



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

# Παράδειγμα 9

## Ολοκληρωμένο παράδειγμα Επίπεδων Πλακών



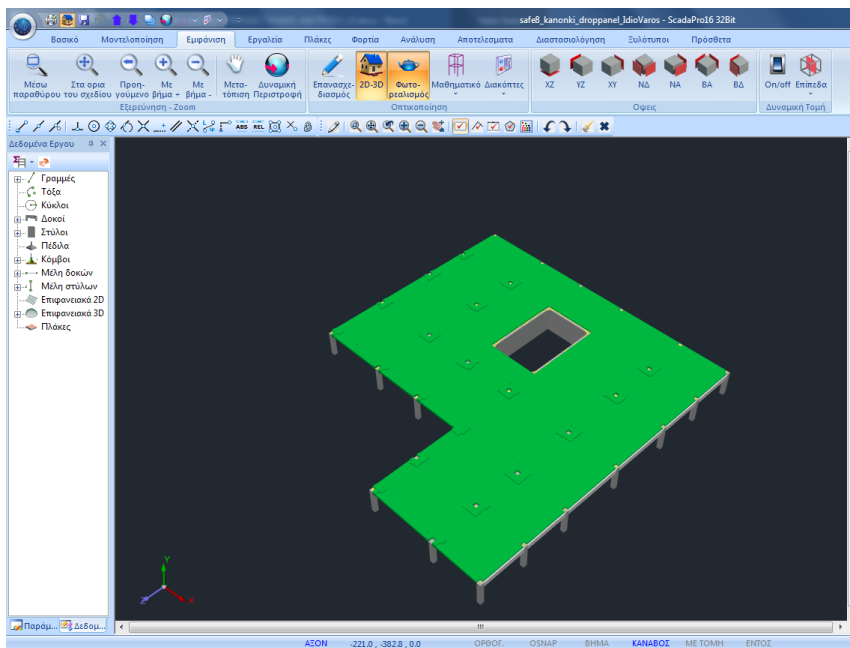
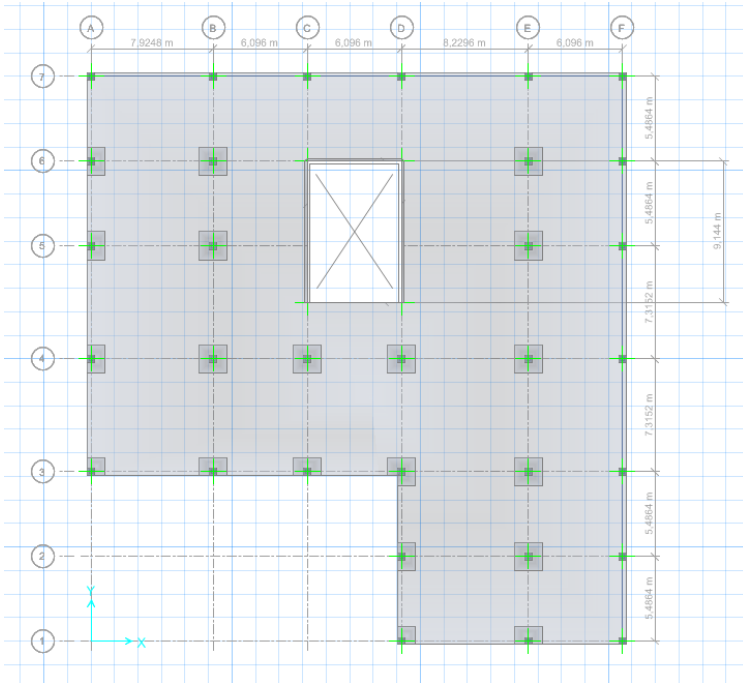
## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ .....</b>	<b>3</b>
<b>1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ΦΟΡΤΙΑ .....</b>	<b>15</b>
<b>3. ΑΝΑΛΥΣΗ .....</b>	<b>16</b>
<b>4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>17</b>
<b>5. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ .....</b>	<b>18</b>
5.1 Παράμετροι .....	19
§ Οδηγίες για την εισαγωγή των <i>support lines</i> στα <i>flat slabs</i> .....	21
5.2 Υπολογισμός Λωρίδων Φορτίσεων .....	21
5.3 Εμφάνιση X, Z .....	22
5.4 Διαγράμματα X, Z .....	23
§ Σύγκριση με τα αποτελέσματα του <i>CSI Safe 2014</i> .....	24
5.5 Αποτελέσματα .....	24
<b>6. ΔΙΑΤΡΗΣΗ .....</b>	<b>27</b>
6.1 Επιλεκτικά .....	27
§ Σύγκριση με τα αποτελέσματα του <i>CSI Safe 2014</i> .....	36

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

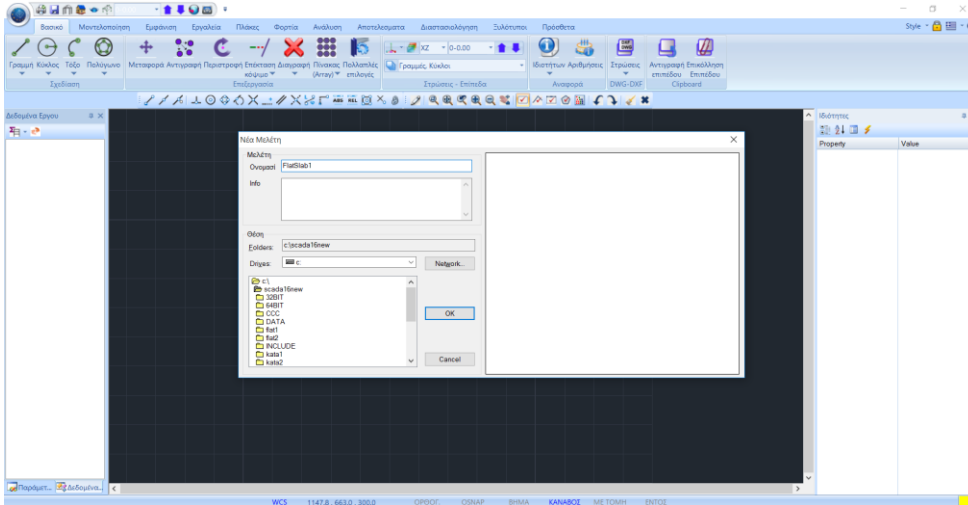
### ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Στο παράδειγμα που ακολουθεί αναλύεται ο παρακάτω φορέας. Είναι ο ίδιος φορέας που αναλύεται στο tutorial του CSI Safe 2014, και ο λόγος που γίνεται η συγκεκριμένη επιλογή είναι για να βγουν χρήσιμα συμπεράσματα από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων.

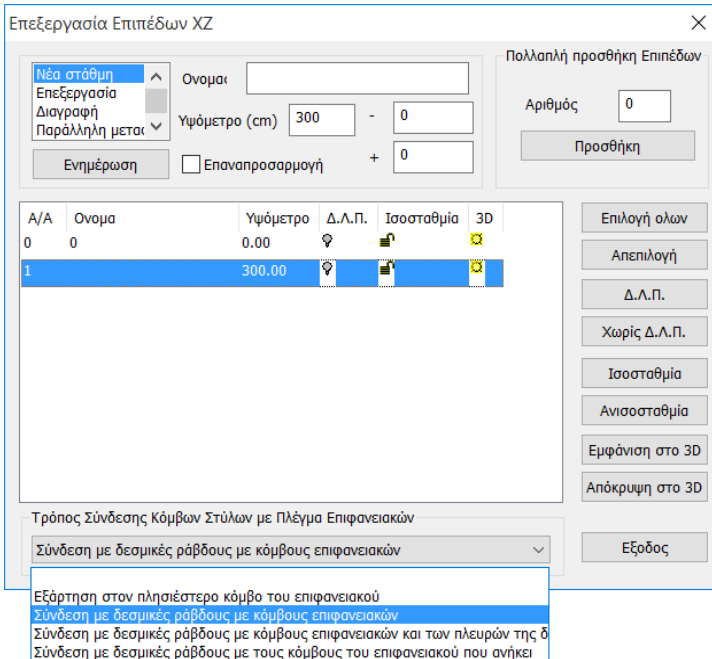


# 1. Διαδικασία Προσομοίωσης

1. Η διαδικασία ξεκινάει με τη δημιουργία Νέου Έργου και την ονομασία του αρχείου.



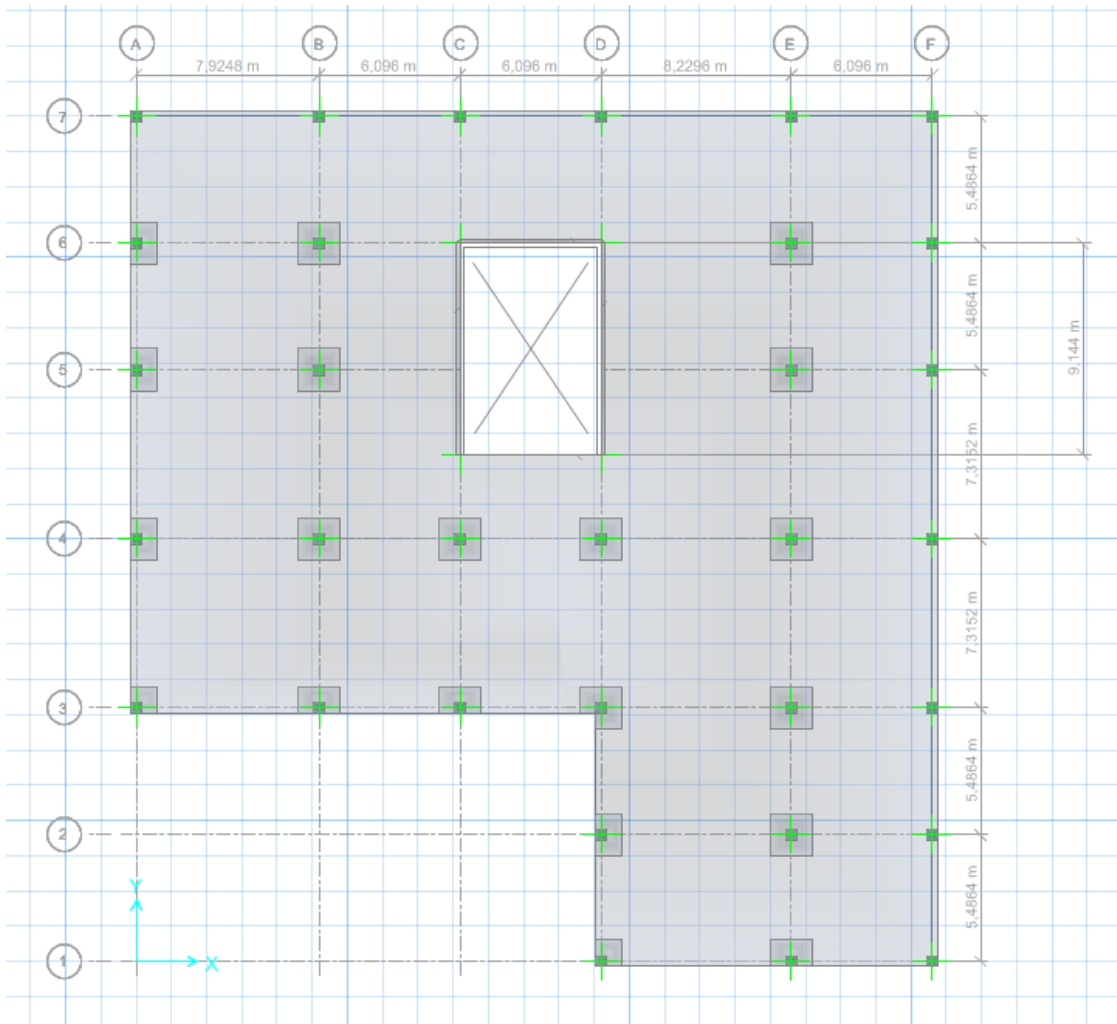
2. Κατόπιν ορίζουμε τις στάθμες. Στη στάθμη που θα οριστεί η Επίπεδη Πλάκα, σβήνουμε τη διαφραγματική λειτουργία και επιλέγουμε τον τρόπο σύνδεσης των κόμβων των στύλων με το πλέγμα των επιφανειακών.



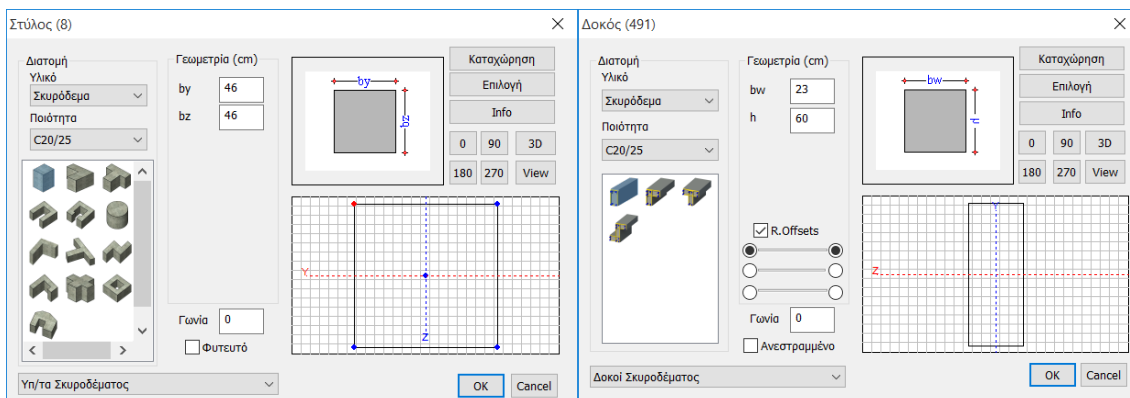
Στο κάτω μέρος του παραθύρου υπάρχει η επιλογή του Τρόπου Σύνδεσης των Κόμβων των Στύλων με το Πλέγμα των Επιφανειακών, για την επιλεγμένη στάθμη, επιλέγουμε τη σύνδεση με δεσμικές ράβδους και με τους κόμβους του επιφανειακού. Στο τέλος πιέζουμε Ενημέρωση.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

3. Η κάτοψη του μοντέλου που θα προσομοιώσουμε περιγράφεται στην παρακάτω εικόνα



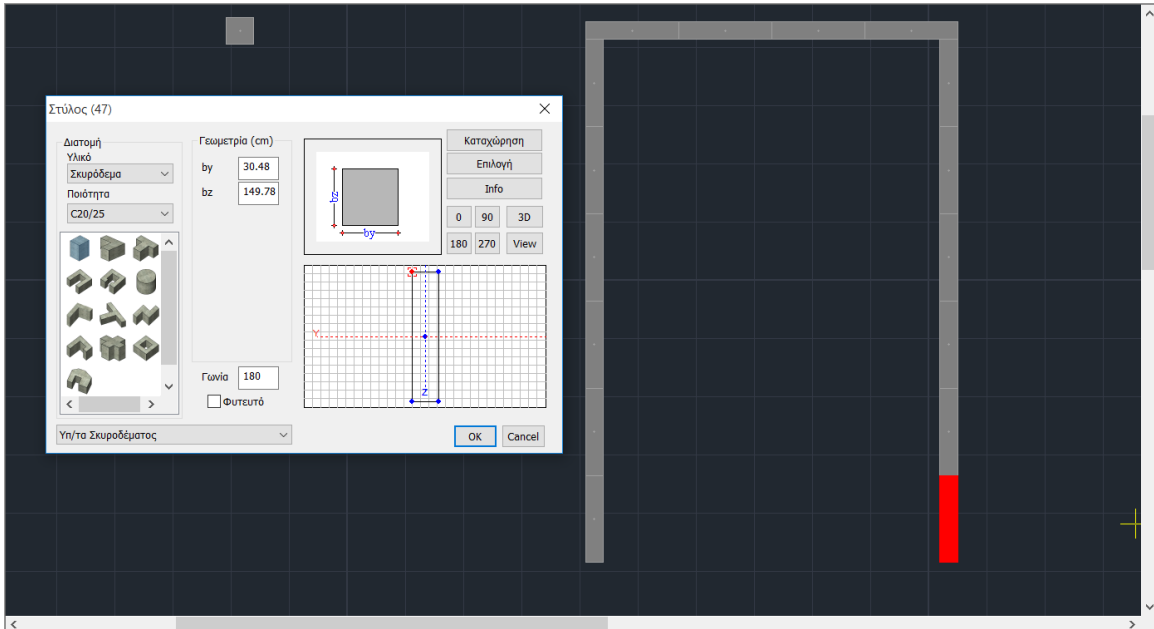
4. Ενεργοποιούμε τη Στάθμη 1 και εισάγουμε τους στύλους και τα δοκάρια με τη χρήση των εντολών της μοντελοποίησης και με διαστάσεις αυτές των παρακάτω εικόνων:



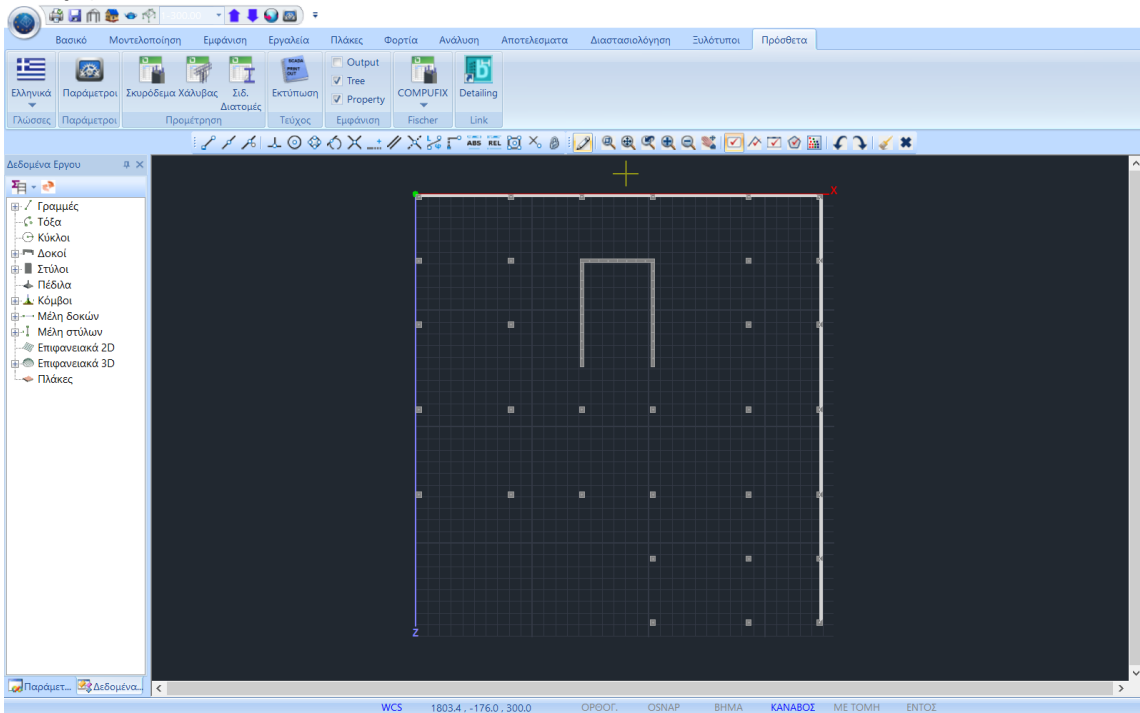
## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

⚠ Για τον πυρήνα επιλέγουμε την προσομοίωση με σύνθετη διατομή λόγω των μεγάλων διαστάσεών του.

