



SCADA Pro 24tm
Structural Analysis & Design

Εγχειρίδιο χρήσης SAUDI BUILDING CODES

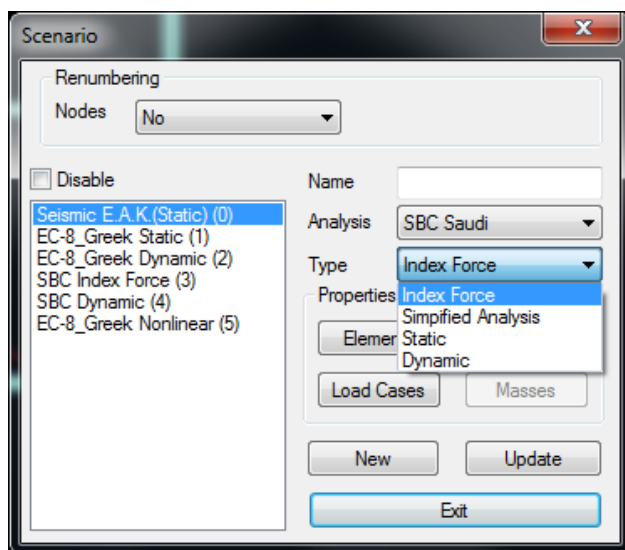


Δ. Σενάριο του SBC Saudi

Ο κανονισμός της **Σαουδικής Αραβίας** προβλέπει 4 μεθόδους ανάλυσης για τον υπολογισμό των σεισμικών φορτίων:

- Index Force Analysis Procedure (Section 10.7)
- Simplified Analysis Procedure (Section 10.8)
- Equivalent Lateral Force Procedure (Section 10.9)
- Modal Analysis Procedure (Section 10.10)

Η διαδικασία δημιουργίας των 4 παραπάνω σεναρίων είναι ίδια με αυτή που περιγράφηκε προηγουμένως και για τον EC. Από το πλαίσιο δημιουργίας νέου σεναρίου



Επιλέγετε σαν αναλυση το SBC 301 και στη συνέχεια μία από τις 4 μεθόδους ανάλυσης.

Το πλαίσιο διαλόγου εισαγωγής και επεξεργασίας των παραμέτρων για την εκτέλεση της ανάλυσης είναι το ίδιο και για τις 4 μεθόδους:

Η πρώτη παράμετρος αφορά την κατηγορία εδάφους (Site Class) σύμφωνα με την par. 9.4.2, με βάση την οποία προσδιορίζονται μεταξύ άλλων και οι συντελεστές F_a και F_v (Table 9.4.3a & 9.4.3b).

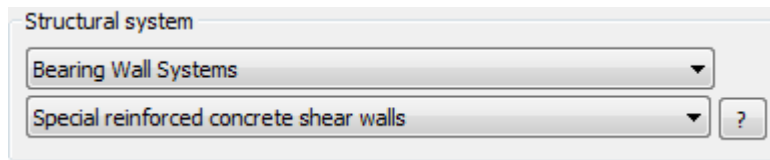
Η επόμενη ομάδα παραμέτρων αφορά στην επιλογή των the mapped maximum considered earthquake spectral response S_1 και S_s σύμφωνα με την par. 9.4.1.

Η επιλογή των δύο αυτών παραμέτρων σε συνδυασμό με την κατηγορία του εδάφους προσδιορίζει αυτόματα και τις τιμές των συντελεστών F_a και F_v με δυνατότητα τροποποίησης από τον μελετητή.

Η επόμενη ενότητα παραμέτρων

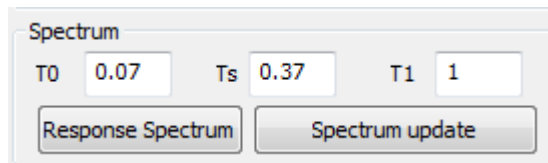
αφορά στην επιλογή του Building Category σύμφωνα με το Table 1.6-1 καθώς και την επιλογή του είδους της κατασκευής. Η επιλογή του πλήκτρου ? παρουσιάζει τις κατηγορίες των κατασκευών σύμφωνα με τον αντίστοιχο πίνακα του SBC 301.

