



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ



**ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΗΣΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΚΡΙΣΗ
ΜΝΗΜΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ –
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ**

**SEISMIC ACTIVITY IN PELOPONNESUS (GREECE) AND RESPONSE
OF MONUMENTAL MASONRY STRUCTURES – SEISMIC
EVALUATION, DESIGN AND INELASTIC ANALYSIS**

Σαλονικιός Ν. Θωμάς, Δρ Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., Κύριος Ερευνητής ΟΑΣΠ
Λεκίδης Α. Βασίλειος, Δρ Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., Διευθυντής Ερευνών ΟΑΣΠ

- Μόρφωση δομικού συστήματος
- Απόκριση δομικών συστημάτων & σεισμικά φορτία
- Ανελαστική προσομοίωση πλαισίων από φέρουσα τοιχοποιία
- Τεχνικές προσομοίωσης κατασκευαστικών επεμβάσεων
- Παρουσίαση επεμβάσεων κατά τη σχεδίαση
- Εμφανείς στατικές επεμβάσεις – συστήματα σε σημαντικά μνημεία

- Μόρφωση δομικού συστήματος
- Απόκριση δομικών συστημάτων & σεισμικά φορτία
- Ανελαστική προσομοίωση πλαισίων από φέρουσα τοιχοποιία
- Τεχνικές προσομοίωσης κατασκευαστικών επεμβάσεων
- Παρουσίαση επεμβάσεων κατά τη σχεδίαση
- Εμφανείς στατικές επεμβάσεις – συστήματα σε σημαντικά μνημεία

ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Το φέρον σύστημα αποτελεί στοιχείο προς διατήρηση, ενίσχυση ή/και ανάδειξη σε πολλά σημαντικά μνημεία τα οποία σώζονται μέχρι σήμερα.

Οι ιδιότητες αντοχής των υλικών δόμησης, που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν, επηρέασαν έντονα την μορφολογία πολλών σημαντικών κατασκευών. Επίσης η διαμόρφωση εντυπωσιακών εσωτερικών χώρων σε πολλά μνημεία είναι αποτέλεσμα της χρήσης στατικών συστημάτων τα οποία επηρεάζουν έντονα τις εξωτερικές όψεις των κατασκευών αυτών.

Τα παραπάνω στοιχεία παρατηρούνται συνεχώς σε κατασκευές που γίνονται από την περίοδο της κλασικής αρχαιότητας μέχρι σήμερα.

Σήμερα είναι συχνή η αναπαράσταση αρκετών μορφών κατασκευών του παρελθόντος με σύγχρονα υλικά δόμησης. Οι νόμοι των ιδιοτήτων αντοχής, των σύγχρονων υλικών δόμησης θα οδηγούσαν σε εντελώς διαφορετική μορφολογία κατασκευών (από την μορφή που έχουν π.χ. πολλοί σύγχρονοι ναοί) στην περίπτωση κατά την οποία θα ήταν επιθυμητή η πλήρης εκμετάλλευση των διαθέσιμων περιθωρίων αντοχής των υλικών αυτών.

ΣΤΟΧΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ:

Η παρατήρηση της επιρροής του στατικού συστήματος στην μορφολογία σημαντικών μνημειακών κατασκευών.

Η διερεύνηση των κατασκευών στις οποίες αναπτύχθηκαν αυτά τα στατικά συστήματα και των αναγκών που οδήγησαν στην ανάπτυξή τους.

Διερεύνηση της επιρροής των διαθέσιμων μεθόδων και υλικών κατασκευής στην μόρφωση του στατικού συστήματος.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΚΑΜΠΤΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΠΙ ΣΤΥΛΩΝ

ΜΕΧΡΙ ΚΑΙ ΤΗΝ ΡΩΜΑΪΚΗ
ΠΕΡΙΟΔΟ

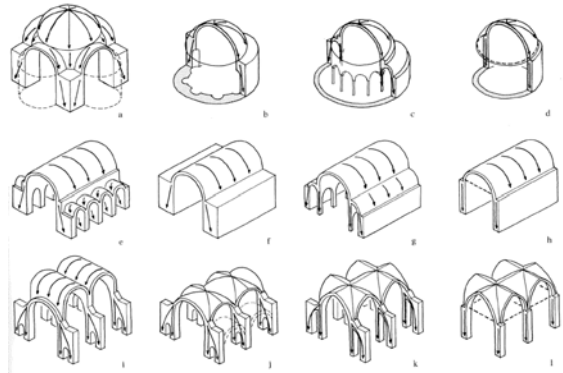
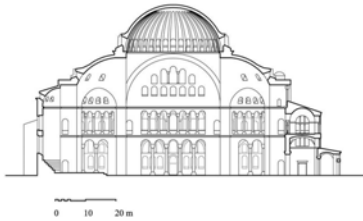
ΠΟΛΛΑ ΜΝΗΜΕΙΑ ΔΕΝ
ΕΙΝΑΙ ΤΙΠΟΤΕ ΑΛΛΟ ΠΑΡΑ
ΦΕΡΟΝΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΥΨΗΛΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΑΙΣΘΗΤΙΚΗΣ



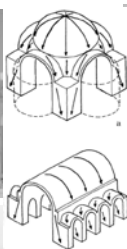
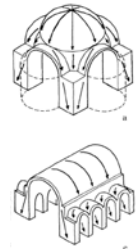
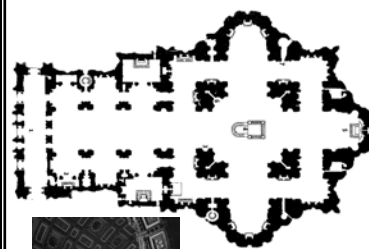
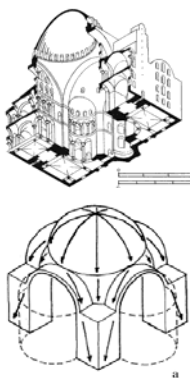
ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΤΟΞΟΥ – ΑΠΟ ΤΗ ΓΕΦΥΡΟΠΟΙΙΑ ΣΤΙΣ
ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΜΝΗΜΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΘΟΛΟΥΣ
ΗΜΙΘΟΛΙΑ Η/ΚΑΙ ΣΤΑΥΡΟΘΟΛΙΑ

- ΜΕΧΡΙ ΑΡΧΕΣ 20ου ΑΙΩΝΑ ΜΕ ΛΙΘΟΥΣ, ΠΛΙΝΘΟΥΣ ΚΑΙ ΚΟΝΙΑΜΑ
- ΜΕΧΡΙ ΣΗΜΕΡΑ ΜΕ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.

Γέφυρα Julien, Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία, Προβηγκία, Γαλλία



Κατάταξη μορφών κατά R. Mainstone (1975)



Μίμηση μορφών με οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι μορφές αυτές προέκυψαν από την χρήση υλικών κατασκευής με πολύ μικρή εφελκυστική αντοχή.

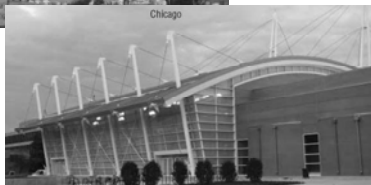


Μορφολογία κατασκευών η οποία υπαγορεύεται από τους νόμους και τις ιδιότητες αντοχής σύγχρονων υλικών.



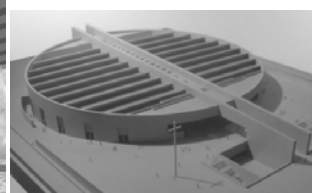


Μορφολογία κατασκευών η οποία υπαγορεύεται από τους νόμους και τις ιδιότητες αντοχής σύγχρονων υλικών.



Τεχνικές κατασκευής της σύγχρονης γεφυροποιίας

- Το προεντεταμένο σκυρόδεμα
- Ο δομικός χάλυβας
- Η αλυσίδα ανάρτησης
- Το καλώδιο ανάρτησης



Μορφολογία κατασκευών η οποία υπαγορεύεται από τους νόμους και τις ιδιότητες αντοχής σύγχρονων υλικών.

• Σε πολλά σημαντικά σωζόμενα μνημεία υπάρχει η καμπτική λειτουργία πρισματικών λίθινων στοιχείων. Αποτελεί συνέχεια κατασκευών οι οποίες στεγάζονταν με ξύλινα στοιχεία.

• Αργότερα, χρησιμοποιήθηκαν τόξα, θόλοι και ημιθόλοι με αποτέλεσμα την δημιουργία σημαντικών μνημειακών κατασκευών. Η λειτουργία του τόξου ενδεχομένως να αναδείχθηκε στην γεφυροποιία του οδικού συστήματος της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας και από εκεί πέρασε σε σημαντικές κατασκευές.

• Στην σύγχρονη εποχή η γεφυροποιία εξακολουθεί να αποτελεί πηγή των στατικών συστημάτων πολλών σημαντικών κατασκευών με εκπληκτικά αποτελέσματα (π.χ. Σαντιάγο Καλατράβα, Χαντίντ Ζάχα).

• Διαφαίνεται μία σαφής ανάγκη για παραγωγή υλικών δόμησης σημαντικών κατασκευών, υψηλής ανθεκτικότητας, έναντι περιβαλλοντικών δράσεων μεγάλης διάρκειας. Οι κατασκευές αυτές θα αποτελέσουν τα μνημεία του μέλλοντος. Παρόμοια ανάγκη υπάρχει και στον κλάδο συντήρησης των υλικών δόμησης υφιστάμενων μνημείων.

- Μόρφωση δομικού συστήματος
- Απόκριση δομικών συστημάτων & σεισμικά φορτία
- Ανελαστική προσομοίωση πλαισίων από φέρουσα τοιχοποιία
- Τεχνικές προσομοίωσης κατασκευαστικών επεμβάσεων
- Παρουσίαση επεμβάσεων κατά τη σχεδίαση
- Εμφανείς στατικές επεμβάσεις – συστήματα σε σημαντικά μνημεία

- Μόρφωση δομικού συστήματος
- Απόκριση δομικών συστημάτων & σεισμικά φορτία
- Ανελαστική προσομοίωση πλαισίων από φέρουσα τοιχοποιία
- Τεχνικές προσομοίωσης κατασκευαστικών επεμβάσεων
- Παρουσίαση επεμβάσεων κατά τη σχεδίαση
- Εμφανείς στατικές επεμβάσεις – συστήματα σε σημαντικά μνημεία

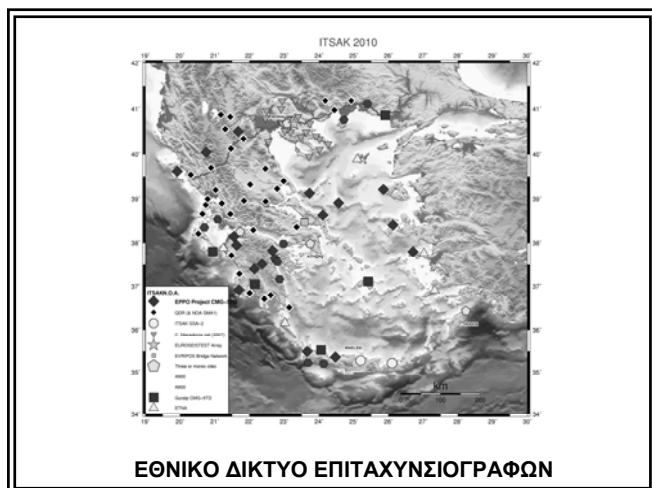
Τέσσερις ισχυροί σεισμοί έπληξαν την Νότιο και Δυτική Πελοπόννησο σε διάστημα τριών ετών.

Για αυτούς τους σεισμούς το Εθνικό Δίκτυο Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ κατέγραψε αρκετά επιταχυνσιογραφήματα.

Κλιμάκια από ερευνητές του ΙΤΣΑΚ επισκέφθηκαν τις σεισμόπληκτες περιοχές και συνέλλεξαν πληροφορίες για τα υφιστάμενα δομικά συστήματα των κτιρίων της περιοχής και τις βλάβες που αναπτύχθηκαν.

Οι σεισμοί που καταγράφηκαν είχαν διαφορετική επιτάχυνση, στις θέσεις όπου υπήρχαν κατασκευές και ήταν εγκατεστημένοι οι επιταχυνσιογράφοι. Λόγω της κλιμάκωσης των επιταχύνσεων που καταγράφηκαν επιχειρείται η συσχέτιση των βλαβών που παρατηρήθηκαν με τις φασματικές επιταχύνσεις κάθε σεισμού.

Τέλος αυτές οι σεισμικές επιταχύνσεις σχετίζονται με τις αντίστοιχες επιταχύνσεις σχεδιασμού κανονισμών και με τις επιταχύνσεις που δύνανται να αντέξουν (βάσει αναλύσεων) τα αναλυτικά προσομοιώματα κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία. Είναι σημαντικό να γνωρίζει ο μηχανικός την πραγματική σεισμική επιτάχυνση την οποία αντέχει μια κατασκευή και την σεισμική επιτάχυνση υπολογιστικού ελέγχου για την οποία προκύπτουν βλάβες παρόμοιες με τις πραγματικές



Σεισμός των Κυθήρων

Ο σεισμός των Κυθήρων, μεγέθους **M6.9**, συνέβη την 8/1/2006 στις 13:34 τοπική ώρα στη Νότια Πελοπόννησο. Οι συντεταγμένες του επίκεντρου ήταν 36.16° Β και 23.36° Α και το εστιακό βάθος ήταν 66km με αποτέλεσμα ο σεισμός να καταταχθεί ως σεισμός ενδιάμεσου βάθους.

