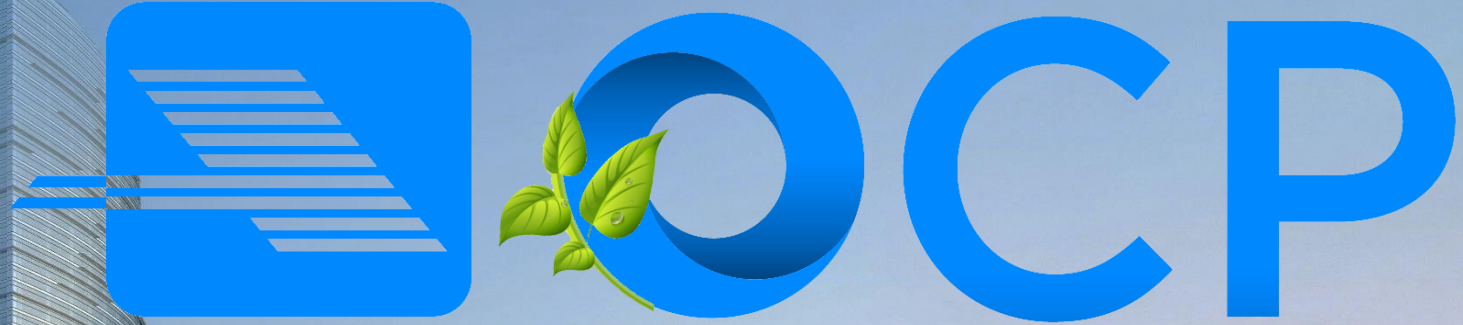


Innovative
Intuitive
Intelligent



OPTIMIZATION COMPUTING PLATFORM

ΒΕΛΤΙΣΤΟΣ ΔΟΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

ΑΜΑΛΙΑ ΜΠΑΓΟΥΡΔΗ – ΔΕΓΚΛΕΡΗ
ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

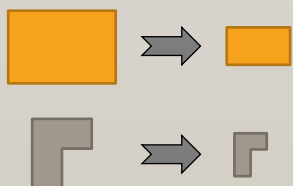
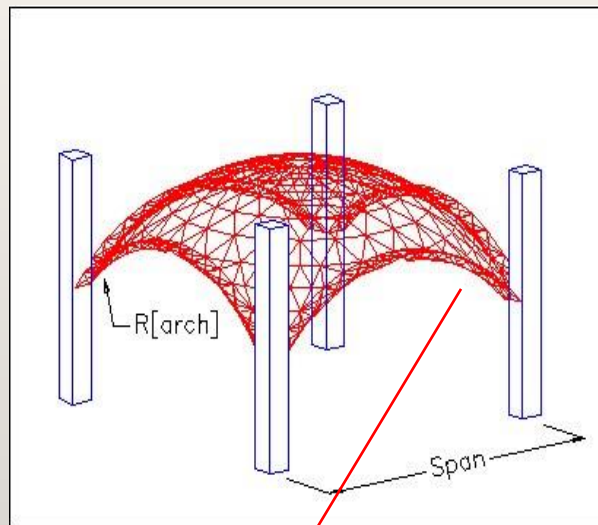
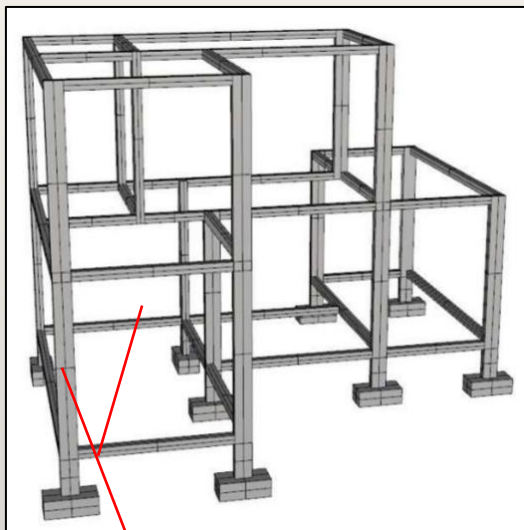
Τι είναι το ACE-OCP

- ✓ Το **ACE-OCP** είναι μία καινοτόμος υπολογιστική πλατφόρμα, η οποία εφαρμόζει τη θεωρία της βελτιστοποίησης σε πραγματικές κατασκευές με τελικό στόχο την **ελαχιστοποίηση του κατασκευαστικού κόστους** (υλικά και εργατικά).
- ✓ Ευρείας κλίμακας δοκιμές έχουν δείξει ότι μείωση του κόστους της τάξεως 10-25% είναι εφικτή μέσω του **ACE-OCP** δημιουργώντας κατασκευές που συνδυάζουν ορθώς επιλεγμένα υλικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά με την τήρηση των κανονισμών, την αύξηση της αντοχής και την εργονομία της κατασκευής.
- ✓ Το **ACE-OCP** αναπτύχθηκε με τη συνεργασία της ACE-HELLAS με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και τους καθηγητές κ. Παπαδρακάκη και κ. Λαγαρό.
- ✓ Βασιζόμενο στις αρχές του Building Information Modelling (BIM) το **ACE-OCP** δίνει τη δυνατότητα εύκολης ενσωμάτωσης και χρήσης του από τα στατικά προγράμματα **SCADA Pro, SAP2000, ETABS**, κλπ.