Η επόμενη ενότητα



αφορά στην επιλογή από τον μελετητή του Structural System της κατασκευής του σύμφωνα με το table 10.2 του SBC 301. Η επιλογή αυτή καθορίζει την τιμή του Response modification coefficient R ο οποίος χρησιμοποιείται σε διάφορους υπολογισμούς, την τιμή του Deflection amplification factor C_d , ο οποίος χρησιμοποιείται σύμφωνα με τα Sections 10.9.7.1 and 10.9.7.2 και τέλος την τιμή του overstrength factor Ω_o . Τέλος, ανάλογα με την σεισμική κατηγορία του κτιρίου καθορίζονται περιορισμοί στην επιλογή του Structural System καθώς και περιορισμός στο μέγιστο ύψος του κτιρίου.

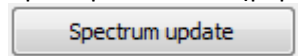
Η επόμενη ενότητα των παραμέτρων αφορά το φάσμα απόκρισης σχεδιασμού (Design Response Spectrum) σύμφωνα με την par. 9.4.5 του SBC 301

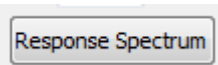


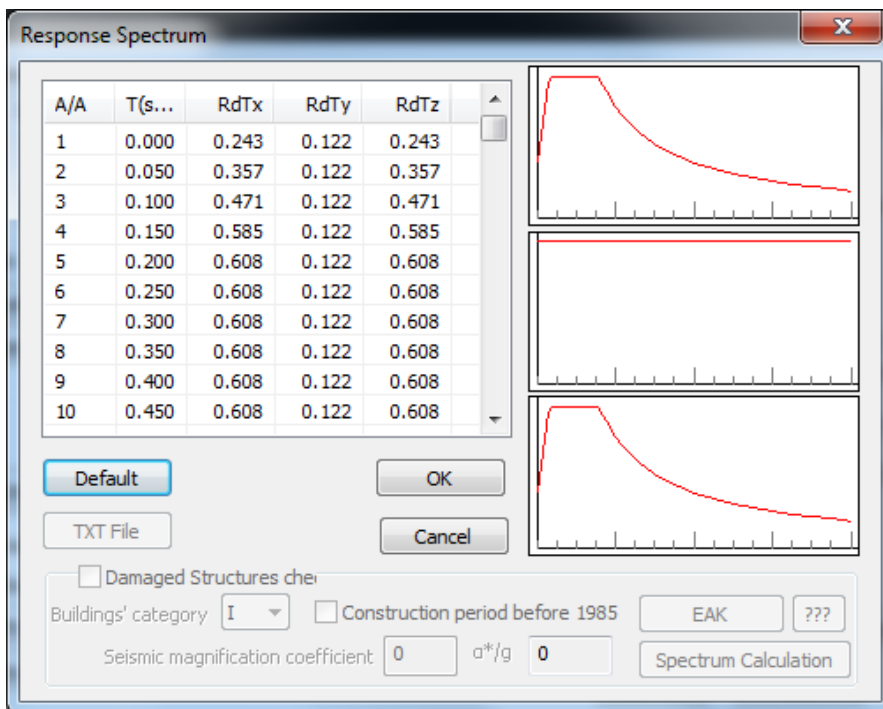
Η εφαρμογή υπολογίζει αυτόματα τις τιμές T_0 και T_s με βάση τις τιμές S_1 και S_s που ορίστηκαν προηγουμένως. Φυσικά υπάρχει η δυνατότητα και τροποποίησης από το μελετητή.

ΠΡΟΣΟΧΗ!

 Εάν γίνει οποιαδήποτε αλλαγή στις τιμές αυτές είτε αυτόματα, είτε από τον μελετητή προκειμένου να ενημερωθεί το φάσμα πρέπει να πιάσετε το πλήκτρο



Πιέζοντας το πλήκτρο  εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου με το φάσμα απόκρισης σχεδιασμού ανά κατεύθυνση



Η επόμενη επιλογή αφορά στον αυτόματο ή χειροκίνητο ορισμό του τύπου της κατασκευής με βάση την par. 10.3.

The 'Type of structure' dialog box features a dropdown menu currently set to 'Automatic' and a question mark button below it.

Υπάρχουν 3 επιλογές

- Automatic
- Flexible
- Rigid

Με την πρώτη επιλογή γίνεται αυτόματος προσδιορισμός του τύπου της κατασκευής (Flexible or Rigid) με βάση την par.10.3.1.3 και το figure 10.3-1. Με τις επόμενες δύο επιλογές ο μελετητής καθορίζει τον τύπο της.

