

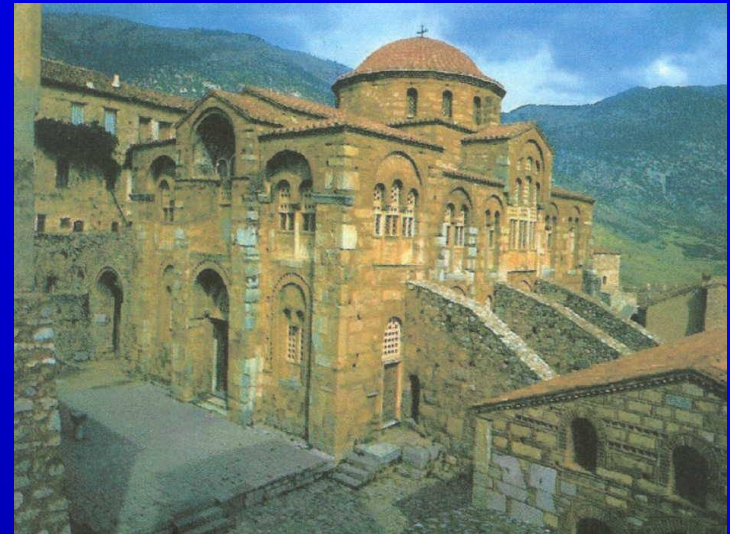
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΑΘΗΝΑ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2010





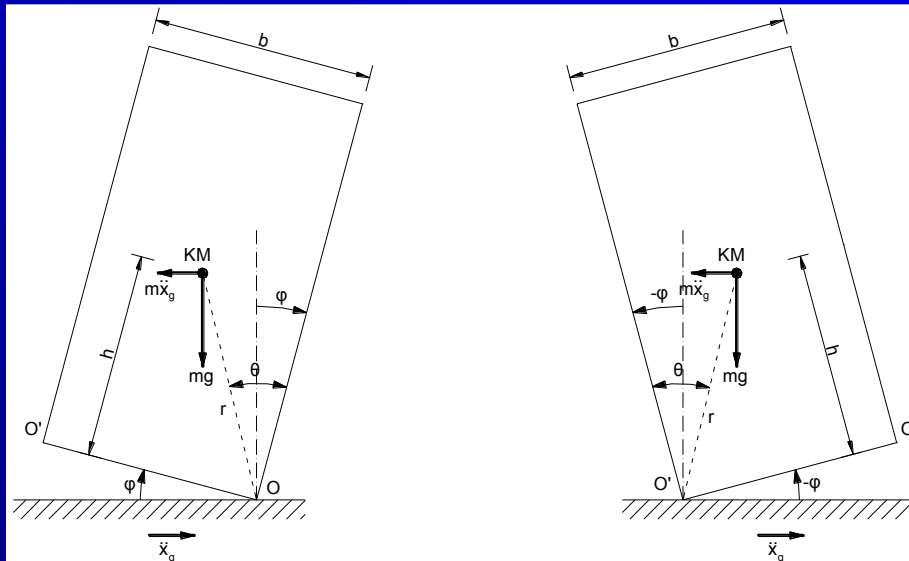
ΑΡΧΑΙΑ ΜΝΗΜΕΙΑ
ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΚΟΝΙΑΜΑ
ΣΤΟΝ ΑΡΜΟ



ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ
ΥΠΑΡΧΕΙ ΚΟΝΙΑΜΑ

ΣΤΕΡΕΑ ΣΩΜΑΤΑ

ΛΙΚΝΙΣΜΟΣ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ



$$I_0 \ddot{\phi} - mgh\phi = \mp m \frac{b}{2} g - mh\ddot{x}_g \quad (\text{Housner 1963})$$

- Ελάχιστη επιτάχυνση για την έναρξη λικνισμού.

$$(\ddot{x}_g)_{cr} = \frac{b}{2h} g$$

- Έντονο μη γραμμικό φαινόμενο.
- Μεγάλη ευαισθησία ακόμα και για μικρές διακυμάνσεις των παραμέτρων.
- Πολύπλοκη απόκριση με δύσκολες αναλυτικές λύσεις.

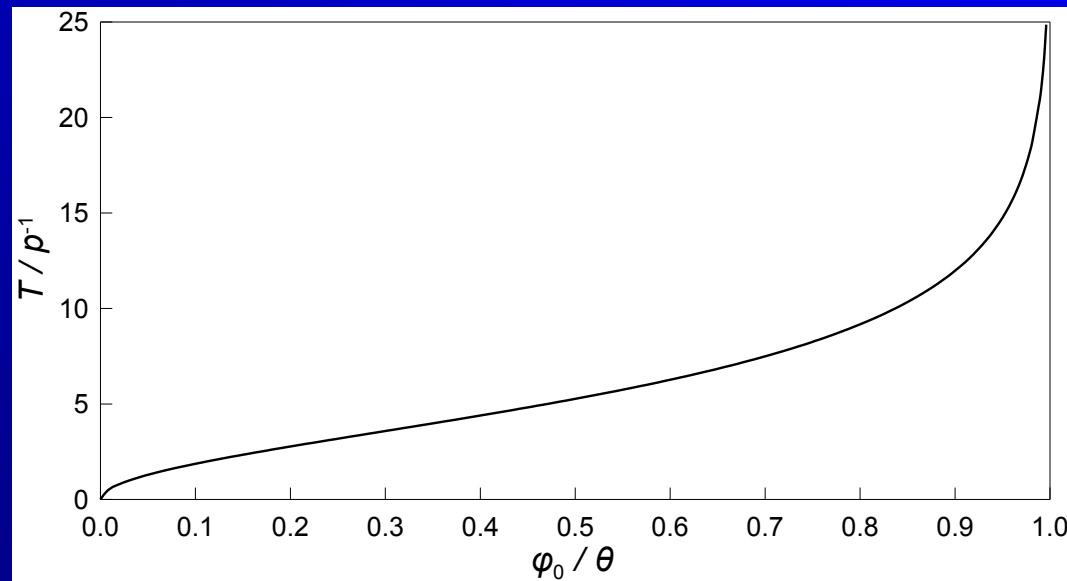
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ

Η απόκριση της ελεύθερης ταλάντωσης εξαρτάται από το εύρος της ταλάντωσης φ_0

$$\frac{T}{4} \approx \frac{1}{p} \cosh^{-1} \left(\frac{1}{1 - \varphi_0 / \theta} \right)$$

όπου

$$p = \sqrt{\frac{mgh}{I_0}}$$



Τα λικνιζόμενα σώματα δεν έχουν ιδιοπερίοδο με την κλασσική έννοια



ΑΡΧΑΙΑ ΜΝΗΜΕΙΑ



ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ



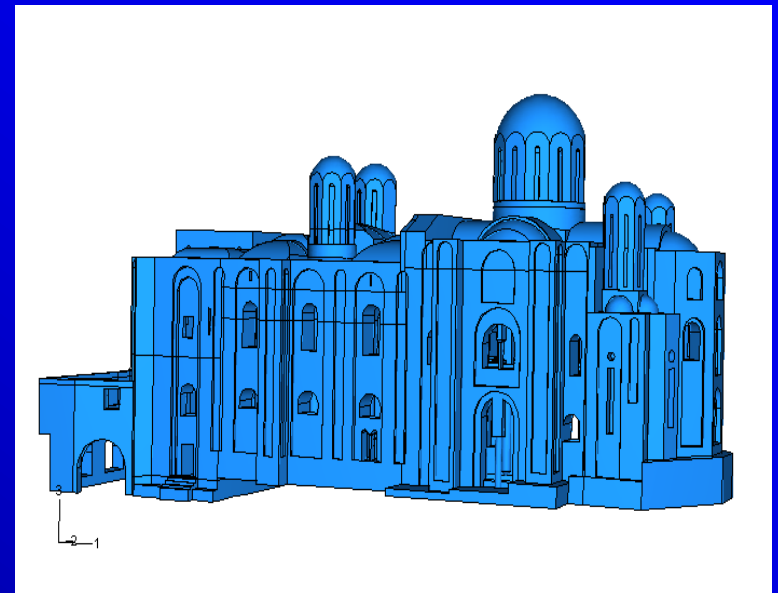
ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ: ΛΕΠΤΟΜΕΡΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ: ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

ΜΝΗΜΕΙΟ: ΞΕΧΩΡΙΣΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ
ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ
ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ –ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ
ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

ΑΡΧΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ
ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ ΑΠΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
ΕΓΚΑΤΑΛΕΙΨΗ
ΦΥΣΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ



ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

ΙΔΙΟΠΕΡΙΟΔΟΙ ΚΑΝΟΝΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ

ΙΔΙΟΣΧΗΜΑΤΑ ΚΑΝΟΝΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ

ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ ΚΑΝΟΝΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ

ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

ΤΑ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΑΥΟΥΝ ΝΑ ΕΧΟΥΝ ΝΟΗΜΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΩΝ ΟΡΙΣΜΩΝ

- ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

ΣΤΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

**ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ (ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΚΑΙ
ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ)**

- ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΙΚΡΟΔΟΝΗΣΕΩΝ (ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ)

ΠΟΙΑ Η ΣΧΕΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΘΟΔΩΝ;

ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

1. ΣΤΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

ΡΩΓΜΕΣ

ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ

ΔΙΑΦΟΡΙΚΕΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ

ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ

ΚΛΙΣΕΙΣ

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, ΥΓΡΑΣΙΑ, ΑΝΕΜΟΣ

ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

2. ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΚΑΘΟΛΙΚΟ ΙΕΡΑΣ ΜΟΝΗΣ ΔΑΦΝΙΟΥ

ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΧΑΛΚΙΔΟΣ

ΜΗΤΡΟΠΟΛΗ ΑΘΗΝΩΝ

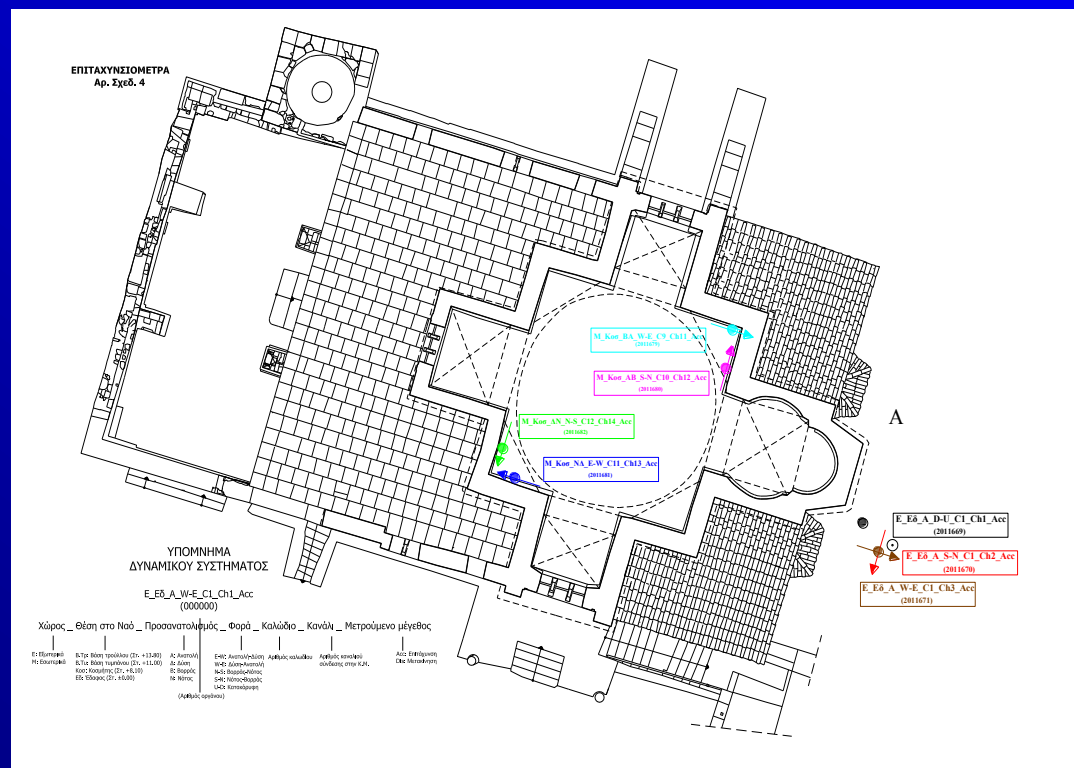
ΑΓΙΟΣ ΠΕΤΡΟΣ ΔΟΜΗΝΙΚΑΝΩΝ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΠΑΝΑΓΙΑ ΚΡΗΝΑ ΧΙΟΣ