Σεισμός του Λεωνιδίου

Ο σεισμός αυτός ήταν μεγέθους **M6.5**, συνέβη στις 6/1/2008, 07:14 τοπική ώρα στις ακτές της Νότια Πελοποννήσου. Οι συντεταγμένες του επίκεντρου ήταν 37.1° Β και 22.7° Α και το εστιακό βάθος ήταν 80km με αποτέλεσμα ο σεισμός να καταταχθεί ως σεισμός ενδιάμεσου βάθους.

Σεισμός της Κορώνης

Ο σεισμός αυτός ήταν μεγέθους **M6.7**, συνέβη στις 14/2/2008 στις 12:09 τοπική ώρα στην θάλασσα κοντά στην Νότια Πελοπόννησο. Οι συντεταγμένες του επίκεντρου ήταν 36.58° Β και 21.87° Α και το εστιακό βάθος ήταν 35km με αποτέλεσμα ο σεισμός να καταταχθεί ως επιφανειακός.

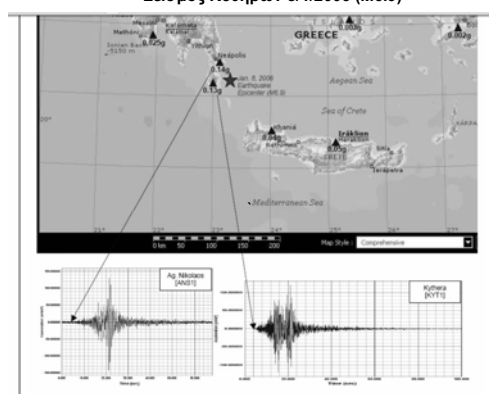
Σεισμός Αχάϊας – Ηλείας

Το μέγεθος του σεισμού αυτού ήταν **M6.5**. Συνέβη στις 8/6/2008 στις 12:25 τοπική ώρα στην Βορειοδυτική Πελοπόννησο. Οι συντεταγμένες του επίκεντρου ήταν 37.94° Β και 21.54° Α και το βάθος του επίκεντρου ήταν 31km, με αποτέλεσμα ο σεισμός αυτός να καταταχθεί ως επιφανειακός.

Περιγραφή Κτιρίων από Φέρουσα Τοιχοποιία

- α) Μονώροφα ή διώροφα κτίρια κατοικιών με ωμοπλινθοδομή
- β) Μονώροφα ή διώροφα κτίρια με λιθοδομή και αργιλοκονίαμα ή ασβεστοκονίαμα. Πρόκειται για κτίρια αποθηκών ή/και κατοικιών σε οικισμούς.
- γ) Μονώροφα έως τριώροφα κτίρια με τοιχοποιίες από λιθοδομή ή/και οπτοπλινθοδομή και κυρίως ασβεστοκονίαμα. Συναντώνται κυρίως στα ιστορικά κέντρα πόλεων ή κωμοπόλεων της περιοχής (Πάτρα, Πύργος, Αμαλιάδα, Κύθηρα, Λεωνίδιο κ.α.).
- δ) Κτίρια ναών. Οι ναοί αυτοί είναι δομημένοι κυρίως με λίθους και/ή τούβλα. Ως συνδετικό υλικό χρησιμοποιείται ασβεστοκονίαμα κυρίως. Η μορφολογία των τύπων των Ναών εμφανίζει μεγάλη ποικιλία και για τον λόγο αυτό οριακά μπορούν να ενταχθούν σε μία κατηγορία.
- ε) Λοιπές κατασκευές. Αυτές οι κατασκευές περιλαμβάνουν ερείπια αρχαιολογικών χώρων. Είναι κατασκευές από λιθοδομή και/ή οπτοπλινθοδομή με συνδετικό κονίαμα. Μερικές λιθοδομές είναι δομημένες χωρίς συνδετικό κονίαμα.

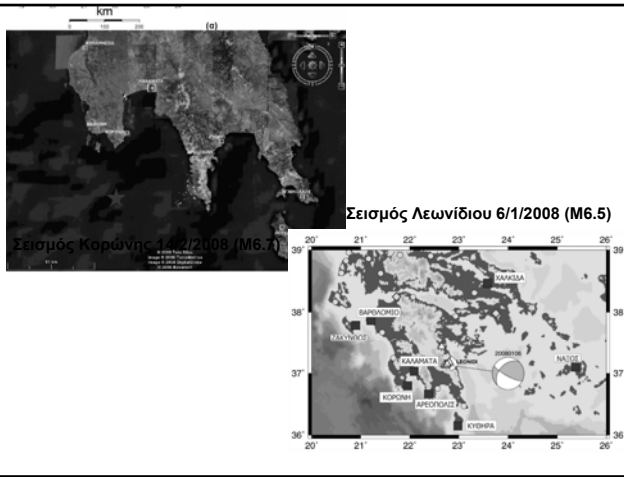
Σεισμός Κυθήρων 8/1/2006 (M6.9)



Απόκριση των Κτιρίων από Φέρουσα Τοιχοποιία κατά τον Σεισμό των Κυθήρων

Από τον σεισμό των Κυθήρων παρουσιάστηκαν βλάβες σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία. Ειδικότερα σε κτίρια κατοικιών από λιθοδομή με ασβεστοκονίαμα σημειώθηκαν βλάβες ή/και μερική κατάρρευση. Σε διατηρητέα κτίρια με φέρουσα τοιχοποιία επίσης παρατηρήθηκαν ρηγματώσεις σε λιθοδομές των ανώτερων ορόφων. Επίσης σημειώθηκαν αρκετές βλάβες σε λιθοδομές Ναών που βρίσκονται στο νησί των Κυθήρων.

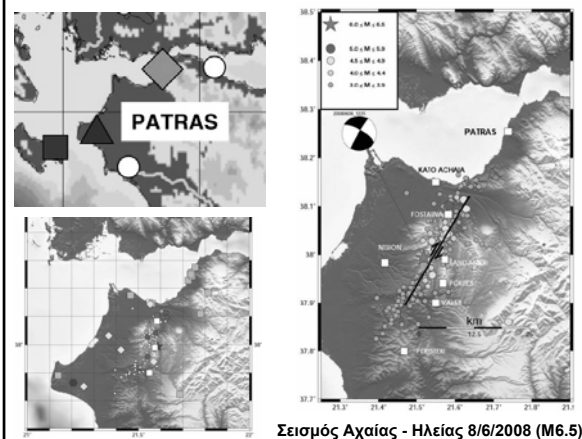
Σεισμός Λεωνιδίου 6/1/2008 (M6.5)



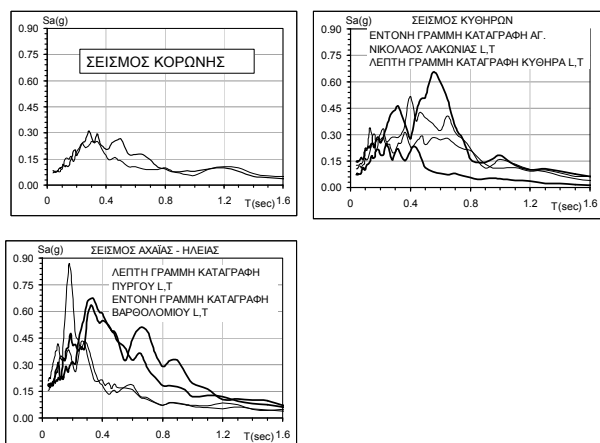
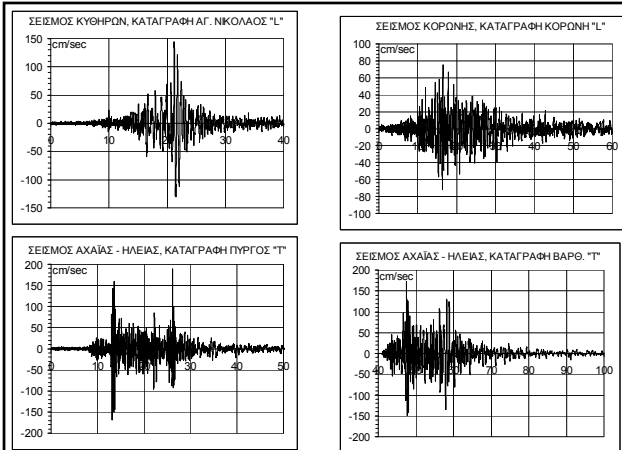
Απόκριση των Κτιρίων από Φέρουσα Τοιχοποιία κατά τους Σεισμούς Λεωνιδίου και Κορώνης

Σεισμός Λεωνιδίου: Ομοίως όπως στον σεισμό των Κυθήρων παρατηρήθηκαν βλάβες κυρίως στο άνω μέρος λιθοδομών σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία. Στους Ναούς διαπιστώθηκαν βλάβες σε δύο κωδωνοστάσια. Η καταγραφή του σεισμού αυτού έγινε σε μεγάλη απόσταση από την πλησιέστερη στο επίκεντρο κατοικημένη περιοχή. Στην περιοχή της καταγραφής δεν παρουσιάστηκαν βλάβες σε κατασκευές.

Σεισμός Κορώνης: Από τον σεισμό αυτό διαπιστώθηκαν περιορισμένες έως ασημαντες βλάβες στο δομημένο περιβάλλον της περιοχής.

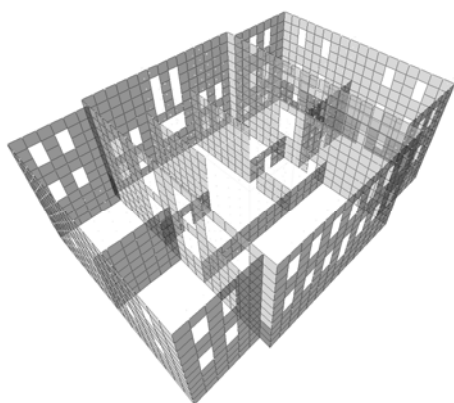


Σεισμός Αχαιΐας - Ηλείας 8/6/2008 (M6.5)

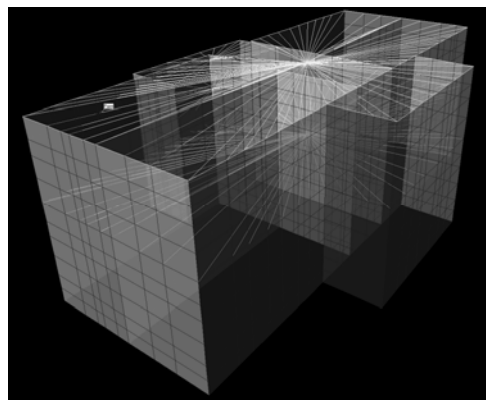


ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΑΣΜΑΤΙΚΩΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ

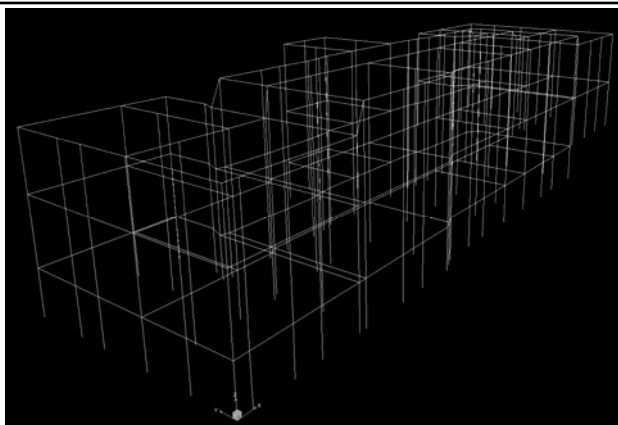
Σεισμός	Sa_{0max}	Sa_{max}	T	$2.5 \cdot A_0 / 1.5$	$(2/3) \cdot Sa_{max}$
	(1)	(2)	(3)	(4) = $2.5 \cdot 0.24$	(5) = $2/3 \cdot (2)$
Κορώνη	0.07g	0.31g	0.28sec	$0.6g / 1.5 = 0.4$	0.20g
Κύθηρα	0.15g	0.65g 0.46g	0.55sec 0.32sec	$0.6g / 1.5 = 0.4$	0.43g 0.31g
Αχαΐα - Ηλεία	0.21g	0.87g	0.18sec	$0.6g / 1.5 = 0.4$	0.57g



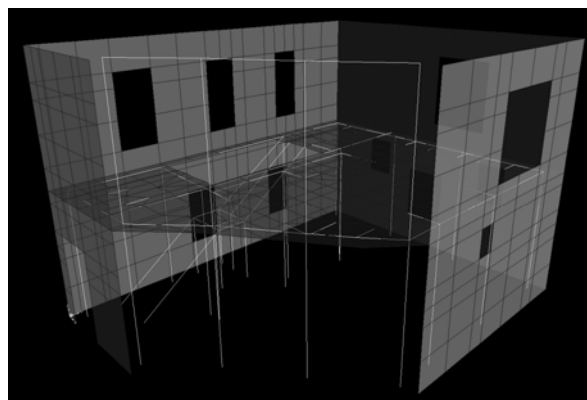
ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΤΗ ΣΙΑΤΙΣΤΑ