Οι επόμενες παράμετροι αφορούν στον υπολογισμό της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου της κατασκευής (Fundamental Period).

The 'Fundamental period' dialog box includes a 'Calculation method' dropdown set to 'Unfavourable' and a question mark button. Below are two dropdown menus for 'X' and 'Z' directions, both set to 'Frame systems of steel'.

Η παρ. 10.9.3 του SBC 301 προβλέπει 3 μεθόδους υπολογισμού του μεγέθους αυτού. Για την εφαρμογή της κάθε μεθόδου πρέπει να πληρούνται συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Οι επιλογές του προγράμματος είναι οι εξής:

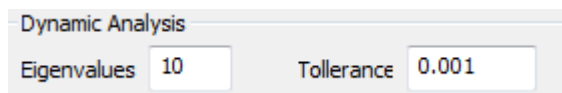
- Unfavourable
- Average
- Method 1
- Method 2
- Method 3

Με την πρώτη επιλογή λαμβάνεται σαν τελική τιμή της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου της κατασκευής η δυσμενέστερη τιμή που προκύπτει μετά από τον υπολογισμό με βάση την κάθε μέθοδο ξεχωριστά. Με την δεύτερη επιλογή επιλέγεται ο μέσος όρος των τριών τιμών και με τις επόμενες η συγκεκριμένη τιμή από τη μέθοδο αυτή. Σε κάθε περίπτωση υπολογίζονται δύο τιμές μία για κάθε κατεύθυνση του σεισμού. Η επόμενη επιλογή αφορά στον τύπο του κτιρίου με βάση το Table 10.9.3.2 και αφορά στον υπολογισμό με την πρώτη μέθοδο (Eq. 10.9.3.2-1).

Η επόμενη ενότητα αφορά στον καθορισμό της κάτω και της άνω στάθμης όπου καθ' ύψος θα εφαρμοστεί το σεισμικό φορτίο.

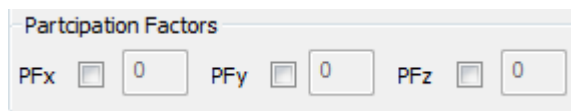


Οι επόμενες παράμετροι αφορούν τη δυναμική ανάλυση. Πιο συγκεκριμένα στα επόμενα πεδία:



καθορίζετε τον αριθμό των ιδιομορφών που θέλετε να ληφθούν υπόψη και την εκτέλεση της ιδιομορφικής ανάλυσης καθώς επίσης και το συντελεστή ακρίβειας των υπολογισμών.

Στη συνέχεια, μπορείτε να καθορίσετε συντελεστές συμμετοχής της σεισμικής δύναμης ανά κατεύθυνση σεισμού



Ενεργοποιείτε το αντίστοιχο checkbox και πληκτρολογείτε τον συντελεστή του σεισμικού φορτίου. Η προκαθορισμένη επιλογή είναι 1, ενώ αν για παράδειγμα ορίσετε την τιμή $PF_x=2$ οι τιμές του φάσματος κατά την διεύθυνση X θα διπλασιαστούν.

Αντίστοιχα, προκειμένου να τροποποιήσετε τους συντελεστές για τον υπολογισμό των εκκεντροτήτων

Eccentricities

e_{px} ☐ 0.05 $\%L_x$

e_{pz} ☐ 0.05 $\%L_z$

ενεργοποιείτε το αντίστοιχο checkbox και πληκτολογείτε την τιμή που επιθυμείτε.

Τέλος στην ενότητα των συντελεστών συμμετοχής των φασμάτων σχεδιασμού ανά κατεύθυνση

Sd (T)

$S_d(T_X)$ ☐ 1

$S_d(T_Y)$ ☐ 1

$S_d(T_Z)$ ☐ 1

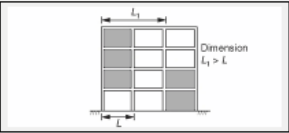
ενεργοποιείτε το συντελεστή για το αντίστοιχο φάσμα και δίνετε την τιμή. Αν για παράδειγμα ορίσετε την τιμή $S_d(T_X)=2$, οι τιμές του φάσματος σχεδιασμού κατά την διεύθυνση X θα διπλασιαστούν.

