣ

Στη φόρμα Steel Rebar εισάγονται δύο πλέγματα οπλισμού εντός της πλάκας σκυροδέματος και ο οπλισμός εντός των νευρώσεων του χαλυβδόφυλλου. Καθορίζονται επίσης οι διάμετροι των ράβδων και τα στατικά ύψη.

Γενικά | Γεωμετρία | Οπλισμοί (mm) | Φορτία | Διαγράμματα - Έλεγχοι

Άνοιγμα Πλάκα

Οπλισμός ανά νευρώση

Φ Στατικό ύψος ds3 (mm)

Δομικά πλέγματα

	Οριζόντιες Ράβδοι	Κάθετες Ράβδοι	Στατικό ύψος ds2,3 (mm)
1η στρώση	Φ <input type="text" value="8"/> / <input type="text" value="120"/>	Φ <input type="text" value="8"/> / <input type="text" value="120"/>	<input type="text" value="34.00"/>
2η στρώση	Φ <input type="text" value="8"/> / <input type="text" value="120"/>	Φ <input type="text" value="8"/> / <input type="text" value="120"/>	<input type="text" value="0.00"/>

Αυτόματος υπολογισμός Στατικών Ύψων

Στοιχεία Ήλων

Διάμετρος (mm)

Αριθμός διαστημικών ύλων ανά νευρώση

Ύψος μαζ με την κεφαλή

Αντοχή Χάλυβα (N/mm²)

Τύπος Σύνδεσης με Οπές

Στο πεδίο Stud Data, εισάγεται το είδος και οι διαστάσεις των ήλων σε περίπτωση που υπάρχουν και συμμετέχουν στον έλεγχο της διαμήκου διάτμησης.

5. ΦΟΡΤΙΑ

Στη φόρμα Loads γίνεται εισαγωγή των φορτίων που επιβάλλονται στη φάση κατασκευής και στη φάση σύμμικτης λειτουργίας.

Γενικά | Γεωμετρία | Οπλισμοί (mm) | Φορτία | Διαγράμματα - Έλεγχοι

Άνοιγμα Πλάκα

Υποστυλώσεις

Αριθμός

Είδος

Πλάτος (mm)

Φάση Κατασκευής

Μόνιμα

Ίδιο βάρος νωπού σκυροδέματος G_{c,w} (kN/m²)

Ίδιο βάρος χαλυβδόφυλλου G_p (kN/m²)

ponding gp (kN/m²)

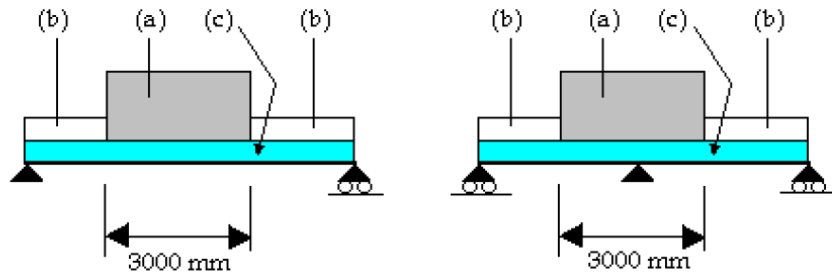
Κινητά

Εντός επιφάνειας εργασίας 3x3 m Q_a (kN/m²)

Εκτός επιφάνειας εργασίας Q_b (kN/m²)

Στο παραπάνω πεδίο της φόρμας γίνεται εισαγωγή του πλήθους των υποστυλώσεων (πεδίο Propping) και εισαγωγή των σταθερών και κινητών φορτίων κατασκευής Qa, Qb, Qc (EN 1991-1-6, §4.11.2).