ΔΟΧΕΙΑΡΙΟ ΑΓΙΟ ΟΡΟΣ

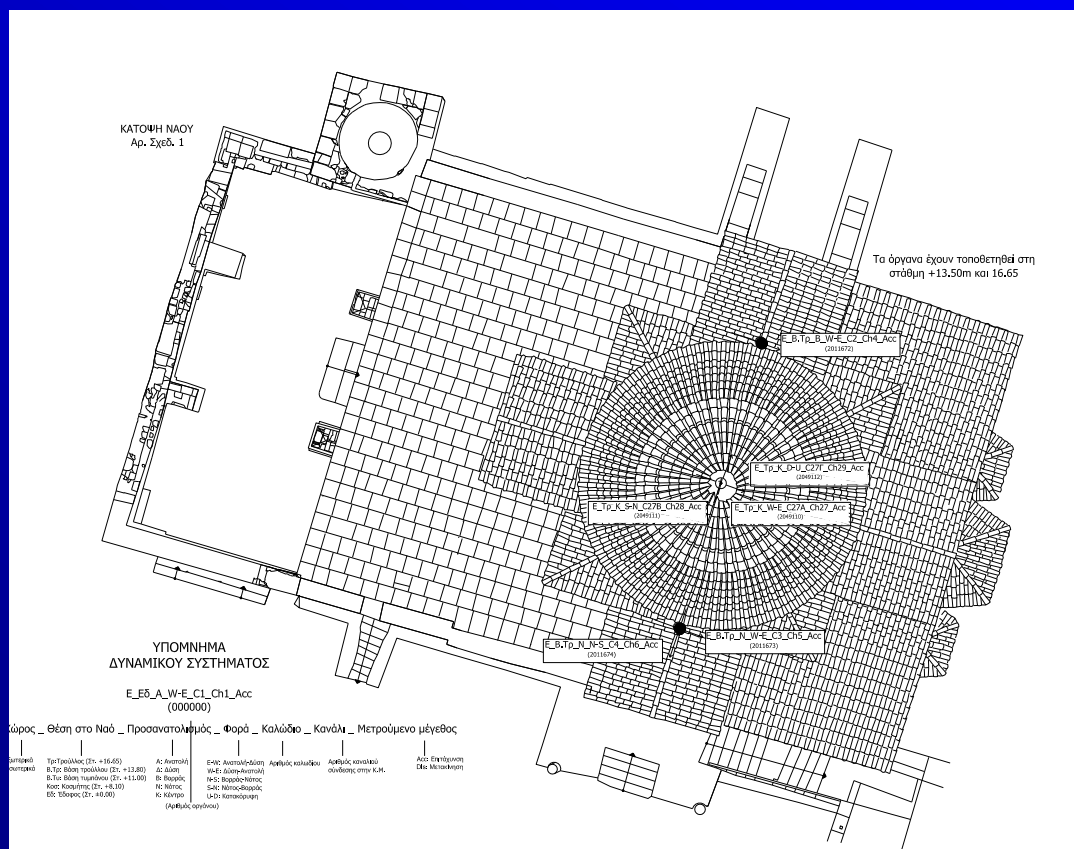
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΑΦΝΙ



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΙΛΟΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

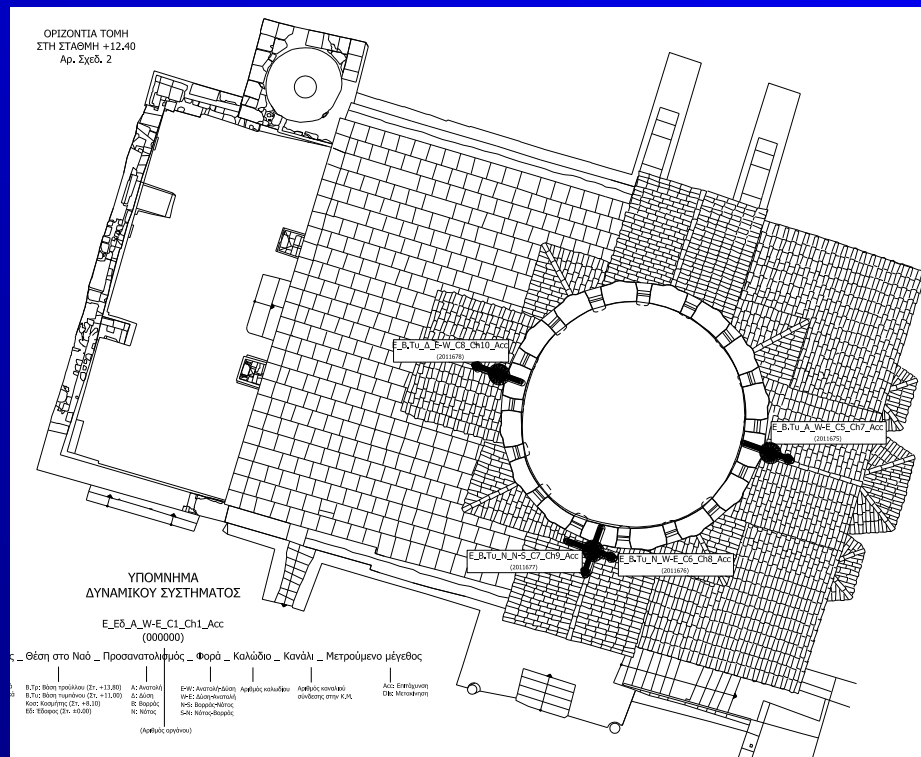
ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΜΕΤΡΑ



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΙΛΟΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΜΕΤΡΑ

ΣΤΑΘΜΗ: ΒΑΣΗ ΤΡΟΥΛΟΥ+11.00 m



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΙΛΟΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Συχνότητα Δειγματοληψίας

$$F_s = 200 \text{ Hz}$$

Συχνότητα Αναλογικού Φίλτρου Εισόδου

$$f = 100 \text{ Hz}$$

Ακρίβεια Συστήματος Μετρήσεων
(accuracy)

$$\text{accel} = 0.001g$$

Συχνότητα Nyquist

$$f_N = 100 \text{ Hz}$$





Σεισμός 26/09/2004
Ν.Ευβοϊκός Κόλπος
M=4.2 R Εστιακό Βάθος 20km

Σεισμός 08/01/2006
Θαλάσσια Περιοχή Κυθήρων
M= 6.4 R Εστιακό Βάθος 60km

Σεισμός 05/11/2006
Ευρύτερη Περιοχή Πεντέλης
M =3.7 R Εστιακό Βάθος 21km

Σεισμός 12/12/2006
Μαλεσίνα Φθιώτιδας
M =4.5 R Εστιακό Βάθος 20km

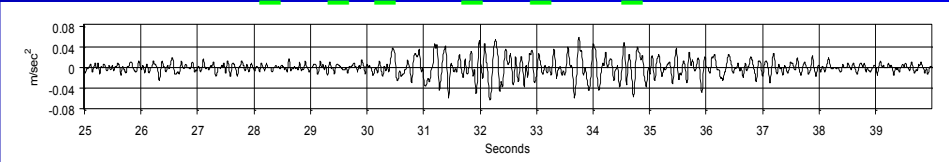
Σεισμός 29/1/2008
Σαρωνικός Κόλπος
M =4.6 R Εστιακό Βάθος 20km

Σεισμός 29/1/2008
Μαντούδι Ευβοίας
M =5.6 R Εστιακό Βάθος 24km
M =5.1 R Εστιακό Βάθος 21km

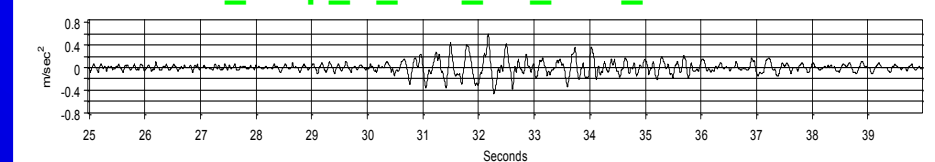
Κατάσταση μνημείου για κάθε σεισμική καταπόνηση

Σεισμός	Κατάσταση μνημείου
26/09/2004	Ικρίώματα
08/01/2006	Ικρίώματα
05/11/2006	Ικρίώματα- Α' Φάση ενεμάτων
12/12/2006	Ικρίώματα- Α' Φάση ενεμάτων
29/01/2008	Ολοκλήρωση επεμβάσεων στο μνημείο
14/10/2008	Ολοκλήρωση επεμβάσεων στο μνημείο