Χρησιμοποιούμε διατομές ορθογωνικών στύλων, που κατόπιν θα ενώσουμε με άκαμπτες ράβδους για να αποδώσουμε την ακαμψία του στοιχείου.



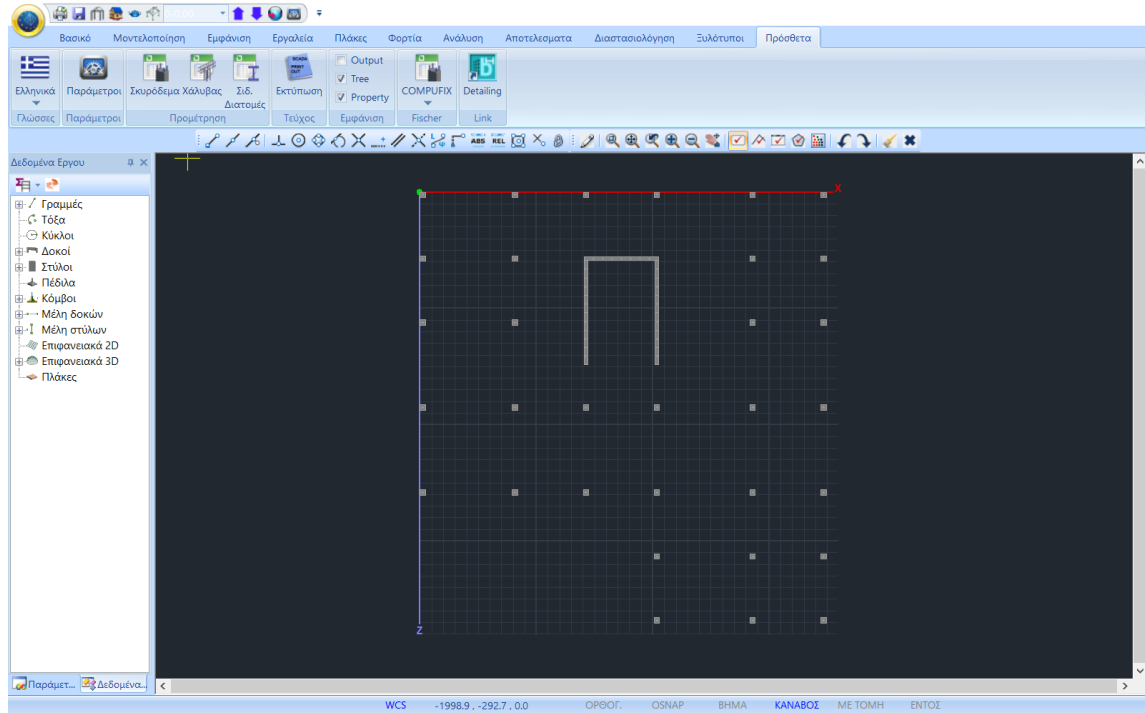
### Στάθμη 1



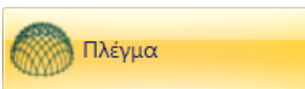
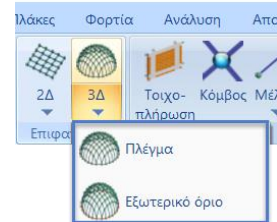
## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

- Με Αντιγραφή-Επικόλληση Στάθμης αντιγράφουμε στη Στάθμη 0 και διαγράφουμε τα δοκάρια.

### Στάθμη 0



- Το επόμενο βήμα αφορά στον ορισμό και τη δημιουργία του πλέγματος του επιφανειακού που καθορίζει την επίπεδη πλάκα.



Ορίζουμε το πλέγμα:

**Δημιουργία Ομάδων Πλεγμάτων**

Περιγραφή: Flat Slab

Υλικό: Σκυρόδεμα Ποιότητα: C20/25

Στοιχείο: Plate Ks (Μρα/σμ): 0

Πικνότητα: 0.20 Πλάτος (cm): 50 Πάχος (cm): 25.4

Περιγραφές:  Επιφάν. Πλέγματος  Επιπεδότητα

Ομάδων Πλεγμάτων: 1 Flat Slab IP S1(11)

E <sub>xx</sub> (GPa)	30	G <sub>xy</sub> (GPa)	12.5
E <sub>yy</sub> (GPa)	30	ε (kN/m <sup>3</sup> )	25
E <sub>zz</sub> (GPa)	0	atx*10 <sup>-5</sup>	1
v <sub>xy</sub> (0.1-0.3)	0.2	aty*10 <sup>-5</sup>	1
v <sub>xz</sub> (0.1-0.3)	0.2	atyz*10 <sup>-5</sup>	1
v <sub>yz</sub> (0.1-0.3)	0.2		

Ενημέρωση Διαγραφή Νέο

Χάλυβας Οπλισμού: B500C

OK Εξοδος

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

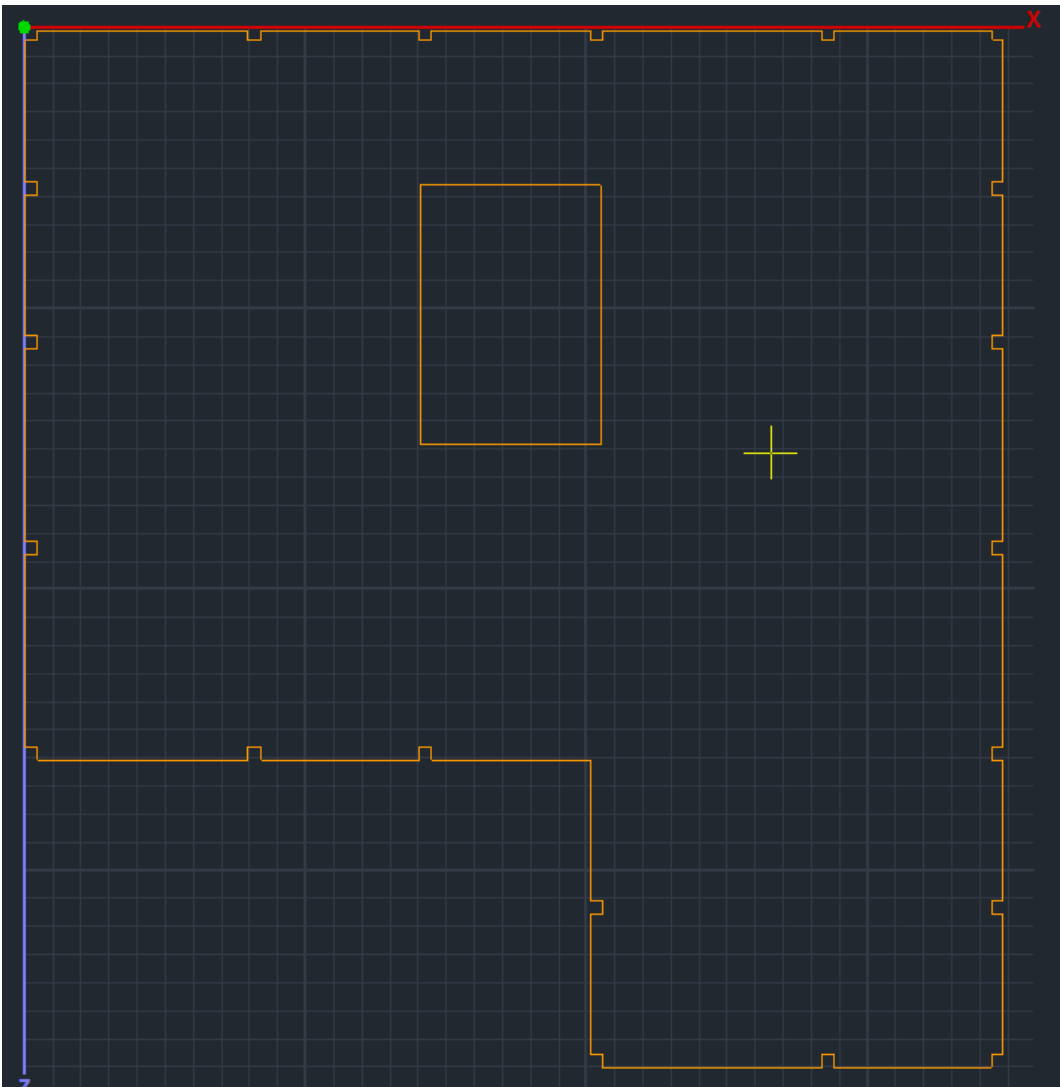
και με την εντολή Εξωτερικό Όριο ορίζουμε το περίγραμμα του πλέγματος. Ο ορισμός του περιγράμματος μπορεί να καθοριστεί αυτόματα, απλά επιλέγοντας μία από τις γραμμές που το ορίζουν και δεξί κλικ.

Προϋποθέσεις:

- το περίγραμμα να είναι κλειστό και χωρίς διακλαδώσεις και
- τα εξωτερικά υποστυλώματα να εξαιρούνται από αυτό.

Θα πρέπει λοιπόν να ορίσουμε ένα εξωτερικό όριο σαν αυτό που απεικονίζεται στο σχήμα με πορτοκαλί συνεχόμενη γραμμή.

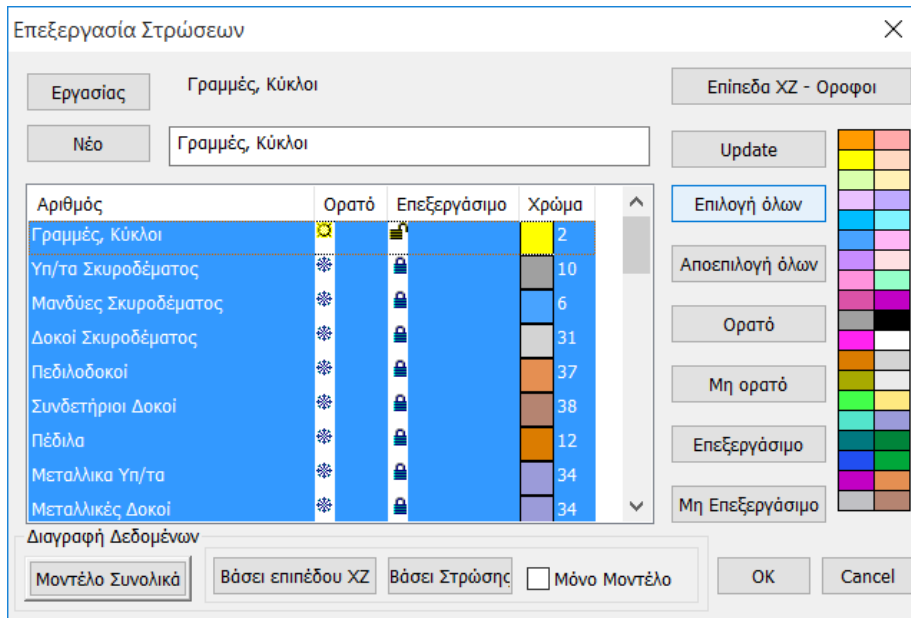
Το εξωτερικό όριο της τρύπας στο κέντρο θα οριστεί αργότερα ως Οπή.



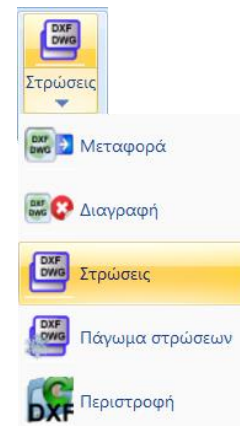
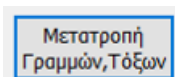


ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ!!!

- ❖ Για τη σχεδίαση του εξωτερικού ορίου μπορούμε να κάνουμε χρήση των εντολών σχεδίασης και έλξεων του Scada καθώς και την Επεξεργασία Στρώσεων που μας επιτρέπει να διαχειριζόμαστε τα Layers κάνοντας τα Μη ορατά και Μη επεξεργάσιμα για ευκολία στη σχεδίαση.



- ❖ Ένας άλλος τρόπος είναι η εισαγωγή ενός βοηθητικού αρχείου με το σχέδιο του εξωτερικού ορίου και η χρήση της εντολής Στρώσεις για την μετατροπή των γραμμών του σε γραμμές του Scada.

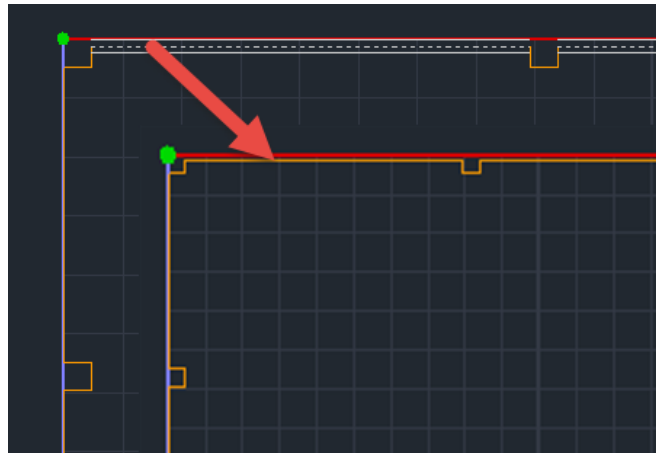


**ΠΡΟΣΟΧΗ!!!**

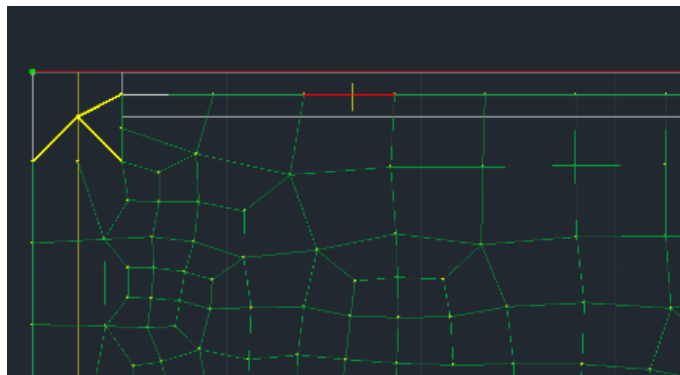
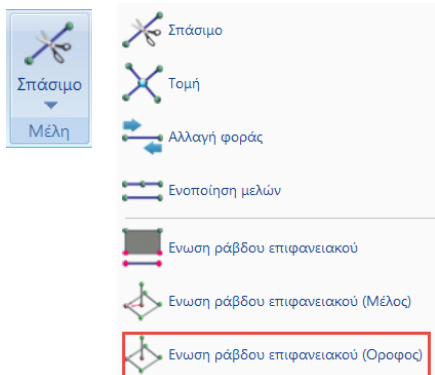
**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Στις περιπτώσεις που στο όριο της πλάκας συντρέχουν δοκοί, πρέπει να εξασφαλίσουμε τη σύνδεση των επιφανειακών στοιχείων της πλάκας με τα μέλη των περιμετρικών δοκών.

Γι' αυτό και:

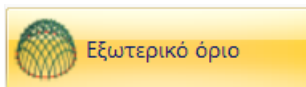
- το εξωτερικό όριο της πλάκας θα πρέπει να ταυτίζεται με τον άξονα της δοκού,



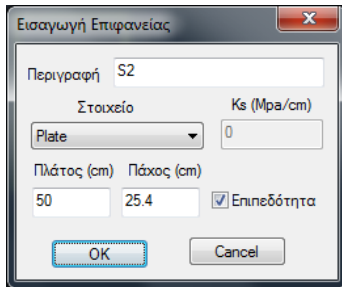
- μετά τη δημιουργία του πλέγματος και του μαθηματικού μοντέλου, θα πρέπει να γίνει χρήση της εντολής που σπάει τα μέλη των δοκών και τα συνδέει με τα στοιχεία που πλέγματος.



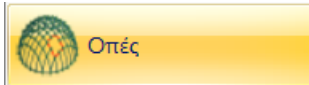
## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ



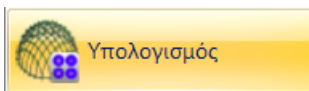
Επιλέγουμε την εντολή και με αριστερό κλικ μία από τις γραμμές του περιγράμματος. Δεξί κλικ και εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου για τον καθορισμό του υποπλέγματος.



Στην περίπτωση που η περίμετρος σε κάποιο σημείο δεν είναι κλειστή, στην οθόνη θα εμφανιστεί ένα X στο σημείο αυτό.