Η επόμενη ενότητα αφορά στον καθορισμό της μη κανονικότητας της κατασκευής σε κάτοψη και καθ' ύψος. Ο ορισμός αυτός μεταξύ των άλλων καθορίζει και την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης με βάση το table 10.6.1. Ο SBC 301 στο Table 10.3.2.1 προβλέπει 6 κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη.

Στο παρακάτω πλαίσιο διαλόγου

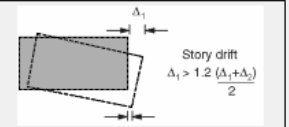
Irregularities

Vertical Irregularities

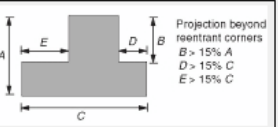
 Dimension $L_1 > L_2$

☐ In-Plane Discontinuity in Vertical Lateral Force-Resisting Elements

Plan Irregularities

 Story drift $\Delta_1 > 1.2 \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)}{2}$

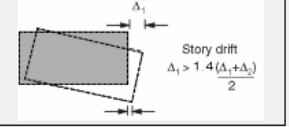
☐ Torsional Irregularity

 Projection beyond reentrant corners
 $B > 15\% A$
 $D > 15\% C$
 $E > 15\% C$

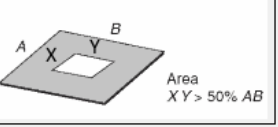
☐ Re-entrant Corners

 Out-of-plane offset

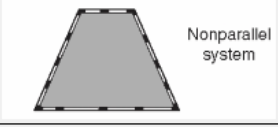
☐ Out-of-Plane Offsets

 Story drift $\Delta_1 > 1.4 \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)}{2}$

☐ Extreme Torsional Irregularity

 Area $XY > 50\% AB$

☐ Diaphragm Discontinuity

 Nonparallel system

☐ Nonparallel Systems

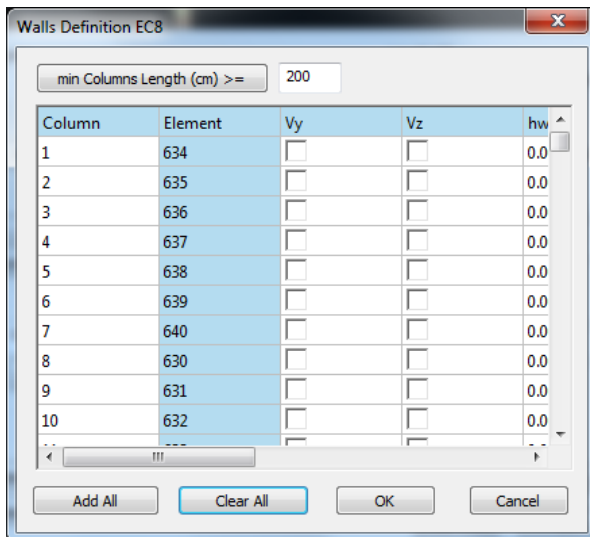
OK Cancel

ο μελετητής καθορίζει στην ενότητα των Plan Irregularities αν πληρούνται τα αντίστοιχα κριτήρια τσεκάροντας την αντίστοιχη επιλογή.

Όσον αφορά τις κανονικότητες καθ' ύψος υπάρχουν επίσης 6 κριτήρια. Το Scada Pro κάνει αυτόματα τον έλεγχο στα πέντε από αυτά και ο μελετητής έχει μόνο να επιλέξει αν πληρείται ή όχι το ένα τσεκάροντας την αντίστοιχη επιλογή.