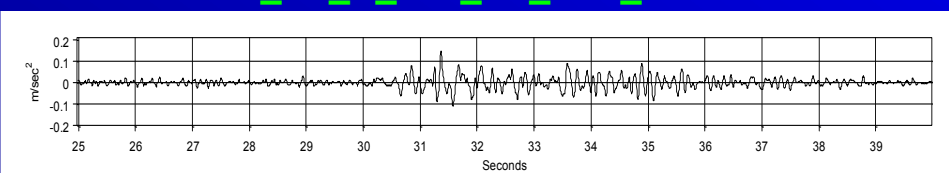
E_Eδ_A D-U C1_Ch1_Acc



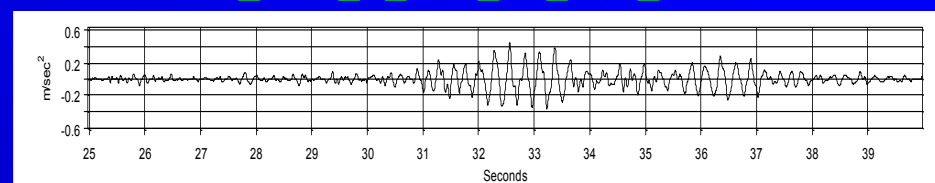
E_B.Trp_N S-N C4_Ch6_Acc



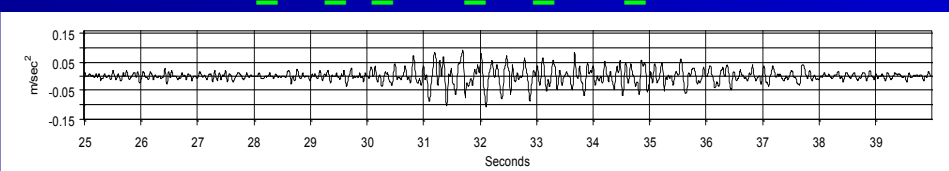
E_Eδ_A_S-N_C1_Ch2_Acc



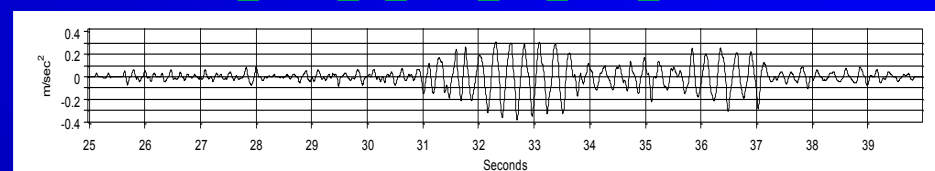
E_B.Tu_A_W-E_C5_Ch7_Acc



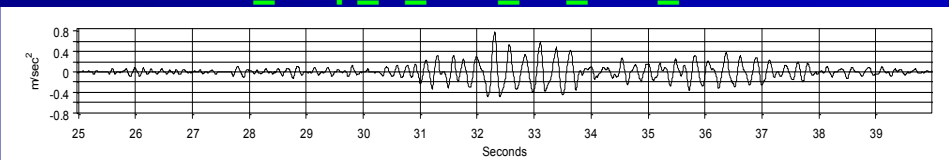
E_Eδ_A_W-E_C1_Ch3_Acc



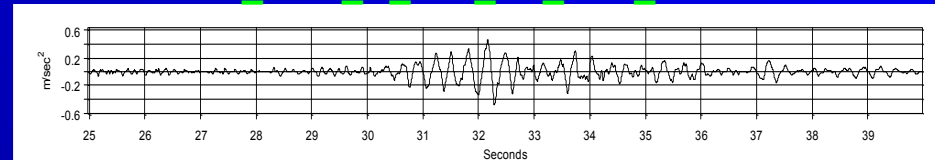
E_B.Tu_N_W-E_C6_Ch8_Acc



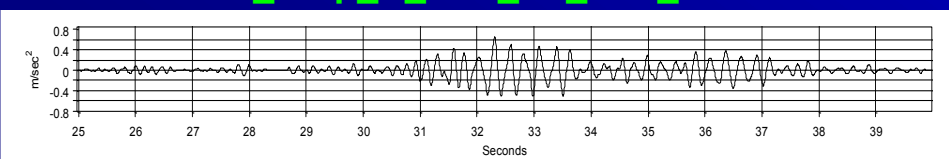
E_B.Trp_B_W-E_C2_Ch4_Acc



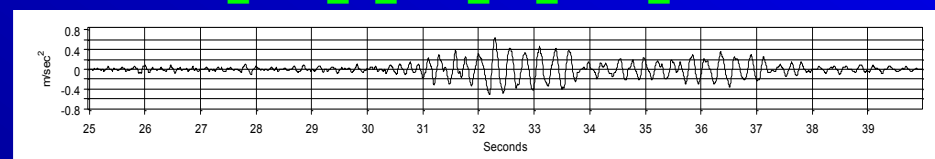
E_B.Tu_N S-N C7_Ch9_Acc



E_B.Trp_N_W-E_C3_Ch5_Acc

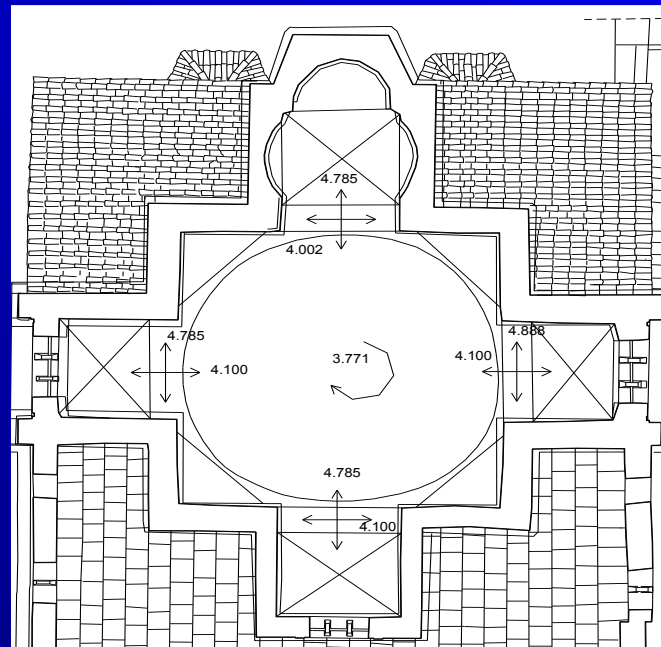


E_B.Tu_Δ_W-E_C8_Ch10_Acc



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΔΟΝΗΣΕΩΝ

Η δεσπόζουσα μεταφορική ιδιοσυχνότητα του μνημείου B-N είναι 4.100Hz, ενώ A-Δ είναι 4.785Hz. Στη νότια πλευρά **A-Δ** ($f=4.880\text{Hz}$), ενώ στη βόρεια πλευρά ($f=4.785\text{Hz}$). Κατά τη διεύθυνση B-N, η δυτική πλευρά ($f=4.100\text{Hz}$) είναι πιο άκαμπτη συγκρινόμενη με την ανατολική ($f=4.002$). Από την επεξεργασία των μετρήσεων προκύπτει επίσης στρεπτική ιδιοσυχνότητα 3.771Hz. Η απόσβεση του συστήματος υπολογίστηκε σε $\zeta=2\%$ τόσο κατά τη διεύθυνση B-N όσο και κατά τη διεύθυνση A-Δ. Επίσης, από την ανάλυση των μετρήσεων οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στον τρούλο, η ιδιοσυχνότητα του κατά τη διεύθυνση A-Δ υπολογίστηκε σε 4.630Hz και 3.800Hz κατά τη διεύθυνση **B-N**.



ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΕΙΣΜΟΥ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΔΟΝΗΣΕΩΝ

ΙΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΕΙΣΜΟΥ 26-09-04 – ΜΙΚΡΟΔΟΝΗΣΕΙΣ				
Θέση στο Ναό	Διεύθυνση	26/9/2004	ΜΙΚΡΟΔΟΝΗΣΕΙΣ	Λόγος Μικροδονήσεις/Σεισμός
Βάση Τρούλου	Δύση- Ανατολή	3.71	4.63	1.25
	Νότος- Βορράς	3.13	3.80	1.22
Βάση Τυμπάνου	Δύση- Ανατολή	3.71	4.79	1.29
	Νότος- Βορράς	3.13	4.10	1.31
Κοσμήτης	Δύση- Ανατολή	3.71	4.79	1.29
	Νότος- Βορράς	3.13	4.10	1.31

2ος Σεισμός



Σεισμός 08/01/06

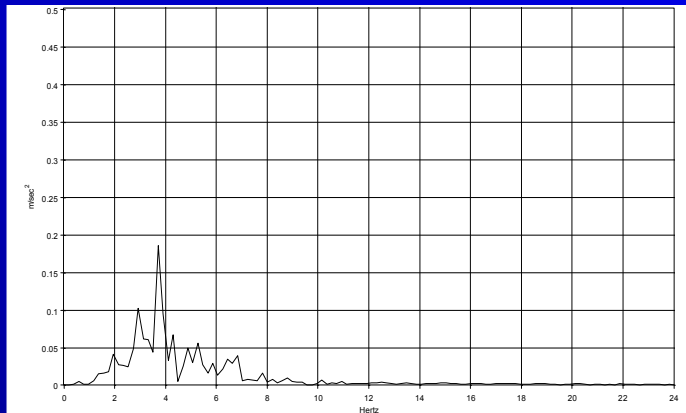
Περιοχή - Πόλη	Κύθηρα
Νομός	Πειραιώς
Ημερομηνία	08/01/06
Ώρα GMT	11:34
Γεωγραφικό Πλάτος	36:21
Γεωγραφικό Μήκος	23:41
Περιοχή Επικέντρου	Θαλάσσια Περιοχή ανατολικά των Κυθήρων
Μέγεθος	6.4 βαθμοί της κλίμακας Richter
Εστιακό Βάθος	69 km
Χαρακτηρισμός	Ισχυρός

Ο σεισμός έγινε αισθητός σε μια ευρεία περιοχή η οποία περιελάμβανε εκτός από τον Ελληνικό χώρο, τις χώρες της Τουρκίας, Αιγύπτου, Κύπρου, Ισραήλ, Συρίας, Ιορδανίας και Λίβανο. Παρόλο το μεγάλο μέγεθος του σεισμού οι αναφερόμενες ζημιές δεν ήταν ιδιαίτερα σημαντικές λόγω του αυξημένου βάθους του επίκεντρου του σεισμού (69km). Δεν αναφέρθηκαν τραυματισμοί ενώ οι όποιες κτιριακές ζημιές περιορίστηκαν στα νησιά των Κυθήρων και Αντικυθήρων και στην πόλη των Χανίων, στη δυτική Κρήτη. Επίσης, κατολισθήσεις και κατακρημνίσεις βράχων συνέβησαν (σύμφωνα με επίσημες πληροφορίες) μόνο στο χωριό Μιτάτα των Κυθήρων όπου η κεντρική πλατεία και δρόμος καταστράφηκαν λόγω των κατολισθήσεων.

Πηγή Σεισμικών
Δεδομένων

Γεωδυναμικό Ινστιτούτο

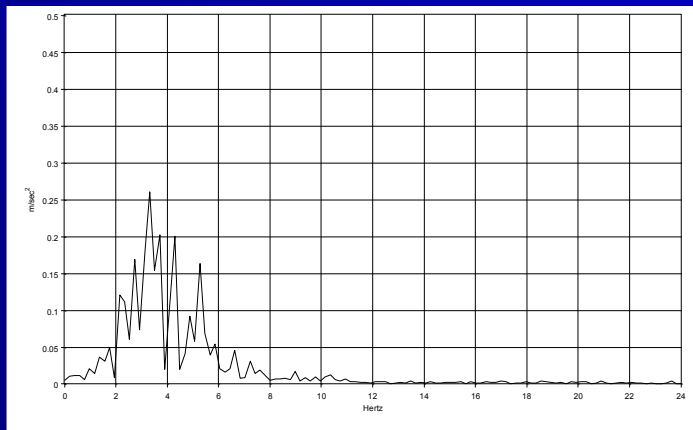
Διάρκεια Γραφήματος από 20 sec – 25 sec $f_i=3.71094$



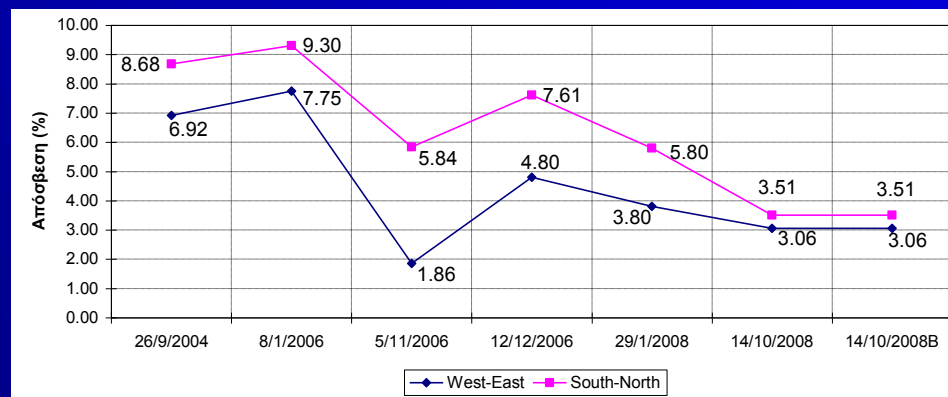
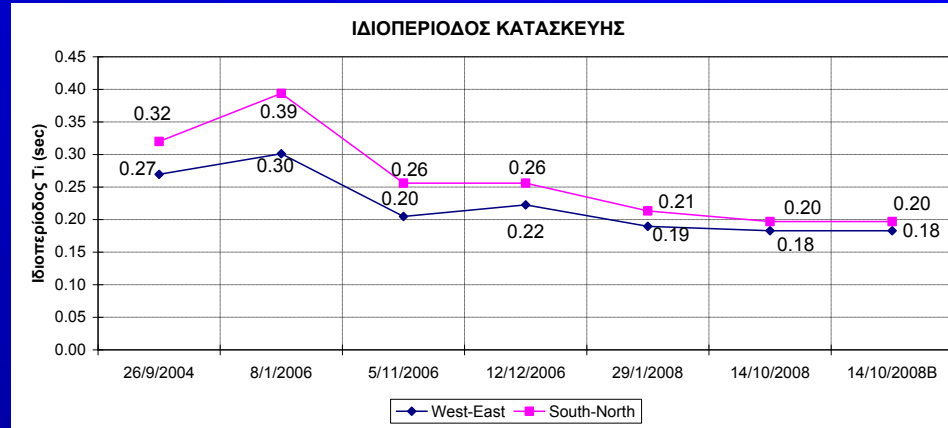
Μέγιστη/ Ελάχιστη τιμή παραμένουσας μετακίνησης