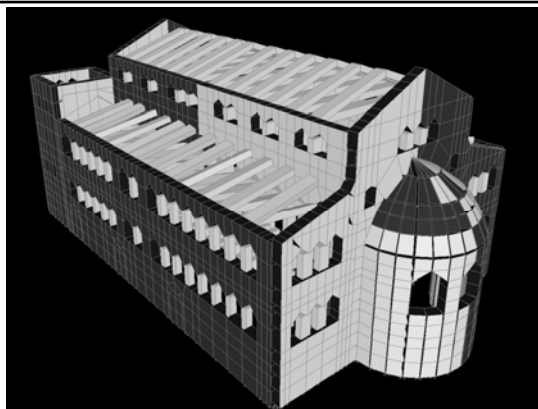
ΔΟΙΚΗΤΗΡΙΟ ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΟΥ ΣΤΗΝ ΧΙΟ



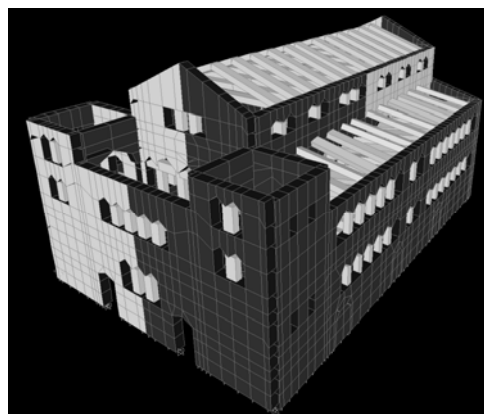
ΚΤΙΡΙΟ ΣΤΗΝ ΚΟΖΑΝΗ



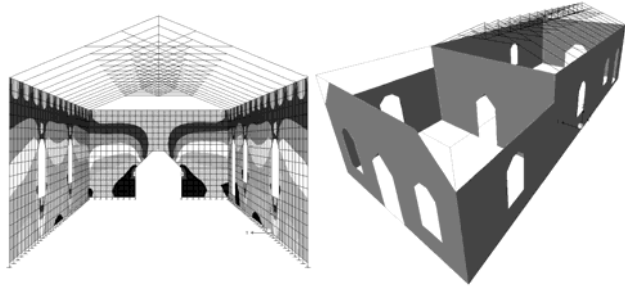
ΤΖΑΜΙ ΤΗΣ ΣΚΑΛΑΣ ΣΤΑ ΛΑΔΑΔΙΚΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



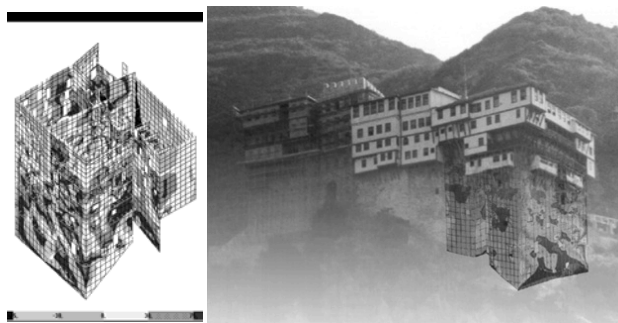
ΝΑΟΣ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ



ΝΑΟΣ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ



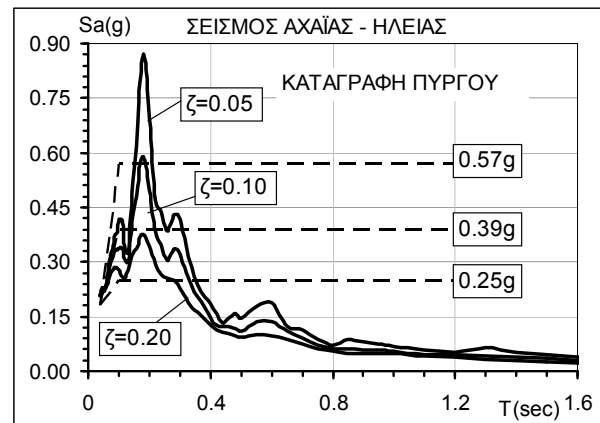
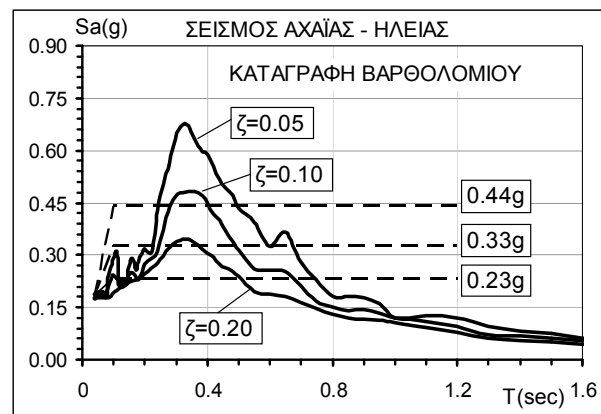
Ι.Ν. ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ, ΚΑΛΙΘΕΑ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ



Ι.Μ. ΔΙΟΝΥΣΙΟΥ, ΑΓΙΟΥ ΟΡΟΥΣ

Κοινά χαρακτηριστικά των κτιρίων που προσομοιώθηκαν:

- Είναι κατασκευασμένα από φέρουσα τοιχοποιία
- Έχουν καταπονηθεί από αρκετούς ισχυρούς σεισμούς στην διάρκεια κατά την οποία υφίστανται
- Έχουν διατηρηθεί μέχρι σήμερα με μικρές και επισκευάσιμες βλάβες από σεισμούς που έγιναν στην περιοχή τους και έχει αποδειχθεί η ικανότητά τους να ανθίστανται σε σεισμικά φορτία
- Κατά την επίλυσή τους με γραμμικά ή επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία έχει παρατηρηθεί ό,τι εφαρμόζοντας σεισμικά φορτία σύγχρονων κανονισμών, προκύπτει αστοχία σε τόσες θέσεις ώστε να θεωρείται ότι για τον σεισμό σχεδιασμού το κτίριο καταρρέει. Κατάσταση η οποία δεν επαληθεύεται επειδή το κτίριο υφίσταται μέχρι σήμερα.
- Κατά την επίλυσή τους με γραμμικά ή επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία έχει παρατηρηθεί ότι οριακά μπορούν να αντέξουν οριζόντιες δυνάμεις που να προκύπτουν βάσει των "συντελεστών σεισμικής επιβάρυνσης" που προτείνονται από τον Αντισεισμικό Κανονισμό που ίσχυε μετά το 1984.



Για την γεφύρωση των σεισμικών συντελεστών που δίνει ο Αντισεισμικός Κανονισμός, ο οποίος ίσχυε το 1984, με τις υψηλότερες πραγματικές καταγεγραμμένες επιταχύνσεις του ΕΔΕ ένα επιστημονικά τεκμηριωμένο μέσο αποτελεί η απόσβεση του υλικού. Από τα διαγράμματα που παρατέθηκαν, για απόσβεση υλικού της τάξης του 20% και με θεώρηση ενός συντελεστή συμπεριφοράς ίσο με 1.5 για την καταγραφή του σεισμού Αχαιάς – Ηλείας στον Πύργο προκύπτει φασματική επιτάχυνση 0.25g/1.5=0.17g. Η απόσβεση υλικού, 20%, λήφθηκε κατόπιν αντιστροφής ανάλυσης

"από τις βλάβες => απόσβεση υλικού"

και παρουσιάζεται επειδή για την τιμή αυτή προκύπτουν ήπια σεισμικά φορτία. Αυτό που χρειάζεται να ποσοτικοποιηθεί τεκμηριωμένα στην περίπτωση αυτή είναι η απόσβεση των φερουσών τοιχοποιιών βάσει του τρόπου και των υλικών δόμησης. Είναι σαφές ότι με τα απλούστερα κριτήρια μηχανικής δεν είναι δυνατό μία τριστρωτή λιθοδομή με αργιλοκονίαμα ή ασβεστοκονίαμα (εσωτερική, εξωτερική παρειά και γέμισμα) πάχους 70εκ. να θεωρείται ότι έχει τον ίδιο συντελεστή απόσβεσης υλικού με έναν τοίχο από σκυρόδεμα πάχους 70εκ. Για τον σκοπό αυτό απαιτείται πειραματικός προσδιορισμός των διαθέσιμων συντελεστών απόσβεσης, για διάφορους τύπους φερουσών λιθοδομών, είτε στο εργαστήριο είτε επί τόπου σε διάφορα μνημεία από φέρουσα τοιχοποιία.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στις κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία που υπόκεινται σε ισχυρή σεισμική διέγερση παρατηρήθηκε ότι οι πρώτες βλάβες εμφανίζονται στο άνω μέρος των τοιχοποιιών του ανώτερου ορόφου (κυρίως διώροφα κτίρια στην παρούσα εργασία). Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται σε ανακατασκευή της στέγης και στον τρόπο σύνδεσής της με τις φέρουσες τοιχοποιίες. Επίσης στο άνω μέρος των τοιχοποιιών του ορόφου η αξονική φόρτιση των πεσσών και η σφήνωση των υπέρθυρων είναι σημαντικά περιορισμένες.

Τα κωδωνοστάσια Ναών που κατασκευάζονται σε επαφή με το κτίριο του Ναού εμφανίζουν βλάβες στην στάθμη πάνω από την οποία εξέρχει το κωδωνοστάσιο. Στην περίπτωση ισχυρού σεισμού αυτές οι βλάβες οφείλονται στην πρόσκρουση του κωδωνοστασίου με τον Ναό λόγω διαφορετικού εύρους ταλάντωσης των δύο φορέων. Επίσης στην περίπτωση ενιαίου φορέα κωδωνοστασίου και Ναού οι βλάβες αποδίδονται στην σημαντική μείωση της δυσκαμψίας στην περιοχή του κωδωνοστασίου που εξέρχει.

Σε πολλά κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία η ένταση και η παραμόρφωση στις τοιχοποιίες λόγω των κατακόρυφων φορτίων σε συνδυασμό με την παλαιότητα και την ελλιπή συντήρηση εκτιμάται ότι είναι κοντά στις τιμές αστοχίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση ρηγματώσεων κατά την διάρκεια σεισμικών συμβάντων με την πρόσθεση της σεισμικής έντασης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εδαφική επιτάχυνση 0.21g πρέπει να θεωρηθεί ως ένα κάτω όριο καθώς οι καταρρεύσεις έγιναν σε οικισμούς πιο κοντά στο επίκεντρο του σεισμού και στο ρήγμα από ότι το Βαρθολομίο όπου ήταν εγκατεστημένος ο Επιταχυνσιογράφος. Εκτιμάται ότι οι αναπτυσσόμενες εδαφικές επιταχύνσεις στους οικισμούς με καταρρεύσεις ήταν πάνω από 0.21g. Από την καταγραφή του σεισμού των Κυθρών προέκυψαν εδαφικές επιταχύνσεις 0.15g και εμφανίσθηκαν μόνο ρηγματώσεις σε φέροντες τοίχους και σε ορισμένα κωδωνοστάσια. Από τον σεισμό της Κορώνης καταγράφηκε εδαφική επιτάχυνση 0.07g και οι βλάβες ήταν από πολύ περιορισμένες έως ασημαντες.

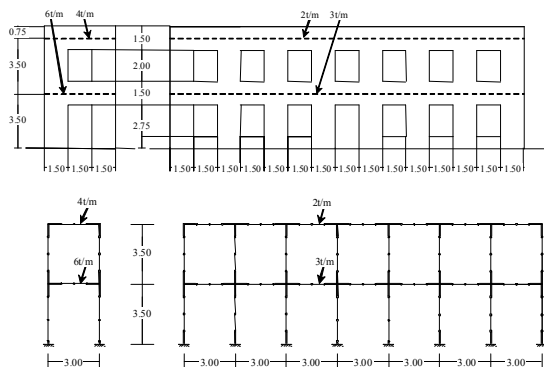
Όπως προέκυψε κατά τις αυτοψίες από τους σεισμούς μεγάλου βάθους δεν αναπτύσσονται υψηλές επιταχύνσεις στο κοντινό πεδίο. Επίσης τα επιταχυνσιογράμματα τέτοιων σεισμών είναι κυρίως διεγέρσεις χαμηλών συχνοτήτων. Αυτό παρατηρείται και στην απόκριση των κατασκευών όπου ενώ για τους τρεις επιφανειακούς σεισμούς Αχάας – Ηλείας, Αιγίου και Καλαμάτας εμφανίσθηκαν υψηλές επιταχύνσεις, αρκετές βλάβες και καταρρεύσεις, για τους τρεις σεισμούς μεγάλου βάθους Κορώνης, Κυθρών (0.8sec) και Λεωνιδίου οι βλάβες ήταν σημαντικά περιορισμένες και οι αναπτυσσόμενες επιταχύνσεις ήταν επίσης χαμηλές.

Η συσχέτιση βλαβών σε κτίρια από τοιχοποιία με τη σεισμική κίνηση όπως καταγράφεται σε μια περιοχή αποτελεί δύσκολη υπόθεση η οποία οδηγεί μόνο σε ποιοτικά συμπεράσματα. Ακόμη και στις περιπτώσεις όπου γίνεται προσομοίωση της κατασκευής με πεπερασμένα στοιχεία, εισαγωγή της εν λόγω σεισμικής διέγερσης ως απλού φόρτισης και η διενέργεια πολύπλοκων υπολογιστικών αναλύσεων τα αποτελέσματα δίνουν ποιοτικά συμπεράσματα. Αυτό οφείλεται σε αβεβαιότητες που σχετίζονται με την πραγματική αντοχή των τοιχοποιιών αλλά και τον βαθμό ρεαλιστικής προσομοίωσης της κατασκευής. Ως εκ τούτου απαιτείται περαιτέρω εμβάθυνση και προβληματισμός σε τέτοια προβλήματα για την εξαγωγή αξιόπιστων αποτελεσμάτων ποσοτικής αξίας.