Shear Walls

Η επιλογή καθορισμού των τοιχείων αφορά στον υπολογισμό μεγεθών που είναι απαραίτητα για τον καθορισμό της ιδιοπεριόδου με την τρίτη μέθοδο (Eq. 10.9.3.2-3). Στο πλαίσιο διαλόγου που εμφανίζεται



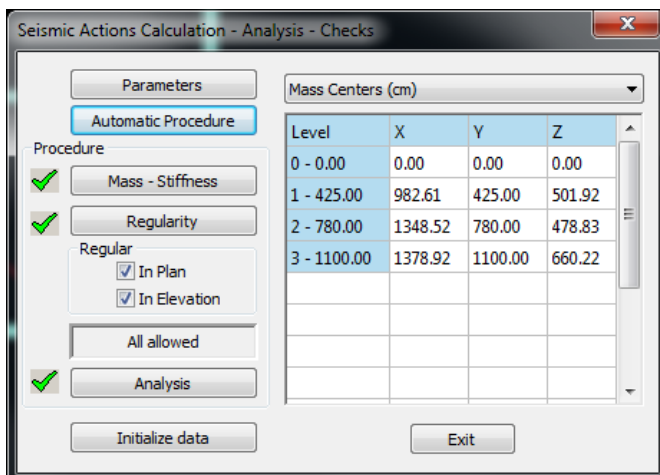
The dialog box 'Walls Definition EC8' contains a field 'min Columns Length (cm) >=' with the value '200'. Below it is a table with 5 columns: 'Column', 'Element', 'Vy', 'Vz', and 'hw'. The table lists 10 columns with their respective element numbers and shear force values. At the bottom are buttons for 'Add All', 'Clear All', 'OK', and 'Cancel'.

Column	Element	Vy	Vz	hw
1	634			0.0
2	635			0.0
3	636			0.0
4	637			0.0
5	638			0.0
6	639			0.0
7	640			0.0
8	630			0.0
9	631			0.0
10	632			0.0

Πληκτρολογήστε το min Μήκος (cm) και επιλέξτε την εντολή “min Μήκος Στύλου” για τον αυτόματο καθορισμό των τοιχείων ανά κατεύθυνση. Το πρόγραμμα υπολογίζει αυτόματα τα μεγέθη που απαιτούνται για τον υπολογισμό της ιδιοπεριόδου.

⚠ Ο ορισμός των τοιχείων είναι υποχρεωτικό βήμα για τον υπολογισμό της ιδιοπεριόδου με την τρίτη μέθοδο.

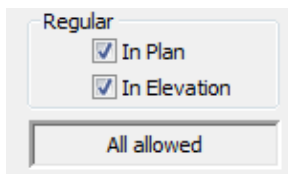
Μετά τον καθορισμό των παραμέτρων, από το πλαίσιο διαλόγου της εκτέλεσης του σεναρίου ανάλυσης



The dialog box 'Seismic Actions Calculation - Analysis - Checks' has a 'Parameters' tab and an 'Automatic Procedure' button. Under 'Procedure', there are checkboxes for 'Mass - Stiffness', 'Regularity', and 'Analysis', all of which are checked. Below these are checkboxes for 'In Plan' and 'In Elevation', both checked. There is also an 'All allowed' button. On the right, a table titled 'Mass Centers (cm)' shows the mass centers for different levels. At the bottom are buttons for 'Initialize data' and 'Exit'.

Level	X	Y	Z
0 - 0.00	0.00	0.00	0.00
1 - 425.00	982.61	425.00	501.92
2 - 780.00	1348.52	780.00	478.83
3 - 1100.00	1378.92	1100.00	660.22

πιέζετε το πλήκτρο **Automatic Procedure** και το πρόγραμμα εκτελεί αυτόματα τη διαδικασία της ανάλυσης κάνοντας παράλληλα όλους τους απαιτούμενους ελέγχους. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στους ελέγχους κανονικότητας



Regular

☒ In Plan

☒ In Elevation

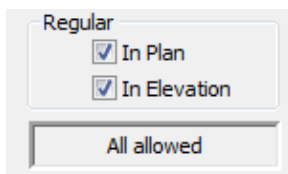
All allowed

όπου πριν την εκτέλεση της τελικής ανάλυσης το πρόγραμμα δίνει το αποτέλεσμα της κανονικότητας σε κάτοψη και καθ' ύψος και με βάση την επιλογή και της σεισμικής κατηγορίας στις αρχικές παραμέτρους.

Στη συνέχεια με βάση το αποτέλεσμα προτείνεται η ανάλυση ή οι αναλύσεις που επιτρέπονται (Table 10.6.1).

 Στα αποτελέσματα της κανονικότητας ο μελετητής έχει την ευχέρεια να επιλέξει ή να αποεπιλέξει, εάν το επιθυμεί, μία ή και τις δύο κατηγορίες κανονικότητας. Το πρόγραμμα αντίστοιχα αλλάζει την προτροπή του είδους της ανάλυσης που επιτρέπεται.