Κανάλι Καταγραφής	Μετακινήσεις (mm)	
	MAX	MIN
M_Kοσ_A_B_U-D_C13_Ch16_Dis	0.008	-0.016
M_Kοσ_A_B_E-W_C13_Ch17_Dis	0.020	-0.004
M_Kοσ_A_N_U-D_C14_Ch18_Dis	0.009	-0.006
M_Kοσ_A_N_E-W_C14_Ch19_Dis	0.008	-0.008
M_Kοσ_B_A_U-D_C15_Ch20_Dis	0.012	-0.012
M_Kοσ_B_A_N-S_C15_Ch21_Dis	0.762	-0.450
M_Kοσ_B_A_U-D_C16_Ch22_Dis	0.008	-0.008
M_Kοσ_B_A_N-S_C16_Ch23_Dis	1.656	-0.944

Διάρκεια Γραφήματος από 24 sec – 29 sec $f_i=3.32031$



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΙΔΙΟΠΕΡΙΟΔΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

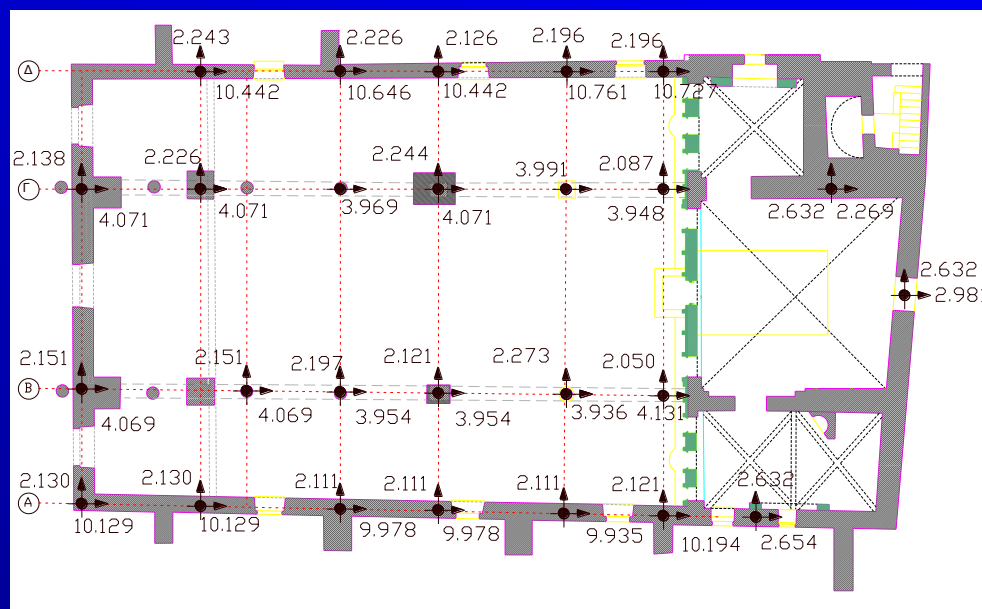


ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΕΓΕΘΥΝΣΗΣ

Channel	ΘΕΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΓΕΘΥΝΣΗΣ			
		26/9/2004	8/1/2006	5/11/2006	12/12/2006
		West-East Direction CH 1/CH3 :South-North Direction CH 1/CH2			
CH4	βάση τρούλου	8.39	4.78	6.99	9.14/6,48
CH5	βάση τρούλου	7.21	5.47	7.82	8.66/7,39
CH6	βάση τρούλου	4.20	8.30	4.20	8.69/4,79
CH7	βάση τυμπάνου	4.90	4.49	4.82	5.28/3,71
CH8	βάση τυμπάνου	3.53	3.96	4.22	5.65/3,48
CH9	βάση τυμπάνου	4.35	3.14	1.50	3.11/3,23
CH10	βάση τυμπάνου	7.00	4.39	6.91	8.29/5,58
CH11	κοσμήτης	2.44	2.24	-	-2,61
CH12	κοσμήτης	2.70	4.43	2.42	4.46/2,84
CH13	κοσμήτης	3.30	0.84	-	-
CH14	κοσμήτης	2.36	0.05	-	-

ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

1. ΙΔΙΟΠΕΡΙΟΔΟΙ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ



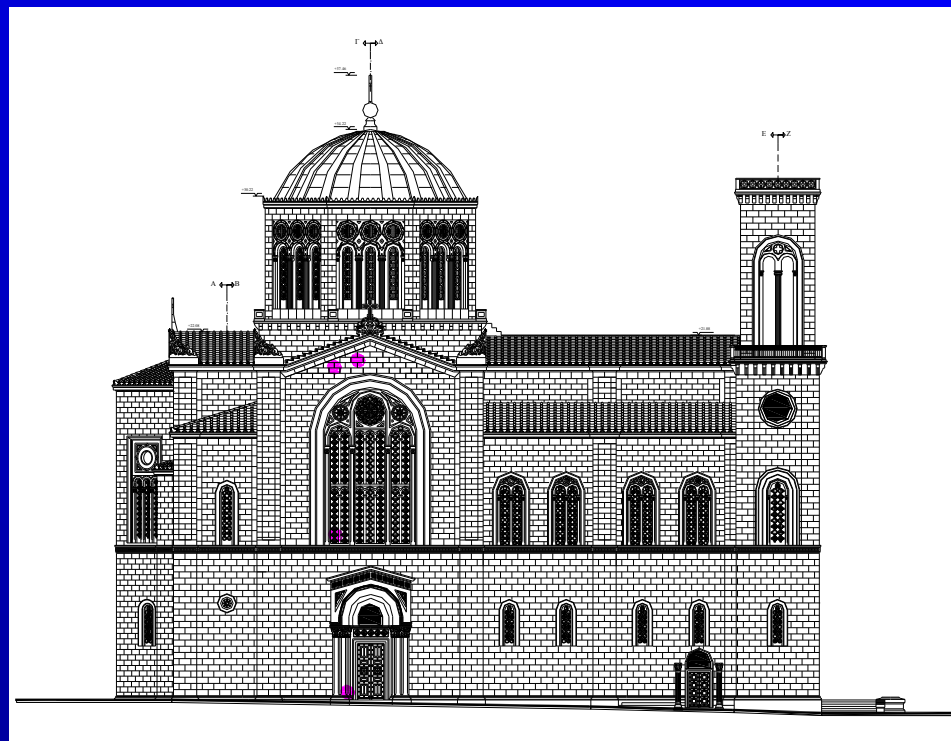
2. ΥΠΑΡΧΕΙ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ
Η ΟΠΟΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΣΤΕΓΗ

3. Ο ΔΥΤΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΕΙΝΑΙ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΣ ΜΕ ΤΟΥΣ ΕΓΚΑΡΣΙΟΥΣ ΣΕ
ΑΥΤΟΝ ΤΟΙΧΟΥΣ

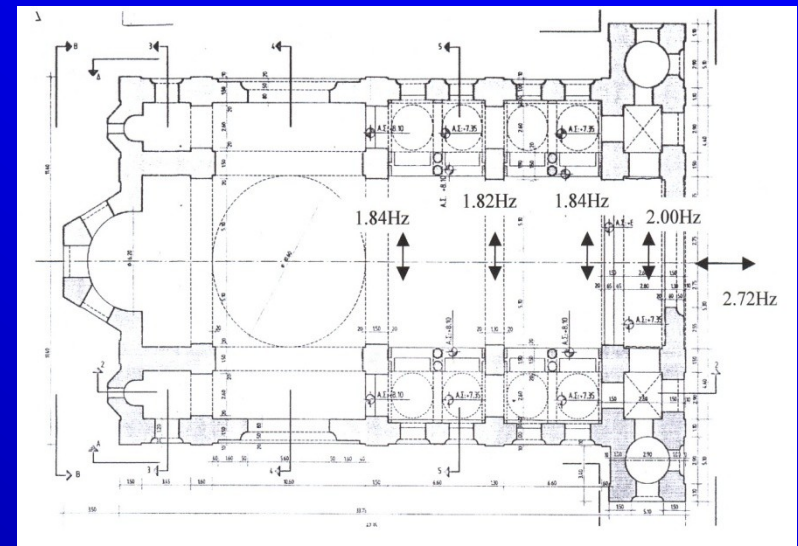
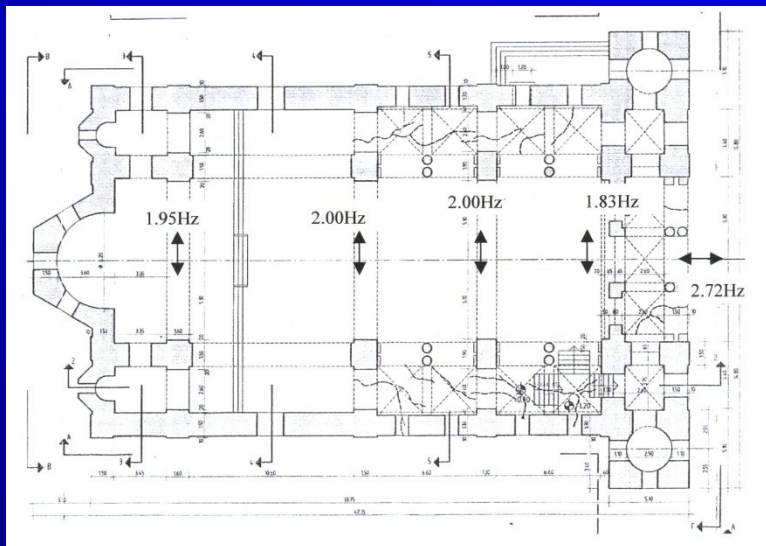


ΜΗΤΡΟΠΟΛΗ ΑΘΗΝΩΝ – ΒΛΑΒΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΕΙΣΜΟ ΤΟΥ 1999

ΥΠΑΡΧΕΙ ΛΟΓΩ ΤΗΣ ΡΗΓΜΑΤΩΣΗΣ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΣΤΟΥΣ ΤΟΙΧΟΥΣ, ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΡΩΓΜΩΝ?

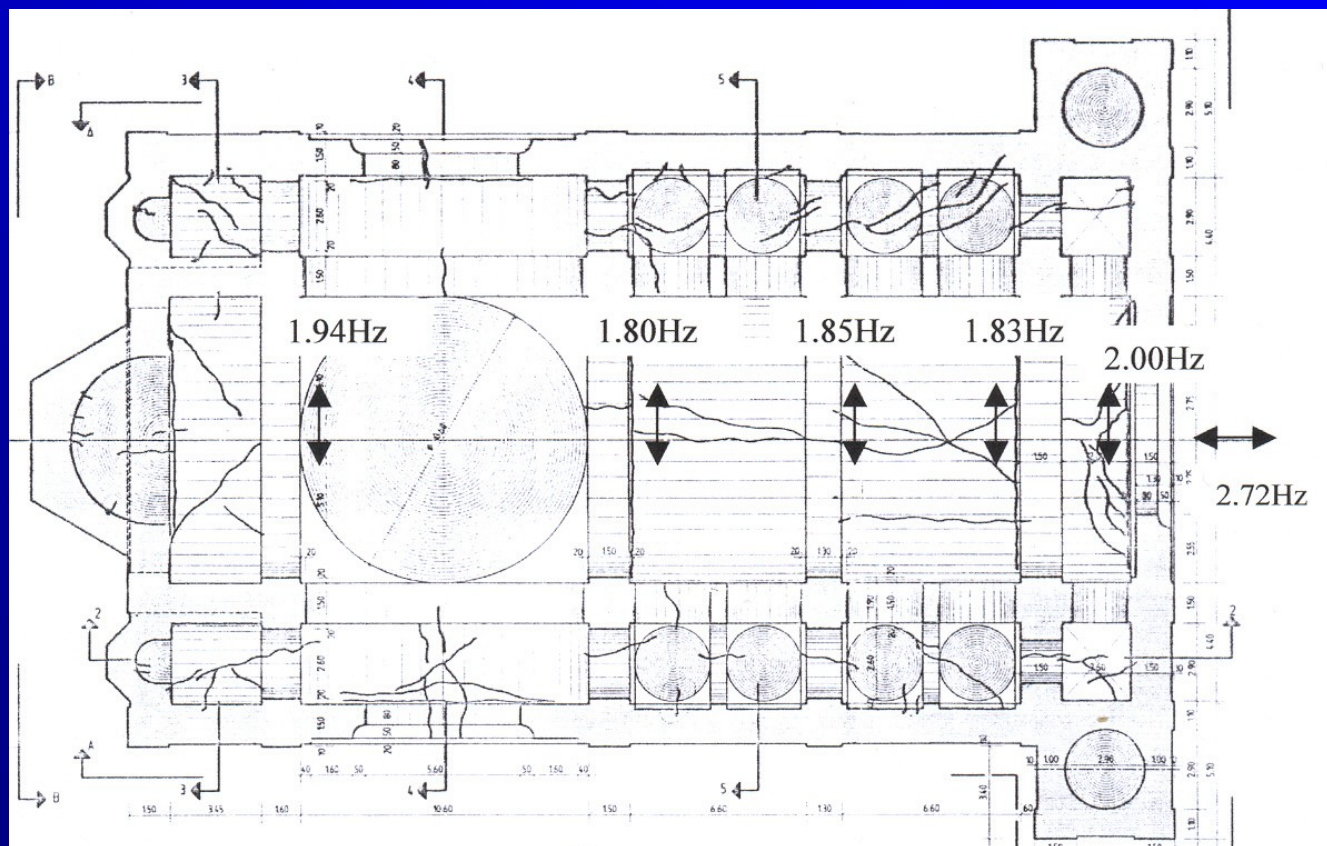


ΜΗΤΡΟΠΟΛΗ ΑΘΗΝΩΝ – ΒΛΑΒΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΕΙΣΜΟ ΤΟΥ 1999



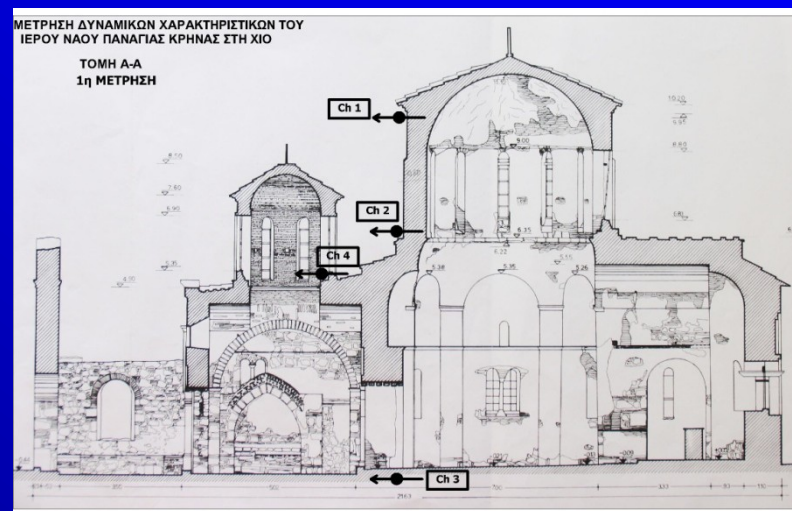


ΜΗΤΡΟΠΟΛΗ ΑΘΗΝΩΝ – ΒΛΑΒΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΕΙΣΜΟ ΤΟΥ 1999

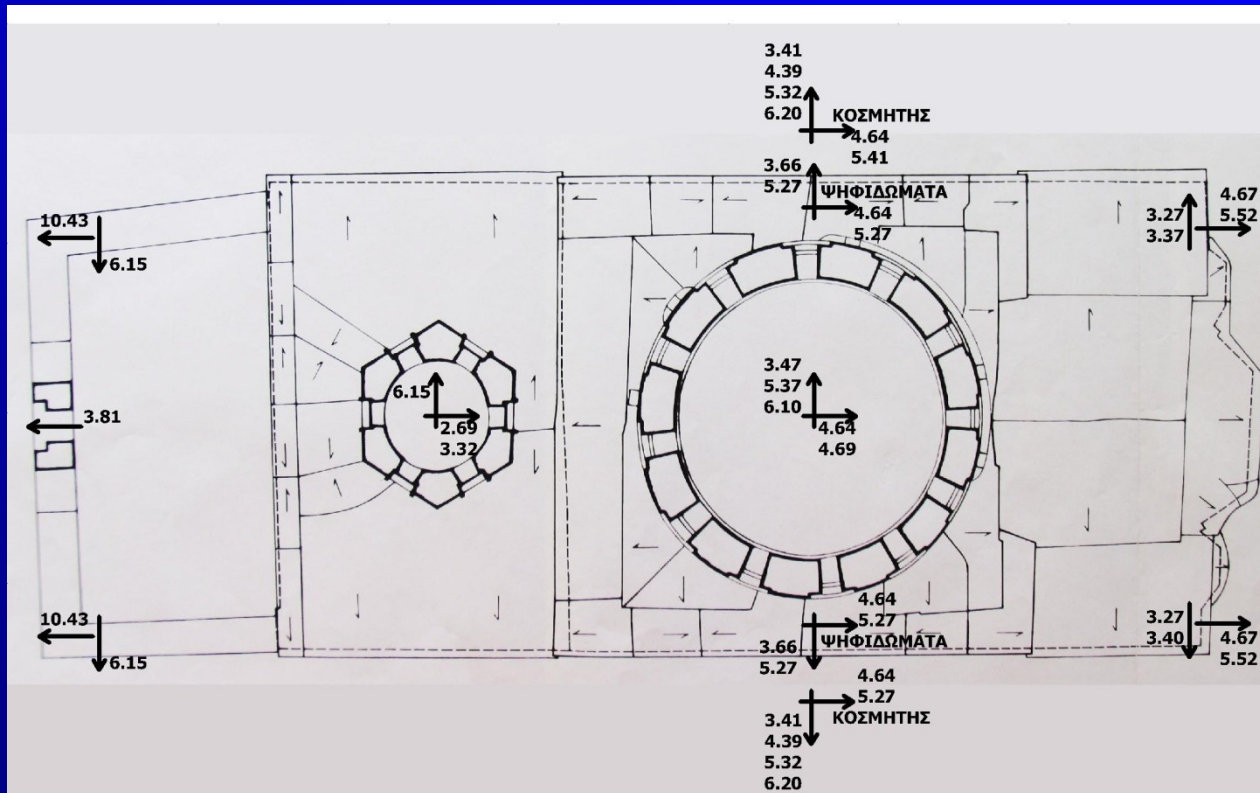


ΠΑΝΑΓΙΑ ΚΡΗΝΗ ΧΙΟΣ

1. ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΕΚΥΨΕ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΑ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ



ΠΑΝΑΓΙΑ ΚΡΗΝΗ ΧΙΟΣ



ΔΟΧΕΙΑΡΙΟ

ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ

ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ ΣΤΟ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ ΝΑ ΔΩΣΕΙ ΠΑΡΟΜΟΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΟΙ ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΑΟΥ ΕΙΝΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΕΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ
ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟ ΥΛΙΚΑ ΤΩΝ ΟΠΟΙΩΝ ΟΙ ΠΟΙΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΦΕΡΟΥΝ

ΔΥΣΚΟΛΙΑ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

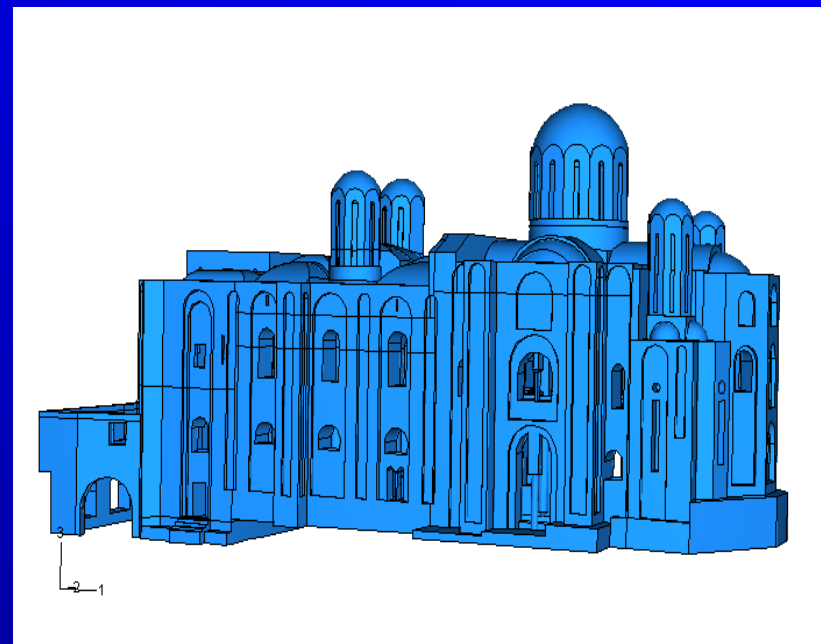
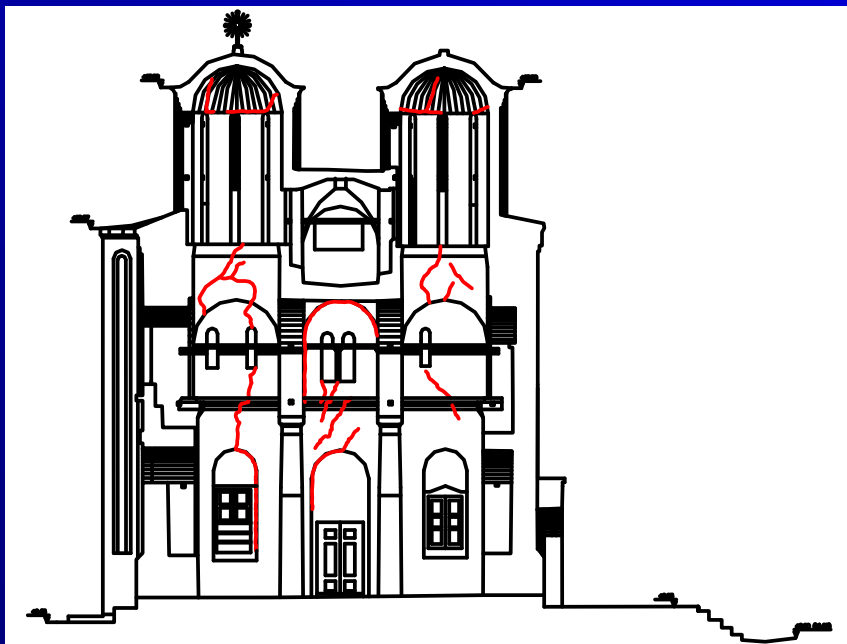