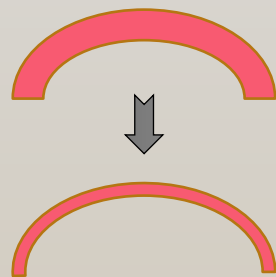


Τύποι δομικής βελτιστοποίησης

□ Βελτιστοποίηση Μεγέθους

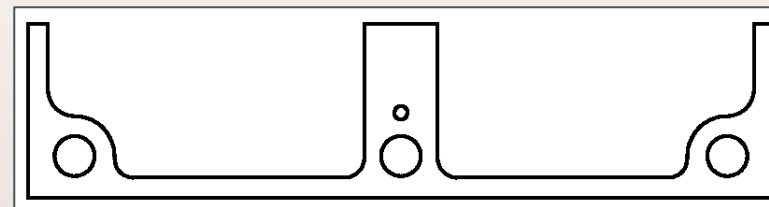


Διατομή ραβδωτού στοιχείου

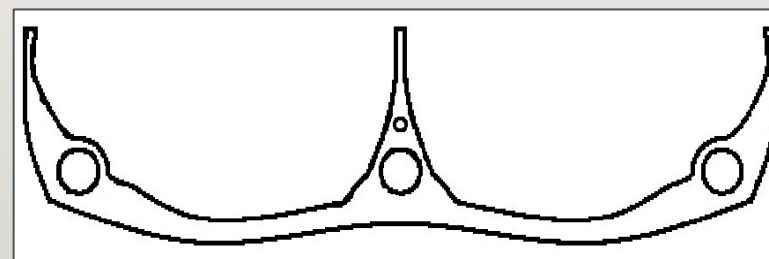


Διατομή επιφανειακού στοιχείου

□ Βελτιστοποίηση Σχήματος



Αρχικό σχήμα



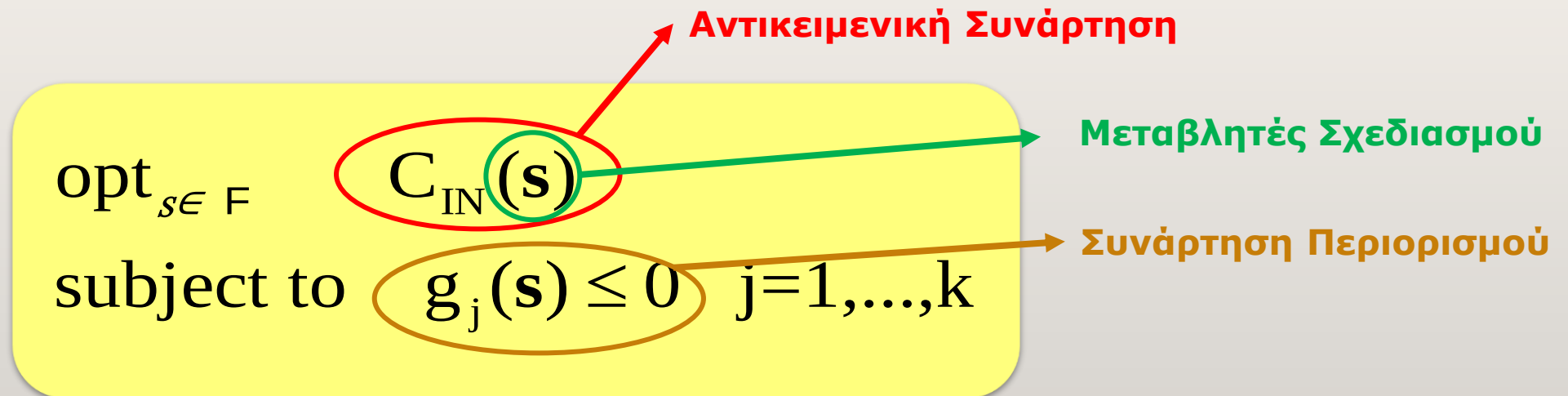
Βελτιστοποιημένο σχήμα

□ Βελτιστοποίηση Τοπολογίας



Βελτιστοποίηση δομικού σχεδιασμού

Η γενική μορφή ενός προβλήματος μοντελοποίησης δομικού σχεδιασμού μπορεί να εκφραστεί ως εξής:



$C_{IN}(s)$ είναι το κόστος

s είναι το διάνυσμα των μεταβλητών σχεδιασμού

$g(s)$ είναι το διάνυσμα των συναρτήσεων περιορισμού (Ευρωκώδικες)

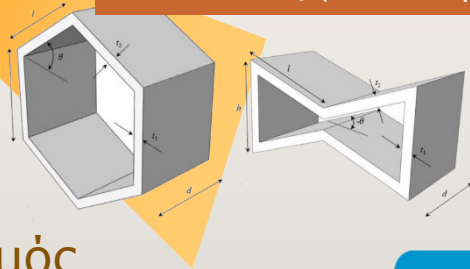
Μεθοδολογία Βελτιστοποίησης



Αρχικός Σχεδιασμός

(1) ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

- ✓ Μεταβλητές Σχεδιασμού x (πάχος, διατομή...)
- ✓ Αντικειμενική Συνάρτηση f (κόστος, όγκος, μάζα...)
- ✓ Κανόνες (αντισεισμικοί, περιβαλλοντικοί, ενέργειας...)



(2) ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

$$\begin{cases} \min_{x \in X_{ad}} f(x) \\ s.t. \begin{cases} g_1(x) \leq 0 \\ g_2(x) \leq 0 \\ \dots \end{cases} \end{cases}$$



OPTIMIZATION COMPUTING PLATFORM

(3) ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

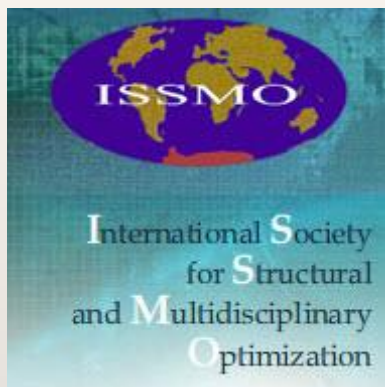
```
1 g := 0, create initial population;
2 repeat
3   for l := 1 to λ do
4     k := RandomIndex(μ);
5     āl := MutateAtom(k);
6   end
7   Bo(g) = {{ȳl, sl, Fl}, l = 1...λ}, R(g) := Bp(g) ∪ Bo(g);
8   S(g) = FastNonDominatedSort(R(g)), Bp(g+1) = ∅, i = 1;
9   while |Bp(g+1)| + |Si| ≤ μ do
10    CrowdingDistanceAssign(Si);
11    Bp(g+1) ← Bp(g+1) ∪ Si;
12    i ← i + 1;
13  end
14  SortByCrowdedDistance(Si);
15  Bp(g+1) ← Bp(g+1) ∪ Si[1 : (μ - |Bp(g+1)|)];
16  g := g + 1;
17 until termination condition;
```