Case	Loaded area	Load in kN/m ²
(a)	Inside the working area 3 m x 3 m (or the span length if less)	10% of the self-weight of the concrete but not less than 0,75 and not more than 1,5
(b)	Outside the working area	0,75
(c)	Actual area	Self-weight of the formwork, load-bearing element and the weight of the fresh concrete



Επίσης το φορτίο **Ponding gp (kN/m²)** συμπληρώνεται αφού πρώτα διαστασιολογηθεί η πλάκα και προκύψει πρόβλημα με το βέλος που αναπτύσσεται σύμφωνα με την παράγραφο 9.3.2(2) του EN 1994-1-1. Στα υπόλοιπα πεδία της φόρμας Loads εισάγονται τα σταθερά και κινητά φορτία της πλάκας, κατανομημένα τραπεζοειδή, ομοιόμορφα και συγκεντρωμένα σε φάση σύμμικτης λειτουργίας ανάλογα με τη χρήση της και την κρίση του μελετητή.

Φάση Λειτουργίας

Μόνιμα

Ίδιο βάρος ξηρού σκυροδέματος G_{c,d} (kN/m²)

Ίδιο βάρος χαλυβδόφυλλου G_p (kN/m²)

Επικάλυψη G_k (kN/m²)

Κινητά

q_k (kN/m²)

Τραπεζοειδή Φορτία

Φόρτιση

Φορτίο Αρχής (kN/m)

Φορτίο Τέλους (kN/m)

Απόσταση Αρχής (cm)

Απόσταση Τέλους (cm)

Εγκάρσιο Πλάτος (cm)

Συγκεντρωμένα Φορτία

Φόρτιση

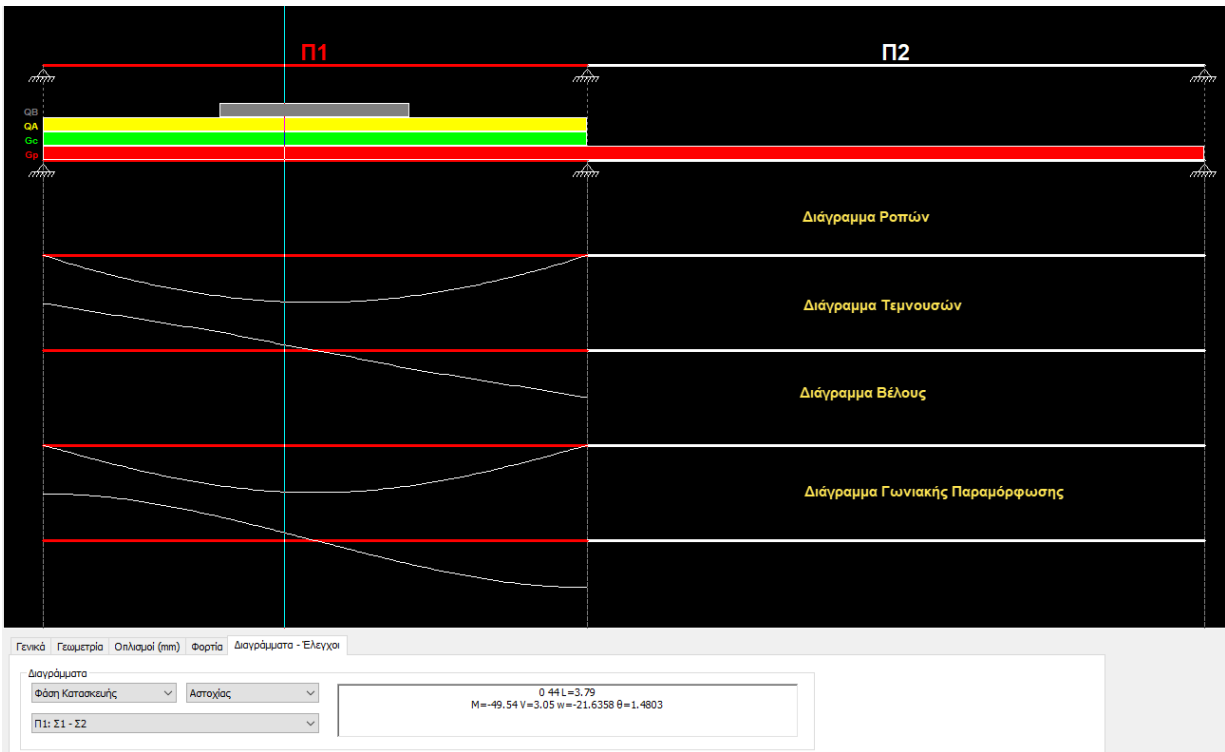
Φορτίο (kN)