ΔΟΧΕΙΑΡΙΟ

ΠΟΙΕΣ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΠΕΡΙΟΔΟΙ, ΤΑ ΣΧΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΚΑΙ ΤΑ
ΣΧΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ

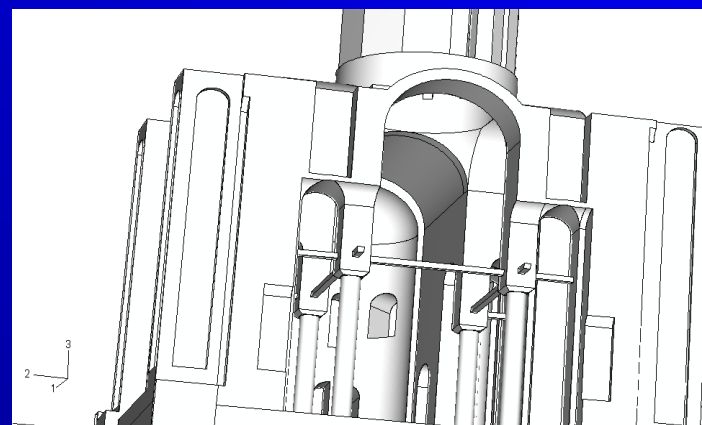
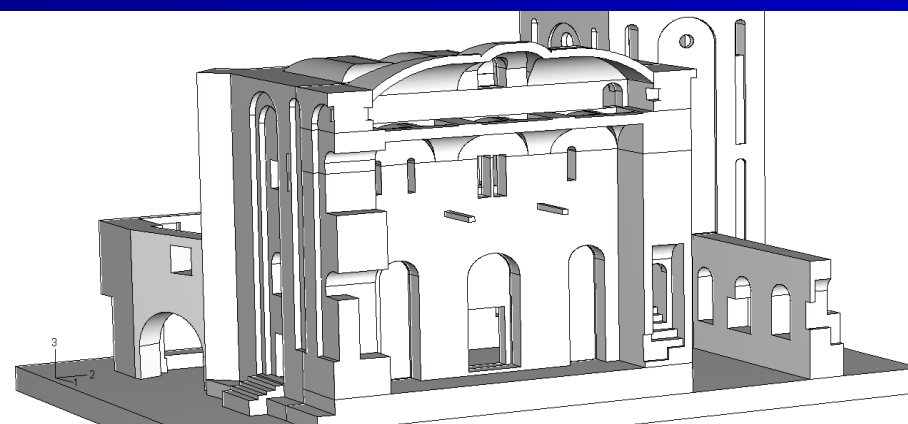
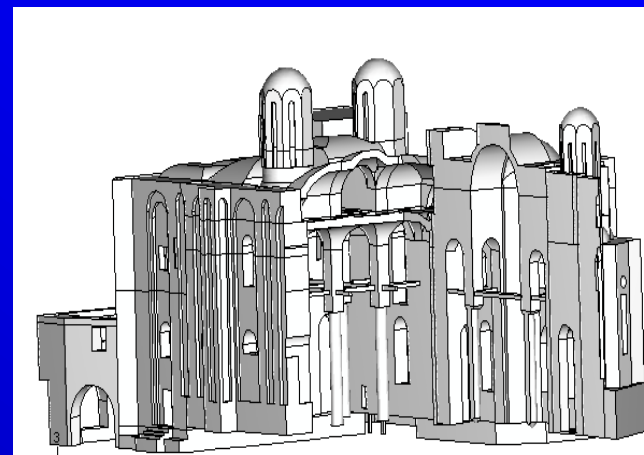
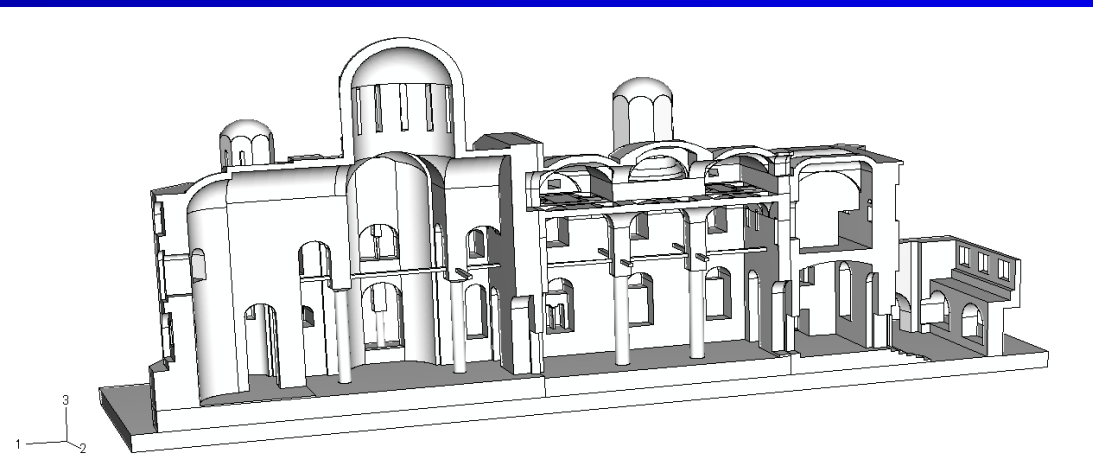
ΑΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Η ΟΠΟΙΑ
ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΣΤΕΓΗ

Ο ΔΥΤΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΕΙΝΑΙ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΣ ΜΕ ΤΟΥΣ ΕΓΚΑΡΣΙΟΥΣ ΤΟΙΧΟΥΣ ΤΟΥ





ΔΟΧΕΙΑΡΙΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ -ΤΟΜΕΣ



ΑΓΙΟΣ ΠΕΤΡΟΣ ΔΟΜΗΝΙΚΑΝΩΝ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ



ΑΓΙΟΣ ΠΕΤΡΟΣ ΔΟΜΗΝΙΚΑΝΩΝ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

Ο ΤΟΙΧΟΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΕΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΣΤΗ
ΒΑΣΗ ΤΟΥ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

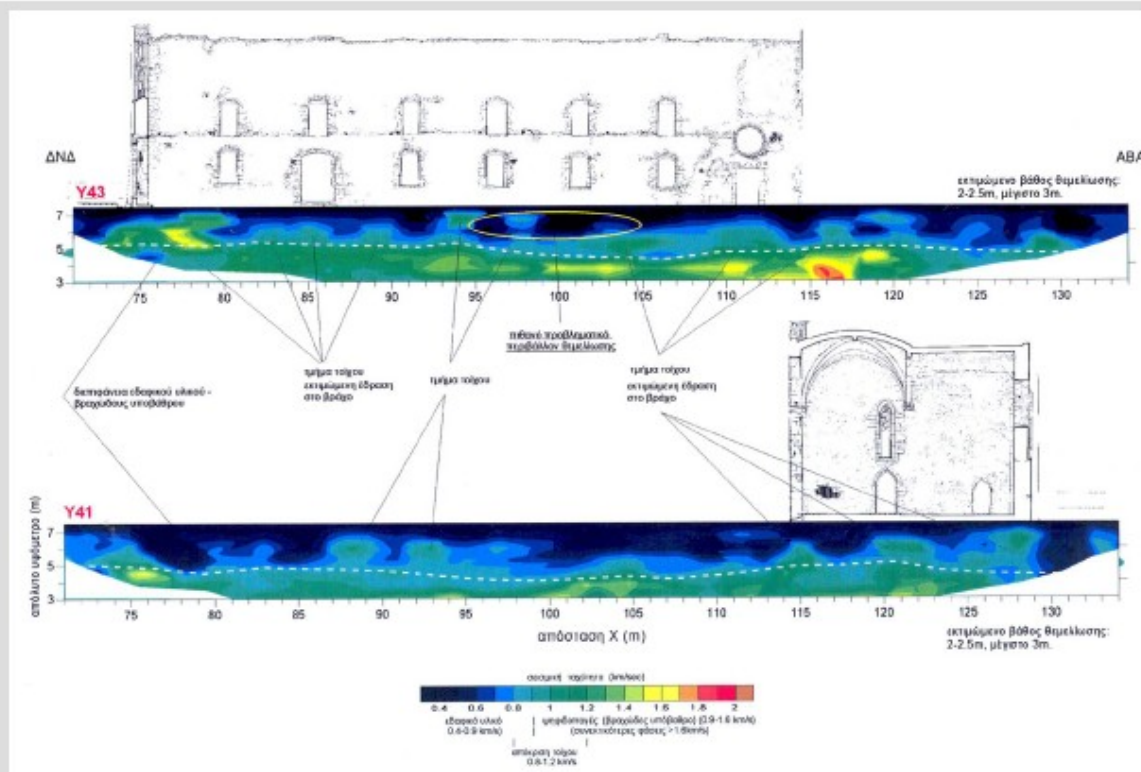
ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΡΑΝΤΑΡ

Η ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΤΟΥ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΣΕ ΒΑΘΟΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΕΚΕΙ
ΟΠΟΥ ΑΡΧΙΚΑ ΕΙΧΕ ΕΚΤΙΜΗΘΕΙ

ΥΠΗΡΧΑΝ ΤΑΦΟΙ

ΑΓΙΟΣ ΠΕΤΡΟΣ ΔΟΜΗΝΙΚΑΝΩΝ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

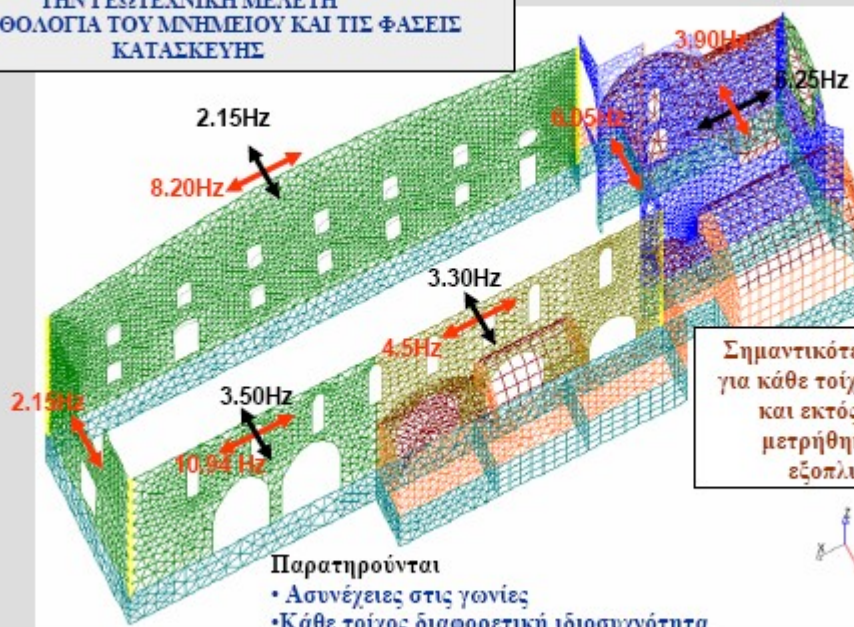
Αποτελέσματα γεωφυσικής μελέτης
(κατακόρυφα τομογράμματα (Υ) κατά μήκος της βόρειας πλευράς του Ναού)