(4) ΕΠΙΛΥΣΗ

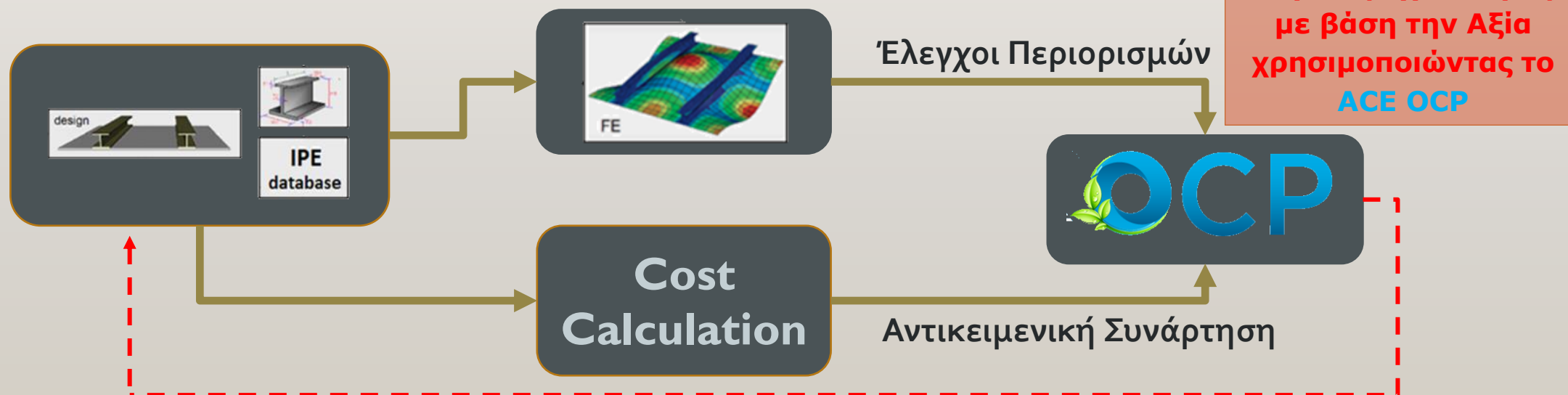


Βέλτιστος Σχεδιασμός

Υπολογιστική Πλατφόρμα Βελτιστοποίησης



Η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα που λήφθηκαν με λογισμικό OCP εγκρίθηκαν με τη δημοσίευση * του θεωρητικού πλαισίου και των ενδεικτικών αποτελεσμάτων στο επίσημο περιοδικό της **ISSMO** (International Society for Structural and Multidisciplinary Optimization <http://www.issmo.net>).



*N.D. Lagaros, A general purpose real-world structural design optimization computing platform, Structural and Multidisciplinary Optimization, Volume 49, pp 1047–1066, 2014, <http://goo.gl/cZIbgB>

Πώς να φτάσετε στον **φθηνότερο**

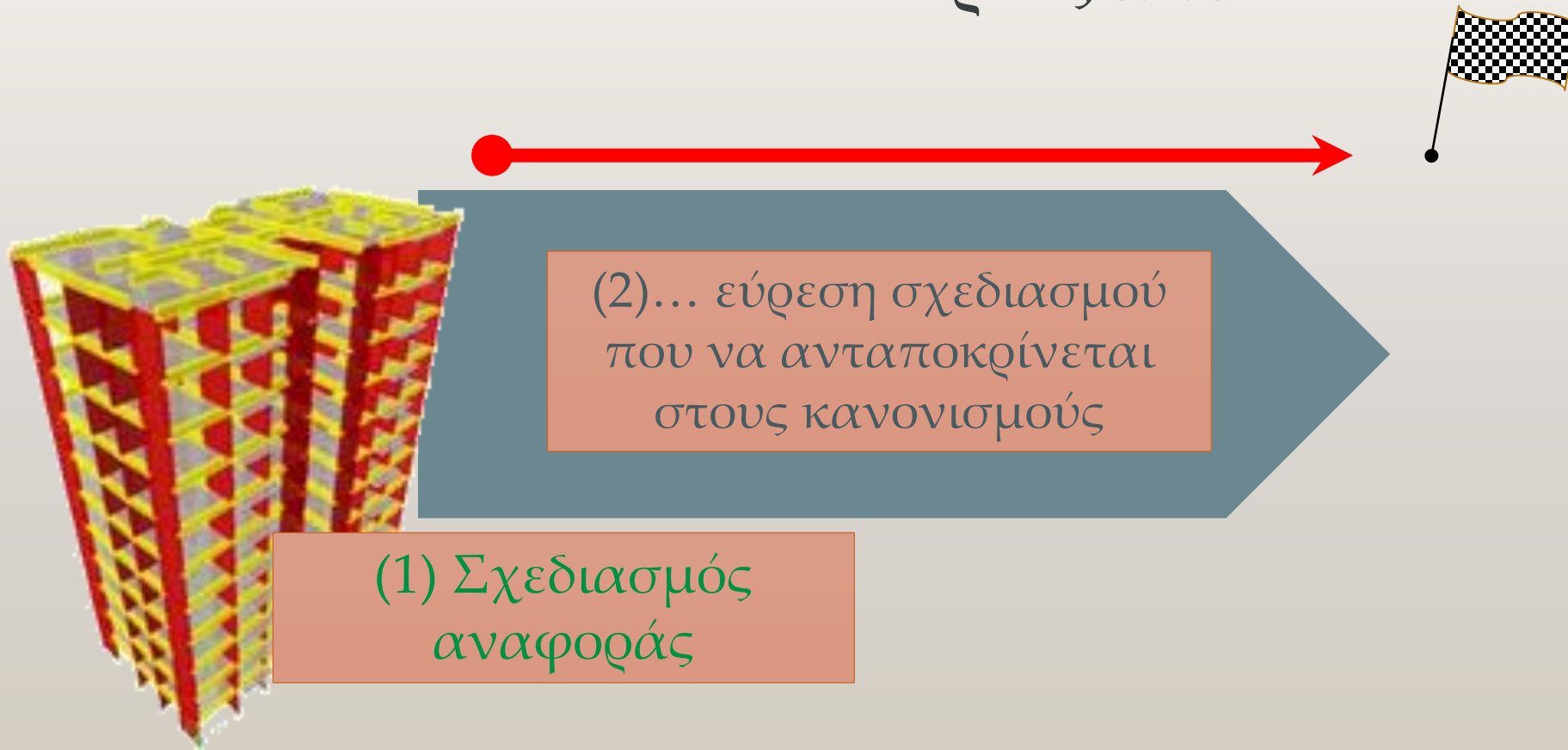
σχεδιασμό, ενώ πληρούνται όλοι οι κανονισμοί