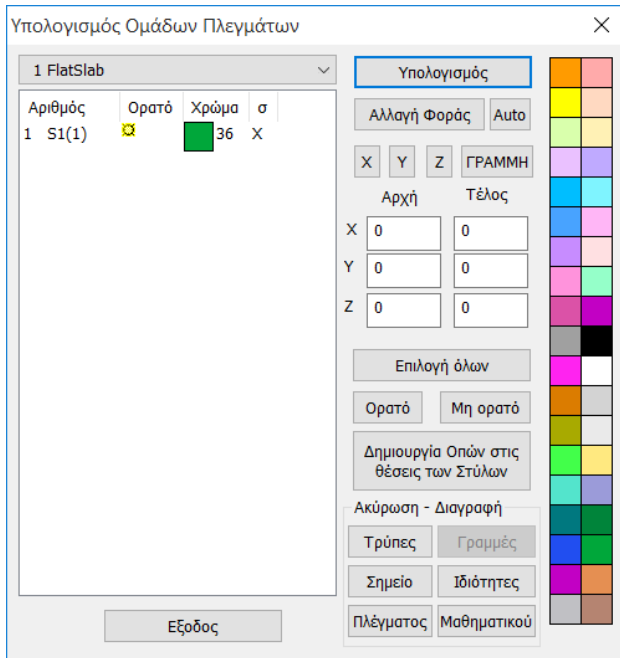


Επιλέγουμε την εντολή οπές και δείχνουμε το περίγραμμα της οπής με τρόπο ανάλογο του εξωτερικού ορίου, αριστερό κλικ σε μία γραμμή και δεξί κλικ για ολοκλήρωση.



Έχοντας ολοκληρώσει τον καθορισμό της μορφής και των ιδιοτήτων του πλέγματος, το επόμενο βήμα αφορά τον υπολογισμό του. Επιλέγουμε την εντολή και στο παράθυρο διαλόγου που ανοίγει εμφανίζεται η λίστα των υποπλεγμάτων. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα υπάρχει ένα υποπλέγμα S1. Το νούμερο μέσα στην παρένθεση (1) δείχνει τον αριθμό των οπών που έχουν οριστεί για το συγκεκριμένο πλέγμα.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ



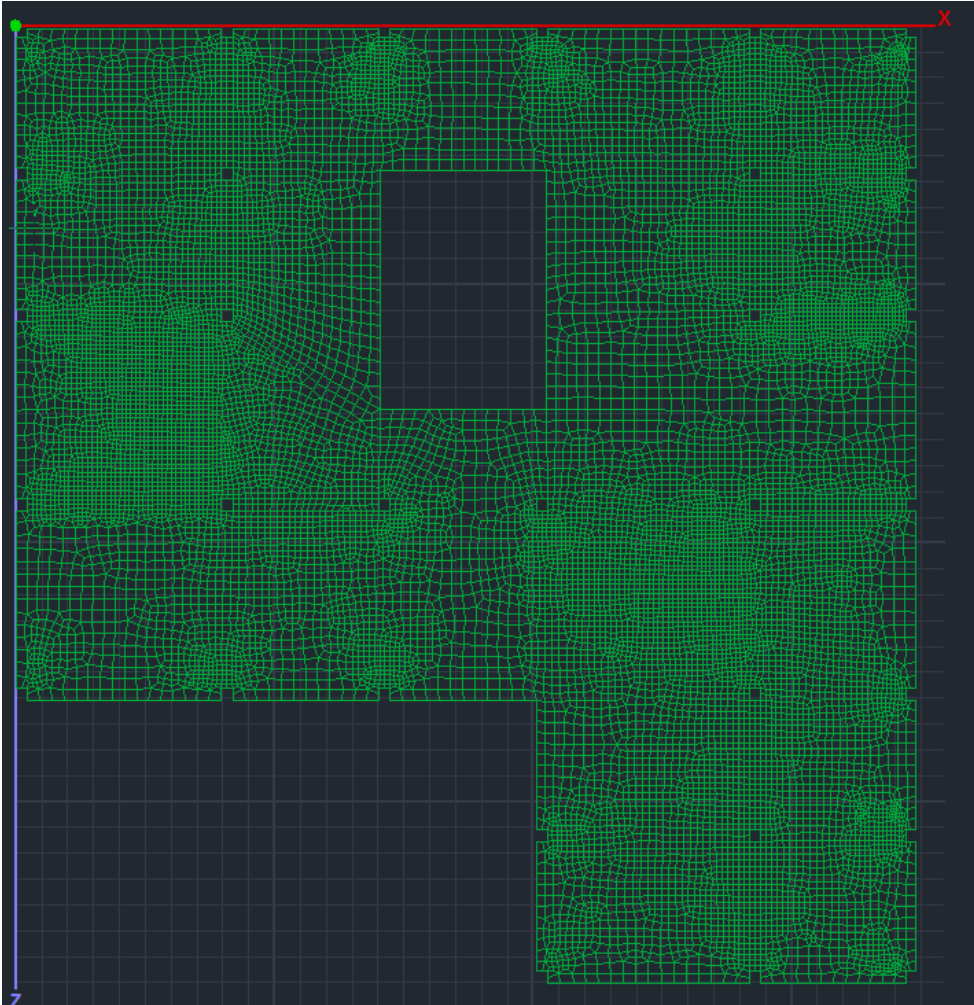
Πέραν όμως της κεντρικής σπής θα πρέπει να υπάρχουν και οι οπές στη θέση των εσωτερικών στύλων. Οι οπές αυτές δημιουργούνται αυτόματα με την επιλογή της εντολής

Δημιουργία Οπών στις θέσεις των Στύλων

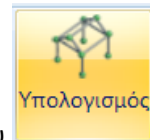
και ο αριθμός τους προστίθεται στην τιμή μέσα στην παρένθεση.

Με την εντολή **Υπολογισμός** πραγματοποιείται ο υπολογισμός του πλέγματος.

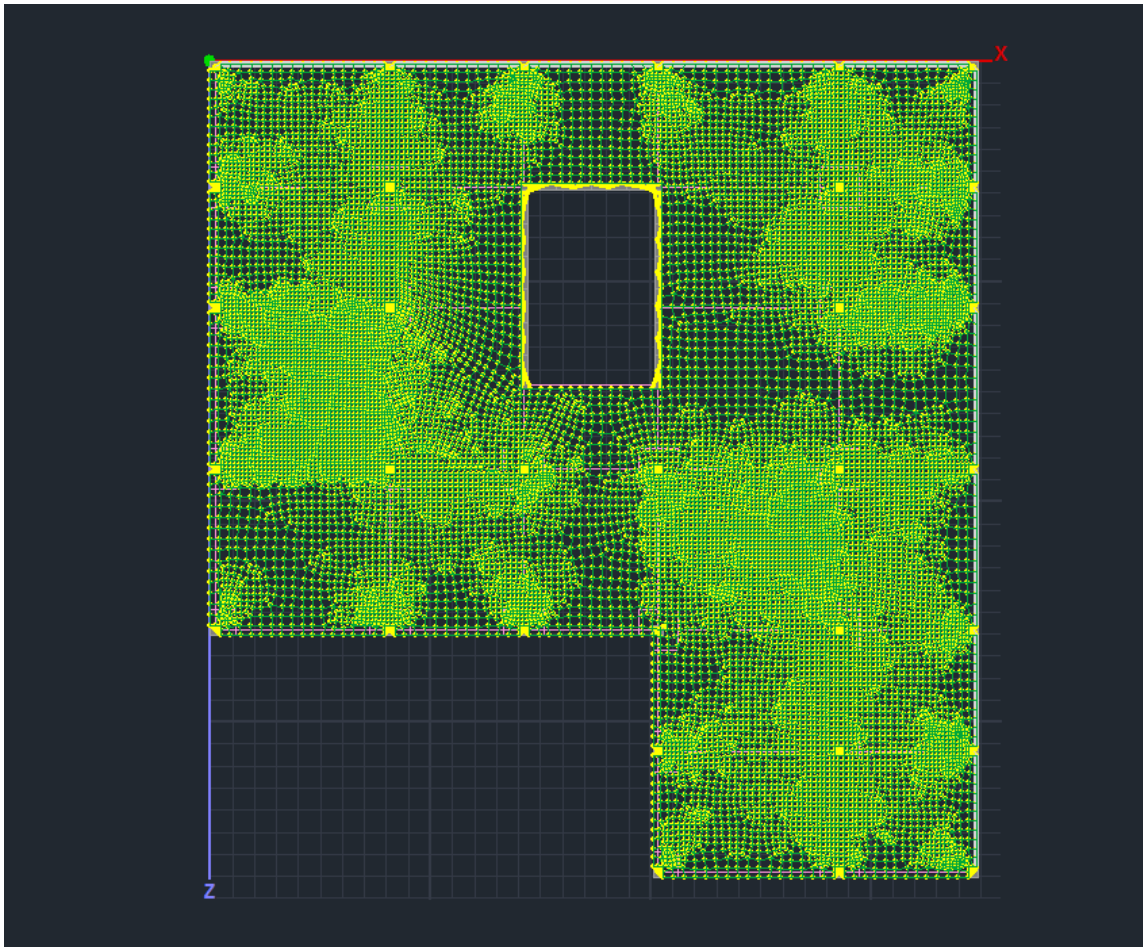
## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ



Η μοντελοποίηση ολοκληρώνεται με τη δημιουργία του Μαθηματικού Μοντέλου

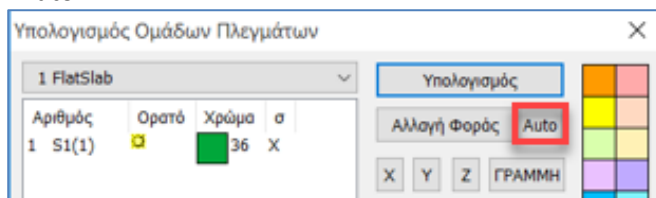


## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ



### ΣΗΜΕΙΩΣΗ:

- ⚠️ Αμέσως μετά τη δημιουργία του Μαθηματικού Μοντέλου του Επιφανειακού, να θυμάστε πάντα να ανοίγετε το παράθυρο “Υπολογισμός Ομάδων Πλεγμάτων” και να πιέζετε το “Auto”.

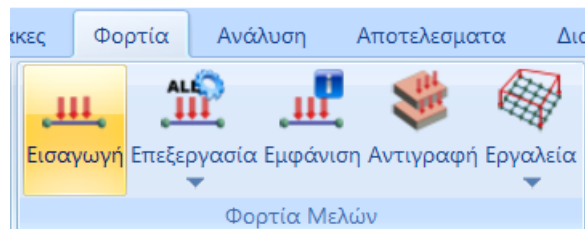
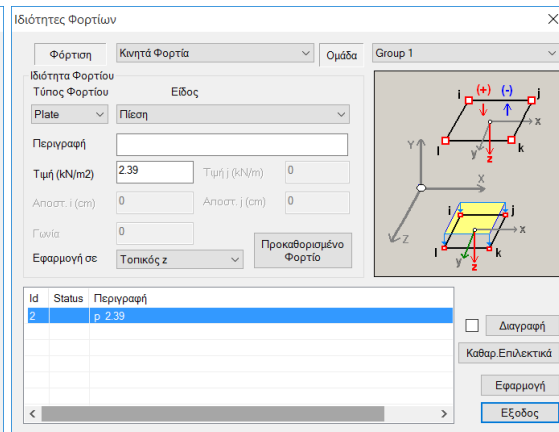
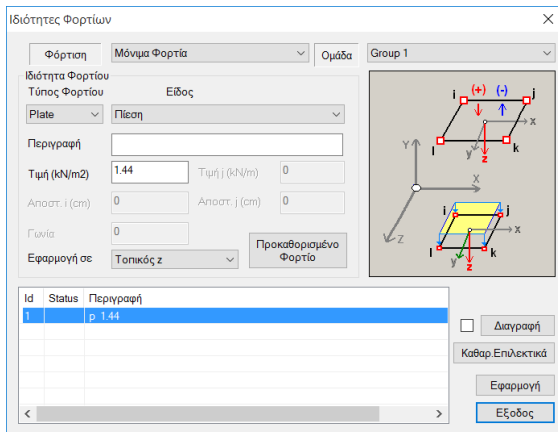
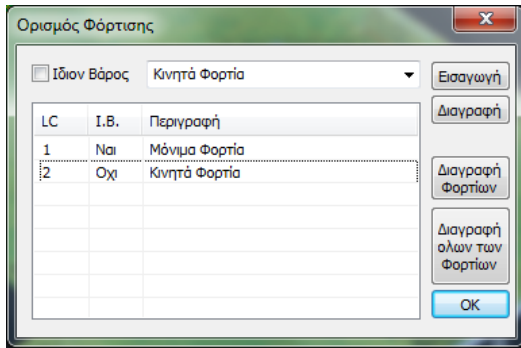


- Μετά τη **Μοντελοποίηση** ακολουθεί κατά τα γνωστά η **Εισαγωγή Φορτίων**, η **Ανάλυση** και η δημιουργία των **Συνδυασμών**.

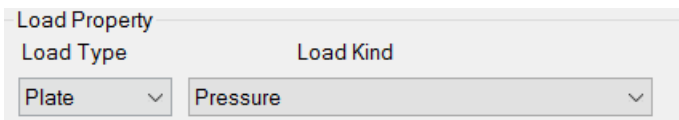
## 2. Φορτία

Φορτίζουμε την πλάκα με Μόνιμα (1,44kN/m<sup>2</sup>) και Κινητά (2,39kN/m<sup>2</sup>) φορτία. Στην τιμή των μόνιμων που ορίζουμε με την εισαγωγή των φορτίων, δεν περιλαμβάνεται το ίδιο βάρος.

Γι' αυτό τον λόγο επιλέγουμε το ίδιο Βάρος στα Μόνιμα στον Ορισμό Φόρτισης.

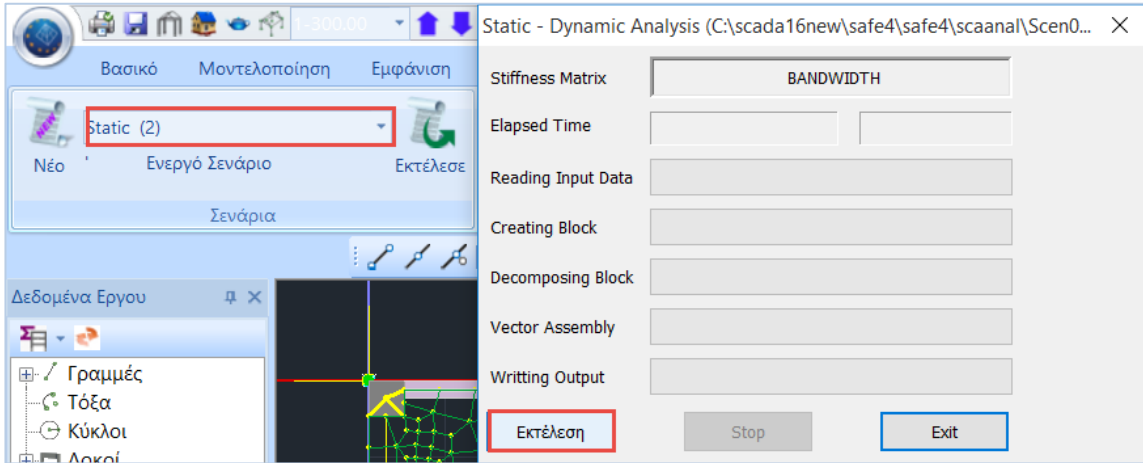


Επιλέγουμε την εντολή **Εισαγωγή** και με παράθυρο όλη την κάτοψη. Εισάγουμε Μόνιμα (1,44kN/m<sup>2</sup>) και Κινητά (2,39kN/m<sup>2</sup>) ως πιέσεις στα Plate.

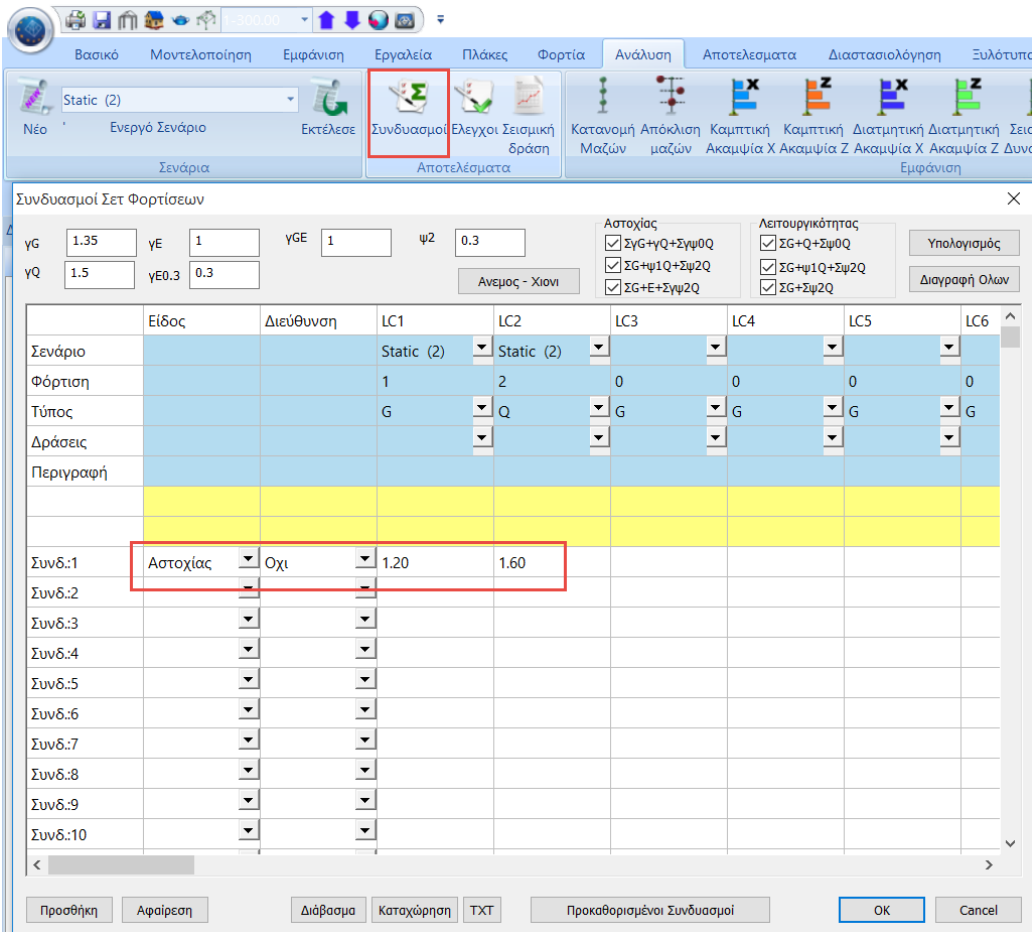


**3. Ανάλυση**

Δημιουργούμε ένα σενάριο Στατικής ανάλυσης και τρέχουμε μία απλή στατική ανάλυση.