ΑΓΙΟΣ ΠΕΤΡΟΣ ΔΟΜΗΝΙΚΑΝΩΝ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΜΕ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΑ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ, ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ, ΑΠΟΦΑΣΙΣΤΗΚΕ ΝΑ ΓΙΝΟΥΝ ΝΕΕΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΕΙΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΚΡΙΒΕΣΤΕΡΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΠΑΛΗΘΕΥΟΝΤΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟ
ΤΗΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΤΗΝ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΙΣ ΦΑΣΕΙΣ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



Σημαντικότερες ιδιοσυχνότητες
για κάθε τοίχο του κτιρίου, εντός
και εκτός επιπέδου, όπως
μετρήθηκαν από φορητό
εξοπλισμό επιτόπου

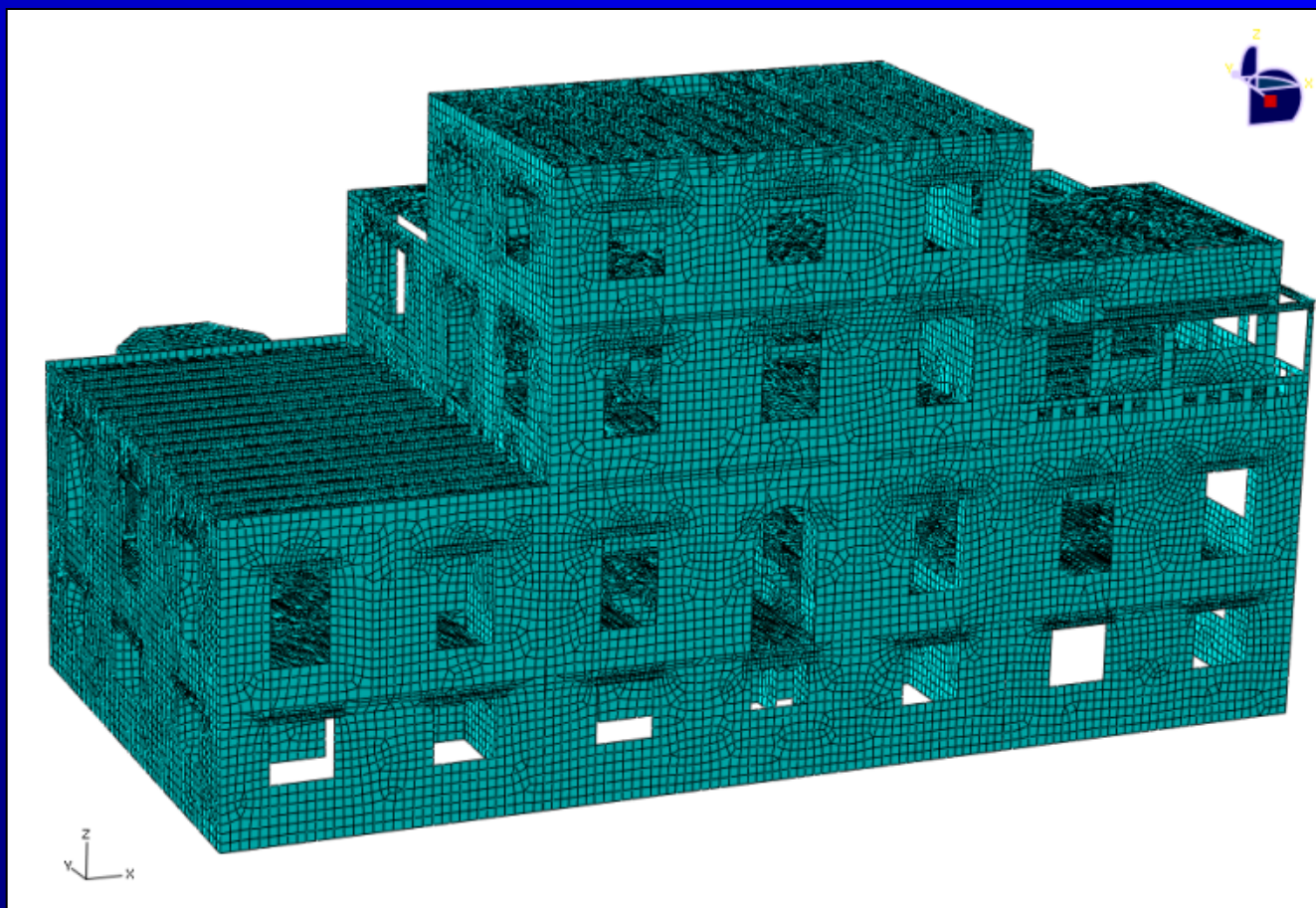
Παρατηρούνται

- Ασυνέχειες στις γωνίες
- Κάθε τοίχος διαφορετική ιδιοσυχνότητα
- Στον ίδιο τοίχο διαφορετικές ιδιοσυχνότητες κατά μήκος
- Πολύ μεγάλη μετακίνηση εκτός επιπέδου του Β. τοίχου





VILLA ROSSA KERKYRA



Εξοπλισμός και λογισμικό που χρησιμοποιήθηκαν

Χαρακτηριστικά συστήματος Sun Blade x6240 της εταιρίας Sun Microsystems (Oracle)	
Αρχιτεκτονική συστήματος:	
Επεξεργαστής	Δύο 4-πύρινοι AMD Opteron
Κύρια Μνήμη	32GB μνήμη
Λογισμικό:	
Λειτουργικό Σύστημα	64-bit CentOS (Community Enterprise Operating System) V5.5
Πρόγραμμα Πεπερασμένων στοιχείων	Abaqus 6.9-2 της εταιρίας Dassault Systèmes Simulia Corp.

Μέγεθος Προβλήματος

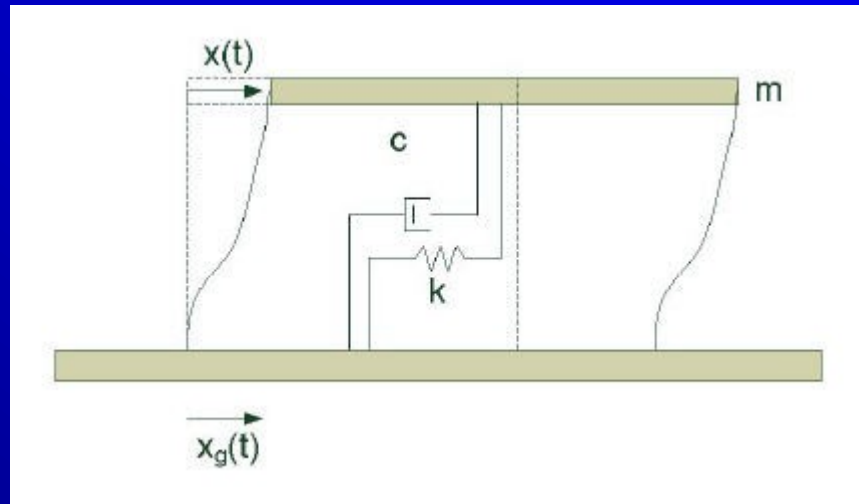
Αριθμός στοιχείων	Έως 159 068
Αριθμός κόμβων	Έως 158 113
Αριθμός κόμβων που ορίζεται από το χρήστη	Έως 158113
Συνολικός αριθμός μεταβλητών στο προσομοίωμα	Έως 948678
Μνήμη Ram για επίλυση του προβλήματος	3 έως 10MB
Μνήμη στο δίσκο	Έως 30GB

Τεχνικές για την εκτίμηση κρίσιμων δυναμικών χαρακτηριστικών μιας κατασκευής, μέσα από την επεξεργασία διαθέσιμων μετρήσεων

Τα δυναμικά χαρακτηριστικά είναι:
οι ιδιοσυχνότητες,
οι λόγοι απόσβεσης
και οι ιδιομορφές ταλάντωσης μιας κατασκευής

Οι μέθοδοι πειραματικής ιδιομορφικής ανάλυσης, διαχωρίζονται σε *παραμετρικές* και *μη παραμετρικές*

- Οι πρώτες χρησιμοποιούν τα διαθέσιμα δεδομένα για την εκτίμηση ενός (συνήθως διακριτού) μαθηματικού μοντέλου που περιγράφει τη μετρούμενη κατασκευή, υπό τη μορφή συναρτήσεων μεταφοράς ή χώρου κατάστασης
- Οι δεύτερες καταλήγουν σε μια γραφική απεικόνιση μέσα από κατάλληλους μετασχηματισμούς των χρονοσειρών ταλάντωσης



$$m \cdot \ddot{x}(t) + c \cdot \dot{x}(t) + k \cdot x(t) = f(t)$$

όπου $f(t) = -m \cdot \ddot{x}_g(t)$. Εφαρμόζοντας το μετασχηματισμό Laplace, θεωρώντας μηδενικές αρχικές συνθήκες, προκύπτει η συνάρτηση μεταφοράς (transfer function, TF) της κατασκευής,

$$H(s) \equiv \frac{X(s)}{\ddot{X}_g(s)} = -\frac{m}{m \cdot s^2 + c \cdot s + k}$$

με το πολυώνυμο $a(s) = m \cdot s^2 + c \cdot s + k$ να αποτελεί το λεγόμενο χαρακτηριστικό πολυώνυμο, οι ρίζες του οποίου εκφράζονται ως συνάρτηση της φυσικής συχνότητας ($\omega_n = \sqrt{k/m}$) και του λόγου απόσβεσης ($\zeta_n = c/2 \cdot \sqrt{k \cdot m}$) της κατασκευής:

$$s_{1,2} = -\omega_n \cdot \zeta_n \pm \omega_n \cdot \sqrt{1 - \zeta_n^2}$$

$$H(s) = -\frac{1}{s^2 + 2 \cdot \zeta_n \cdot \omega_n \cdot s + \omega_n^2}$$

$$H_\alpha(s) = s^2 \cdot H(s) = -\frac{s^2}{s^2 + 2 \cdot \zeta_n \cdot \omega_n \cdot s + \omega_n^2}$$