σχεδιασμού



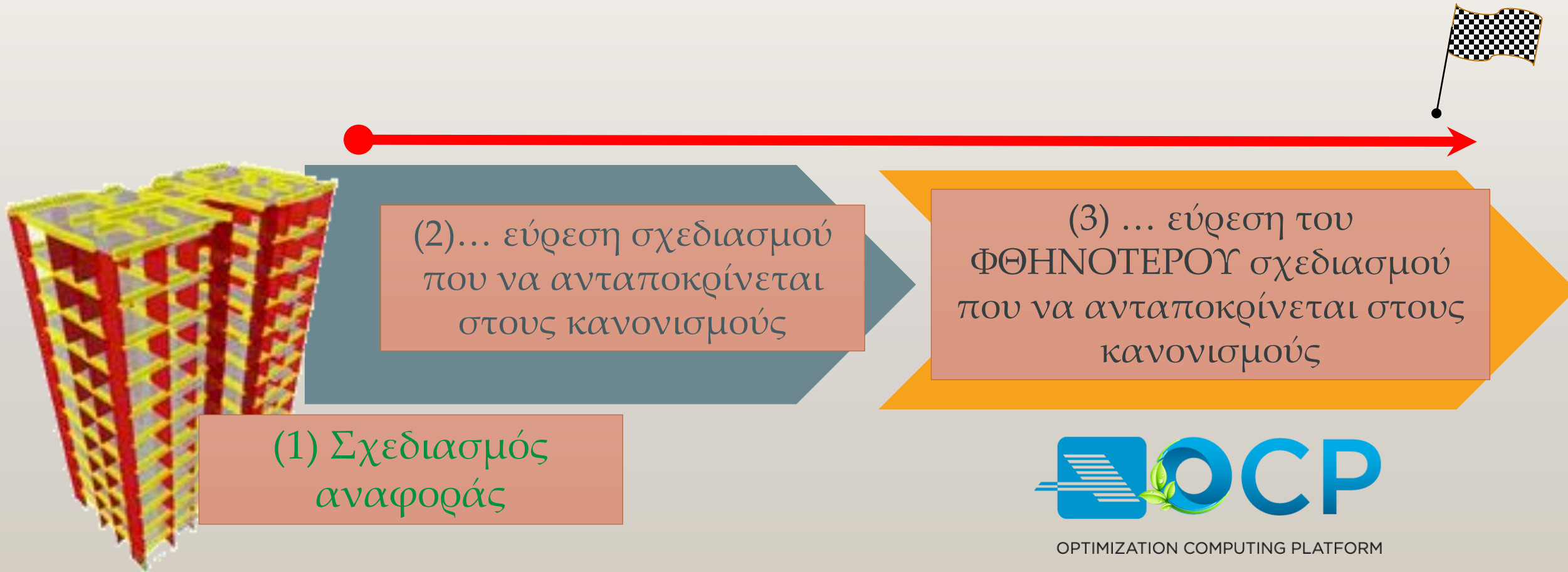
Πρότυπη διαδικασία σχεδιασμού

Η Πρότυπη διαδικασία σχεδιασμού, αποτελείται
κυρίως από ...