- Μόρφωση δομικού συστήματος
- Απόκριση δομικών συστημάτων & σεισμικά φορτία
- Ανελαστική προσομοίωση πλαισίων από φέρουσα τοιχοποιία
- Τεχνικές προσομοίωσης κατασκευαστικών επεμβάσεων
- Παρουσίαση επεμβάσεων κατά τη σχεδίαση
- Εμφανείς στατικές επεμβάσεις – συστήματα σε σημαντικά μνημεία

- Μόρφωση δομικού συστήματος
- Απόκριση δομικών συστημάτων & σεισμικά φορτία
- Ανελαστική προσομοίωση πλαισίων από φέρουσα τοιχοποιία
- Τεχνικές προσομοίωσης κατασκευαστικών επεμβάσεων
- Παρουσίαση επεμβάσεων κατά τη σχεδίαση
- Εμφανείς στατικές επεμβάσεις – συστήματα σε σημαντικά μνημεία

Διώροφα πλαίσια ενός και επτά ανοιγμάτων προς μοντελοποίηση

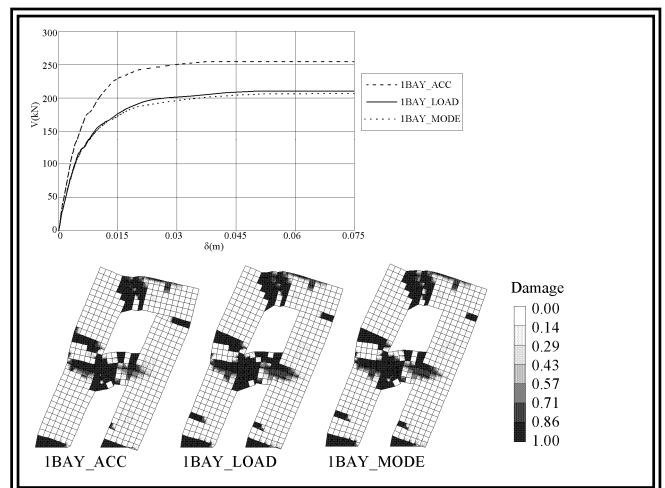
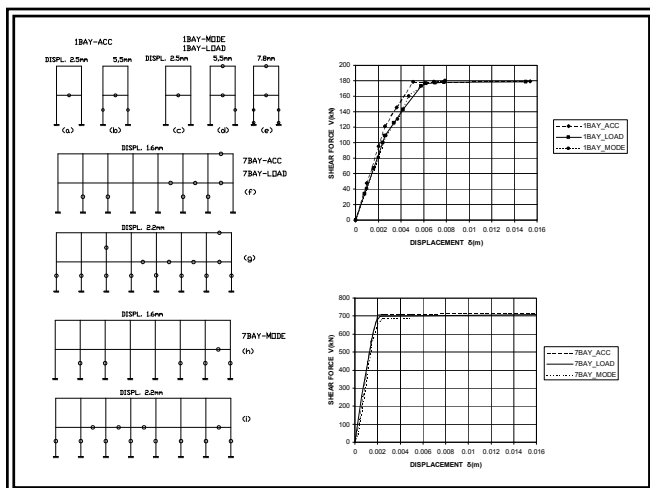
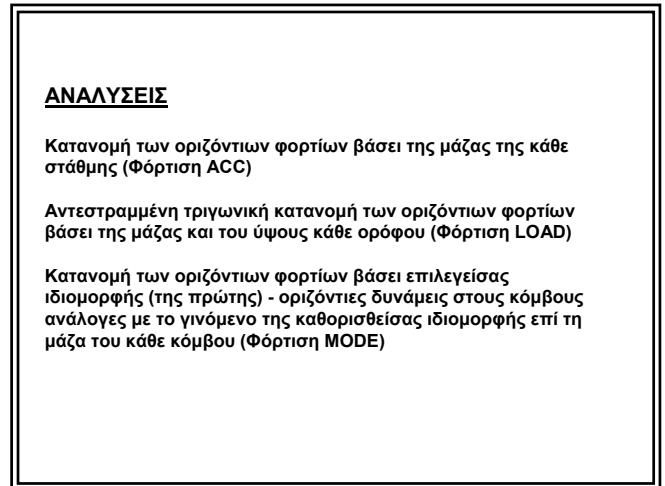
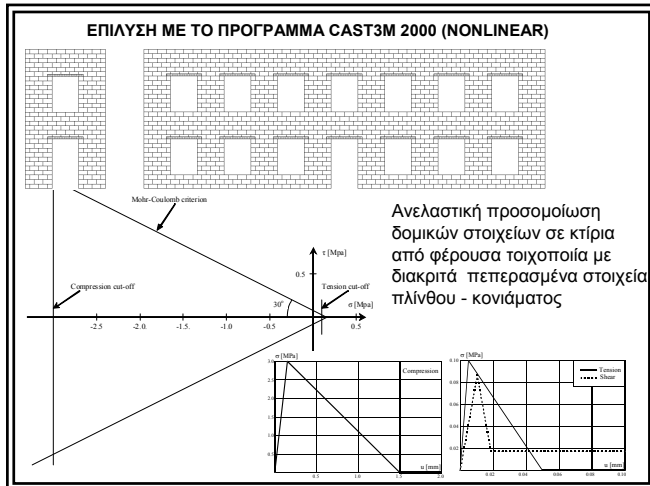
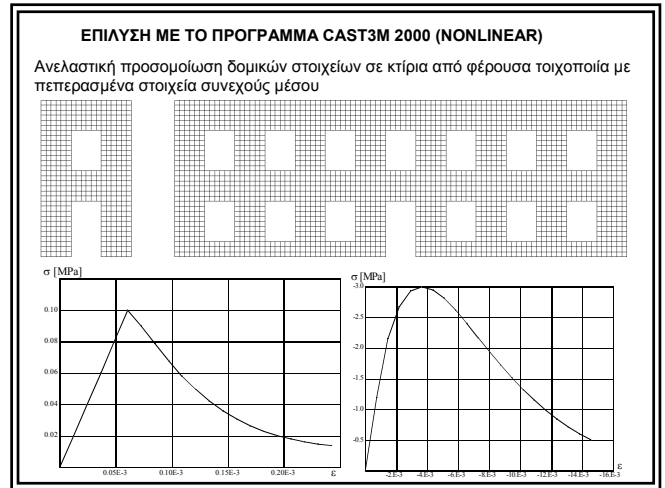
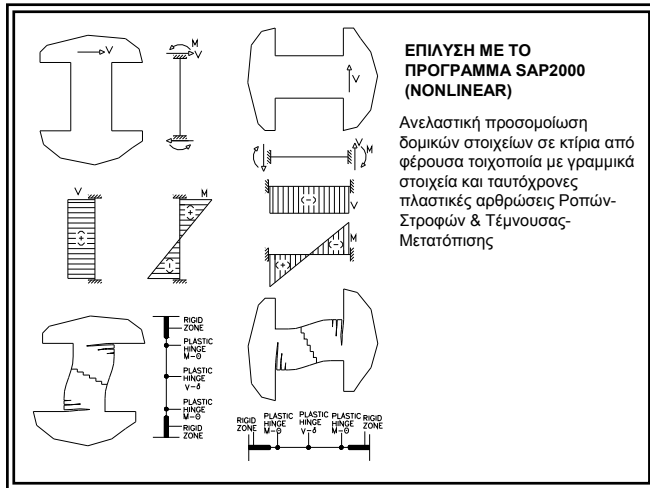


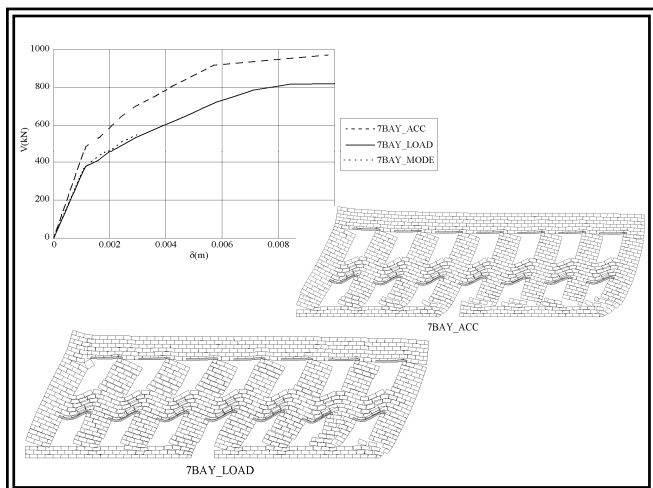
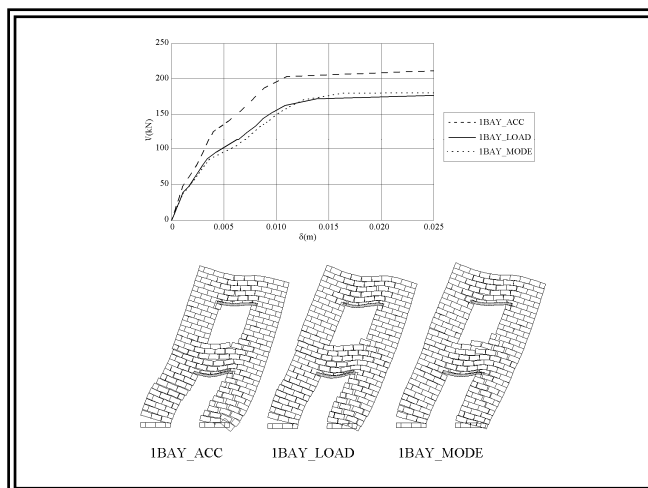
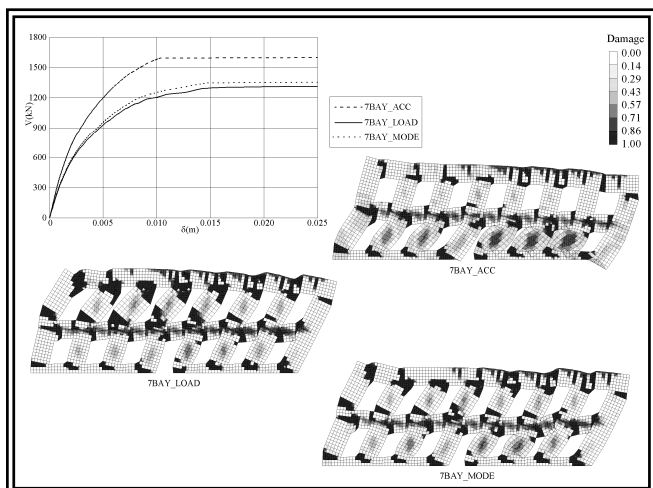
ΣΤΟΧΟΙ:

Ανελαστική ανάλυση διώροφων πλαισίων (δίστυλο και οκτάστυλο πλαίσιο) από φέρουσα τοιχοποιία υπό οριζόντια και κατακόρυφα φορτία.

Διερεύνηση της επιρροής του διαφορετικού τρόπου κατανομής των οριζόντιων φορτίων στην ανελαστική συμπεριφορά των πλαισίων.

Διερεύνηση της επιρροής της μεθόδου προσομοίωσης των φορέων.





ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Τα δίστυλα και πολύστυλα πλαίσια που προσομοιώνονται με γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία έχουν παρόμοια μέγιστη αντοχή με τα αντίστοιχα πλαίσια με προσομοίωση διακριτού μέσου. Πλαίσια με προσομοίωση συνεχούς μέσου εμφανίζουν υψηλότερη τελική αντοχή

Στις δύο προσομοιώσεις συνεχούς και διακριτού μέσου η περίπτωση φόρτισης ACC δίνει μεγαλύτερη αντοχή από ότι οι άλλες δύο περιπτώσεις φόρτισης (LOAD, MODE). Στο προσομοίωμα με γραμμικά στοιχεία δεν προκύπτει διαφορά στις αντοχές για κάθε περίπτωση φόρτισης. Σε αυτή την επίλυση οι διαφορές είναι εντονότερες στο μηχανισμό σχηματισμού των πλαστικών αρθρώσεων καθώς για τη φόρτιση ACC ενεργοποιούνται εντονότερα οι πλαστικές αρθρώσεις διαμήσεως στον κάτω όροφο

Υπάρχει μεγάλη διασπορά των αντοχών και των αντίστοιχων μετατοπίσεων στην περιοχή των διαγραμμάτων τέμνουσας δύναμης αντοχής – μετατόπισης που από την ελαστική περιοχή μεταβαίνουμε στην ανελαστική. Καθώς αυτή είναι η περιοχή όπου συνήθως βρίσκεται το σημείο ελέγχου των παραμορφώσεων προκύπτει ότι λόγω της διαφορετικής προσομοίωσης του φορέα οδηγούμαστε σε πολύ διαφορετικά αποτελέσματα.

Όπως προκύπτει από τις πιο πάνω αναλύσεις υπάρχει σημαντικό περιθώριο απορρόφησης ενέργειας σε πλαίσια από φέρουσα τοιχοποιία όταν υπόκεινται σε οριζόντιες φορτίσεις.