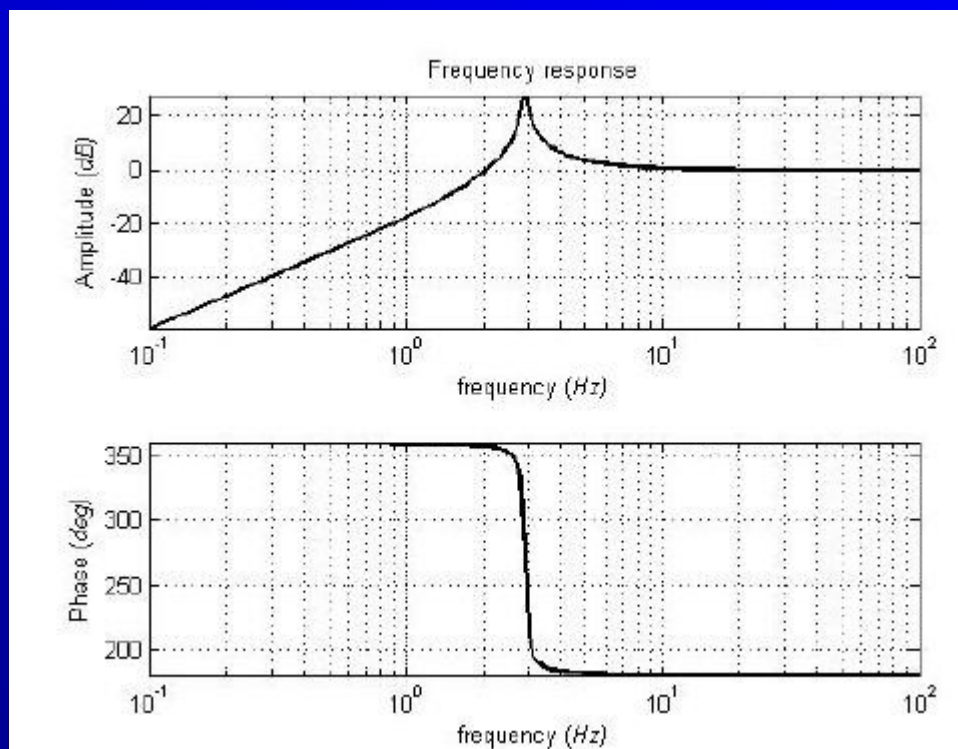
$$H(j\omega) = \frac{\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}{-\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2 + 2 \cdot \zeta_n \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right) \cdot j + 1}$$

Θεωρείστε το μονώροφο διατμητικό κτίριο του Σχ. 4.1 με $m = 3 \cdot 10^5 \text{ kg}$, $k = 10^5 \text{ kN/m}$ και $c = 2.19 \cdot 10^5 \text{ Ns/m}$. Η κατασκευή έχει ιδιοσυχνότητα $\omega_n = 18.26 \text{ rad/s} = 2.90 \text{ Hz}$ και λόγο απόσβεσης $\zeta_n = 2\%$.

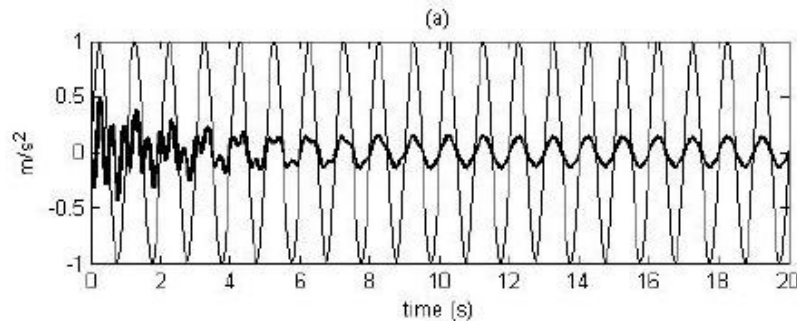
$$H_\alpha(s) = -\frac{s^2}{s^2 + 0.73 \cdot s + 333.3}$$

και απόκριση συχνότητας,

$$H(j\omega) = \frac{\left(\frac{\omega}{2.90}\right)^2}{-\left(\frac{\omega}{2.90}\right)^2 + 0.04 \cdot \left(\frac{\omega}{2.90}\right) \cdot j + 1}$$

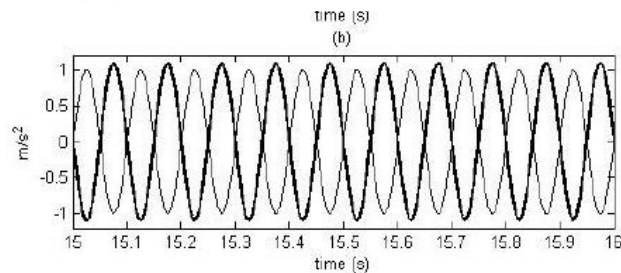


1. Η ιδιοσυχνότητα της κατασκευής παρουσιάζεται ως μια κορυφή (peak) στο διάγραμμα πλάτους. Στη συχνότητα αυτή, η φάση μεταβάλλεται από τις 360° (ή 0°) στις 180° (ή -180°).
2. Το πλάτος της απόκρισης συχνότητας αυξάνεται με τη συχνότητα: υψηλότερα ω δίνουν μεγαλύτερες τιμές $|H(j\omega)|$. Αυτό γίνεται φανερό ήδη από τον αριθμητή της Εξ. 4.9 και δηλώνει ότι το σύστημα επιτρέπει την έλευση των υψηλότερων συχνοτήτων. Τέτοια συστήματα καλούνται υψιπερατά (high pass). Τι σημαίνει όμως πρακτικά αυτή η διαπίστωση;



Παρατηρείται ότι μετά την έλευση των μεταβατικών φαινομένων (περίπου στα 11s) η επιτάχυνση του κτιρίου (i) έχει την ίδια ημιτονοειδή μορφή, (ii) παρουσιάζει διαφορά φάσης 0° με τη σεισμική διέγερση και (iii) το πλάτος της είναι περίπου $0.13m/s^2$, δηλαδή μια τάξη μεγέθους μικρότερο από αυτό της σεισμικής διέγερσης.

Παρατηρείται ότι η επιτάχυνση του κτιρίου (i) έχει την ίδια ημιτονοειδή μορφή, (ii) παρουσιάζει διαφορά φάσης 180° με τη σεισμική διέγερση και (iii) το πλάτος της είναι περίπου ίδιο με αυτό της σεισμικής διέγερσης.



Κατασκευές πολλών βαθμών ελευθερίας

$$\mathbf{M} \cdot \ddot{\mathbf{x}}(t) + \mathbf{C} \cdot \dot{\mathbf{x}}(t) + \mathbf{K} \cdot \mathbf{x}(t) = \mathbf{f}(t)$$

$$\mathbf{f}(t) = -\mathbf{M} \cdot \mathbf{r} \cdot \ddot{x}_g(t)$$

$$\mathbf{C} = \alpha \cdot \mathbf{M} + \beta \cdot \mathbf{K} \text{ (απόσβεση Rayleigh)}$$

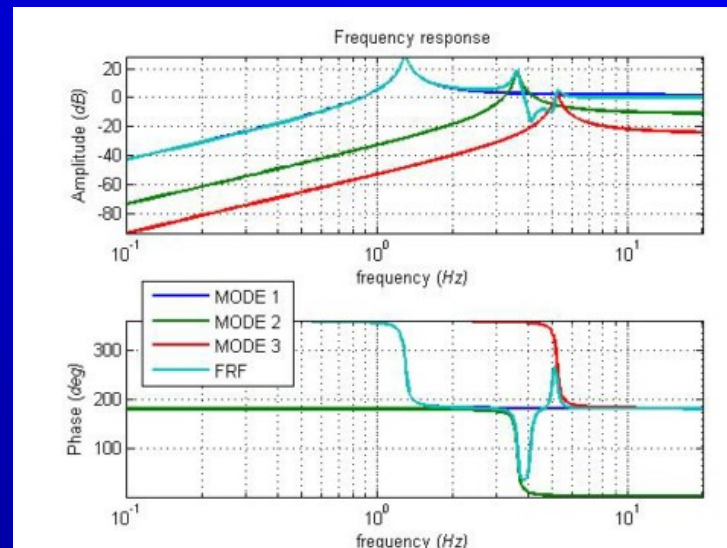
Θεωρείστε ένα τριώροφο διατμητικό κτίριο με αδρανειακά και ελαστικά χαρακτηριστικά ίδια με αυτά του μονώροφου του Σχ. 4.1 και απόσβεση Rayleigh $\mathbf{C} = 0.315 \cdot \mathbf{M} + 0.001 \cdot \mathbf{K}$. Τα μητρώα της Εξ. 4.10 υπολογίζονται ως:

$$\mathbf{M} = 3 \cdot 10^5 \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{C} = 10^5 \cdot \begin{bmatrix} 2.945 & -1 & 0 \\ -1 & 2.945 & -1 \\ 0 & -1 & 1.945 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{K} = 10^8 \cdot \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

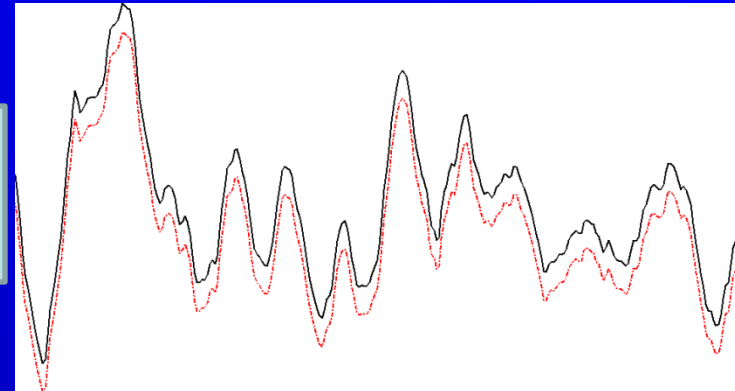
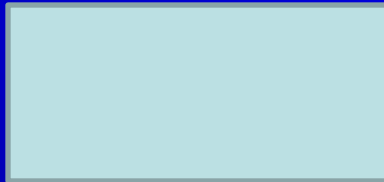
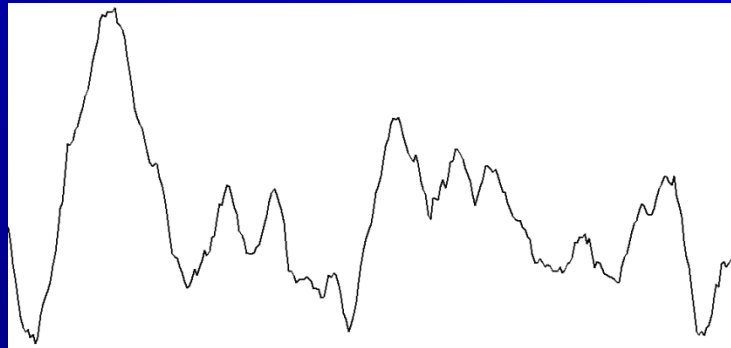
Πίνακας 1: ιδιοχαρακτηριστικά τριώροφου διατμητικού κτιρίου.

A/A	ω_n (Hz)	ζ_n (%)	\mathbf{u}_n
1	1.293	2.345	[1.000 1.802 2.247] ^T
2	3.623	1.830	[1.000 0.445 -0.802] ^T
3	5.236	2.124	[0.802 1.000 -0.445] ^T

$$\mathbf{H}_a(j\omega) = \sum_{i=1}^n \frac{[\mathbf{U}]_{*i} \cdot [\mathbf{U}^{-1}]_{i*} \cdot \mathbf{r} \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_i}\right)^2}{-\left(\frac{\omega}{\omega_i}\right)^2 + 2 \cdot \zeta_i \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_i}\right) \cdot j + 1}$$



$$[H_a(j\omega)]_{31} = -1.2204 \cdot \frac{\left(\frac{\omega}{1.293}\right)^2}{-\left(\frac{\omega}{1.293}\right)^2 + 0.047 \cdot \left(\frac{\omega}{1.293}\right) \cdot j + 1} + 0.2801 \cdot \frac{\left(\frac{\omega}{3.623}\right)^2}{-\left(\frac{\omega}{3.623}\right)^2 + 0.037 \cdot \left(\frac{\omega}{3.623}\right) \cdot j + 1} - 0.0597 \cdot \frac{\left(\frac{\omega}{5.236}\right)^2}{-\left(\frac{\omega}{5.236}\right)^2 + 0.425 \cdot \left(\frac{\omega}{5.236}\right) \cdot j + 1}$$



ΤΕΛΟΣ

Σας ευχαριστώ πολύ