Απόσταση Αρχής (cm)

Εγκάρσιο Πλάτος (cm)

6. ΑΝΑΛΥΣΗ

Στη φάση κατασκευής και σύμμικτης λειτουργίας εφαρμόζεται ελαστική ανάλυση χωρίς ανακατανομή. Το στατικό σύστημα της πλάκας καθορίζεται από τις συνθήκες στήριξης που ορίζονται στη φόρμα General. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης περιλαμβάνουν τα διαγράμματα ροπών και τεμνουσών, το διάγραμμα του βέλους κάμψης και της γωνιακής παραμόρφωσης και απεικονίζονται γραφικά στη φόρμα Diagrams/Checks.



Η προβολή των αποτελεσμάτων γίνεται για τη φάση κατασκευής και τη φάση σύμμικτης λειτουργίας, για κάθε άνοιγμα και σε μορφή περιβάλλουσας για τις δυσμενέστερη εντατική κατάσταση, για οριακή κατάσταση αστοχίας και οριακή κατάσταση λειτουργικότητας. Η επιλογή “Αστοχίας Αμφιαρθρωτό” αφορά την εντατική κατάσταση της πλάκας μόνο για τον έλεγχο διαμήκους διάτμησης στη φάση κατασκευής στην οριακή κατάσταση αστοχίας.

Φάση Κατασκευής Φάση Κατασκευής Φάση Λειτουργίας	Αστοχίας Αστοχίας Λειτουργικότητα Αστοχίας Αμφιαρθρωτο	Περιβάλλουσα Περιβάλλουσα Π1: Σ1 - Σ2 Π2: Σ2 - Σ3 Π1-Π2 : Σ2
--	---	--

7. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Για τη διαστασιολόγηση της πλάκας εφαρμόζεται ο κανονισμός EN 1993-1-3 για τη διαστασιολόγηση των χαλυβδόφυλλων στη φάση κατασκευής της σύμμικτης πλάκας. Βάσει του EN 1993-1-3 γίνεται υπολογισμός της ενεργούς διατομής του χαλυβδόφυλλου και όλων των μηχανικών ιδιοτήτων ανά μέτρο μήκους (§ 3.3, 4.2, 4.3.3, 4.3.4), καθώς και όλοι οι έλεγχοι επάρκειας που αφορούν τη διατομή του χαλυβδόφυλλου.

Οι έλεγχοι του χαλυβδόφυλλου περιλαμβάνουν:

- Έλεγχος σε κάμψη (§5.4)
- Έλεγχος σε κατακόρυφη διάτμηση (§5.8)
- Έλεγχος σε εγκάρσιο φορτίο (§5.8)
- Συνδυασμένος έλεγχος σε διάτμηση και κάμψη (§5.10)
- Συνδυασμένος έλεγχος σε κάμψη και εγκάρσιο φορτίο (§5.11)
- Έλεγχος βέλους (§7.3)

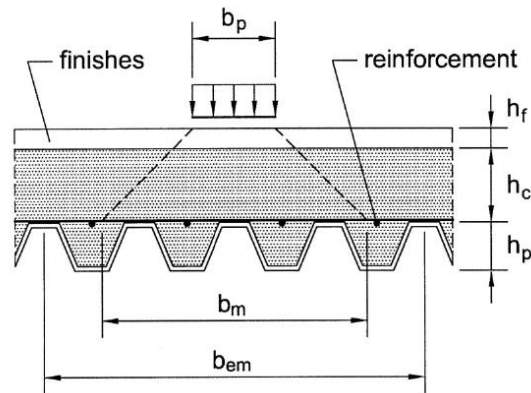
Η διαστασιολόγηση της σύμμικτης πλάκας γίνεται σύμφωνα με τον EN 1994-1-1 και την Section 9 περιλαμβάνει τους παρακάτω ελέγχους επάρκειας:

- Έλεγχος σε κάμψη (§9.7.2)
- Έλεγχος σε διαμήκη διάτμηση σε πλάκες χωρίς ακραία αγκύρωση (§9.7.3)
- Έλεγχος σε διαμήκη διάτμηση σε πλάκες με ακραία αγκύρωση (§9.7.4)
- Έλεγχος σε κατακόρυφη διάτμηση (§9.7.5)
- Έλεγχος ρηγματώσης του σκυροδέματος (§9.8.1)
- Έλεγχος Βέλους (§9.8.2)

Στη φόρμα Checks υπάρχει η δυνατότητα να αποεπιλεγούν κάποιοι έλεγχοι και να μην υλοποιηθούν.

Ελεγκοι	
Φάση Κατασκευής <input checked="" type="checkbox"/> Έλεγχος σε Κάμψη <input checked="" type="checkbox"/> Έλεγχος σε Κατακόρυφη Διάτμηση <input checked="" type="checkbox"/> Έλεγχος σε Εγκάρσιο Φορτίο <input checked="" type="checkbox"/> Έλεγχος σε Κάμψη + Εγκάρσιο Φορτίο <input checked="" type="checkbox"/> Έλεγχος Βέλους	Φάση Λειτουργίας <input checked="" type="checkbox"/> Έλεγχος σε Κάμψη <input checked="" type="checkbox"/> Έλεγχος σε Κατακόρυφη Διάτμηση <input checked="" type="checkbox"/> Έλεγχος σε Διαμήκη Διάτμηση (μέθοδος m-k) <input checked="" type="checkbox"/> Έλεγχος σε Διαμήκη Διάτμηση (μέθοδος μερικής διατμητικής σύνδεσης) <input checked="" type="checkbox"/> Να ληφθεί υπόψη το πλάτος επιρροής των φορτίων (bm)
<input checked="" type="checkbox"/> Έλεγχος Βέλους	
<input type="button" value="Έλεγκοι"/> <input type="button" value="Διερεύνηση"/> <input type="button" value="Αποτελέσματα"/>	

Η επιλογή **Να ληφθεί υπόψη το πλάτος επιρροής των φορτίων (bm)** αφορά την παράγραφο 9.4.3 του EN 1994-1-1 για τον υπολογισμό του ενεργού πλάτους σύμμικτης πλάκας για συγκεντρωμένα σημειακά και γραμμικά φορτία, κατά τον έλεγχο της σύμμικτης πλάκας.



8. ΤΕΥΧΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

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

1. **Σελίδα 0,1,2: Δεδομένα εισαγωγής**
 Είδος χαλυβδόφυλλου, Φορτία, Οπλισμός, Υλικά
2. **Σελίδα 3: Ενεργός διατομή χαλυβδόφυλλου**
 Διαστάσεις ενεργούς διατομής αναλυτικά για τα πέλματα και τον κορμό και μηχανικές ιδιότητες της καθαρής και της ενεργούς διατομής
3. **Σελίδα 4: Διαστασιολόγηση χαλυβδόφυλλου - Φάση κατασκευής (EN 1993-1-3)**
 Έλεγχος σε κάμψη, έλεγχος σε κατακόρυφη διάτμηση και έλεγχος βέλους ανά άνοιγμα.
4. **Σελίδα 5: Διαστασιολόγηση χαλυβδόφυλλου - Φάση κατασκευής (EN 1993-1-3)**
 Έλεγχος σε τοπικό εγκάρσιο φορτίο στις στηρίξεις, έλεγχος σε κάμψη & εγκάρσιο φορτίο ανά στήριξη.
5. **Σελίδα 6, 7: Διαστασιολόγηση σύμμικτης πλάκας – Φάση σύμμικτης λειτουργίας (EN 1994-1-1)**
 Έλεγχος σε κάμψη, έλεγχος σε κατακόρυφη διάτμηση και έλεγχος βέλους και έλεγχος σε διαμήκη διάτμηση - μέθοδος m-k, έλεγχος σε διαμήκη διάτμηση - μέθοδος μερικής διατμητικής σύνδεσης, ανά άνοιγμα.