- Μόρφωση δομικού συστήματος
- Απόκριση δομικών συστημάτων & σεισμικά φορτία
- Ανελαστική προσομοίωση πλαισίων από φέρουσα τοιχοποιία
- Τεχνικές προσομοίωσης κατασκευαστικών επεμβάσεων
- Παρουσίαση επεμβάσεων κατά τη σχεδίαση
- Εμφανείς στατικές επεμβάσεις – συστήματα σε σημαντικά μνημεία

- Μόρφωση δομικού συστήματος
- Απόκριση δομικών συστημάτων & σεισμικά φορτία
- Ανελαστική προσομοίωση πλαισίων από φέρουσα τοιχοποιία
- Τεχνικές προσομοίωσης κατασκευαστικών επεμβάσεων
- Παρουσίαση επεμβάσεων κατά τη σχεδίαση
- Εμφανείς στατικές επεμβάσεις – συστήματα σε σημαντικά μνημεία

Μακρομοντέλο:

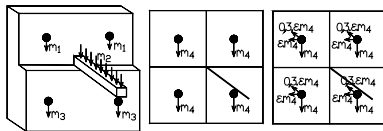
Ελαστικός και σπανιότερα προσεγγιστικός ανελαστικός νόμος προσομοίωσης των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών δόμησης. Είναι χωρικά συνήθως προσομοιώματα ολόκληρου του φορέα.

Μικρομοντέλο:

Δισδιάστατα συνήθως προσομοιώματα, δύο υλικών, με μη γραμμικές μηχανικές ιδιότητες στο συνδετικό κόνιαμα μεταξύ των λίθων. Κατά περίπτωση απαιτούνται κόμβοι σε ίδια θέση μεταξύ των στοιχείων λίθων και των στοιχείων κονιάματος.

Ανοικτά θέματα (για συνήθεις αναλύσεις):

- Θέση εφαρμογής και η κατανομή των σεισμικών φορτίων
Έλλειψη διαφραγματικής λειτουργίας
Συγκέντρωση της μάζας στις λιθοδομές
Λογισμικά υψηλών δυνατοτήτων
- Τιμές σεισμικού συντελεστή ή συντελεστή συμπεριφοράς
Περιορισμένη ικανότητα για ανελαστική παραμόρφωση
Χαμηλή αντοχή
Ικανοποιητική απόκριση σε πραγματικούς σεισμούς



Τιμή και θέση εφαρμογής σεισμικών φορτίων:

- Υπολογισμός βάρους ολόκληρου του κτιρίου
- Υπολογισμός όγκου λιθοδομών
- Υπολογισμός αυξημένης ειδικής μάζας λιθοδομών
- Εφαρμογή κατάλληλων συντελεστών επί της μάζας ανά διεύθυνση

ΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ – ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ (Αξιοποίηση προϊστορίας φέροντα οργανισμού)

- Παλαιά κατασκευή
- Σεισμογενής περιοχή
- Καταγραφή βλαβών κτιρίου
- Δοκιμαστικές αναλύσεις για μικρές αυξήσεις των οριζόντιων φορτίων

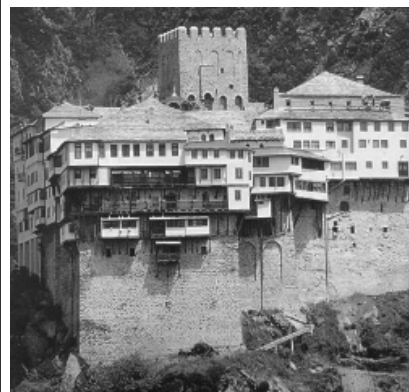
Επιλογή σεισμικών φορτίων που να δίνουν εικόνα βλαβών σύμφωνη με την προϊστορία των βλαβών του φέροντα οργανισμού του αρχικού φορέα.

Προσομοίωση επεμβάσεων – Επανεπίλυση – Έλεγχος

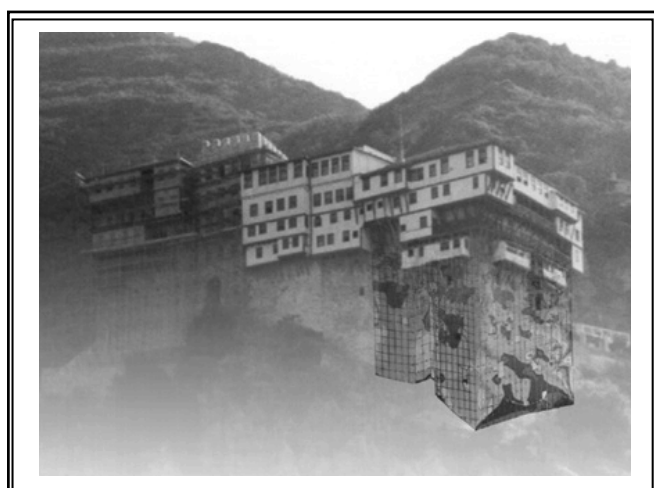
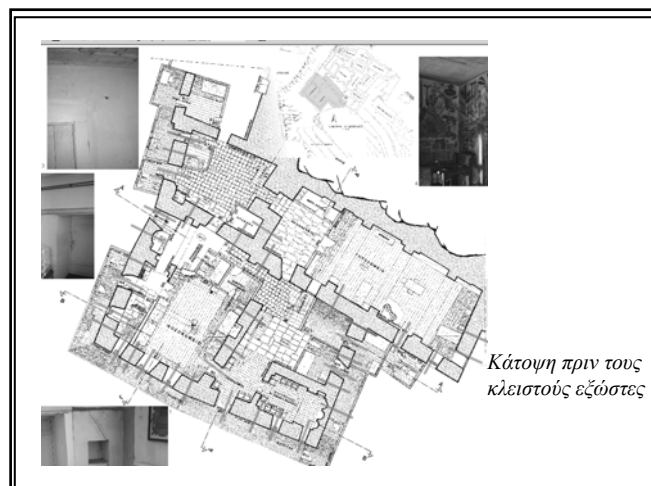
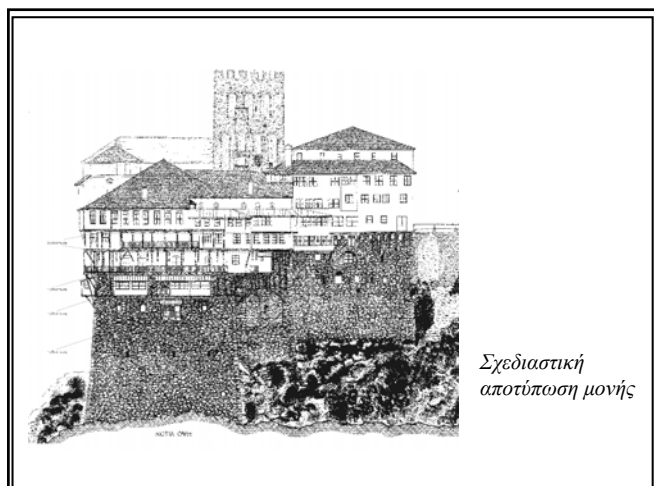
ΕΦΑΡΜΟΓΗ I:

Νότια πτέρυγα Μονής Διονυσίου Αγίου Όρους

- Καταγραφή βλαβών
- Εκτίμηση σεισμικού συντελεστή που να δίνει τις παραπάνω βλάβες
- Επιβολή των σεισμικών φορτίων
- Ποιοτική και ποσοτική αποτίμηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων



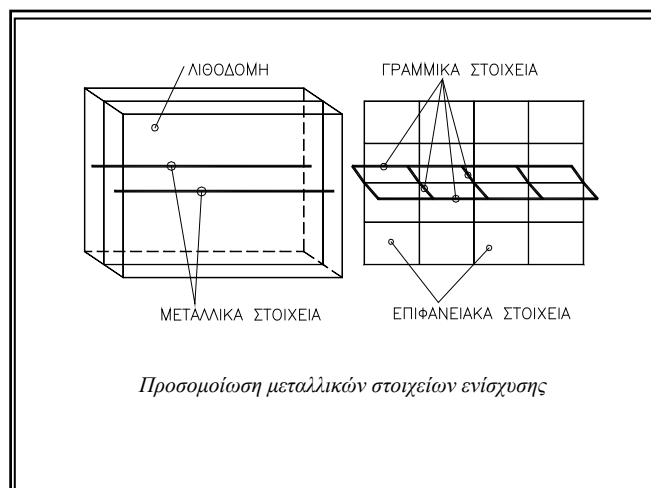
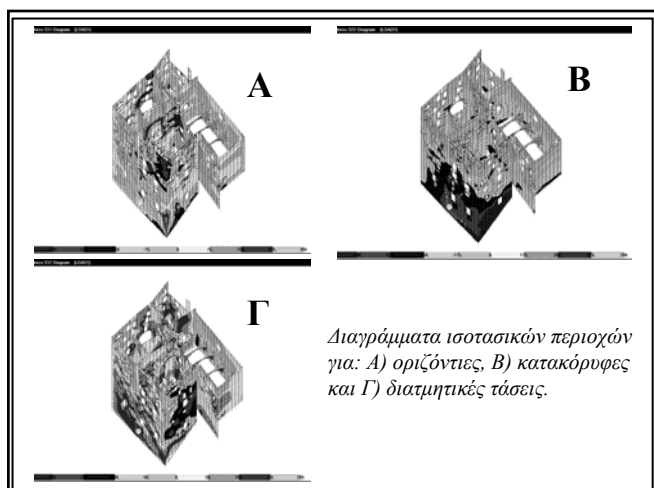
Φωτογραφική άποψη μονής

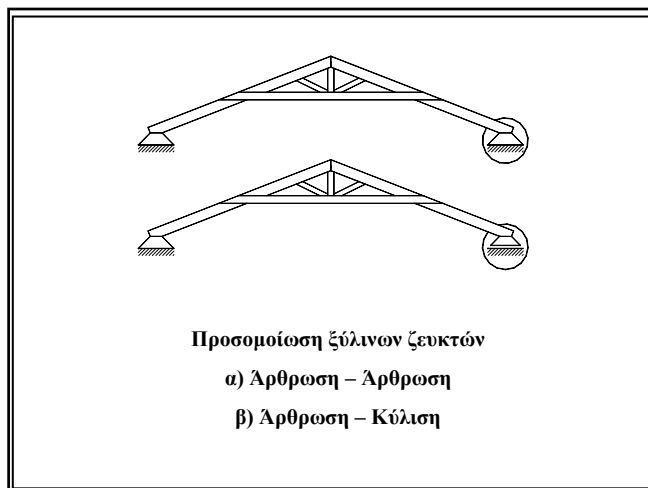
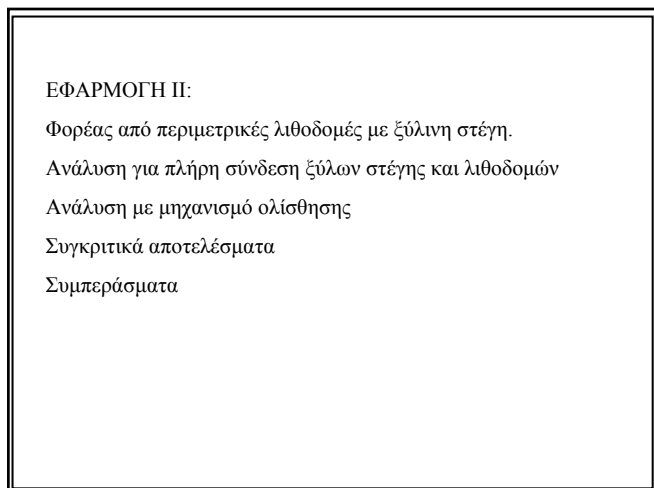
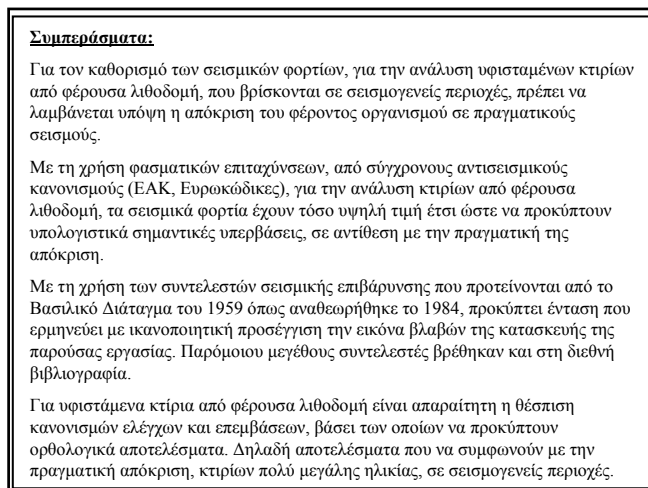
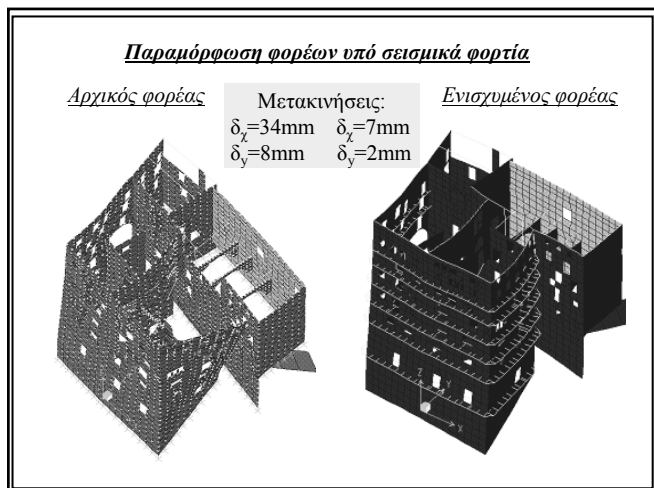
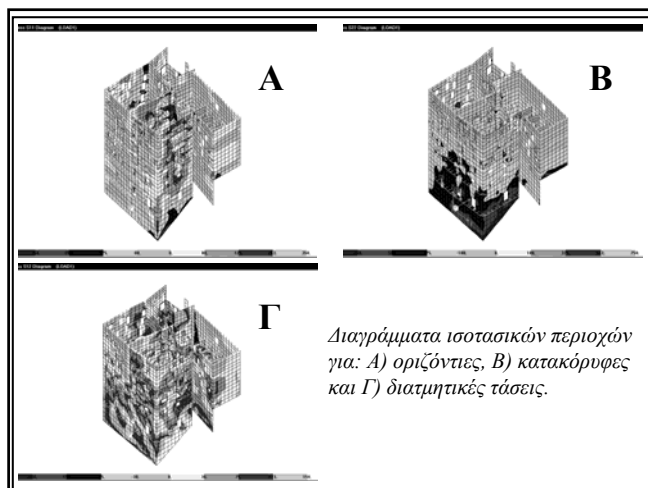
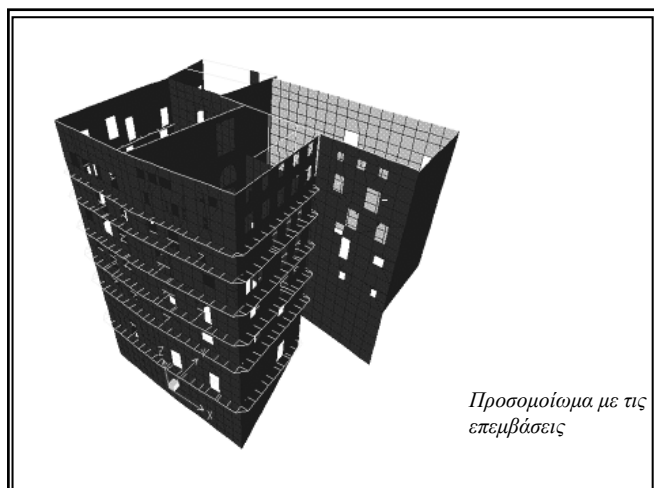