Στην προηγούμενη περίπτωση ο αυτόματος έλεγχος έδειξε ότι το κτίριο είναι κανονικό σε κάτοψη και καθ' ύψος και επιτρέπει τη χρήση οποιασδήποτε από τις τέσσερις μεθόδους.



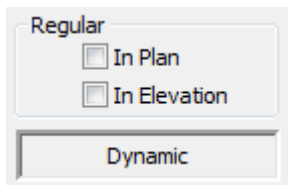
Regular

☒ In Plan

☒ In Elevation

All allowed

Εάν όμως αποεπιλεγούν και τα δύο checkbox που σημαίνει ότι το κτίριο θεωρείται μη κανονικό σε κάτοψη και καθ' ύψος τότε το πρόγραμμα προτείνει σαν μέθοδο ανάλυσης τη δυναμική.



Regular

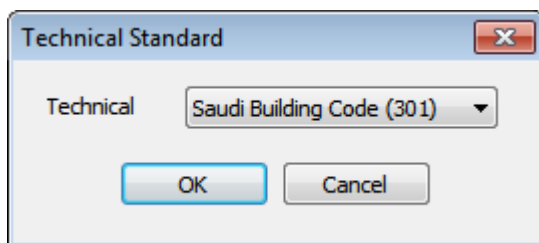
☐ In Plan

☐ In Elevation

Dynamic



Στο SCADA Pro έχει ενσωματωθεί και ο κανονισμός της **Σαουδικής Αραβίας (SBC 301)** για τα φορτία του ανέμου. Ακολουθεί μία αναλυτική περιγραφή των παραμέτρων του κανονισμού αυτού όταν επιλεγεί σαν κανονισμός υπολογισμού από το αρχικό πλαίσιο διαλόγου:



.1.1 Ανέμου :

Επιλέγοντας στη συνέχεια τις παραμέτρους του Ανέμου, εμφανίζεται το παρακάτω πλαίσιο διαλόγου:

Wind Parameters (SBC)

Wind Design Procedure: **Method 2 – Analytical Procedure**

Classification of Building: **I** ?

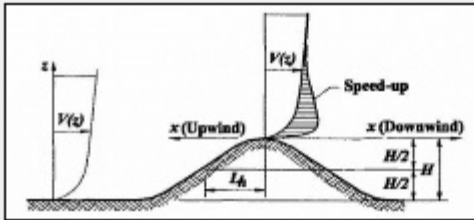
Basic Wind Speed (km/h) $V =$ **0** ?

Exposure Category: **B** ?

Structure Type (Kd): **Main Wind Force Resisting System**

Topographic Factor, K_{zt}

2-dimensional ridges **Upwind**



Lh(m): **-0**

H(m): **0**

x(m): **-0**

k_{zt} : **0**

Building Type: **Rigid** ?

Flexible

Frequency (Hz) $n_1 =$ **0**

Damping ratio $\beta =$ **0**

OK

Cancel

Ο **SBC 301** προβλέπει τρεις μεθόδους υπολογισμού των φορτίων του ανέμου (par. 6.1.2)

1. Απλοποιημένη Μέθοδος (Section 7.1)
2. Αναλυτική Μέθοδος (Section 7.2)
3. Αεροδυναμική Μέθοδος (Section 7.3)

Στο SCADA Pro έχουν ενσωματωθεί οι δύο πρώτες μέθοδοι (Η Τρίτη μέθοδος βασίζεται σε αποτελέσματα πειραματικών μετρήσεων).

Στην πρώτη λοιπόν ενότητα των παραμέτρων **Wind Design Procedure** επιλέγετε μία από τις δύο μεθόδους που θα ακολουθηθεί για τον υπολογισμό των φορτίων του ανέμου.

Η πρώτη μέθοδος εφαρμόζεται μόνο σε κτίρια τα οποία πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια (par. 7.1.1).