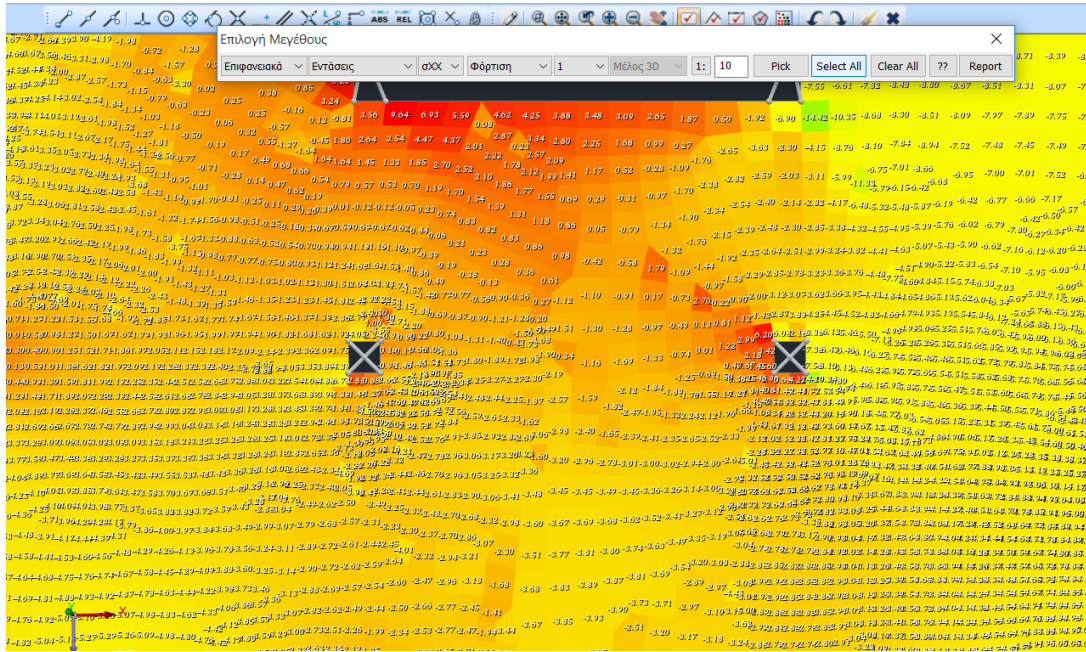
Κατόπιν, δημιουργούμε τον συνδυασμό 1,20G+1,60Q στο πεδίο των συνδυασμών και τον καταχωρούμε.



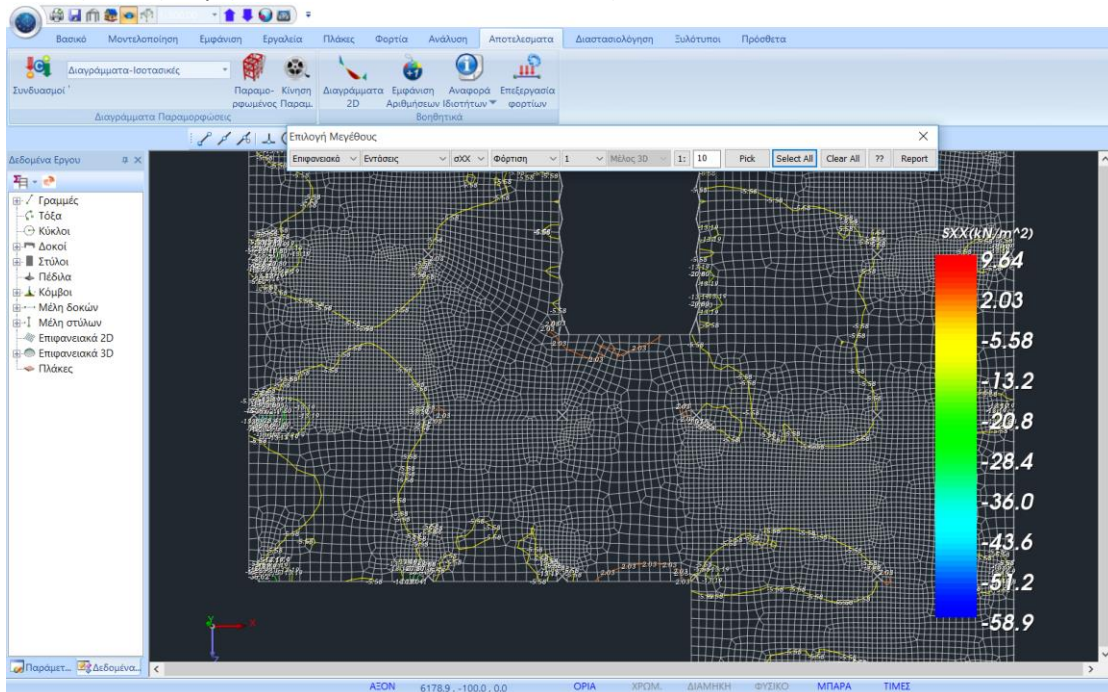


## 4. Αποτελέσματα

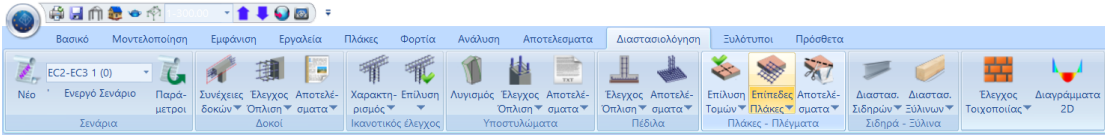
Στο πεδίο **Αποτελέσματα** μπορούμε να διαβάσουμε τις τιμές των διαφόρων μεγθών είτε με τη βοήθεια της χρωματικής απεικόνισης είτε διαβάζοντας τις τιμές του επιλεγμένου μεγέθους μέσα στην επιφάνεια του επιφανειακού στοιχείου, ενεργοποιώντας το Τιμές στην κάτω οριζόντια μπάρα.



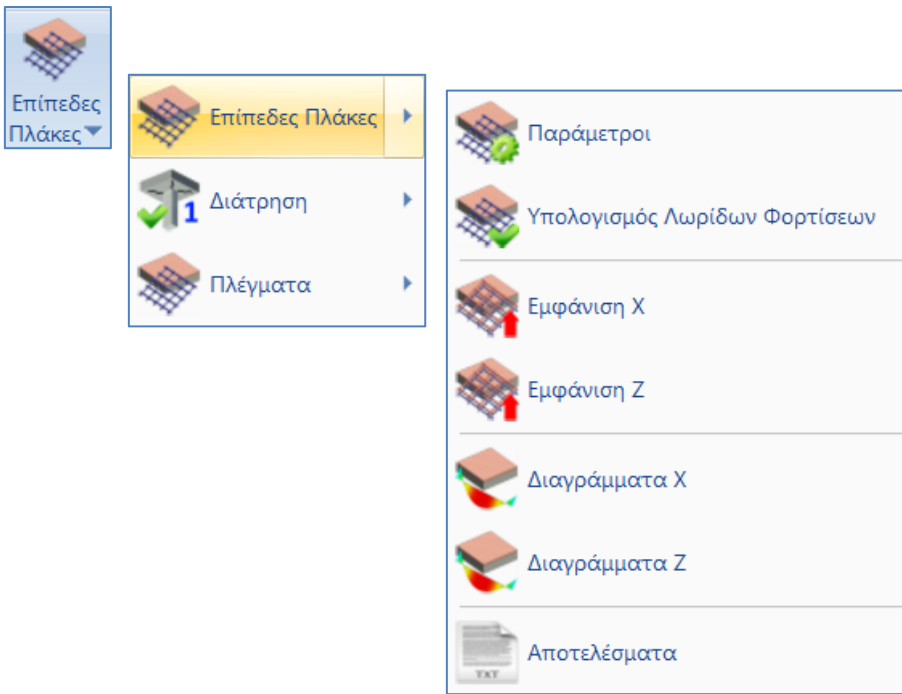
Καθώς και την τιμή των ισοτασικών πάνω σε αυτές



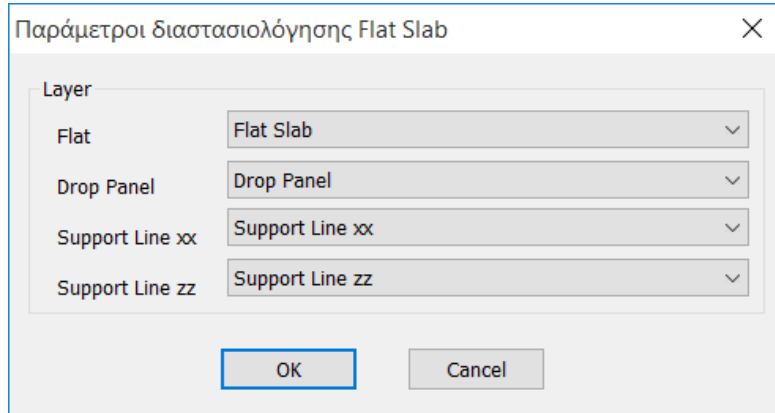
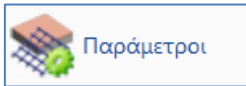
## 5. Διαστασιολόγηση



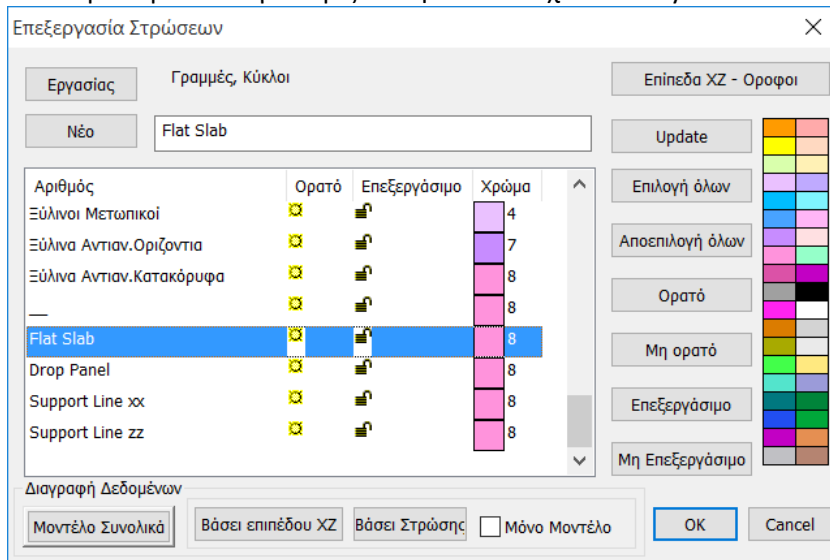
Στο πεδίο της Διαστασιολόγησης βρίσκεται η εντολή Επίπεδες Πλάκες και οι απαραίτητες υποεντολές για την επίλυση τους. Αφού λοιπόν υπολογίσουμε τους συνδυασμούς, επιλέγουμε την εντολή και ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:



### 5.1 Παράμετροι



Στο παράθυρο διαλόγου ορίζετε την αντιστοιχία των Layers.



Η προκαθορισμένη λίστα των Στρώσεων του Scada περιλαμβάνει και τις στρώσεις που αφορούν τις Επίπεδες Πλάκες.

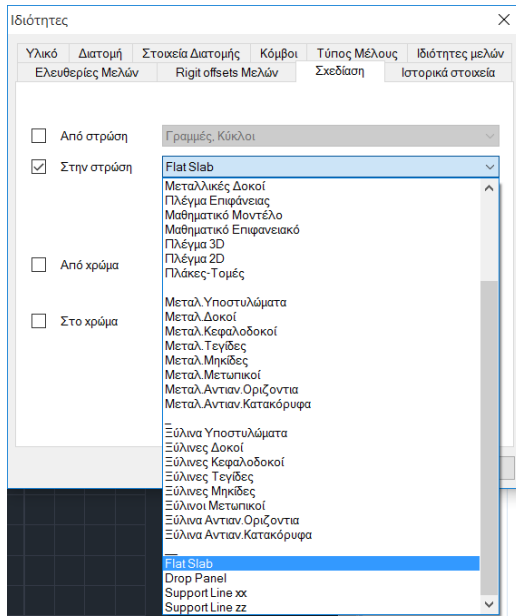
- Στη Στρώση “Flat Slab” μεταφέρουμε το Περίγραμμα της κάτοψης (συμπεριλαμβανομένων και των εξωτερικών στύλων) και αντιστοιχούμε στο Layer “Flat”.

Σχεδιάζουμε το περίγραμμα της κάτοψης με γραμμές.

Για τη μεταφορά των γραμμών του περιγράμματος από τη στρώση “Γραμμές-Κύκλοι” στη στρώση “Flat Slab”,

- Παγώνουμε όλα τα Layers, εκτός του “Γραμμές-Κύκλοι”
- Επιλέγουμε την εντολή Πολλαπλές Επιλογές
- Με αριστερό κλικ επιλέγουμε όλες τις γραμμές του περιγράμματος της κάτοψης
- Δεξί κλικ για ολοκλήρωση
- Στο παράθυρο διαλόγου, στη Σχεδίαση, κάνουμε την αλλαγή του Layer σε “Flat Slab”

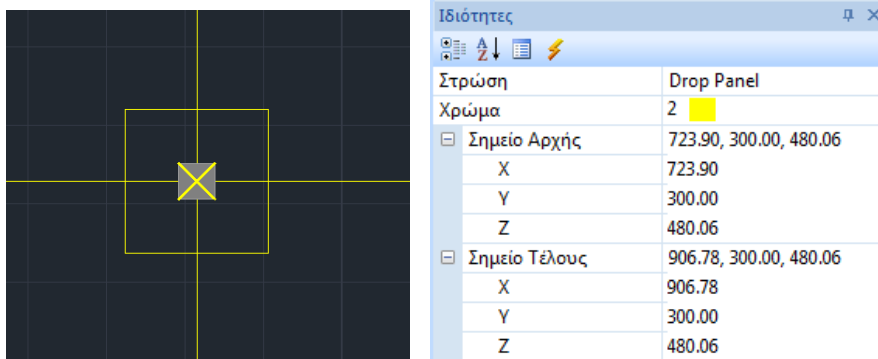
## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ



⚠ Για μεγαλύτερη ευκολία μπορούμε να επιλέξουμε εξαρχής το Layer “Flat Slab”, αμέσως μετά την επιλογή της εντολής Γραμμή ή Πολυγραμμή, ώστε το περίγραμμα να ανήκει στο σωστή στρώση χωρίς να χρειάζεται να μεταφερθεί.

- Αντίστοιχα, στη Στρώση “Drop Panel” μεταφέρετε τις Γραμμές που καθορίζουν την περιοχή γύρω από τους στύλους, όπου θα αυξήσετε το πάχος της πλάκας τοπικά.

Τα “Drop Panels” εισάγονται προαιρετικά γύρω από τους στύλους της πλάκας ανακουφίζοντας την σε καταπόνηση από διάτρηση.

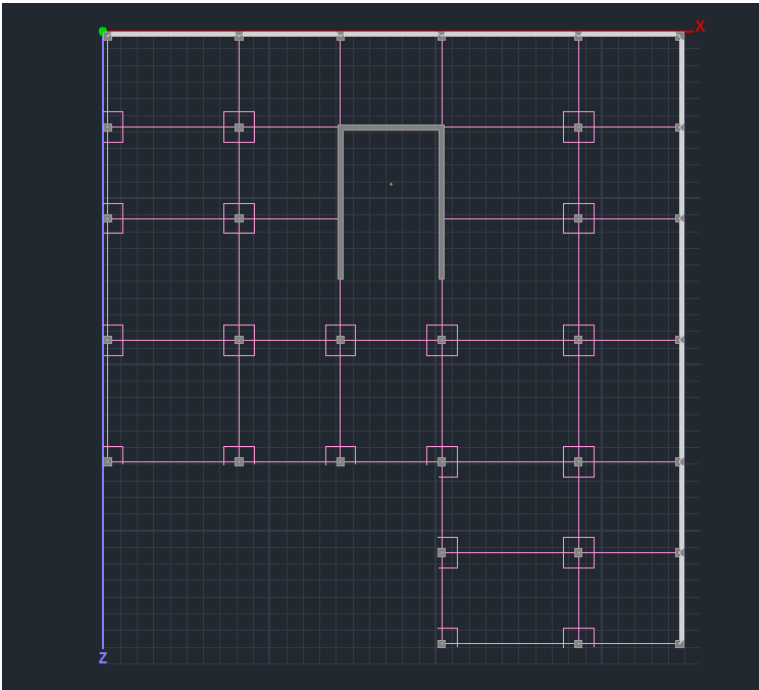


- Με τον ίδιο τρόπο, στις Στρώσεις “Support Lines xx” και “Support Lines zz” μεταφέρετε τις Γραμμές που καθορίζουν τις Support Lines.

Πρόκειται για γραμμές που εισάγετε στις δύο κατευθύνσεις X και Z μεταξύ διαδοχικών σημείων της πλάκας. Συνήθως συνδέουν κόμβους στύλων και καταλήγουν στο περίγραμμα της πλάκας.

### § Οδηγίες για την εισαγωγή των support lines στα flat slabs

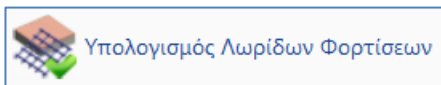
1. Τα support lines καλό είναι να ξεκινάνε από υποστύλωμα και να καταλήγουν σε υποστύλωμα (ή σε ελεύθερο άκρο). Σε κάθε περίπτωση πρέπει να περιλαμβάνουν τουλάχιστον ένα υποστύλωμα.
2. Το support line θα πρέπει να φτάνει μέχρι το περίγραμμα της πλάκας μόνο όταν αυτό είναι ελεύθερο άκρο. Αλλιώς μπορεί να σταματάει στο περίγραμμα ή στον κόμβο του υποστυλώματος.
3. Όταν οι συνοριακές συνθήκες (δηλαδή τι βρίσκεται δεξιά και αριστερά της support line) αλλάζουν κατά μήκος της, πρέπει η γραμμή να σπάει στα σημεία αυτά.