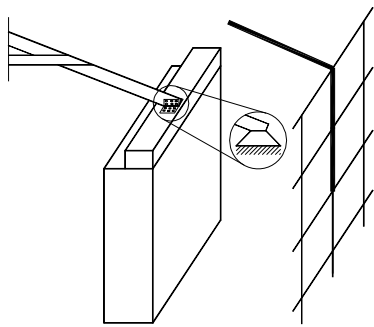
Σεισμική επιτάχυνση, για κτίρια από φέρουσα λιθοδομή, ως συνάρτηση της σεισμικότητας της περιοχής

Σεισμικότητα περιοχής	Σεισμική επιτάχυνση
Χαμηλή	0.050±0.075 g
Μέση	0.075±0.100 g
Υψηλή	0.100±0.150 g

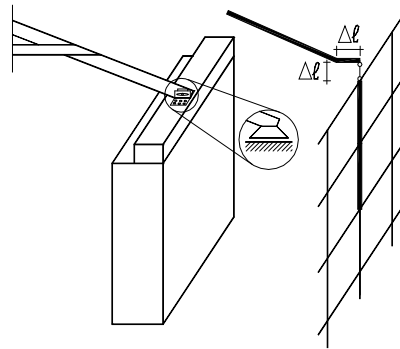
Σεισμικότητα (Αντισ. Καν. 84) : III
 Έδαφος ψαθυρό : B
 Σπουδαιότητα : M (I=1.2)
 Σεισμικός συντελεστής : $\varepsilon=0.12$
 $\varepsilon'=1.2 \times 0.12=0.144$



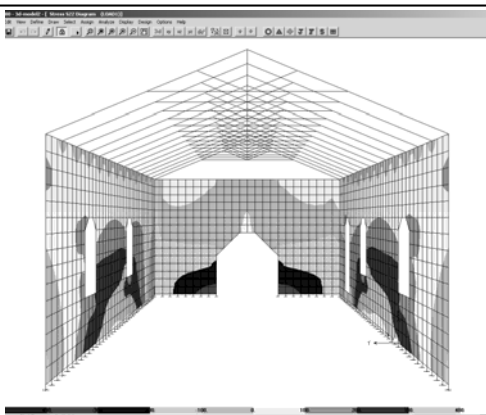
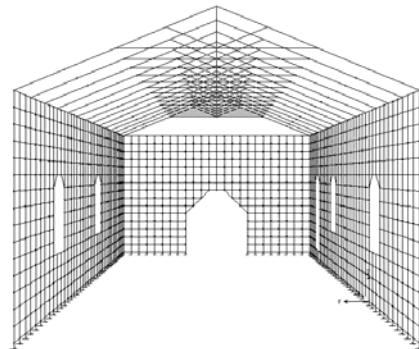
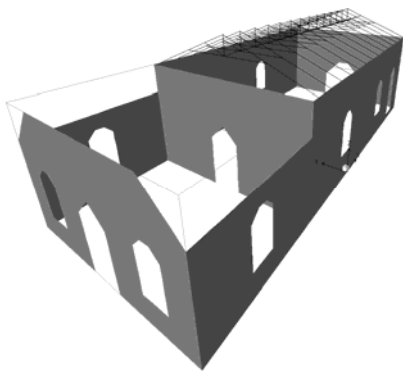




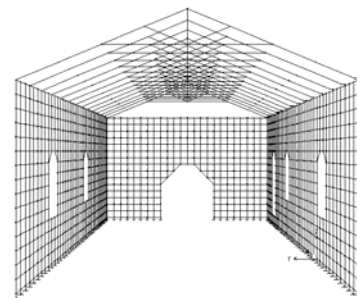
Λεπτομέρεια αρθρωτής σύνδεσης ζευκτού
Προσομοίωση με πεπερασμένα στοιχεία

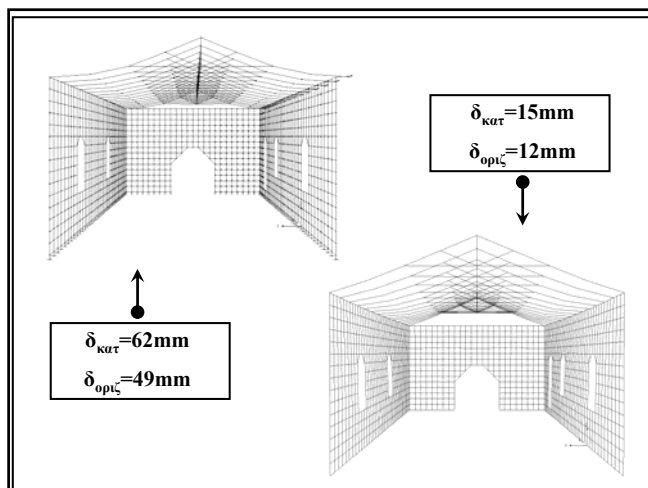
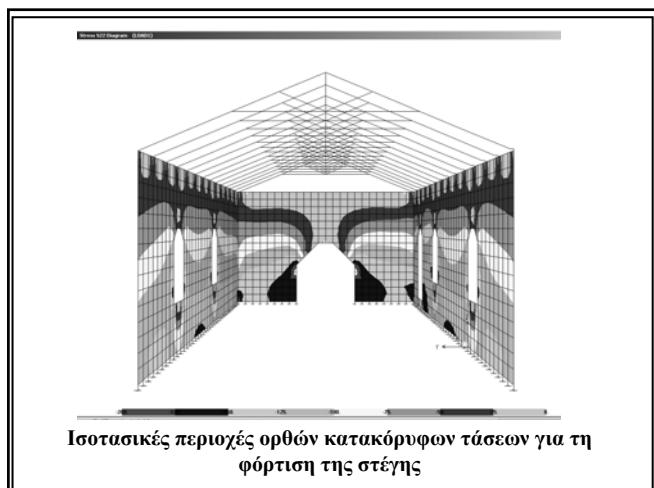


Κατασκευαστική λεπτομέρεια κόλλησης ζευκτού επί λιθοδομής
Προσομοίωση με πεπερασμένα στοιχεία



Ισοτασικές περιοχές ορθών κατακόρυφων τάσεων για τη φόρτιση της στέγης





N (AK)	N (AA)
V (AK)	V (AA)
M (AK)	M (AA)
<p>Διαγράμματα N, V, M, υπό κατακόρυφα φορτία, για το ξύλινο ζευκτό της στέγης υπό διαφορετικές συνθήκες στήριξης (αριστερή στήλη Άρθρωση – Κύλιση, δεξιά στήλη Άρθρωση – Άρθρωση)</p>	

Συμπεράσματα:

Οι υπολογιστικές δυνατότητες και οι δυνατότητες προσομοίωσης οι οποίες παρέχονται σήμερα είναι σημαντικές. Προφανώς η ορθότητα των αποτελεσμάτων είναι συνέπεια της ορθότητας των δεδομένων που εισάγονται για την ανάλυση. Για τον σκοπό αυτό, όταν εισάγεται ο φέρον οργανισμός ενός κτιρίου, από φέρουσα λιθοδομή, για ανάλυση, επιτυγχάνονται ακριβέστερα αποτελέσματα όταν δίνονται όσο το δυνατό περισσότερες (πραγματικές) ελευθερίες κίνησης στον φορέα.

Ως παράδειγμα αναφέρεται η περίπτωση αυτόματης εισαγωγής διαφραγματικής λειτουργίας στις στάθμες των πατωμάτων και της στέγης (ανεπιθύμητη) και η περίπτωση προσομοίωσης των φερόντων (ξύλινων) στοιχείων με κατάλληλα πεπερασμένα στοιχεία προκειμένου να αναπτυχθεί η ακριβής διαφραγματική λειτουργία του φορέα.

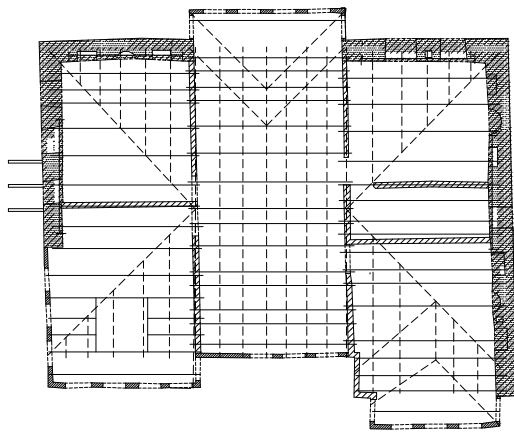
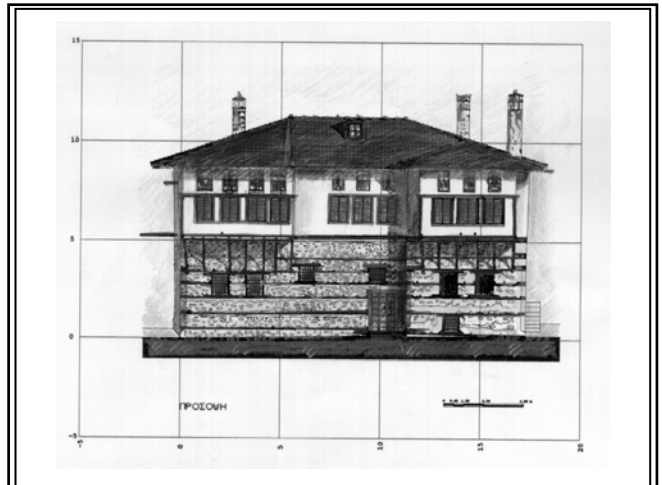
Συμπεράσματα:

Με την ορθή επιλογή κατασκευαστικών διατάξεων και την ορθή προσομοίωσή τους είναι δυνατό να τεκμηριωθούν υπολογιστικά λύσεις οι οποίες να οδηγούν σε ήπιου χαρακτήρα επεμβάσεις στον φέροντα οργανισμό κτιρίων από φέρουσα λιθοδομή.

Όπως προκύπτει από την εφαρμογή που παρουσιάστηκε, στην ήπια επέμβαση συνήθως δαπανώνται περισσότερα χρήματα από ότι στην περίπτωση μιας δραστηκής (μη ήπιας επέμβασης). Η παραπάνω διαφορά υπερκαλύπτεται από το σαφώς καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα της ήπιας επέμβασης έναντι της δραστηκής επέμβασης.

- Μόρφωση δομικού συστήματος
- Απόκριση δομικών συστημάτων & σεισμικά φορτία
- Ανελαστική προσομοίωση πλαισίων από φέρουσα τοιχοποιία
- Τεχνικές προσομοίωσης κατασκευαστικών επεμβάσεων
- Παρουσίαση επεμβάσεων κατά τη σχεδίαση
- Εμφανείς στατικές επεμβάσεις – συστήματα σε σημαντικά μνημεία

- Μόρφωση δομικού συστήματος
- Απόκριση δομικών συστημάτων & σεισμικά φορτία
- Ανελαστική προσομοίωση πλαισίων από φέρουσα τοιχοποιία
- Τεχνικές προσομοίωσης κατασκευαστικών επεμβάσεων
- Παρουσίαση επεμβάσεων κατά τη σχεδίαση
- Εμφανείς στατικές επεμβάσεις – συστήματα σε σημαντικά μνημεία



- Γεωμετρική – κατασκευαστική αποτύπωση του κτιρίου.
- Αποτύπωση της παθολογίας του φέροντος οργανισμού.
- Προσδιορισμός των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών δόμησης και του εδάφους.
- Αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας του οριζόντιου και κατακόρυφου φέροντα οργανισμού έναντι κατακόρυφων και σεισμικών φορτίων και κατάλληλη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων (Προμελέτη και Οριστική Μελέτη).
- Προτάσεις επεμβάσεων επισκευής και ενίσχυσης του φέροντα οργανισμού σε επίπεδο προμελέτης και οριστικής μελέτης και τελικής τους διαμόρφωση σύμφωνα με τις παρατηρήσεις του Κεντρικού Αρχαιολογικού Συμβουλίου.

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ:

Χρήση κτιρίου:

•Μουσείο (κινητό φορτίο 5.0 kN/m^2) – μεγάλα βέλη κάμψης, υπερβάσεις αντοχής

•Επισκέψιμο μνημείο με ελεγχόμενη πρόσβαση (κινητό φορτίο 2.0 kN/m^2)

Κανονισμός ελέγχου:

$$c_d(T) = a_1 \theta_1 / q = 0.16 \times 1.15 \times 1.00 \times 2.50 / 1.50 = 0.307 \text{ (0.307g)}$$

$$1.70 \times 0.06g = 0.10g$$

Δυσμενείς παράμετροι:

- Ασθενής διαφραγματική λειτουργία των ξύλινων πατωμάτων και της ξύλινης στέγης.
- Χαμηλή δυσκαμψία εντός επιπέδου των ξυλόπληκτων τοιχοποιιών.
- Εκκεντρότητα και ασυνέχειες κατά την κατακόρυφο μεγάλο αριθμού φαινωμάτων τόσο των περιμετρικών (σαχινισιά) όσο και των εσωτερικών ξυλόπληκτων τοιχοποιιών.
- Έντονη μείωση δυσκαμψιάς έναντι οριζόντιων φορτίων στον όροφο, λόγω δραστικού περιορισμού και εκκεντρής τοποθέτησης των λιθοδομών, σε σχέση με τους κατώτερους ορόφους.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗΣ:

- Ήπιου χαρακτήρα επεμβάσεις επισκευής, χωρίς την εξασφάλιση αντισεισμικής επάρκειας του φέροντα οργανισμού, με στόχο όχι την χρήση αλλά απλώς τη διατήρηση του κτιρίου
- Εναρμόνιση με τις απαιτήσεις των ισχυόντων κανονισμών για τη νέα χρήση του κτιρίου ως μουσείου, επιλογή που θα απαιτούσε εκτεταμένου χαρακτήρα ενισχύσεις, ανακατασκευές και προσθήκες νέων φερόντων στοιχείων.
- Διατήρηση του χαρακτήρα της αρχικής χρήσης του κτιρίου ως κατοικίας με κατάλληλη τροποποίηση της διακήρυξης οπότε, αρκεί η εφαρμογή κινητού φορτίου 2.0 kN/m^2 σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις για προϋφιστάμενα κτίρια, και ο έλεγχος έναντι σεισμού επιτρέπεται να γίνει σύμφωνα με το πλαίσιο των παλιών αντισεισμικών κανονισμών (1959 – τροποποίηση 1984: ενδεικτική τιμή ισοδύναμης επιτάχυνσης σχεδιασμού $\sim 1.70 \times 0.06g = 0.10g$).

Παράλληλα επεμβάσεις: Θεμελίωση, πατώματα, στέγη, σύνδεση πατωμάτων και στέγης με τοιχοποιίες, λιθοδομές, ξυλόπληκτοι και ξυλόπλεκτοι τοίχοι.

11ηΕΒΑ, ΔΑΒΜΜ, ΚΑΣ:

Επιλογή τρίτου σεναρίου με μείωση των επεμβάσεων

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ:

ΥΛΙΚΑ:

Λιθοδομές:

$$f_d = f_{tM} / \gamma_t = 15.0 / 2.5 / 1.4 = 4.3 \text{ kg/cm}^2 = 0.43 \text{ MPa}$$

$$f_{td} = f_d / 10 = 0.43 \text{ kg/cm}^2 = 0.043 \text{ MPa}$$

$$f_{vd} = f_{tM} / \gamma_t = (0.1 + 0.4\sigma) / 2.5 / 1.4 = 0.029 + 0.11\sigma$$

Ξύλινα στοιχεία:

$$\sigma_{\text{στ}} = 10 \text{ MPa}, E_w = 10000 \text{ MPa}$$

Δράσεις:

Επισκέψιμο μνημείο με ελεγχόμενη πρόσβαση (κινητό κατακόρ. φορτίο 2.0 kN/m²)

$$\text{Σεισμική δράση: } 1.70 \times 0.06g = 0.10g$$

Κατανομή σεισμικής τέμνουσας ανάλογα με το εμβαδό και τον τύπο των τοίχων και υπολογισμός εντατικών μεγεθών με θεώρηση αμφίπακτου στοιχείου.
Υπολογισμός αναπτυσσόμενων τάσεων και σύγκριση με τάσεις αντοχής.

Προτεινόμενες επεμβάσεις:

Επεμβάσεις στη θεμελίωση, Δάπεδα, Ξύλινες δοκοί πατωμάτων, Υποστήλωση κύριων ξύλινων δοκών, Δοκοί πατωμάτων σαχνισιών, Λιθοδομές, Αναδόμηση διαταραγμένων τμημάτων λιθοδομής, Ξυλόπλεκτοι εσωτερικοί τοίχοι, Ξυλόπλεκτοι περιμετρικοί τοίχοι, Ξυλόπλεκτοι εσωτερικοί τοίχοι, Κατασκευή ξυλοδεσιάς στέγης επί λιθοδομών στη στάθμη οροφής μεσοπατώματος, Κατασκευή κορυφαίου διαζώματος Ο/Σ επί λιθοδομών στη στάθμη οροφής ορόφου, Επεμβάσεις στη στέγη, Επεμβάσεις στις καμινάδες.

ΥΠΟΜΟΝΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

1. ΕΠΙΜΕΛΕΤΕΣ ΣΤΗ ΣΤΕΓΗ ΔΟΧΕΙ

- α. Επισκευή κατά μέρος της κρήνησης περιμετρικών μάζων των οφών ελαστών θεμελίων.
- β. Κατασκευή παραρτημάτων δοκών υπέρβασης ασφαλιστικής πάχους 25cm και διατηρηθεί στέγης της με τη λιθοδομή.
- γ. Κατασκευή παραρτημάτων παραρτημάτων με καταστήματα στον αέρα και τον πάχος της διατήρησης παλαιών στέγης και στήριξης ορόφου και ελέγχου της στέγης με κατάλληλα διατηρητέα, γκρεμούς, αγκυρές.

2. ΔΑΠΕΔΑ

- α. Τεμαχική στέγηση των ξύλινων πατωμάτων.
- β. Επισκευή ή αντικατάσταση διαταραγμένων ξύλινων στοιχείων, στήριξη υποστηρίγματα και καταστήματα των διαταραγμένων ξύλινων στοιχείων.
- γ. Επισκευή οφών ξύλινων διαταραγμένων με μεταλλικές συνδέσεις.
- δ. Στήριξη και αποκατάσταση των ξύλινων πατωμάτων.

3. ΕΛΑΦΕΡΑ ΔΟΚΟΙ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ

- α. Αντικατάσταση των διαταραγμένων δοκών.
- β. Στέγηση διαταραγμένων δοκών επί ξύλινων στοιχείων με μεταλλικές συνδέσεις.
- γ. Επισκευή διαταραγμένων διαταραγμένων με λάστιχο ξύλινων στοιχείων.
- δ. Επισκευή διαταραγμένων ξύλινων δοκών με μεταλλικές συνδέσεις.
- ε. Επισκευή στήριξης των διαταραγμένων ξύλινων δοκών με μεταλλικές συνδέσεις.

4. ΥΠΟΣΤΗΛΩΣΗ ΕΛΑΦΕΡΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΔΟΚΩΝ

- α. Υποστήλωση κύριων ξύλινων δοκών μεταξύ των χώρων 1.4-1.5 με ξύλινα στήλια περί το μέτρο των υποστηρίξεων.
- β. Υποστήλωση κύριων ξύλινων δοκών μεταξύ των χώρων 1.5-1.6 με ξύλινα στήλια στο μέτρο των υποστηρίξεων.

- γ. Επισκευή ξύλινων υποστηρίξεων με ξύλινες δοκούς.
- δ. Υποστήλωση κύριων ξύλινων δοκών οροφής των χώρων 0.8 στη θέση των υποστηρίξεων οροφής (μεταξύ 1.2-1.3) με ξύλινες δοκούς.
- ε. Υποστήλωση οροφής ξύλινων δοκών διατάκτες χώρων 2.1 στο άνω μέρος της οροφής.

5. ΔΟΚΟΙ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΕΣ

- α. Αντικατάσταση οφών δοκών.
- β. Στέγηση δοκών οφών και υποστηρίξεων δοκών με μεταλλικές συνδέσεις.
- γ. Επισκευή οφών δοκών ή αντικατάσταση οφών δοκών με κατάλληλα.

6. ΛΙΘΟΔΟΜΕΣ

- α. Δομοί παραρτημάτων (ελαστικές) δοκών οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- β. Δομοί παραρτημάτων υποστηρίξεων οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- γ. Επισκευή οφών με στήριξη οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- δ. Επισκευή οφών με στήριξη οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- ε. Επισκευή οφών με στήριξη οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.

7. ΑΝΑΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΣΤΗ ΣΤΕΓΗ ΔΟΧΕΙ

- α. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- β. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- γ. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- δ. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- ε. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.

8. ΤΕΜΑΧΙΚΗ ΣΤΕΓΗ ΤΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ

- α. Τεμαχική στέγηση των ξύλινων πατωμάτων.
- β. Επισκευή ή αντικατάσταση διαταραγμένων ξύλινων στοιχείων, στήριξη υποστηρίγματα και καταστήματα των διαταραγμένων ξύλινων στοιχείων.
- γ. Επισκευή οφών ξύλινων διαταραγμένων με μεταλλικές συνδέσεις.
- δ. Στήριξη και αποκατάσταση των ξύλινων πατωμάτων.

9. ΕΛΑΦΕΡΑ ΔΟΚΟΙ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ

- α. Τεμαχική στέγηση των ξύλινων πατωμάτων.
- β. Επισκευή ή αντικατάσταση διαταραγμένων ξύλινων στοιχείων, στήριξη υποστηρίγματα και καταστήματα των διαταραγμένων ξύλινων στοιχείων.
- γ. Επισκευή οφών ξύλινων διαταραγμένων με μεταλλικές συνδέσεις.
- δ. Στήριξη και αποκατάσταση των ξύλινων πατωμάτων.

10. ΞΥΛΟΠΛΕΚΤΟΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ

- α. Τεμαχική στέγηση των ξύλινων πατωμάτων.
- β. Επισκευή ή αντικατάσταση διαταραγμένων ξύλινων στοιχείων, στήριξη υποστηρίγματα και καταστήματα των διαταραγμένων ξύλινων στοιχείων.
- γ. Επισκευή οφών ξύλινων διαταραγμένων με μεταλλικές συνδέσεις.
- δ. Στήριξη και αποκατάσταση των ξύλινων πατωμάτων.

11. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΠΟΣΤΗΛΩΣΗΣ ΤΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΔΟΚΩΝ ΣΤΗ ΣΤΑΘΜΗ 0.8m

- α. Με την κρήνηση της κατασκευής και του υποστηρίξεων της στέγης, αποκατάσταση ή στήριξη των υποστηρίξεων και παραρτημάτων λιθοδομής που δεν υποστηρίζονται στον χώρο.
- β. Με κατασκευή των δοκών οροφής, κατασκευάζονται ξύλινες δοκούς (ξύλινα στήλια) με ραβδόβλη βάρη στήριξης στο μέτρο της υποστήριξης λιθοδομής και στο μέτρο των διαταραγμένων υποστηρίξεων των οφών.
- γ. Στήριξη δοκών οροφής και ξυλοδοκίων οφών με το νέο ξύλινο δοκίμιο μόνο με λάστιχο στο μέτρο των οφών.

12. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΠΟΣΤΗΛΩΣΗΣ ΤΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΔΟΚΩΝ ΣΤΗ ΣΤΑΘΜΗ 0.5m

- α. Με την κρήνηση της κατασκευής και του υποστηρίξεων της στέγης, αποκατάσταση ή στήριξη των υποστηρίξεων και παραρτημάτων λιθοδομής που δεν υποστηρίζονται στον χώρο.
- β. Με κρήνηση της στήριξης οφών, λίθων κατασκευάζονται δοκίμια Ο/Σ με ραβδόβλη βάρη στήριξης στο μέτρο της υποστήριξης λιθοδομής.
- γ. Στήριξη των υποστηρίξεων ξύλινων δοκών, των ξυλοδοκίων οφών και των δοκών της στέγης με το νέο ξύλινο δοκίμιο μόνο με λάστιχο στο μέτρο των οφών.