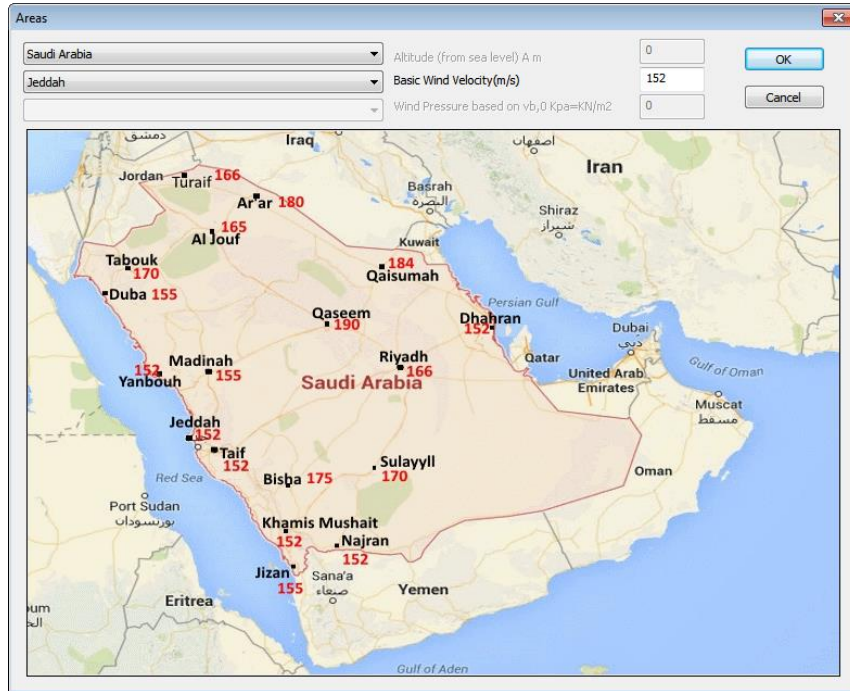
Η επόμενη παράμετρος

Classification of Building

αφορά την επιλογή της κατηγορίας του

κτιρίου με βάση το Table 1.6-1. Πιέζοντας το πλήκτρο **?** δίπλα από την παράμετρο εμφανίζεται ο αντίστοιχος πίνακας.

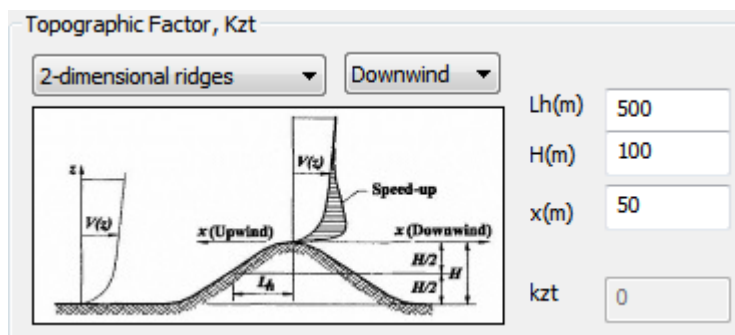
Στη συνέχεια ορίζετε την βασική ταχύτητα του ανέμου **Basic Wind Speed (km/h)** με βάση τις τιμές του χάρτη (FIGURE 6.4-1) που εμφανίζεται πιέζοντας το πλήκτρο **?**.



Η παράμετρος **Exposure Category** αφορά την επιλογή της κατηγορίας έκθεσης του κτιρίου με βάση την παράγραφο 6.4.2.2 & 6.4.2.3.

Η επιλογή του τύπου της κατασκευής **Structure Type (Kd)** (TABLE 6.4-1) αφορά στην επιλογή του συντελεστή Kd (Directionality Factor).

Η επόμενη ενότητα παραμέτρων



αφορά στην επίδραση της τοπογραφικής διαμόρφωσης της περιοχής στην οποία βρίσκεται η κατασκευή (FIGURE 6.4-2). Γίνεται η επιλογή των παραμέτρων με βάση τις οποίες υπολογίζεται ο συντελεστής τοπογραφίας (Topographic Factor) Kzt.

Η πρώτη επιλογή αφορά στην τοπολογία του εδάφους
Υπάρχουν 5 επιλογές:

2-dimensional ridges

- Δισδιάστατες κορυφογραμμές
- Δισδιάστατα μέτωπα
- Τρισδιάστατος αξονοσυμμετρικός λόφος
- Επίπεδες, ανεμπόδιστες περιοχές και επιφάνειες νερού
- Επιλογή του χρήστη

Η τρίτη επιλογή θέτει τιμή στον συντελεστή $K_{zt}=1$.