Drop Panels και Γραμμές Υποστήριξης

Βάση των Support Lines που ορίζετε θα δημιουργηθούν οι αντίστοιχες Λωρίδες Φόρτισης (design strips).

### 5.2 Υπολογισμός Λωρίδων Φορτίσεων



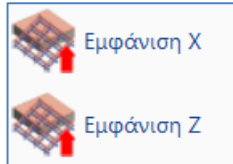
Σύμφωνα με το Παράρτημα I του EC2 η επίπεδη πλάκα χωρίζεται σε Λωρίδες Φόρτισης. Πρόκειται για τις περιοχές που δημιουργούνται αυτόματα από το πρόγραμμα εκατέρωθεν των Γραμμών Υποστήριξης, σύμφωνα με την εικόνα I.1 του EC2.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

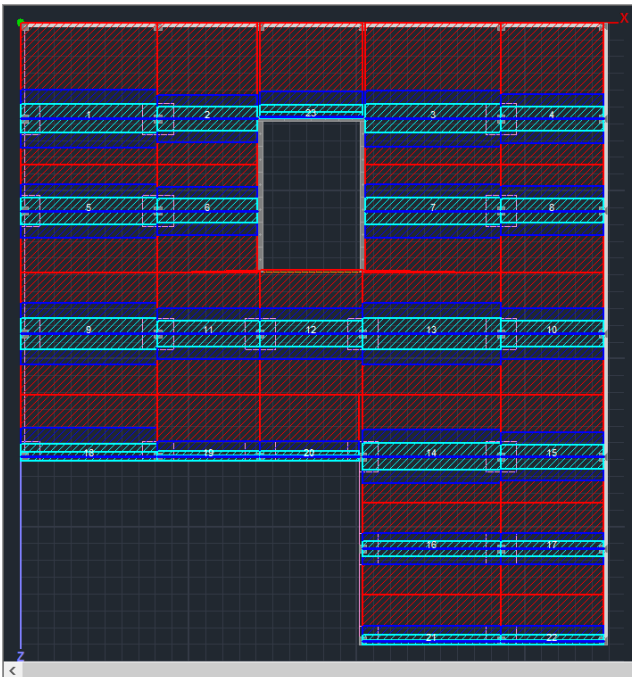
Επιλέγετε την εντολή Υπολογισμός Λωρίδων Φορτίσεων και το πρόγραμμα αυτόματα τις δημιουργεί.

Κάθε Λωρίδα Φόρτισης χωρίζεται σε τομές κατά το μήκος της κάθετα στη Γραμμή Υποστήριξης. Σε κάθε μία τομή το Scada ολοκληρώνει τις εσωτερικές δυνάμεις των πεπερασμένων επιφανειακών στοιχείων του τέμνει. Από την ολοκλήρωση αυτή προκύπτει η καμπτική ροπή γύρω από τον άξονα της τομής. Αυτό το εντατικό μέγεθος χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του σπλισμού σε κάθε μία τομή.

### 5.3 Εμφάνιση X, Z

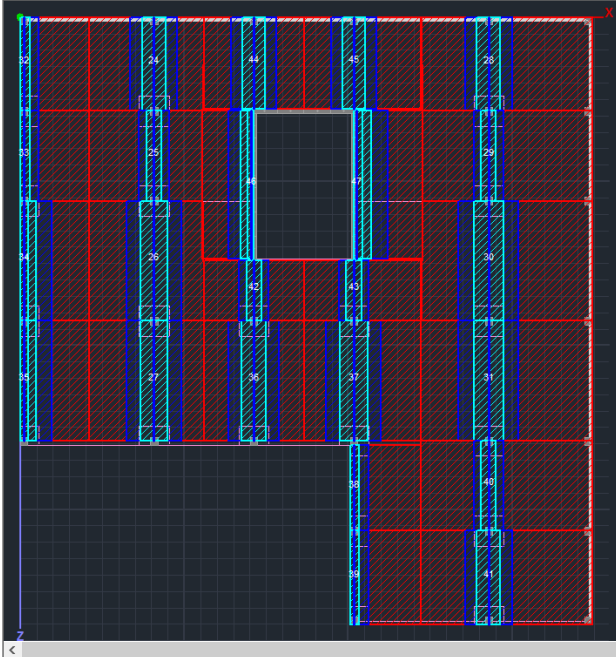


Επιλέγετε την εμφάνιση των Λωρίδων Φόρτισης στις δύο κατευθύνσεις για την απεικόνισή τους.



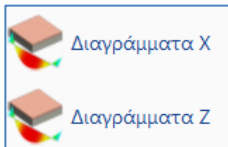
Λωρίδες Φορτίσεων κατά μήκος του άξονα X

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

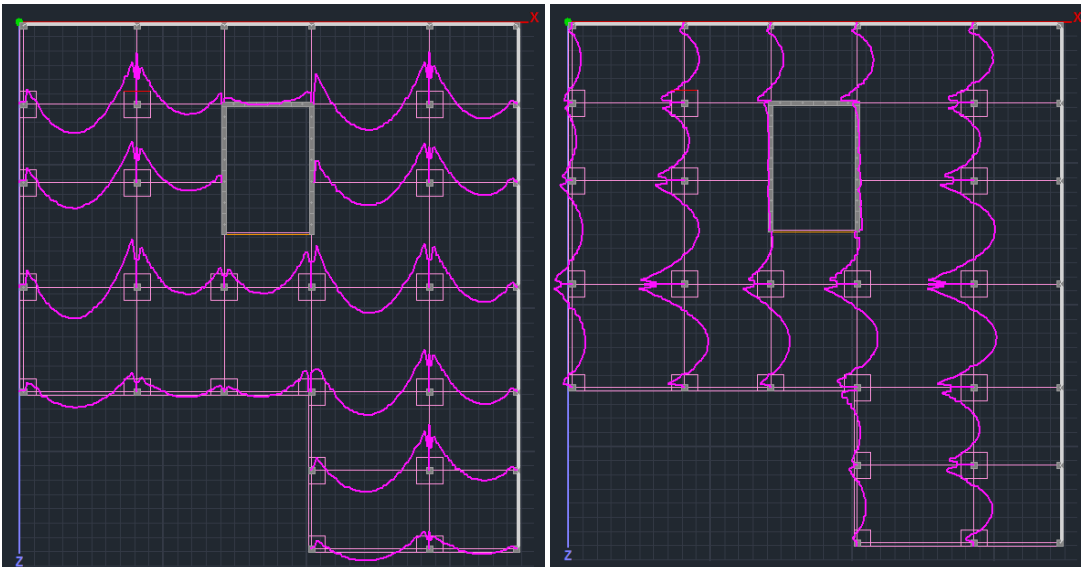


Λωρίδες Φορτίσεων κατά μήκος του άξονα Z

### 5.4 Διαγράμματα X, Z

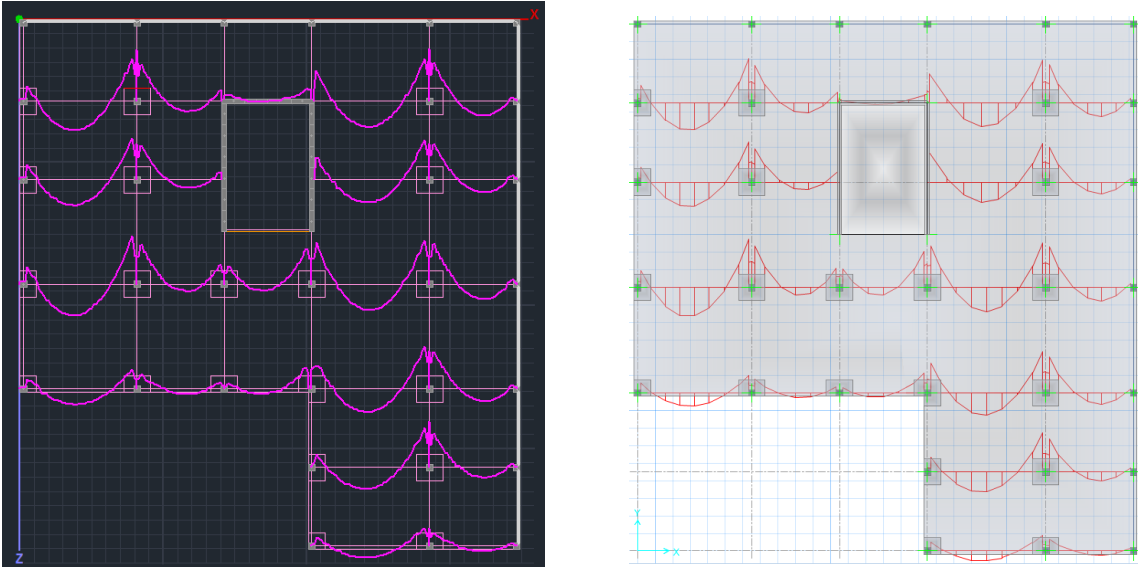


Επιλέγετε την εμφάνιση των Διαγραμμάτων στις δύο κατευθύνσεις για την απεικόνισή τους.

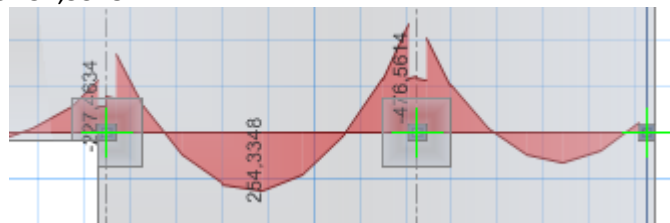


### § Σύγκριση με τα αποτελέσματα του CSI Safe 2014

Δημιουργώντας τις ίδιες λωρίδες φόρτισης στον αντίστοιχο φορέα του Safe (Design Strip Objects – όπου πρέπει να οριστούν μόνο Column Strips για να ταυτίζονται με τον ορισμό που υιοθετείται στο Scada) προκύπτουν τα παρακάτω διαγράμματα ροπών. Η συνάφεια μεταξύ των δυο προγραμμάτων είναι εμφανής.

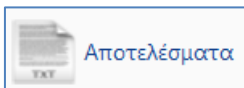


Εξετάζοντας πιο λεπτομερειακά τις λωρίδες Φόρτισης 14-15 κατά τον άξονα X (η αρίθμηση φαίνεται σε προηγούμενο σχήμα), βλέπουμε ότι το διάγραμμα του Safe δίνει μέγιστη τιμή στο φάτνωμα 14 ίση με 254,3348 kNm.



Η αντίστοιχη τιμή που υπολογίζει το Scada Pro είναι ίση με 245.990 kNm, δηλαδή η διαφορά μεταξύ των τιμών είναι της τάξης του 3% (εύρεση τιμής από τον φάκελο scades\_FlatSlab της μελέτης, αρχείο L\_14.txt).

### 5.5 Αποτελέσματα



Με την εντολή Αποτελέσματα ανοίγει το αρχείο των αποτελεσμάτων μέσα από το Report.

Η κάθε σελίδα αφορά μία Λωρίδα Φόρτισης.

Αρχικά περιγράφονται τα χαρακτηριστικά της Λωρίδας.

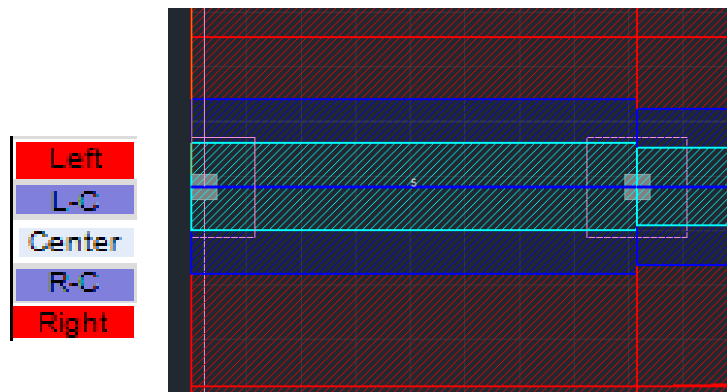


ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

Strip Calculations							Page : 1
Description	Value	Units	Code	Description	Value	Units	Code
Floor	1			Starting point	corner column		9.4.1&2
# of strip	1			Drop panel	Yes		
Orientation	x-x			Thickness	182.88	(cm)	
Length	815.48	(cm)		Width		(cm)	
Concrete	C20/25			Finishing point	internal column		9.4.1&2
$\epsilon_k$	20	(MPa)	Table 3.1	Drop panel	Yes		
$\epsilon_m$	2.20	(MPa)	Table 3.1	Thickness	182.88	(cm)	
Steel	S400s			Width		(cm)	
$f_k$	400	(MPa)		Minimum reinforcement			
Cover	20	(mm)		Tension reinf.	0.00143	(cm <sup>2</sup> /m)	9.2.1.1(1)
Slab thickness	0.25	(cm)		Compression reinf. (% of span reinf.)	25	%	9.3.1.2

Κατόπιν εμφανίζονται τα αποτελέσματα της όπλισης άνω και κάτω αναλυτικά για κάθε ζώνη, χωρίζοντας αυτές σε υποζώνες.

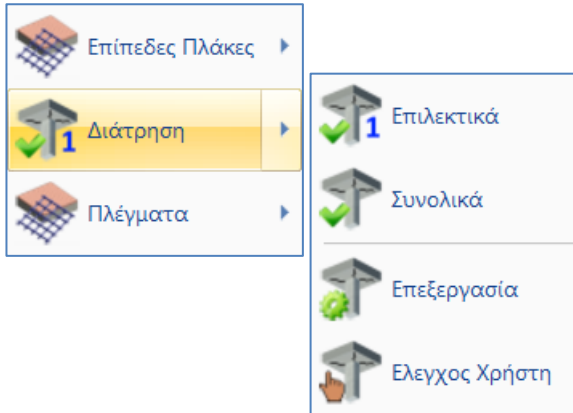
- Left-Right -> κόκκινη ζώνη
- L-C R-C-> μπλε ζώνη
- Center-> γαλάζια ζώνη



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

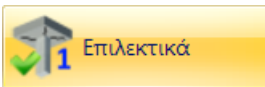
Analysis Results and Reinforcement										Top
	203.87 cm (L <sub>start</sub> )					407.74 cm (L <sub>centre</sub> )				
Zone	M (kNm)	Width (cm)	A <sub>s,grd</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s,grd</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	Φ/s	M (kNm)	Width (cm)	A <sub>s,grd</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s,grd</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	Φ/s
Left		400.0		3.246	8/15		401.1		0.812	8/20
L-C		400.0		3.246	8/15		85.3		1.763	8/20
Center	-80.283	46.0	27.271	27.271	14/5		170.5		6.818	8/7
R-C							85.3		2.043	8/20
Right							103.8		1.471	8/20
	203.87 cm (L <sub>end</sub> )									
Zone	M (kNm)	Width (cm)	A <sub>s,grd</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s,grd</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	Φ/s					
Left	-88.070	401.1	2.873	3.246	8/15					
L-C	-44.824	85.3	7.054	7.054	8/7					
Center	-152.524	170.5	12.422	12.422	10/6					
R-C	-51.588	85.3	8.172	8.172	8/6					
Right	-45.848	103.8	5.886	5.886	8/8					
Analysis Results and Reinforcement										Bottom
	203.87 cm (L <sub>start</sub> )					407.74 cm (L <sub>centre</sub> )				
Zone	M (kNm)	Width (cm)	A <sub>s,grd</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s,grd</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	Φ/s	M (kNm)	Width (cm)	A <sub>s,grd</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s,grd</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	Φ/s
Left	9.207	400.0	0.294	0.812	8/20	70.543	401.1	2.293	3.246	8/15
L-C	9.207	400.0	0.294	0.844	8/20	21.929	85.3	3.377	3.377	8/14
Center	80.591	46.0	27.408	27.408	14/5	43.857	170.5	3.377	3.377	8/14
R-C						21.929	85.3	3.377	3.377	8/14
Right						25.982	103.8	3.284	3.284	8/15
	203.87 cm (L <sub>end</sub> )									
Zone	M (kNm)	Width (cm)	A <sub>s,grd</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s,grd</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	Φ/s					
Left	17.335	401.1	0.555	0.812	8/20					
L-C	6.505	85.3	0.984	0.984	8/20					
Center	23.135	170.5	1.762	1.762	8/20					
R-C	3.583	85.3	0.539	0.844	8/20					
Right	3.311	103.8	0.409	0.821	8/20					

## 6. Διάτρηση



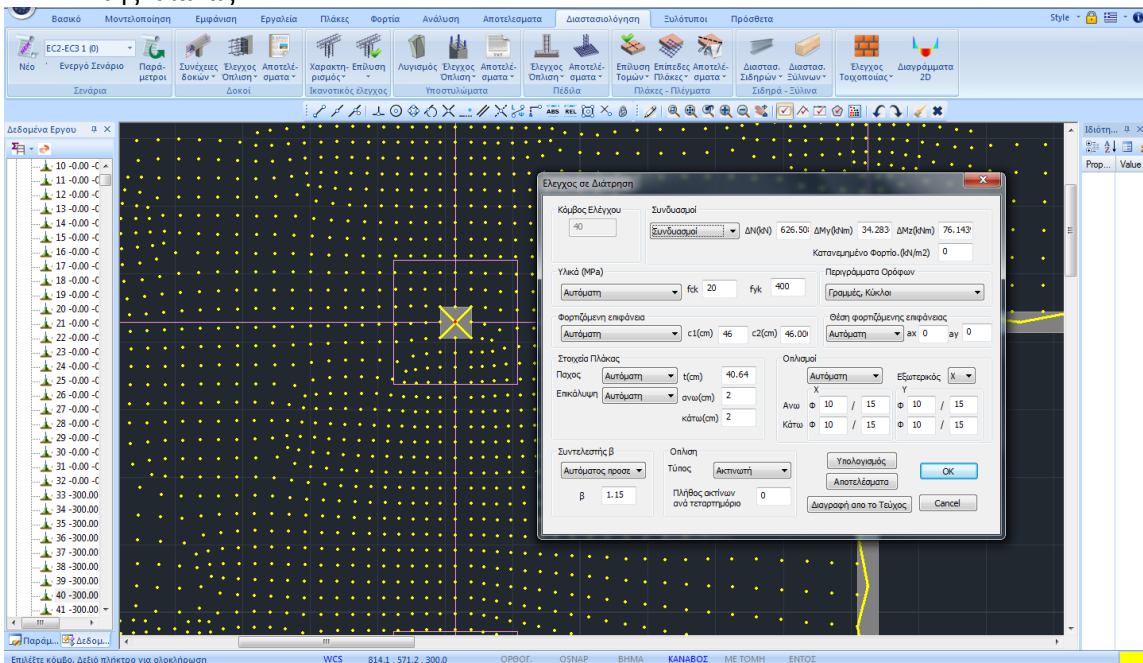
Ο έλεγχος σε διάτρηση μπορεί να γίνει Επιλεκτικά για κάθε στύλο ή Συνολικά σε όλους τους στύλους της κάτοψης.