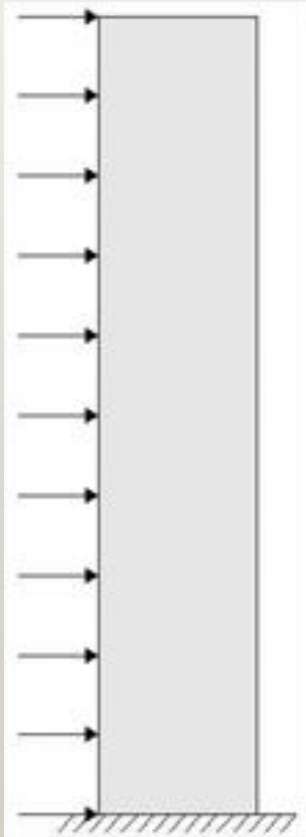
Νέα διαδικασία σχεδιασμού

Νέα προσέγγιση έναντι πρότυπης προσέγγισης



Μελλοντικό Πλάνο: Βελτιστοποίηση Τοπολογίας

Βελτιστοποίηση Τοπολογίας σε Κτηριακές Κατασκευές



Problem
Description



No constraints
applied

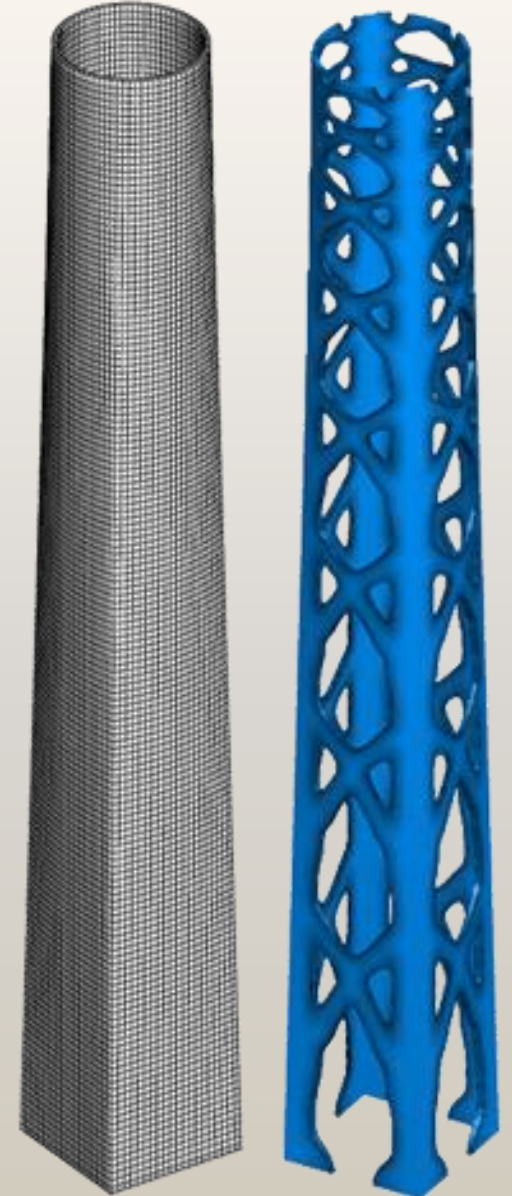


Constraints
applied



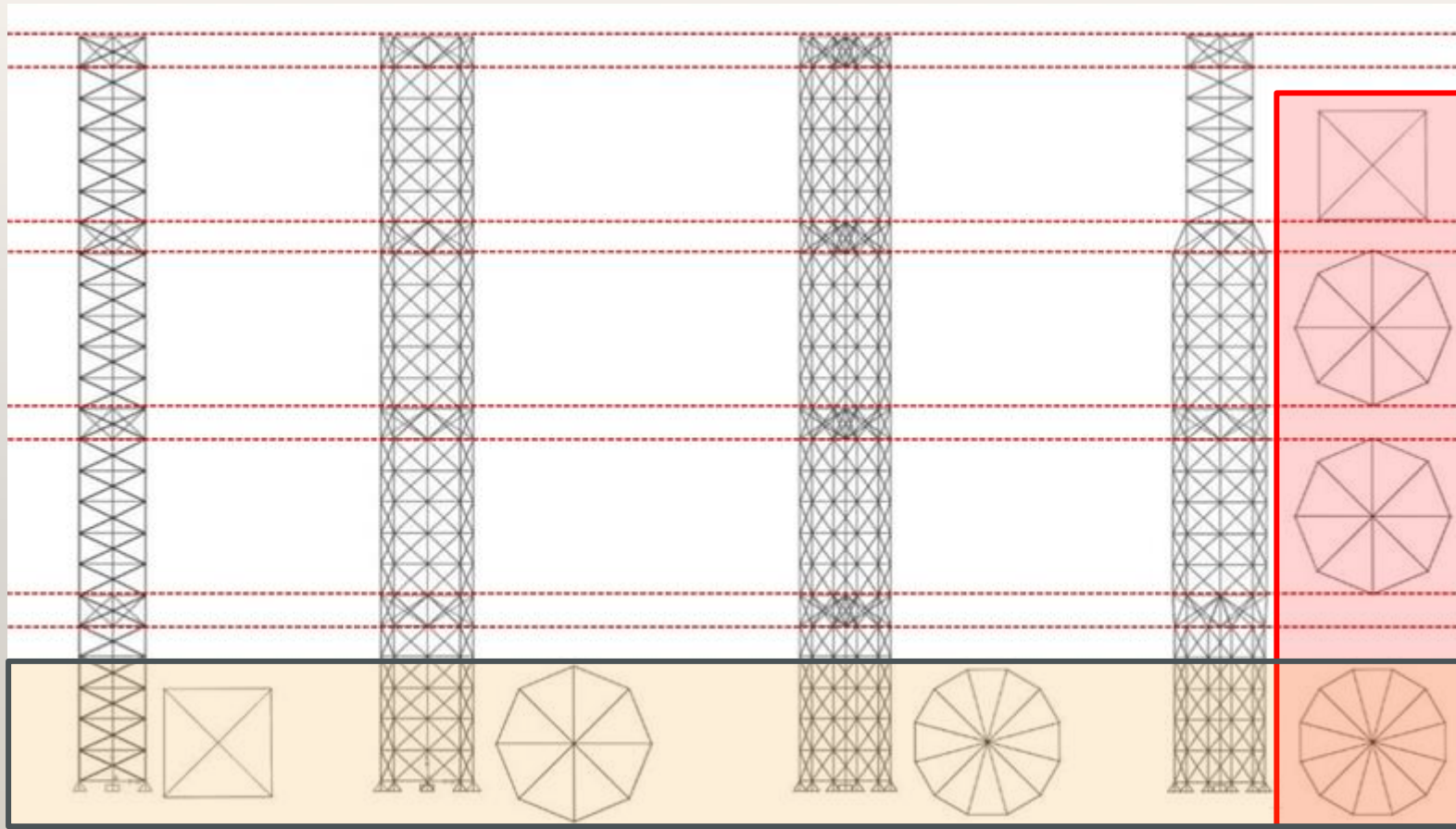
Similar cross
bracing seen on
the Bank of China

(Photo: WorldMarketMedia.com)



Μελλοντικό Πλάνο: Βελτιστοποίηση Σχήματος

Βελτιστοποίηση Σχήματος σε Κτηριακές Κατασκευές

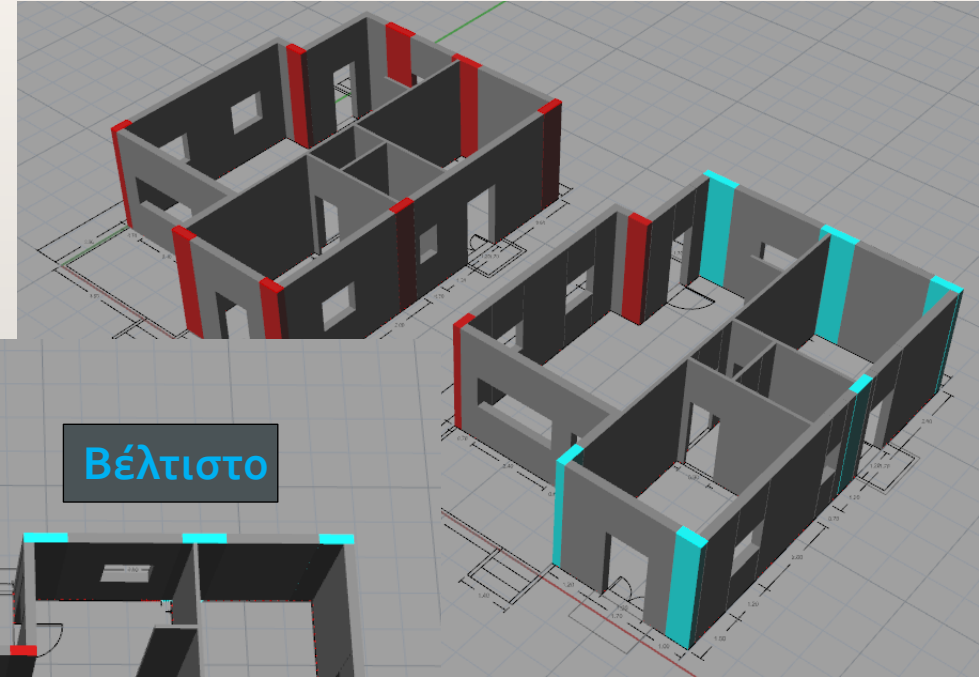
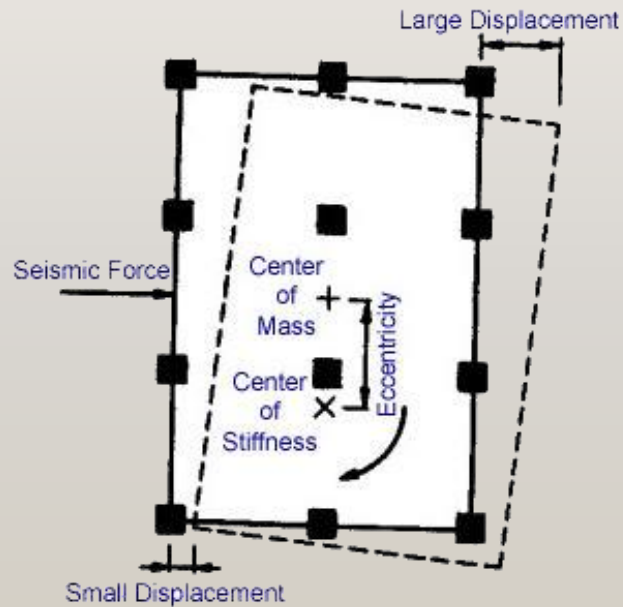


Βελτιστοποίηση
Σχήματος σε κάτοψη

Βελτιστοποίηση
Σχήματος καθ' ύψος

Μελλοντικό Πλάνο: Βελτιστοποίηση Τοπολογίας & Σχήματος

Αλλαγή μεγέθους και θέσης των υποστυλωμάτων στην κάτοψη, προκειμένου να μειωθεί η Εκκεντρότητα



Ενσωμάτωση του OCP στα προϊόντα της CSI



CSI COMPUTERS & STRUCTURES, INC.
STRUCTURAL AND GEOTECHNICAL ENGINEERING SOFTWARE

ABOUT PRODUCTS SALES SUPPORT NEWS CONTACT

API TOOLS GALLERY

Home / Application Programming Interface / API Tools Gallery

Below you will find a few examples of plugins and standalone applications that have been built using the CSI API.

Have you used the CSI Application Programming Interface to create a plugin or a standalone product? Tell us about it here.

API Overview API Tools Gallery

Product Name: ACE OCP for ETABS
Product Website: <https://www.aceocp.com/about-ace-ocp/>
Company: ACE-Hellas
CSI Products Supported: ETABS®
Product Summary: ACE OCP is an innovative plug-in for ETABS 2016 (64-bit only) and the first of its kind to offer a practical solution for value engineering (VE). Through a friendly interface and state-of-the-art algorithms, ACE OCP, automatically optimizes any structure in order to reduce construction and/or material costs consistent with the required performance, reliability, quality and safety. ACE OCP provides a holistic optimization approach in terms of final design stage for real-world civil engineering structures such as buildings, bridges or more complex structural systems.

Product Name: ACE OCP for SAP2000
Product Website: <https://www.aceocp.com/about-ace-ocp/>
Company: ACE-Hellas
CSI Products Supported: SAP2000®
Product Summary: ACE OCP is an innovative plug-in for SAP2000 v.18 (64-bit only) and the first of its kind to offer a practical solution for value engineering (VE). Through a friendly interface and state-of-the-art algorithms, ACE OCP, automatically optimizes any structure in order to reduce construction and/or material costs consistent with the required performance.

OCP for Etabs - File : Paracorr Units : N_mm_C Registered

Page: Formulation Objective Solution Info

Page Group: Algorithms Convergence Solver Optimize

Item: Results

OCP Optimization Computing Platform for ETABS®

Optimization History

18:42:16

Improvement (%)

Iteration

Lower Upper

Calculating Shell Volume...

Iteration: 107 (00:04:46) Current improvement: 16.5% Maximum improvement: 18.2%

Initial Cost: 373401. Current Cost: 311845. Minimum Cost: 305346.

Chart

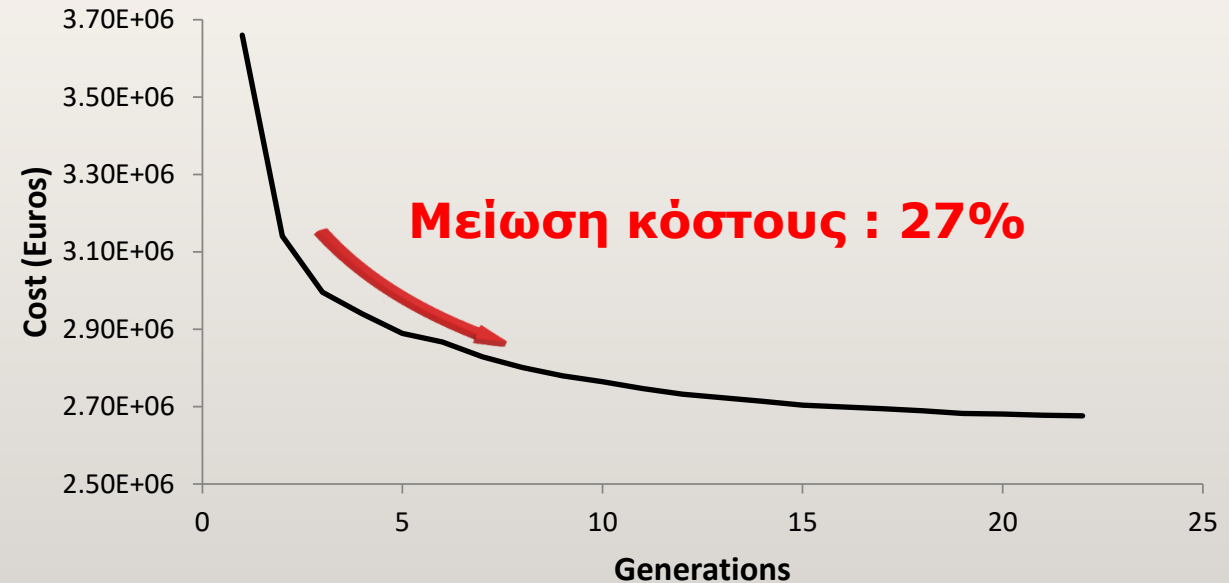
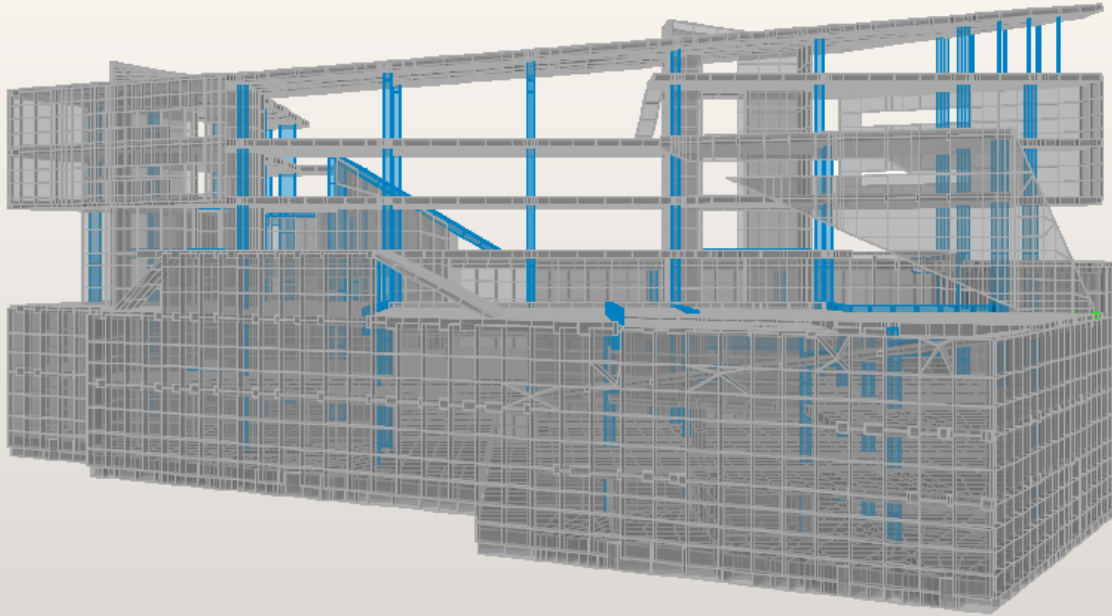
Progress Bar

Textboxes

Ribbon Control

Client Area

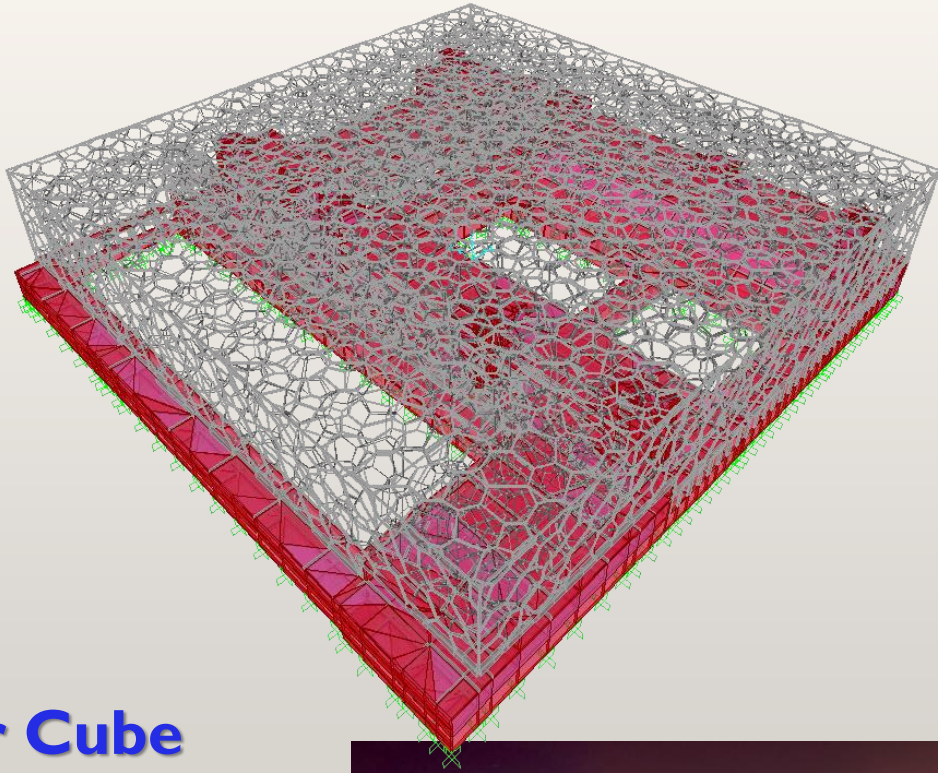
Δημαρχείο Αγίας Παρασκευής (Αθήνα)



Περιγραφή

- 73 μεταβλητές σχεδιασμού
- 8 ομάδες υποστυλωμάτων
- 15 ομάδες δοκών
- 10 ομάδες πλακών
- 11 ομάδες τοιχείων
- 6 ομάδες ενισχυμένων ζωνών έναντι διάτμησης
- Έλεγχοι Ευρωκώδικας 2,8 ως περιορισμοί: **ικανοποιούνται**