Η τέταρτη επιλογή αφορά την εισαγωγή τιμής K_{zt} από το μελετητή.

Η επόμενη επιλογή αφορά στο εάν το μέρος που βρίσκεται η κατασκευή είναι προσήνεμο

(Windward, Upwind) ή υπήνεμο (Leeward, Downwind)

Upwind

Οι επόμενες τρεις επιλογές

Lh(m)	500
H(m)	100
x(m)	200

Αφορούν δεδομένα της τοπογραφίας της περιοχής

Lh: Προσήνεμη απόσταση (σε μέτρα) της κορυφής όπου η διαφορά στο υψόμετρο του εδάφους είναι ίση με το μισό του ύψους του λόφου ή του μετώπου

H: Ύψος του λόφου ή του μετώπου (σε μέτρα) σε σχέση με την προσήνεμη πλευρά του εδάφους.

x: Προσήνεμη ή υπήνεμη απόσταση της κορυφής (σε μέτρα) όπως στο σχήμα 6.4-2.

Στην επόμενη παράμετρο γίνεται η επιλογή του τύπου του κτιρίου με βάση την ακαμψία των διαφραγμάτων. Υπάρχουν τρεις επιλογές:

- Άκαμπτο
- Εύκαμπτο
- Parapets

Στην περίπτωση που οριστεί σαν τύπος κατασκευής Εύκαμπτο πρέπει να οριστούν οι ακόλουθες δύο παράμετροι:

Flexible	
Frequency (Hz) n_1 =	0
Damping ratio β =	0



Εάν έχετε επιλέξει σαν κανονισμό τον SBC 301, η εκτύπωση είναι η ακόλουθη:

							Page : 1
WIND LOADS CALCULATION ACCORDING TO SBC 301 CHAPTER 7							
Design Method : Method 2 – Analytical Procedure							
Basic Wind Parameters							
DESCRIPTION	SYMBOL	UNITS	VALUE				REFERENCE
Classification of Building			I				Table 1.6-1
Importance Factor	I		0.77				Table 6.5-1
Country							Figure 6.4-1
City							Figure 6.4-1
Basic Wind Speed	V	(km/h)	165.00				Figure 6.4-1
Exposure Category			B				6.4.2.3
Structure Type			Main Wind Force Resisting System				Table 6.4-1
Wind Directionality Factor	Kd		0.85				Table 6.4-1
Topographic Factor (Kzt) Calculation (Figure 6.4-2)							
DESCRIPTION	SYMBOL	UNITS	VALUE				
Topography			2-dimensional ridges				
Hill Height	H	(m)	-500.00				
Half Hill Length	Lh	(m)	100.00				
Distance from top of crest	x	(m)	-100.00				
Building up/down wind			Upwind				
Topographic Factor	Kzt		1.49				
Building Type :	Rigid	Frequency (Hz) n1 =					Damping Ratio β =
Gust Effect Factor (G) Calculation (7.2.7) Rigid Structure (7.2.7.1)							
DESCRIPTION	SYMBOL	UNITS	WALL LEFT (w0)	WALL FRONT (w90)	WALL RIGHT (w180)	WALL BACK (w270)	REFERENCE
Mean height	h	(m)	4.00	4.00	4.00	4.00	
Width	B	(m)	6.00	6.00	6.00	6.00	
Equivalent height	/z	(m)	10.00	10.00	10.00	10.00	7.2.7.1
Constant	/ε		0.33	0.33	0.33	0.33	Table 7.2-1
Constant	I	(m)	100.00	100.00	100.00	100.00	Table 7.2-1
Minimum height	zmin	(m)	10.00	10.00	10.00	10.00	Table 7.2-1
Constant	c		0.30	0.30	0.30	0.30	Table 7.2-1
Constants	gq, gv		3.40/3.40	3.40/3.40	3.40/3.40	3.40/3.40	
Integral length scale	Lz	(m)	100.00	100.00	100.00	100.00	Table 6.4-1
Intensity of turbulence	Iz		0.30	0.30	0.30	0.30	Eq. 7.2-2
Background response	Q		0.93	0.93	0.93	0.93	Eq. 7.2-3
Gust Effect Factor	G		1.00	1.00	1.00	1.00	Eq. 7.2-1