### 6.1 Επιλεκτικά



Επιλέξτε την εντολή Επιλεκτικά, με αριστερό κλικ δείξτε τον κόμβο ενός στύλου και δεξί κλικ για να ανοίξει το παράθυρο διαλόγου όπου θα ορίσετε όλες τις απαραίτητες παραμέτρους.

- ⚠ Στο συγκεκριμένο παράδειγμα επιλέγουμε τον κόμβο ενός Εσωτερικού στύλου, κόμβος 40.
- ⚠ Ακολουθούν διευκρινήσεις και για τις λοιπές θέσεις των στύλων ως προς την περίμετρο της πλάκας.



## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

Κόμβος Ελέγχου  
40

Συμπληρώνεται αυτόματα ο αριθμός του επιλεγμένου κόμβου και δεν είναι επεξεργάσιμος.

Στο πεδίο Συνδυασμοί:

- Η επιλογή Συνδυασμοί, κάνει το πρόγραμμα να βρίσκει αυτόματα τον συνδυασμό από τον οποίο προκύπτει η δυσμενέστερη Αξονική ΔΝ, και να εμφανίζει την τιμή της μαζί με τις αντίστοιχες ροπές.
- Η επιλογή Χρήστη, επιτρέπει τον καθορισμό τιμών χρήστη για την αξονική και τις ροπές, στα αντίστοιχα πεδία, καθώς και τον καθορισμό ενός κατανεμημένου φορτίου

Κατανεμημένο 50

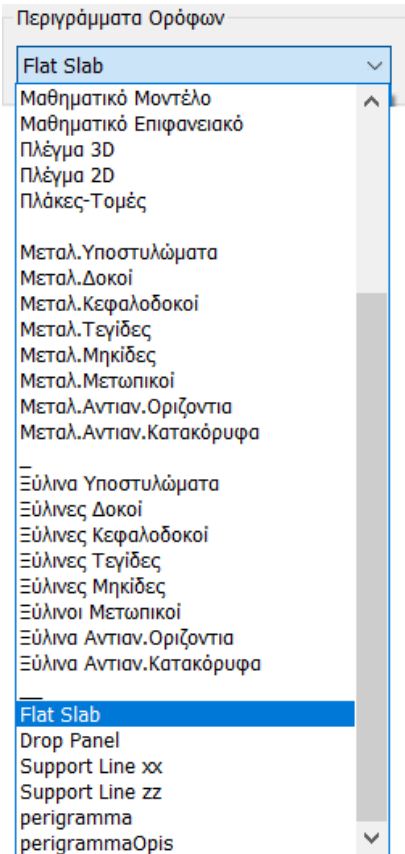
που λειτουργεί “ανακουφίζοντας” την πλάκα στο συγκεκριμένο σημείο, με αποτέλεσμα η τέμνουσα υπολογισμού να είναι απομειωμένη σε σχέση με την αρχική.

Αρχική τέμνουσα ( $V_{Εα,αρχ.}$ )	626.5	(kN)
Κατανεμημένο φορτίο ( $p$ )	50.0	(kN/m <sup>2</sup> )
Απομειωμένη τέμνουσα ( $V_{Εα,τελ.}$ )	478.8	(kN)

⚠ Στο συγκεκριμένο παράδειγμα έχουμε λάβει υπόψη έναν μόνο συνδυασμό 1,20G+1,60Q και επομένως η τιμές των εντατικών μεγεθών προκύπτουν από αυτόν.

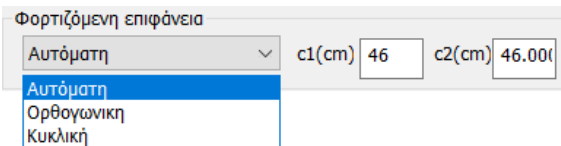
Στο πεδίο Υλικά οι συντελεστές fck και fyk συμπληρώνονται αυτόματα με την επιλογή Αυτόματα ή ορίζονται από τον χρήστη με την επιλογή Χρήστη.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ



Στο Περιγράμματα Ορόφων επιλέγετε το Layer που περιλαμβάνει το περίγραμμα της πλάκας συμπεριλαμβανομένων και των υποστυλωμάτων που βρίσκονται στο περίγραμμα.

Επιλέγουμε λοιπόν το layer Flat Slab που περιλαμβάνει ακριβώς τις γραμμές που ορίζουν το συνολικό περίγραμμα της πλάκας.



Ως Φορτιζόμενη Επιφάνεια ορίζεται η ισοδύναμη επιφάνεια του επιλεγμένου στύλου.

Επιλέξτε:

- Αυτόματη ώστε στο πρόγραμμα να υπολογίζει την επιφάνεια ενός οποιασδήποτε μορφής στύλου με την αναγωγή του σε ισοδύναμο ορθογωνικό και τον αντίστοιχο υπολογισμό των διαστάσεων  $c1$  και  $c2$ .
- Ορθογωνική ώστε ο χρήστη να ορίσει τις δικές του διαστάσεις  $c1$  και  $c2$  για τον υπολογισμό της φορτιζόμενης ορθογωνικής επιφάνειας
- Κυκλική ώστε να υπολογιστεί κυκλική επιφάνεια φόρτισης διαμέτρου ίσης με την τιμή  $c1$  που θα ορίσει ο χρήστης

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

Θέση φορτιζόμενης επιφάνειας

Αυτόματη

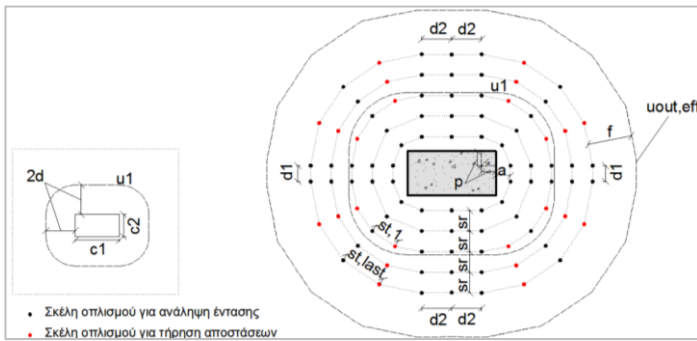
- Αυτόματη
- Εσωτερικό
- Πλευρικό 1
- Πλευρικό 2
- Πλευρικό 3
- Πλευρικό 4
- Εξέχουσα 1
- Εξέχουσα 2
- Εξέχουσα 3
- Εξέχουσα 4
- Εισέχουσα 1
- Εισέχουσα 2
- Εισέχουσα 3
- Εισέχουσα 4

Η Θέση φορτιζόμενης επιφάνειας μπορεί να καθοριστεί είτε Αυτόματα είτε επιλεκτικά. Εξαρτάται από το περίγραμμα της πλάκας και τη θέση του επιλεγμένου στύλου σε αυτή.

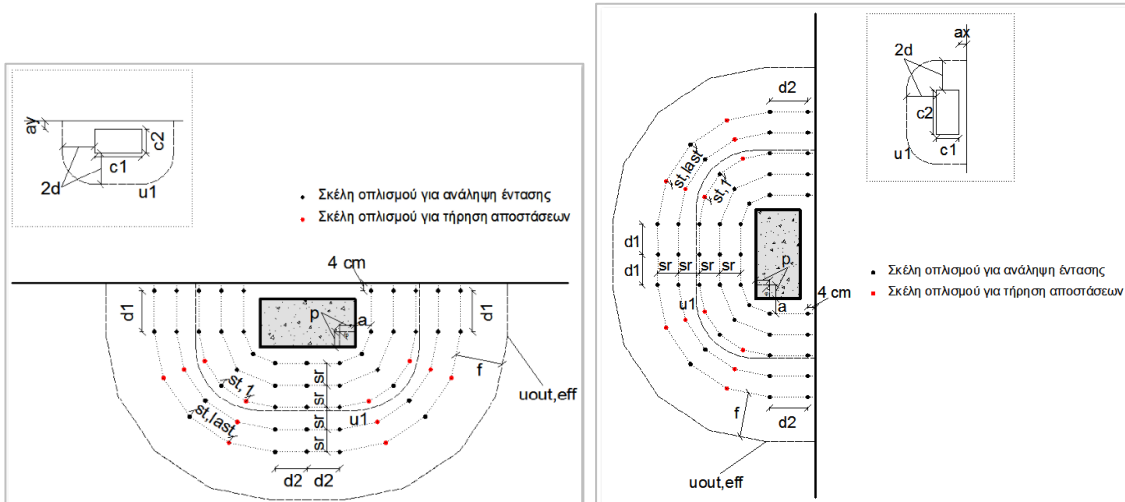
Οι προτεινόμενες θέσεις είναι:

- Εσωτερική
- Πλευρική στις 4 κατευθύνσεις
- Εξέχουσα στις 4 κατευθύνσεις
- Εισέχουσα στις 4 κατευθύνσεις

Επιλέξτε τη θέση του επιλεγμένου στύλου και ορίστε τις αποστάσεις από την περίμετρο  $a_x$  και  $a_y$  (εκτός από την εσωτερική) σύμφωνα με τα παρακάτω σχήματα:



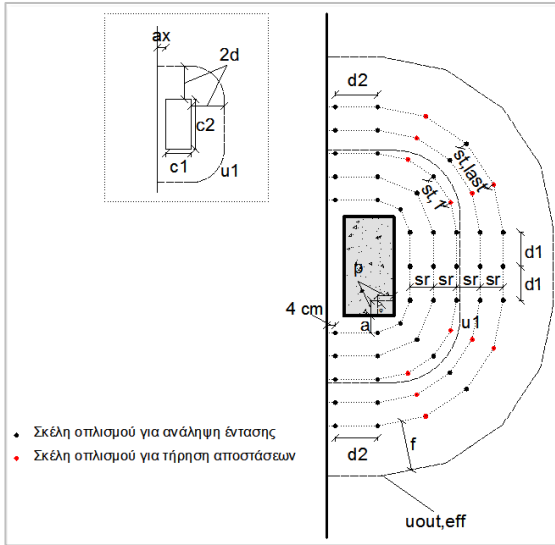
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ



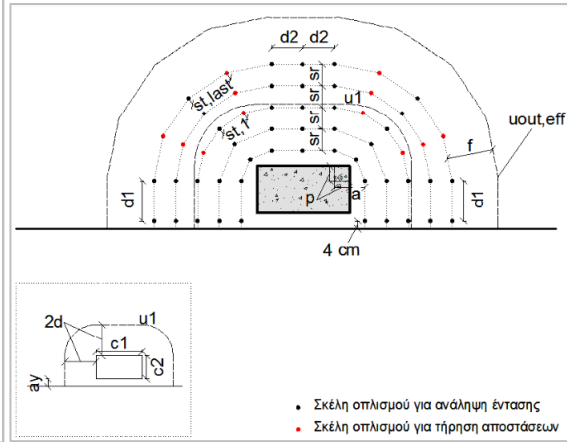
ΠΛΕΥΡΙΚΟ 1

ΠΛΕΥΡΙΚΟ 2

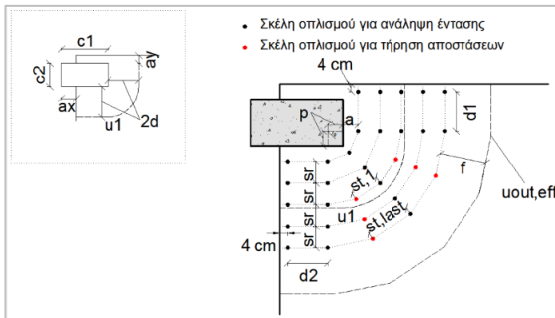
# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ



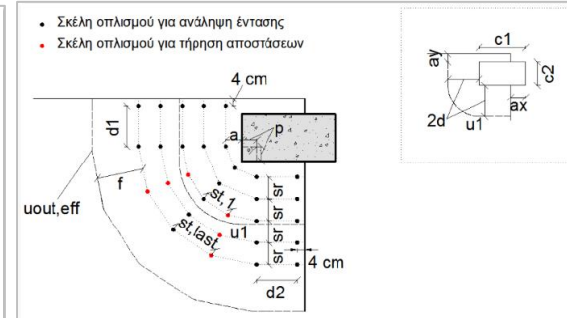
ΠΛΕΥΡΙΚΟ 4



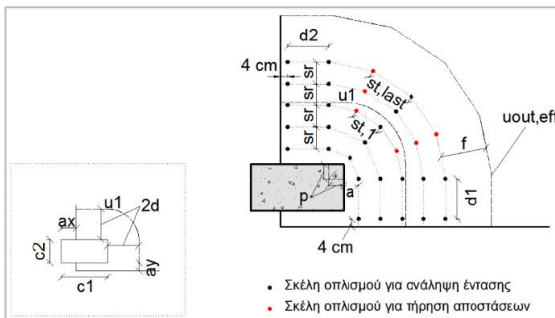
ΠΛΕΥΡΙΚΟ 3



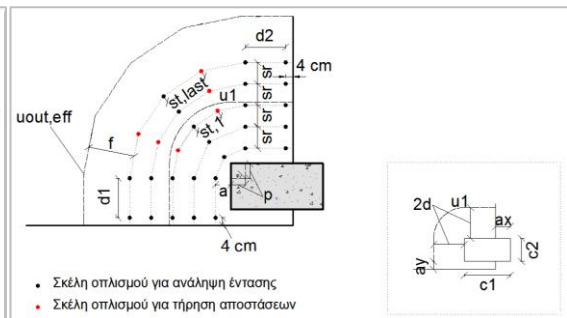
ΕΞΕΧΟΥΣΑ 1



ΕΞΕΧΟΥΣΑ 2

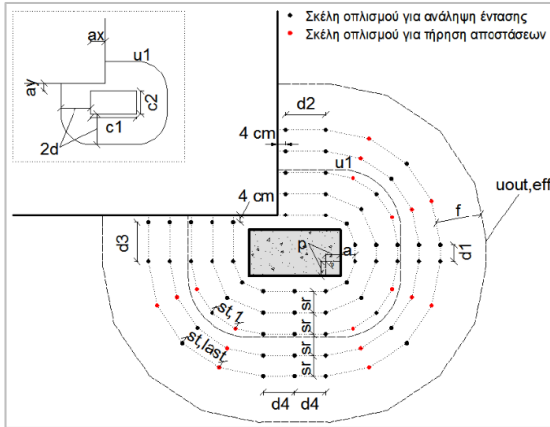


ΕΞΕΧΟΥΣΑ 4

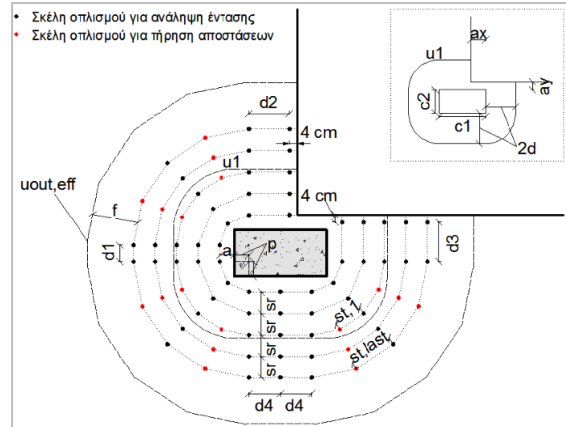


ΕΞΕΧΟΥΣΑ 3

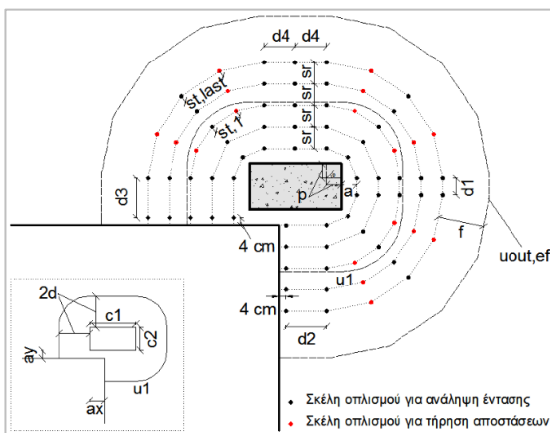
## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ



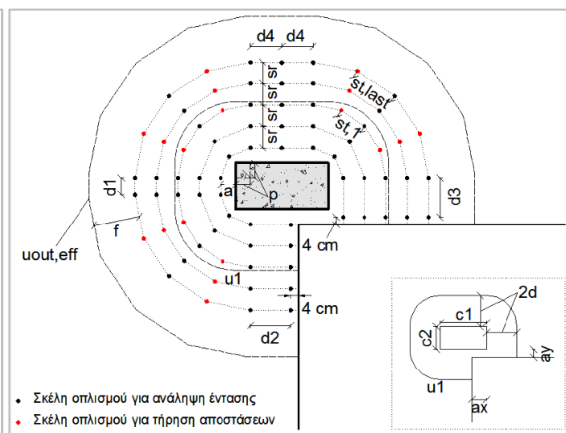
ΕΙΣΕΧΟΥΣΑ 1



ΕΙΣΕΧΟΥΣΑ 2



ΕΙΣΕΧΟΥΣΑ 4



ΕΙΣΕΧΟΥΣΑ 3

**Στοιχεία Πλάκας**

Πάχος  t(cm)

Επικάλυψη  ανω(cm)

κάτω(cm)

Το Πάχος και η Επικάλυψη της Πλάκας είτε λαμβάνονται υπόψη Αυτόματα είτε τροποποιούνται από τον Χρήστη με την αντίστοιχη επιλογή και τον ορισμό των αντίστοιχων τιμών για το πάχος και την επικάλυψη άνω και κάτω της πλάκας (εδώ λαμβάνεται το πάχος του drop panel).