13. ΕΠΙΜΕΛΕΤΕΣ ΣΤΗ ΣΤΕΓΗ

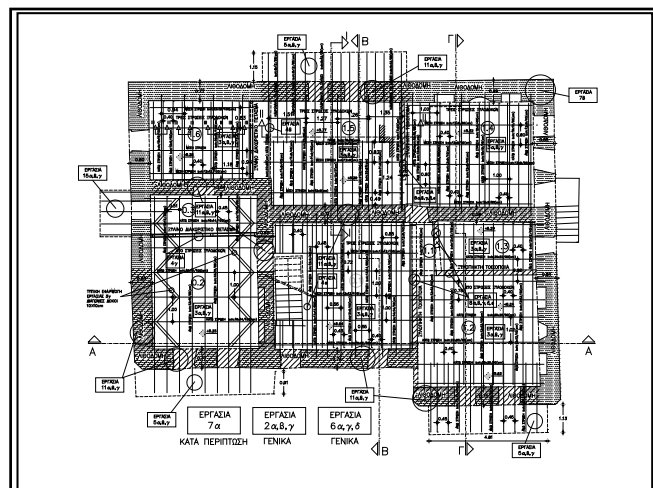
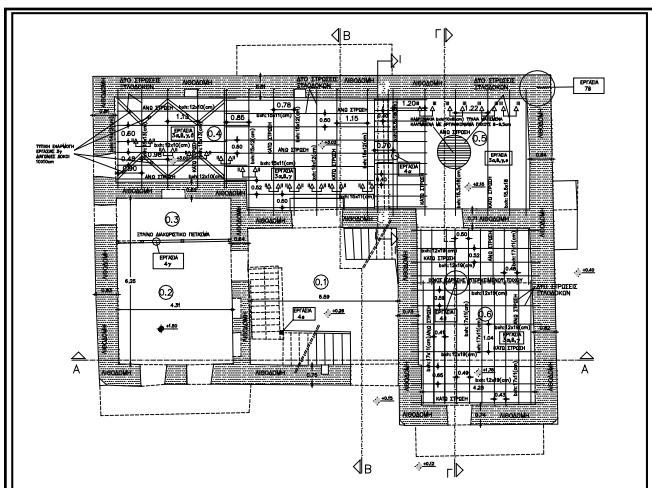
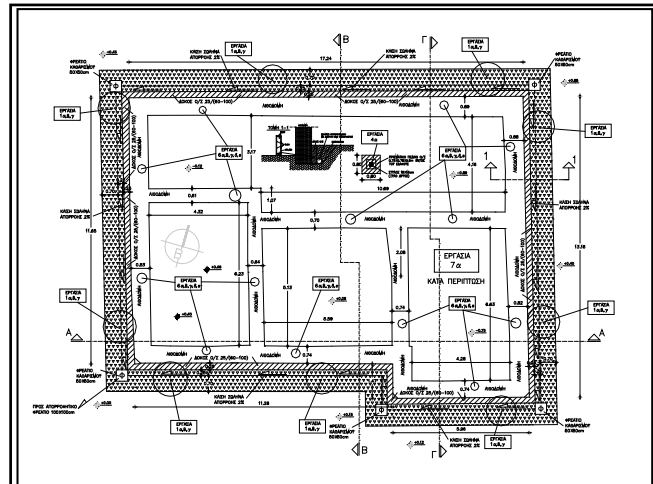
- α. Επισκευή της στήριξης οφών και του υποστηρίξεων της στέγης, αποκατάσταση ή στήριξη των υποστηρίξεων και παραρτημάτων λιθοδομής που δεν υποστηρίζονται στον χώρο.
- β. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- γ. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- δ. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- ε. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.

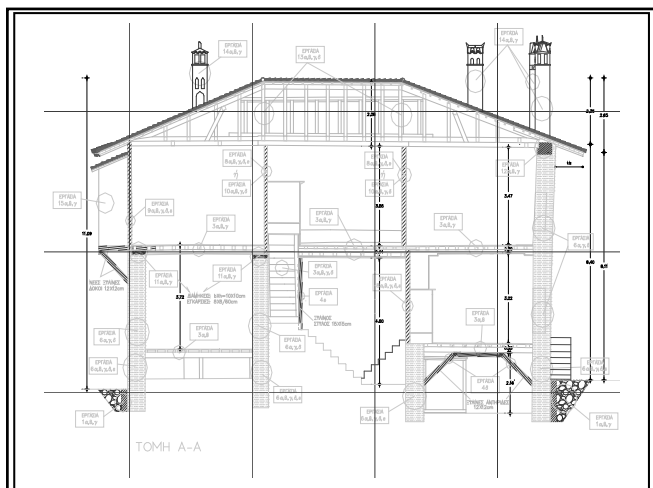
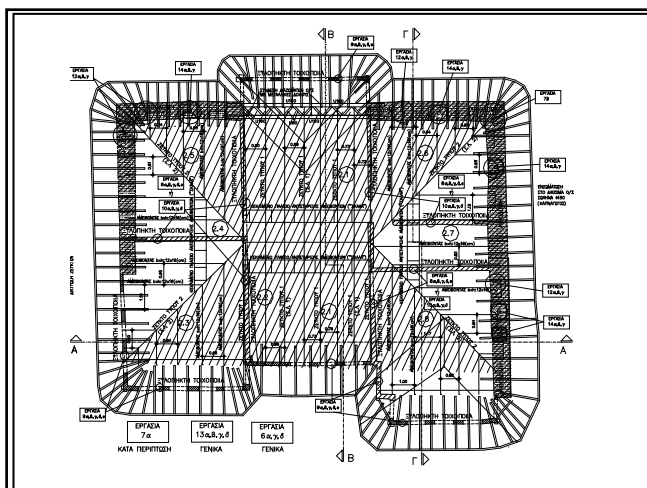
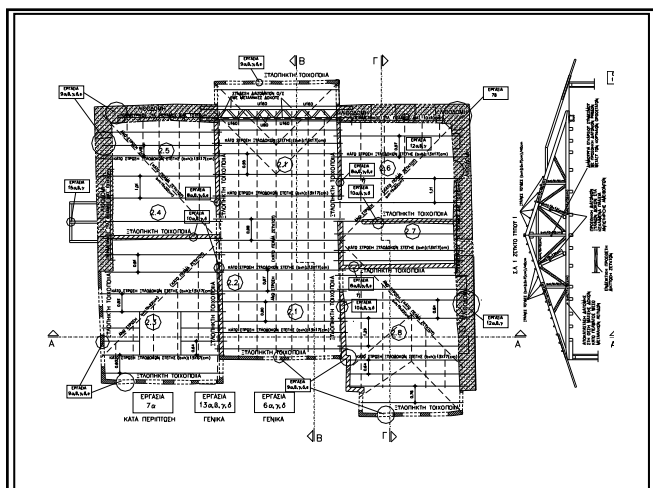
14. ΕΠΙΜΕΛΕΤΕΣ ΣΤΗ ΚΑΜΙΝΑΔΑ

- α. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- β. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- γ. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- δ. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.
- ε. Επισκευή οφών δοκών οροφής οροφής με στήριξη ασφαλιστικών στοιχείων.

15. ΑΝΑΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΑΝΑΚΑΤΩΝ

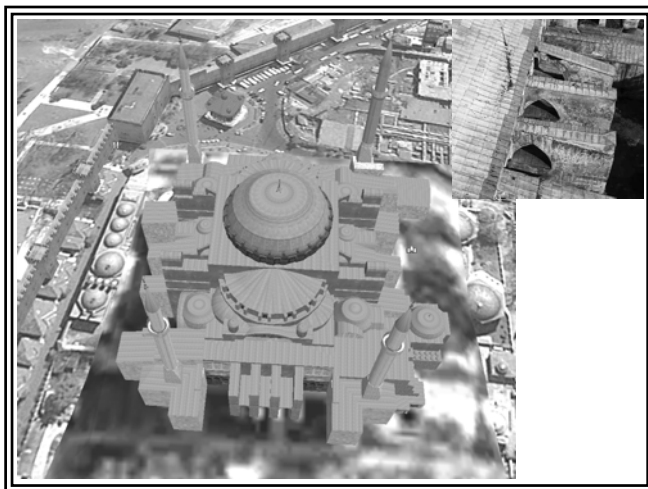
- α. Αντικατάσταση ξύλινων δοκών οφών οροφής με κατάλληλα.
- β. Κατασκευή ξύλινων δοκών οφών οροφής με κατάλληλα.
- γ. Κατασκευή ξύλινων δοκών οφών οροφής με κατάλληλα.
- δ. Κατασκευή ξύλινων δοκών οφών οροφής με κατάλληλα.
- ε. Κατασκευή ξύλινων δοκών οφών οροφής με κατάλληλα.

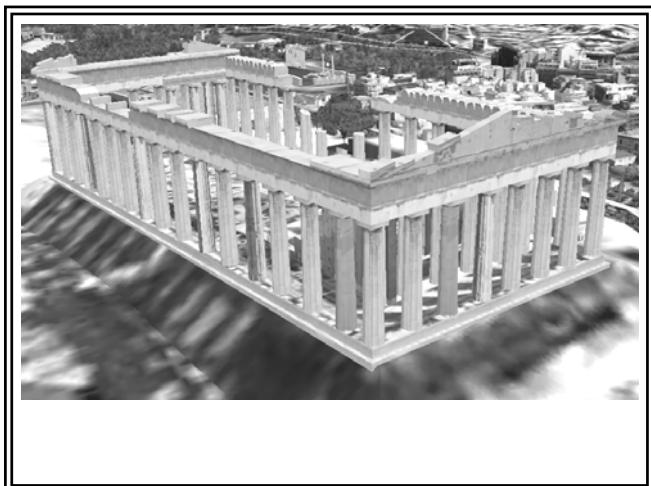
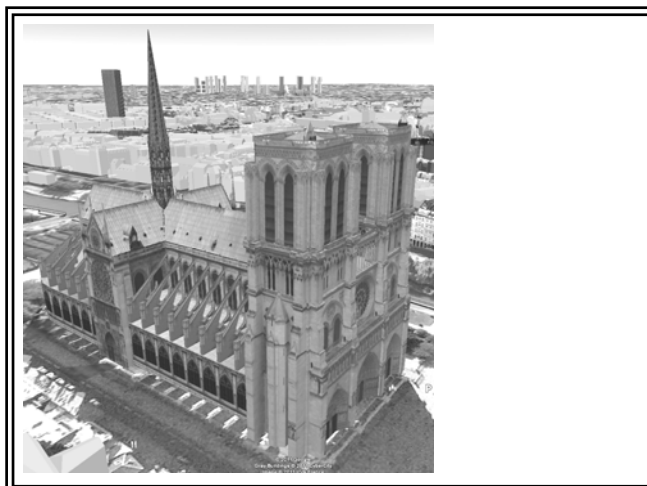
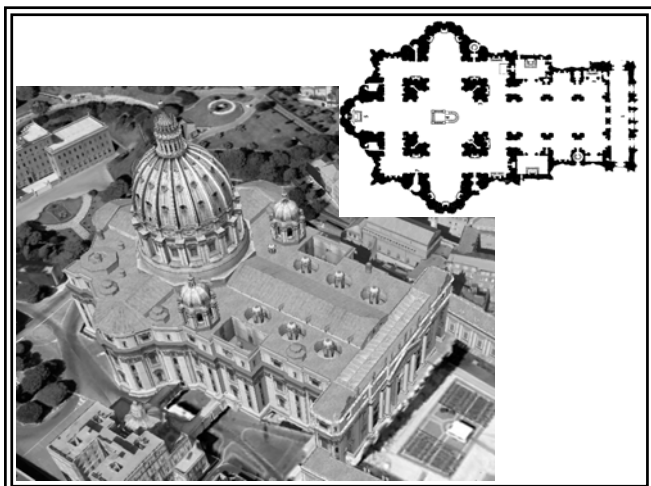




- Μόρφωση δομικού συστήματος
- Απόκριση δομικών συστημάτων & σεισμικά φορτία
- Ανελαστική προσομοίωση πλαισίων από φέρουσα τοιχοποιία
- Τεχνικές προσομοίωσης κατασκευαστικών επεμβάσεων
- Παρουσίαση επεμβάσεων κατά τη σχεδίαση
- Εμφανείς στατικές επεμβάσεις – συστήματα σε σημαντικά μνημεία

- Μόρφωση δομικού συστήματος
- Απόκριση δομικών συστημάτων & σεισμικά φορτία
- Ανελαστική προσομοίωση πλαισίων από φέρουσα τοιχοποιία
- Τεχνικές προσομοίωσης κατασκευαστικών επεμβάσεων
- Παρουσίαση επεμβάσεων κατά τη σχεδίαση
- Εμφανείς στατικές επεμβάσεις – συστήματα σε σημαντικά μνημεία





**ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΗΣΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΚΡΙΣΗ
ΜΝΗΜΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ –
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ, ΣΧΕΔΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ**

**SEISMIC ACTIVITY IN PELOPONNESUS (GREECE) AND RESPONSE
OF MONUMENTAL MASONRY STRUCTURES – SEISMIC
EVALUATION, DESIGN AND INELASTIC ANALYSIS**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

Σαλονικιός Ν. Θωμάς, Δρ Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., Κύριος Ερευνητής ΟΑΣΠ
Λεκίδης Α. Βασίλειος, Δρ Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., Διευθυντής Ερευνών ΟΑΣΠ