Πεκίνο 2008 Ολυμπιακοί Αγώνες

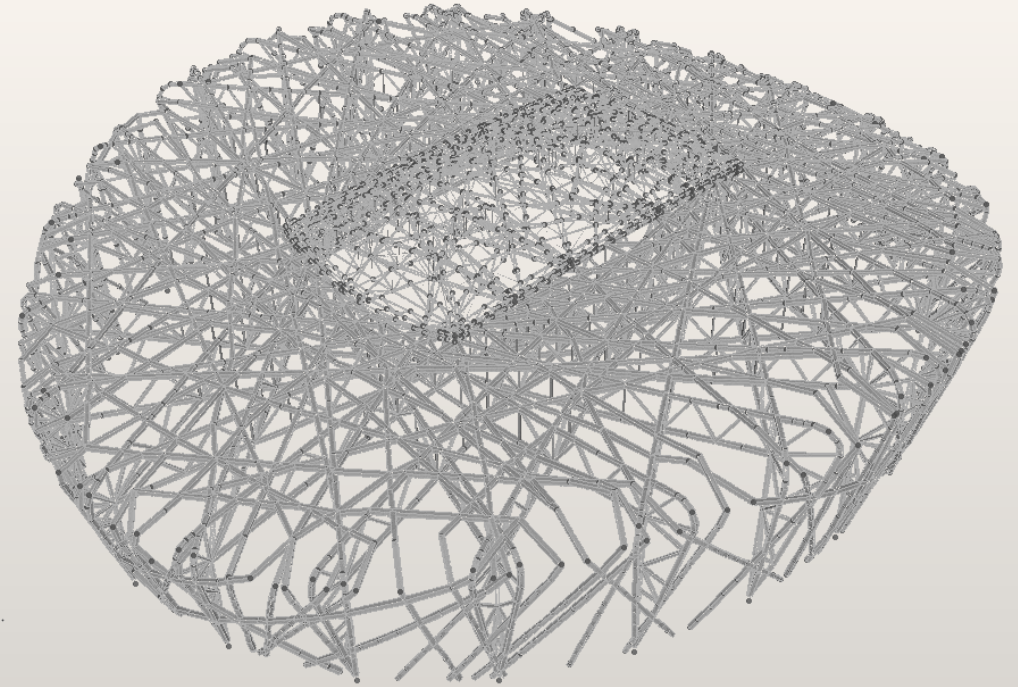


Water Cube

Περιγραφή

- 98 μεταβλητές σχεδιασμού
- Κανονισμός: BS5950

Μείωση κόστους : 7%

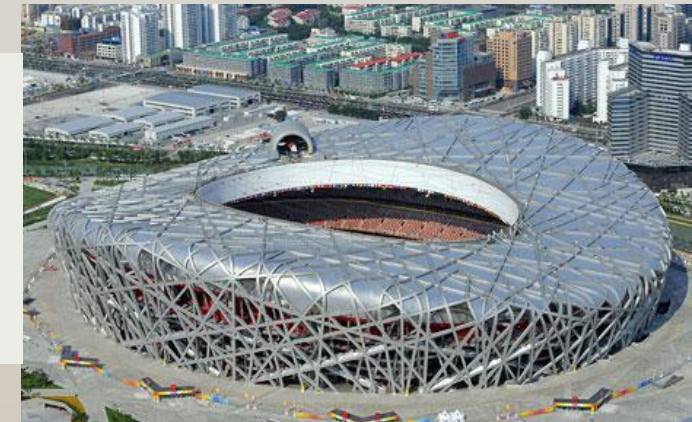


Bird's Nest

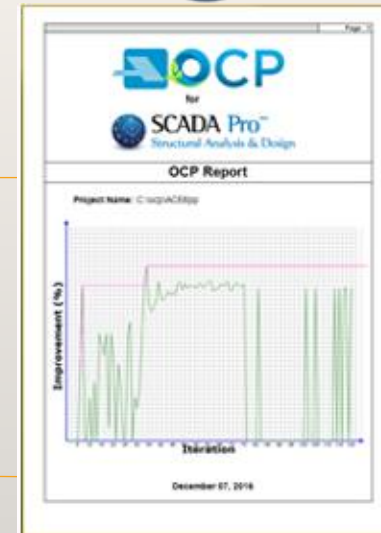
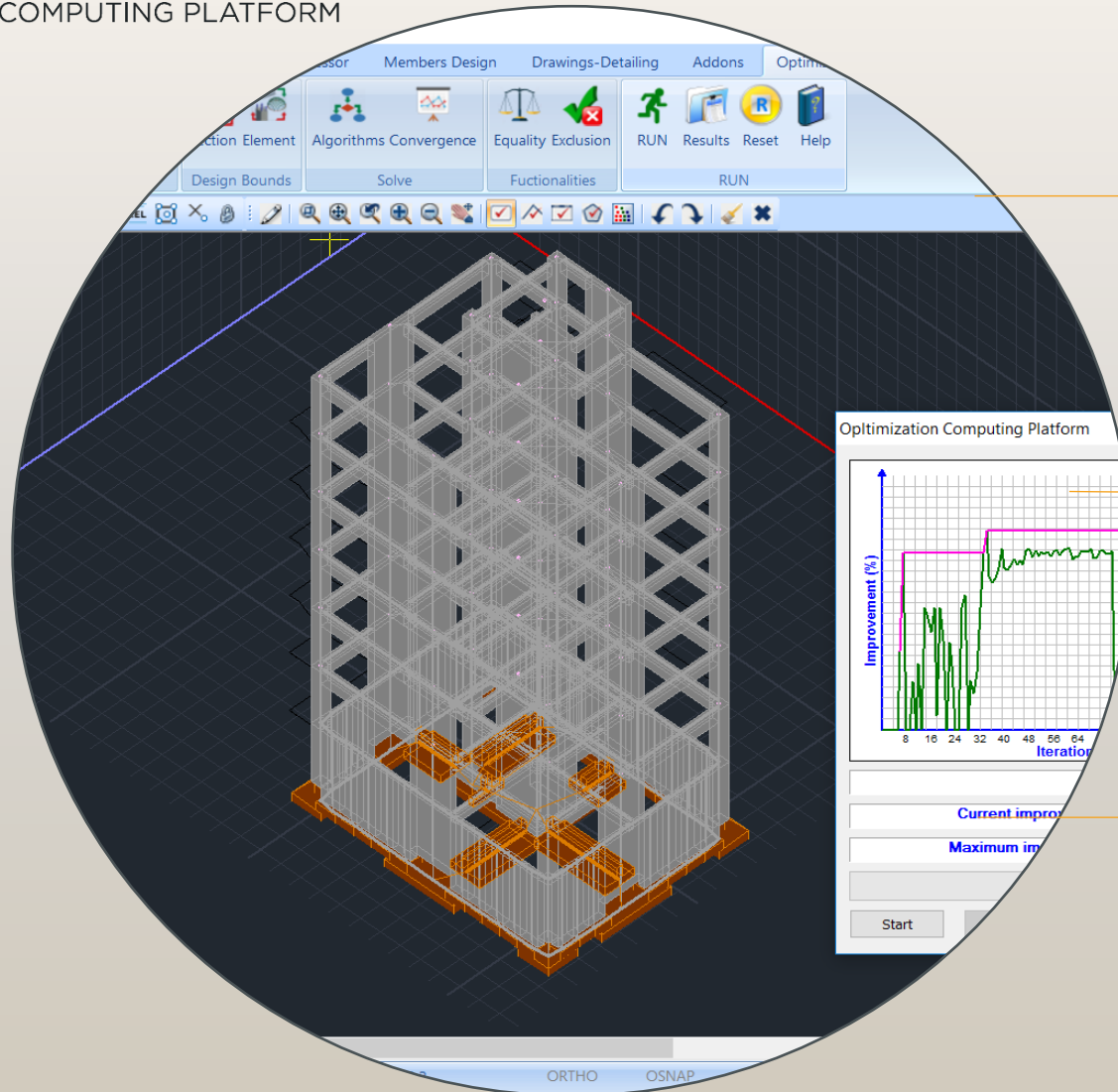
Περιγραφή

- 139 μεταβλητές σχεδιασμού
- Κανονισμός : AISC-ASD

Μείωση κόστους : 10%



Η βελτιστοποίηση στο SCADA Pro



Step			Tot	
Number	Failure Degree	Cos		
1	Max	29576		
2	Min	9433		
3	Init	18391		
4	1.10	16265		
5	1.09	17028		
6	0.00	16477		
7	0.00	14132		
8	48.66	19201		
9	5.01	17962		
10	0.00	17208		
11	2.74	16145		
12	0.00	16769		
13	0.00	18349		
14	1.09	15217		

In-Use 3									
Basic Parameters									
Solution		Objectives				Scenarios			
Algorithm	Integer Calculator	Objective Function	Weight Coefficient	Min	Max	Analysis Design			
Max Steps	2	Material Cost	1.00	☐	☐	Units	m - kN - kPa		
Improvement	0.00	Construction Cost	0.00	☐	☐				
Max No FEA	0								
Problem Formulation - General Parameters									
General Bounds			General Constraints				Additional Constraints		
Structural Element	Lower	Upper	Step	Measurement	Lower	Upper		Punching	
Columns	0.00	0.00	0.00	Material Cost	-1.00	-1.00		Cover	
Beams (2)	0.00	0.00	0.00	Construction Cost	-1.00	0.03		Rebar	
Beams (3)	0.00	0.00	0.00	Eigenperiod (1st)	-1.00	-1.00		Drift	
Slabs	8.00	8.00	8.00	Eigenperiod (2nd)	-1.00	-1.00		Upper Limit (%)	
Walls	20.00	20.00	20.00	Eigenperiod (2nd)	-1.00	-1.00			
Material Cost				Construction Cost					
Type	Unit Cost	Productivity Rate	Beams	Columns	Slabs/Walls				
Concrete (currency/volume)	70.00	Concrete (hrs/volume)	2.40	3.00	1.60				
Steel rebar (currency/weight)	0.70	Steel rebar (hrs/weight)	12.00	12.00	8.50				
Structural Steel (currency/weight)	0.90	Structural Steel (hrs/weight)	40.00	40.00	2.00				
Aluminium (currency/weight)	3.00	Labor Cost (currency/hrs)			15.00				
Collective Results									
Cost	Initial	Optimized	Improvement (%)	Solution Data					
Material Cost	18391.69	12888.77	26.11	Number of Iterations	120				
Construction Cost	76386.99	56486.28	26.05	Time	00 - 44 - 48				
Feasibility	YES			Optimum Iteration No	34				
Bill of Material									
		Concrete (Volume)		Steel Rebar (Weight)		Structural Steel (Weight)			
Beams	Initial	59.50		59.50		0.00			
	Optimized	38.69		38.69		0.00			
	Improvement (%)	34.97		34.97		0.00			
Columns	Initial	200.63		200.63		0.00			
	Optimized	153.51		153.51		0.00			
	Improvement (%)	23.49		23.49		0.00			
Finite Elements	Initial	0.00		0.00		0.00			
	Optimized	0.00		0.00		0.00			
	Improvement (%)	0.00		0.00		0.00			

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ



OPTIMIZATION COMPUTING PLATFORM



www.aceocp.com
www.ace-hellas.com