**Οπλισμοί**

Εξωτερικός

	X	Y
Ανω Φ	<input type="text" value="10"/> / <input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="10"/> / <input type="text" value="15"/>
Κάτω Φ	<input type="text" value="10"/> / <input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="10"/> / <input type="text" value="15"/>

Στο πεδίο Οπλισμοί καθορίζεται ο διαμήκης οπλισμός που προκύπτει από τον υπολογισμό των Επίπεδων Πλακών στην περιοχή του επιλεγμένου στύλου.

Με την Αυτόματη επιλογή λαμβάνεται υπόψη ο διαμήκης οπλισμός:

- Άνω για ΔN θετικό (+ΔN) (π.χ. πλάκα τελευταίου ορόφου)

- Κάτω για ΔN αρνητικό (-ΔN) (π.χ. θεμελίωση)

Η επιλογή Εξωτερικός Χ ή Υ καθορίζει την κατεύθυνση του εξωτερικού οπλισμού στο πλέγμα του διαμήκη οπλισμού της πλάκας (είτε άνω είτε κάτω πλέγμα).



## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

Συντελεστής β

Αυτόματος προσεγγιστικός

β 1.15

Αυτόματος προσεγγιστικός  
Αυτόματος θεωρητικός  
Χρήστη

Ο Συντελεστής β για τον υπολογισμό της Διάτρησης, μπορεί να υπολογιστεί αυτόματα με δύο τρόπους:

- Αυτόματος προσεγγιστικός ή
- Αυτόματος θεωρητικός.

- ⚠ Ο Προσεγγιστικός τρόπος είναι συνάρτηση της Θέσης της φορτιζόμενης επιφάνειας και των  $a_x, a_y$ .
- ⚠ Ο Θεωρητικός τρόπος είναι συνάρτηση των Ρομών  $M_y, M_z$ .

Η επιλογή Χρήστη επιτρέπει την εισαγωγή οποιασδήποτε τιμής για τον Συντελεστή β.

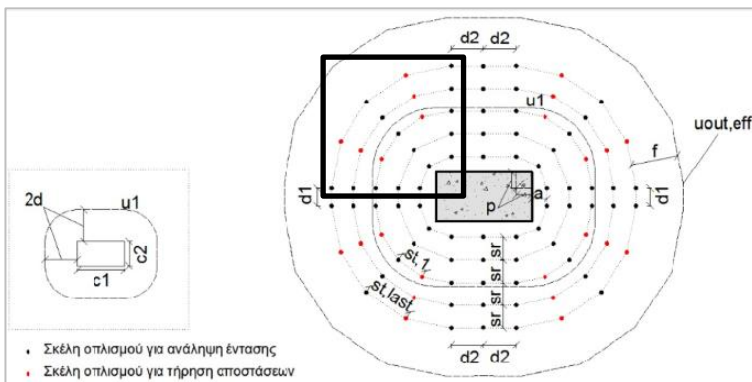
Όπλιση

Τύπος Ακτινωτή

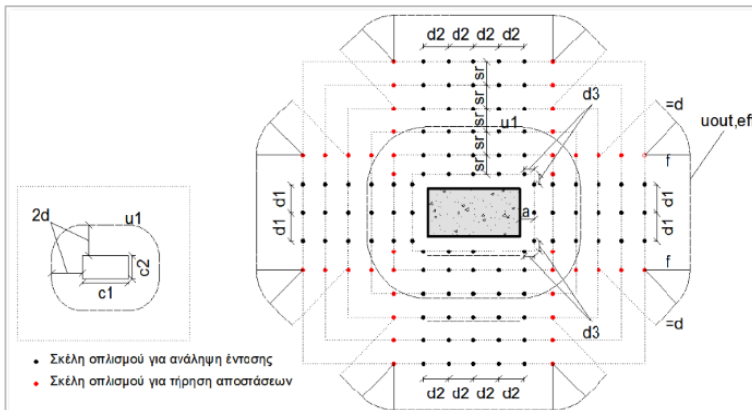
Πλήθος ακτινών ανά τεταρτημόριο Σταυροειδής

Τέλος, στο πεδίο Όπλιση ορίζετε τον Τύπος διάταξης του οπλισμού διάτρησης επιλέγοντας ανάμεσα σε Ακτινωτή και Σταυροειδής. Για την Ακτινωτή διάταξη ορίζετε και το Πλήθος ακτίνων ανά τεταρτημόριο.

Στο παρακάτω σχήμα μέσα στο μαύρο πλαίσιο φαίνεται ένα τεταρτημόριο της ακτινωτής διάταξης. Η αρχική περίμετρος έχει 3 ακτίνες οπλισμού, ενώ στην τρίτη περίμετρο γίνεται πύκνωση σε 5 ακτίνες λόγω περιορισμών στις αποστάσεις μεταξύ των σκελών οπλισμού. Το ScadaPro εξετάζει αυτόματα αν ικανοποιούνται οι περιορισμοί των αποστάσεων στην πρώτη περίμετρο και αυξάνει το πλήθος ακτίνων οπλισμού όπου αυτό απαιτείται (ακόμα και στην πρώτη περίμετρο, αν το πλήθος ακτίνων που επέλεξε ο χρήστης δεν επαρκεί).



Ακτινωτή Διάταξη οπλισμού



Σταυροειδής Διάταξη οπλισμού

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

### Υπολογισμός

Η εντολή Υπολογισμός εκτελεί όλους τους απαραίτητους ελέγχους σε διάτρηση, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραπάνω παραμέτρους.

### Αποτελέσματα

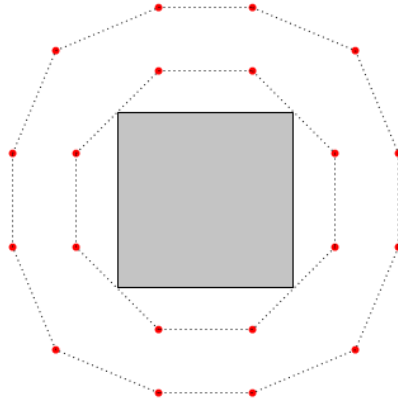
Η εντολή Αποτελέσματα εμφανίζει το αρχείο των αποτελεσμάτων:

**Δεδομένα:** λίστα όλων των στοιχείων που καθορίστηκαν στο προηγούμενο παράθυρο και απαιτούνται για τον έλεγχο σε διάτρηση.

Δεδομένα					
Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες	Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες
Όροφος	1		Συντελεστής ( $\beta$ ) (EC2-6.4.3)	1.150	
# του κόμβου	40		Πάχος πλάκας	40.6	(cm)
Συνδυασμός	1		Επικάλυψη οπλισμού	2.0	(cm)
Αρχική τέμνουσα ( $V_{εσορχ}$ )	626.5	(kN)	Διάμετρος εξωτερικού διαμήκη οπλισμού	10	(mm)
Κατανεμημένο φορτίο ( $p$ )	0.0	(kN/m <sup>2</sup> )	Απόσταση εξ'ωτ. διαμήκη οπλ.	15.0	(cm)
Απομειωμένη τέμνουσα ( $V_{εστ.πλ.}$ )	626.5	(kN)	Διάμετρος εσωτερικού διαμήκη οπλισμού	10	(mm)
Καμπτική Ροπή ( $M_x$ )	34.3	(kNm)	Απόσταση εσωτερικού διαμήκη οπλισμού	15.0	(cm)
Καμπτική Ροπή ( $M_y$ )	76.1	(kNm)	Σκυρόδεμα ( $f_c$ )	20.0	(MPa)
Σχήμα φορτιζόμενης περιοχής	Ορθογωνική		Χάλυβας ( $f_{yk}$ )	400.0	(MPa)
Μήκος $c_x$ (κατά τον άξονα x)	46.0	(cm)	Διάταξη οπλισμού	Ακτινωτή	
Μήκος $c_y$ (κατά τον άξονα y)	46.0	(cm)	Αριθμ. γραμμών οπλισμού ανά τεταρτημόριο	2	
Διάμετρος c					
Θέση φορτιζόμενης περιοχής	Εσωτερικό				
Απόσταση πλάκας κατά x ( $a_x$ )		(cm)			
Απόσταση πλάκας κατά y ( $a_y$ )		(cm)			

**Σχηματική διάταξη οπλισμού διάτρησης:** σύμφωνα με τις προκαθορισμένες παραμέτρους και εφόσον προκύπτει απαίτηση οπλισμού σε διάτρηση.

- ⚠ Στο συγκεκριμένο παράδειγμα δεν υπάρχει απαίτηση οπλισμού σε διάτρηση με αποτέλεσμα να μην εμφανίζεται καμία σχηματική διάταξη οπλισμού (στο παρακάτω σχήμα συμπεριλαμβάνεται και μια τυχαία ακτινική διάταξη με δυο περιμέτρους οπλισμού).



## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

Στα Αποτελέσματα των ελέγχων περιλαμβάνονται δύο έλεγχοι.

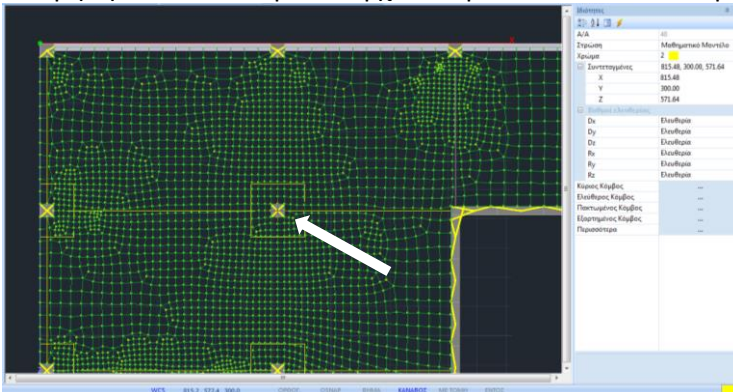
Εάν ο 1<sup>ος</sup> έλεγχος εμφανίζει *Επάρκεια*, τότε με τον 2<sup>ο</sup> έλεγχο καθορίζεται η απαίτηση ή μη του οπλισμού διάτρησης.

Αποτελέσματα ελέγχων								Page : 2
Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες	EC2	Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες	EC2	
Ενεργό πάχος πλάκας (d)	37.6	(cm)	(eq6.32)	Βασική περίμετρος ελέγχου (u <sub>1</sub> )	657.0	(cm)	(fig6.15)	
Περίμετρος φορτιζόμενης περιοχής (u <sub>2</sub> )	184.0	(cm)	(eq6.53)	Διατμητική τάση στην περίμετρο u <sub>1</sub> (V <sub>Ed1</sub> )	0.291	(MPa)	(eq6.38)	
Διατμητική τάση στην περίμετρο u <sub>2</sub> (V <sub>Ed2</sub> )	1.040	(MPa)	(eq6.38)	Διατμητική αντοχή άοπλου σκυροδέματος (V <sub>Rd,c</sub> )	0.356	(MPa)	(eq6.47)	
Μέγιστη διατμητική αντοχή (V <sub>Rd,max</sub> )	3.680	(MPa)	(eq6.53)					
Αποτελέσματα ελέγχων								Page : 2
Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες	EC2	Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες	EC2	
Ενεργό πάχος πλάκας (d)	37.6	(cm)	(eq6.32)	Βασική περίμετρος ελέγχου (u <sub>1</sub> )	657.0	(cm)	(fig6.15)	
Περίμετρος φορτιζόμενης περιοχής (u <sub>2</sub> )	184.0	(cm)	(eq6.53)	Διατμητική τάση στην περίμετρο u <sub>1</sub> (V <sub>Ed1</sub> )	0.372	(MPa)	(eq6.38)	
Διατμητική τάση στην περίμετρο u <sub>2</sub> (V <sub>Ed2</sub> )	1.328	(MPa)	(eq6.38)	Διατμητική αντοχή άοπλου σκυροδέματος (V <sub>Rd,c</sub> )	0.356	(MPa)	(eq6.47)	
Μέγιστη διατμητική αντοχή (V <sub>Rd,max</sub> )	3.680	(MPa)	(eq6.53)	Σταθερά (V <sub>min</sub> )	0.356	(MPa)	(eq6.3)	
1 <sup>ος</sup> έλεγχος: V <sub>Ed2</sub> ≤ V <sub>Rd,max</sub>	Επάρκεια			2 <sup>ος</sup> έλεγχος: V <sub>Ed1</sub> ≤ V <sub>Rd,c</sub>	Απαιτείται οπλισμός: - προσθήκη οπλισμού διάτρησης - αύξηση διαμήκη οπλισμού πλάκας			

Εάν ο 1<sup>ος</sup> έλεγχος εμφανίζει *Μη επάρκεια*, τότε δεν πραγματοποιείται ο 2<sup>ος</sup> έλεγχος και προτείνονται κάποιες επεμβάσεις για την πλάκα.

Αποτελέσματα ελέγχων								Page : 2
Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες	EC2	Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες	EC2	
Ενεργό πάχος πλάκας (d)	37.6	(cm)	(eq6.32)	Βασική περίμετρος ελέγχου (u <sub>1</sub> )	657.0	(cm)	(fig6.15)	
Περίμετρος φορτιζόμενης περιοχής (u <sub>2</sub> )	184.0	(cm)	(eq6.53)	Διατμητική τάση στην περίμετρο u <sub>1</sub> (V <sub>Ed1</sub> )	1.395	(MPa)	(eq6.38)	
Διατμητική τάση στην περίμετρο u <sub>2</sub> (V <sub>Ed2</sub> )	4.981	(MPa)	(eq6.38)	Διατμητική αντοχή άοπλου σκυροδέματος (V <sub>Rd,c</sub> )	0.356	(MPa)	(eq6.47)	
Μέγιστη διατμητική αντοχή (V <sub>Rd,max</sub> )	3.680	(MPa)	(eq6.53)	Σταθερά (V <sub>min</sub> )	0.356	(MPa)	(eq6.3)	
1 <sup>ος</sup> έλεγχος: V <sub>Ed2</sub> ≤ V <sub>Rd,max</sub>	Μη επάρκεια. - αύξηση διαστάσεων φορτιζόμενης περιοχής - αύξηση πάχους πλάκας - χρήση ανώτερης ποιότητας σκυροδέματος			2 <sup>ος</sup> έλεγχος: V <sub>Ed1</sub> ≤ V <sub>Rd,c</sub>				

Όπως αναφέρθηκε, στο συγκεκριμένο παράδειγμα (κόμβος 40 που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα) που επιλύεται, το επίπεδο φόρτισης δεν είναι τέτοιο ώστε να απαιτηθεί όπλιση σε διάτρηση. Με άλλα λόγια υπάρχει επάρκεια και στον δεύτερο έλεγχο.

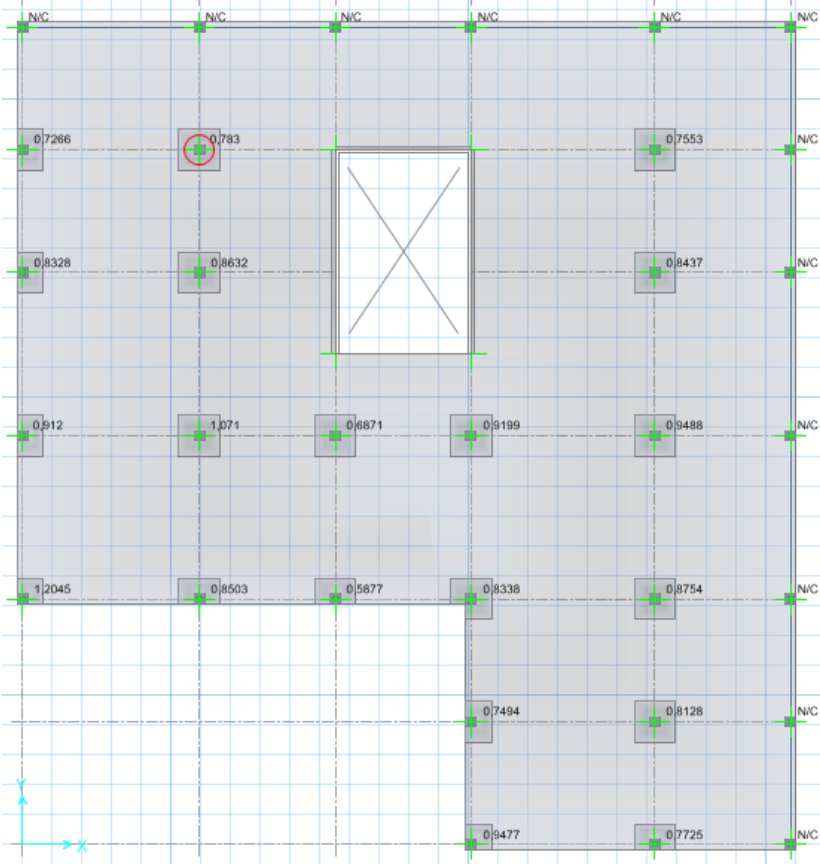


Ο έλεγχος σε διάτρηση για το συγκεκριμένο υποστύλωμα δίνει έναν λόγο αντοχής προς εντατικό ίσο με  $0.291/0.356 = 0.81$ .

### § Σύγκριση με τα αποτελέσματα του CSI Safe 2014

Ο έλεγχος σε διάτρηση στο Safe 2014 δίνει τον αντίστοιχο λόγο στα υποστυλώματα (παρακάτω σχήμα). Για το υπό εξέταση υποστυλώμα υπολογίζεται ένας λόγος επάρκειας 0.78. Η διαφορά μεταξύ των δυο προγραμμάτων είναι της τάξης του 4%.

Εξετάζουμε το υποστυλώμα που βρίσκεται δυο θέσεις παρακάτω κατά Z (κόμβος 38). Για το συγκεκριμένο υποστυλώμα το Safe υπολογίζει υπέρβαση της αντοχής (λόγος επάρκειας 1.07) (παρακάτω σχήμα).

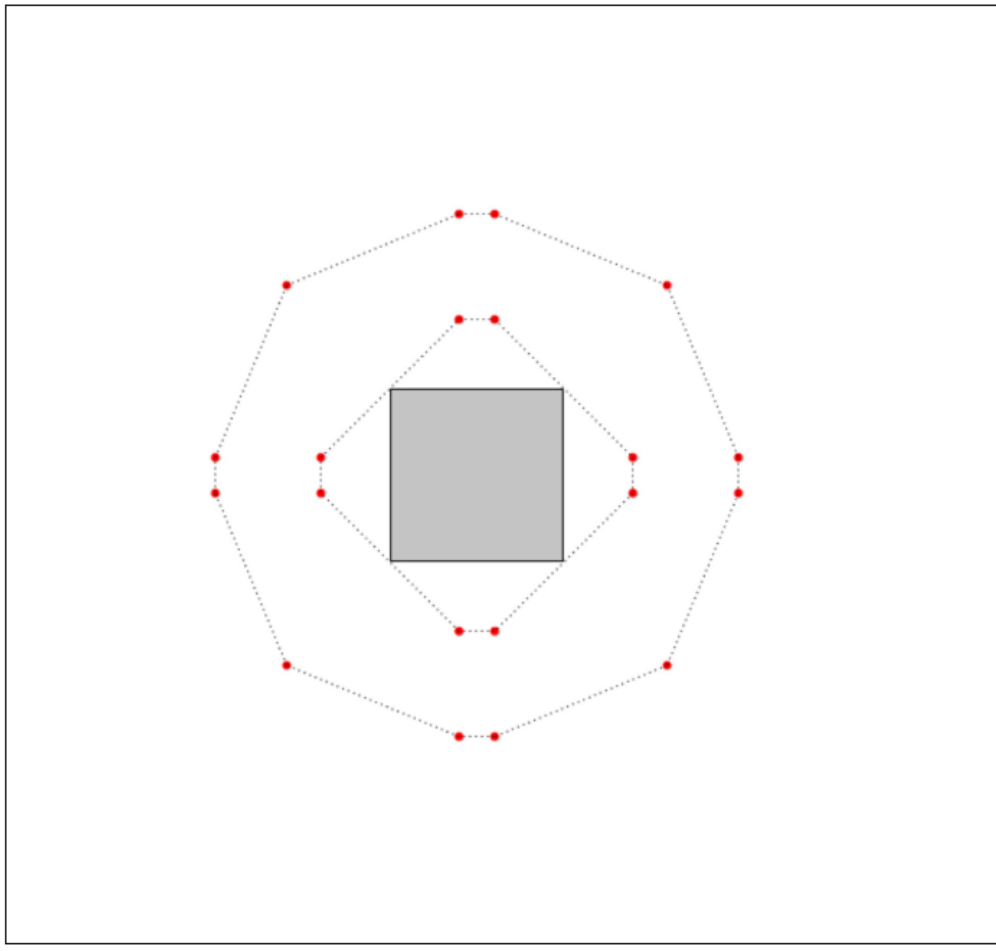


Το Scada επίσης βρίσκει ότι υπάρχει ανάγκη όπλισης για το συγκεκριμένο υποστυλώμα (λόγος επάρκειας  $0.394/0.356 = 1.11$ ) και υπολογίζει τον σπλισμό. Αναλυτικά τα αποτελέσματα έχουν ως εξής:

Στην πρώτη σελίδα των αποτελεσμάτων φαίνονται τα δεδομένα εισαγωγής καθώς και η διάταξη του σπλισμού σύμφωνα με την επιλογή του χρήστη. Εδώ επιλέχθηκε ακτινική διάταξη με δυο ακτίνες σπλισμού ανά τεταρτημόριο.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

Δεδομένα					
Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες	Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες
Όροφος	1		Συντελεστής ( $\beta$ ) (EC2-6.4.3)	1.150	
# του κόμβου	38		Πάχος πλάκας	40.6	(cm)
Συνδυασμός	1		Επικάλυψη οπλισμού	2.0	(cm)
Αρχική τέμνουσα ( $V_{Ed, αρχ.}$ )	846.7	(kN)	Διάμετρος εξωτερικού διαμήκη οπλισμού	10	(mm)
Κατανεμημένο φορτίο ( $p$ )	0.0	(kN/m <sup>2</sup> )	Απόσταση εξωτ. διαμήκη οπλ.	15.0	(cm)
Απομειωμένη τέμνουσα ( $V_{Ed, τελ.}$ )	846.7	(kN)	Διάμετρος εσωτερικού διαμήκη οπλισμού	10	(mm)
Καμπτική Ροπή ( $M_x$ )	-32.7	(kNm)	Απόσταση εσωτερικού διαμήκη οπλισμού	15.0	(cm)
Καμπτική Ροπή ( $M_y$ )	104.4	(kNm)	Μήκος $c_1$ (κατά τον άξονα x)	46.0	(cm)
Σχήμα φορτιζόμενης περιοχής	Ορθογωνική		Μήκος $c_2$ (κατά τον άξονα y)	46.0	(cm)
Διάμετρος c		(cm)	Σκυρόδεμα ( $f_{ck}$ )	20.0	(MPa)
Θέση φορτιζόμενης περιοχής	Εσωτερικό		Χάλυβας ( $f_{yk}$ )	400.0	(MPa)
Απόσταση πλάκας κατά x ( $a_x$ )		(cm)	Διάταξη οπλισμού	Ακινωτή	
Απόσταση πλάκας κατά y ( $a_y$ )		(cm)	Αριθμ. γραμμών οπλισμού ανά τεταρτημόριο	2	



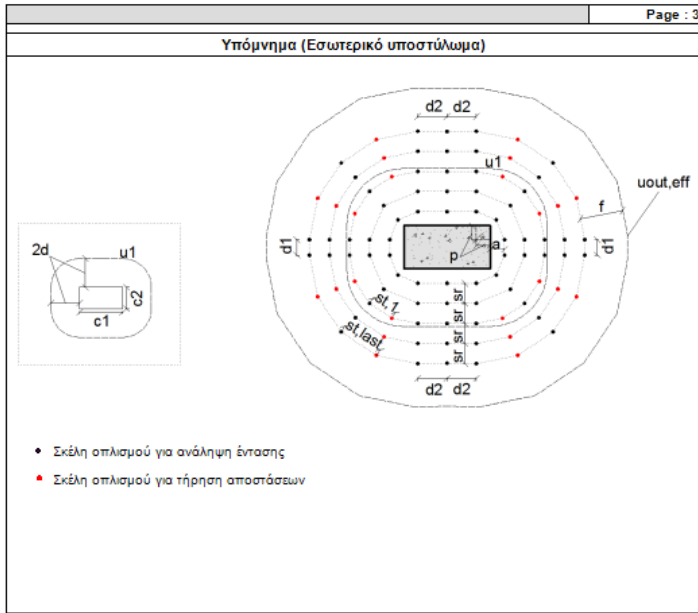
Στη δεύτερη σελίδα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ελέγχων καθώς και οι λεπτομέρειες για τη διάταξη όπλισης.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

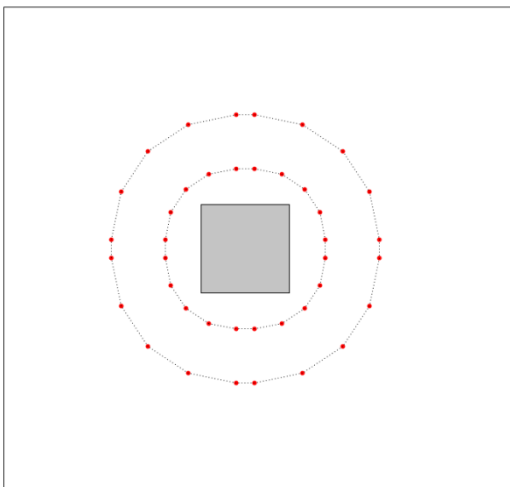
Υπολογίζεται οπλισμός διαμέτρου Φ14 ενώ στον τελευταίο πίνακα παρουσιάζεται η όπλιση συνοπτικά σε ομάδες γραμμών όπλισης με συγκεκριμένο αριθμό σκελών σε κάθε γραμμή (χρήσιμη παρουσίαση για την περίπτωση που επιλεχθεί προκατασκευασμένο σύστημα όπλισης με ράγες και καρφιά (stud-rail punching shear reinforcement)). Εδώ χρησιμοποιούνται 8 γραμμές με δυο σκέλη η κάθε μία και 4 γραμμές με ένα σκέλος η κάθε μία. Στις 8 γραμμές τα 2 σκέλη απέχουν απόσταση μεταξύ τους ίση με την απόσταση  $s_r$  του πίνακα (28 cm).

							Page : 2	
Αποτελέσματα ελέγχων								
Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες	EC2	Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες	EC2	
Ενεργό πάχος πλάκας (d)	37.6	(cm)	(eq6.32)	Βασική περίμετρος ελέγχου ( $u_1$ )	657.0	(cm)	(fig6.15)	
Περίμετρος φορτιζόμενης περιοχής ( $u_0$ )	184.0	(cm)	(eq6.53)	Διαμητική τάση στην περίμετρο $u_1$ ( $V_{Ed,1}$ )	0.394	(MPa)	(eq6.38)	
Διαμητική τάση στην περίμετρο $u_0$ ( $V_{Ed,0}$ )	1.406	(MPa)	(eq6.38)	Διαμητική αντοχή άοπλου σκυροδέματος ( $V_{Rd,c}$ )	0.356	(MPa)	(eq6.47)	
Μέγιστη διαμητική αντοχή ( $V_{Rd,max}$ )	3.680	(MPa)	(eq6.53)	Σταθερά ( $v_{min}$ )	0.356	(MPa)	(eq6.3)	
1 <sup>ος</sup> έλεγχος: $V_{Ed,0} \leq V_{Rd,max}$	Επάρκεια			2 <sup>ος</sup> έλεγχος: $V_{Ed,1} \leq V_{Rd,c}$	Απαιτείται οπλισμός - προσθήκη οπλισμού διάτρησης - αύξηση διαμήκη οπλισμού πλάκας			
Αποτελέσματα οπλισμού διάτρησης								
Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες	EC2	Περιγραφή	Τιμή	Μονάδες	EC2	
Περίμετρος $u_{out,ef}$	727.0	(cm)	(eq6.54)	Απόσταση ( $d_3$ )		(cm)		
Απόσταση 1 <sup>ης</sup> περιμέτρου οπλισμού από φορτιζόμενη επιφάνεια (a)	18.8	(cm)		Απόσταση ( $d_4$ )		(cm)		
Οριακή απόσταση: $0.3 \cdot d \leq a \leq 0.5 \cdot d$	11.3 <= a <= 18.8		(9.4.3)	Γωνία ( $\phi$ )	90.0	°		
Απόσταση τελευταίας περιμέτρου οπλισμού από την περίμετρο $u_{out,ef}$ (f)	56.6	(cm)		Εφαπτομενική απόσταση των σκελών οπλ. στην τελευταία περίμετρο όπλισης ( $s_{t,last}$ )	91.8	(cm)		
Οριακή απόσταση: $k \cdot d = 1.5 \cdot d$	56.5	(cm)	(6.4.5)	Οριακή απόσταση: $2.0 \cdot d$	75.3	(cm)		
Ακτινική απόσταση των περιμέτρων οπλισμού ( $s_r$ )	28.0	(cm)		Δρώσα τιμή σχεδιασμού αντοχής οπλ. διάτρησης ( $f_{ywd,ef}$ )	344.1	(MPa)		(eq6.52)
Οριακή απόσταση: $0.75 \cdot d$	28.2	(cm)	(9.4.3)	Απαιτούμενη διατομή σκέλους οπλισμού διάτρησης ( $A_{sw,1}$ )	1.532	(cm <sup>2</sup> )		
Εφαπτομενική απόσταση των σκελών οπλισμού στην περίμετρο $u_1$ ( $s_{r,1}$ )	91.8	(cm)		Ελάχιστη διατομή σκέλους ( $A_{sw,min}$ )	1.532	(cm <sup>2</sup> )		(eq9.11)
Οριακή απόσταση: $1.5 \cdot d$	56.5	(cm)	(9.4.3)	Διάμετρος σκέλους που χρησιμοποιείται	14	(mm)		
Μήκος (ρ)	18.1	(cm)		Διατομή σκέλους που χρησιμοποιείται	1.539	(cm <sup>2</sup> )		
Απόσταση ( $d_1$ )	9.9	(cm)						
Απόσταση ( $d_2$ )	9.9	(cm)						
Διάταξη οπλισμού διάτρησης								
Ομάδα	Αριθμός γραμμών	Φ (mm)	Αριθμός σκελών ανά γραμμή	Ύψος σκέλους (cm)	Περίμετρος όπου βρίσκεται το 1 <sup>ο</sup> σκέλος της γραμμής	Απόσταση 1 <sup>ου</sup> σκέλους από φορτιζόμ. επιφάνεια		
1	8	14	2	36.6	1	18.82		
2	4	14	1	36.6	2	46.82		

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

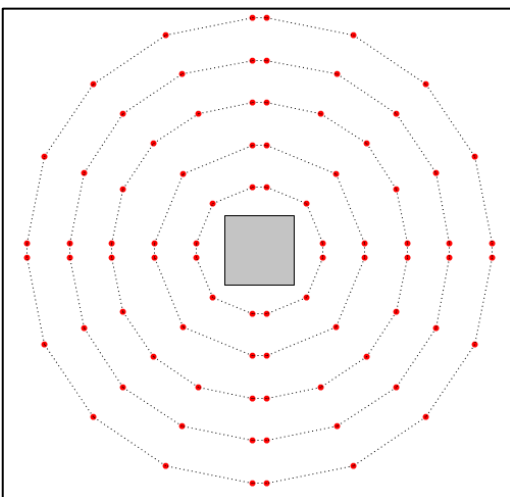


Τα στοιχεία της διάταξης που αναφέρονται στα αποτελέσματα του οπλισμού διάτρησης εξηγούνται στο Υπόμνημα που ακολουθεί στην τρίτη σελίδα.



Η διάμετρος των σκελών οπλισμού μπορεί να μειωθεί αν γίνει επιλογή για περισσότερες ακτίνες οπλισμού ανά τεταρτημόριο. Αν για παράδειγμα επιλεχθούν 5 ακτίνες οπλισμού ανά τεταρτημόριο τότε προτείνεται η παρακάτω διάταξη, ενώ ο πίνακας της διάταξης οπλισμού είναι ο παρακάτω, δηλαδή μια ομάδα γραμμών όπλισης με δυο σκέλη Φ8 σε κάθε γραμμή, που απέχουν μεταξύ τους 28 cm.

Διάταξη οπλισμού διάτρησης						
Ομάδα	Αριθμός γραμμών	Φ (mm)	Αριθμός σκελών ανά γραμμή	Ύψος σκέλους (cm)	Περίμετρος όπου βρίσκεται το 1 <sup>ο</sup> σκέλος της γραμμής	Απόσταση 1 <sup>ου</sup> σκέλους από φορτιζόμ. επιφάνεια
1	20	8	2	36.6	1	18.82

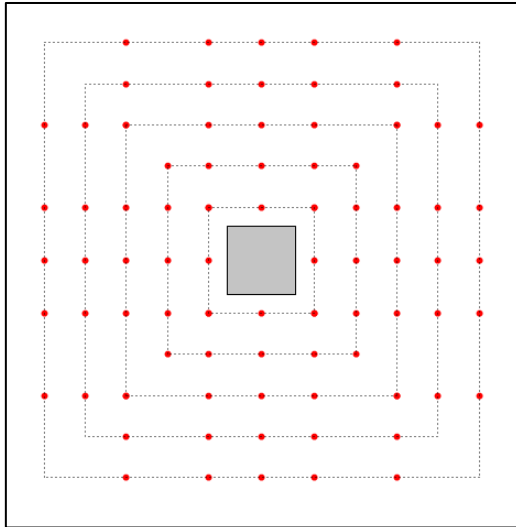


Στο ίδιο υποσύτλωμα αν ο χρήστης επιχειρήσει να αυξήσει το επίπεδο της φόρτισης και επιλέξει μια τιμή για το αξονικό φορτίο 1400 kN (τιμή χρήστη)

Διάταξη οπλισμού διάτρησης						
Ομάδα	Αριθμός γραμμών	Φ (mm)	Αριθμός σκελών ανά γραμμή	Ύψος σκέλους (cm)	Περίμετρος όπου βρίσκεται το 1 <sup>ο</sup> σκέλος της γραμμής	Απόσταση 1 <sup>ου</sup> σκέλους από φορτιζόμ. επιφάνεια
1	12	16	5	36.6	1	18.82
2	8	16	3	36.6	3	74.82

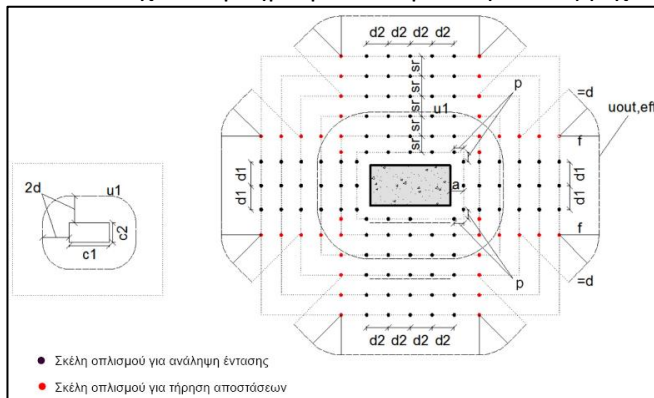
τότε η όπλιση με ακτινική διάταξη και 3 ακτίνες οπλισμού ανά τεταρτημόριο δίνει τα παρακάτω αποτελέσματα με Φ16 σκέλη οπλισμού (84 σκέλη οπλισμού).

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ



Επιλέγοντας σταυροειδή διάταξη έχουμε όπλιση με  $\Phi 16$  σκέλη επίσης (80 σκέλη όπλισμού).

Το αντίστοιχο υπόμνημα για σταυροειδή διάταξη έχει ως εξής:





## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9 - ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΠΛΑΚΕΣ