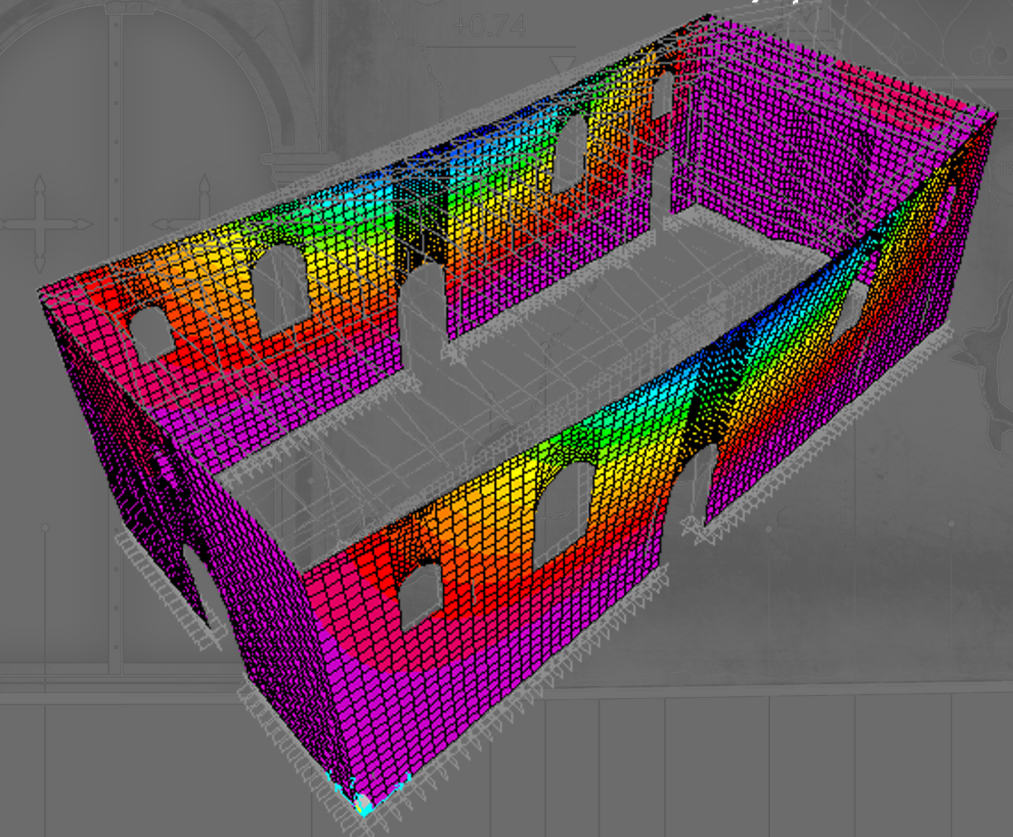




“Αποτύπωση & Αποτίμηση
Σεισμικής Συμπεριφοράς
του Ι.Ν. Αγίου Γεωργίου
στην Λευκάδα”

Παλαιολόγου Μαργαρίτα
Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π

Επιβλέπουσα καθ.:
κα Βιντζηλαίου



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλα τα άτομα που με βοήθησαν στην εκπόνηση και ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας. Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, κυρία Ελισάβετ Βιντζηλαίου, τόσο για τη σημαντική καθοδήγησή της όσο και για την εμπιστοσύνη και βοήθεια που μου προσέφερε σε όλη τη διάρκεια της μελέτης. Επίσης, ιδιαίτερα σημαντική ήταν η συμβολή του κυρίου Παναγιώτη Αργυρού, αρχιτέκτονα, και του Χρήστου Βαχλιώτη, Πολιτικού Μηχανικού, που μου παρείχαν αρκετά στοιχεία και που ήταν πάντα πρόθυμοι να βοηθήσουν, και τους ευχαριστώ πολύ για τη συνεργασία μας. Την ευγνωμοσύνη μου οφείλω να εκφράσω επιπρόσθετα στον Πατέρα Αναστάσιο και κατ' επέκταση στην Ιερά Μητρόπολη της Λευκάδας για την πρόσβαση που μου εξασφάλισε στο ναό και για τη διάθεση του να βοηθήσει όπου αυτό ήταν δυνατό. Δεν γίνεται να μη μνημονεύσω την πολύτιμη βοήθεια της αδερφής μου, Πολυξένης Παλαιολόγου, και της φίλης μου, Μαρίας Καραγκούνη, οι οποίες είναι αρχιτέκτονες, και με κατηύθυναν και υποστήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια της αποτύπωσης και κατασκευαστικής ανάλυσης του ναού. Τέλος, πολλές ευχαριστίες αξίζουν στον Αλέξανδρο και τους φίλους μου για την ηθική συμπαράσταση και υποστήριξη που μου προσέφεραν όλο αυτό το διάστημα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη

1. Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο Διπλωματικής Εργασίας σελ.5

1.2 Διάρθρωση Διπλωματικής Εργασίας σελ.5

2. Ιστορική Αναδρομή σελ.

2.1 Ιστορικά Στοιχεία για την Λευκάδα σελ.7

2.2 Ναοί της Λευκάδας σελ.8

2.2.1 Ναός της πόλης σελ.9

2.2.2 Τυπολογία-Μορφολογία ναών σελ.12

2.2.2.1 Τυπολογία σελ.13

2.2.2.2 Μορφολογία σελ.13

2.2.2.3 Εσωτερική διαμόρφωση των ναών της Λευκάδας σελ.15

2.3 Σεισμικότητα του νησιού σελ.16

3. Ιερός Ναός Αγίου Γεωργίου σελ.

3.1 Περιγραφή του Ναού σελ.21

3.2 Κατασκευαστική Ανάλυση σελ.22

3.2.1 Στέγη σελ.23

3.2.2 Οροφή σελ.27

3.2.3 Ποντελάρισμα σελ.27

3.2.4 Λιθοδομές σελ.27

3.2.5 Επιχρίσματα σελ.28

3.2.6 Ανοίγματα σελ.31

3.2.7 Γυναικωνίτης σελ.32

3.2.8 Θεμελίωση σελ. 33

3.3 Παθολογία

3.3.1 Θεμελίωση σελ.34

3.3.2 Επιχρίσματα σελ.34

3.3.3 Απόκλιση από την κατακόρυφο σελ.35

3.3.4 Ρωγμές σελ.36

3.3.5 Παθολογία στέγης σελ.36

3.3.6 Παθολογία ανοιγμάτων σελ.36

3.3.7 Παθολογία κουφωμάτων σελ.37

3.3.8 Παθολογία ποντελαρίσματος σελ.37

3.3.9 Παθολογία ξύλινης επένδυσης και οροφής σελ.37

3.3.10 Παθολογία γυναικωνίτη σελ.38

3.3.11 Επεμβάσεις σελ.38

3.4 Σχέδια Αποτύπωσης-Παθολογίας

3.5 Φωτογραφική τεκμηρίωση παθολογίας σελ.50

4. Αποτίμηση Σεισμικής Συμπεριφοράς Δομήματος σελ.

4.1 Κανονιστικό Πλαίσιο σελ.55

4.2 Μηχανικά Χαρακτηριστικά Υλικών Φέροντος Οργανισμού – Εδάφους

4.2.1 Φέρουσα τοιχοποιία-ξύλινος σκελετός-στέγη σελ.55

4.2.2 Εδαφος θεμελίωσης σελ.57

4.3 Προσομοίωση Υφιστάμενου Κτιρίου σελ.57

4.3.1 Επιβαλλόμενα φορτία σελ.58

4.4 Μέθοδοι Ανάλυσης Φορέα σελ.59

4.4.1 Ιδιομορφική ανάλυση σελ.60

4.4.2 Δυναμική φασματική ανάλυση σελ.61

4.4.3 Ισοδυναμική στατική μέθοδος(απλοποιημένη φασματική μέθοδος) σελ.62

4.5 Ελεγχος Υφιστάμενου Κτιρίου σελ.62

4.5.1 Έλεγχος ορθογωνικών διατομών σε μονοαξονική κάμψη παράλληλα στους αρμούς υπό ορθή δύναμη (M22) σελ.63

4.5.2 Έλεγχος ορθογωνικών διατομών σε μονοαξονική κάμψη κάθετα στους αρμούς υπό ορθή δύναμη (M11) σελ.63

4.5.3 Έλεγχος ορθογωνικών διατομών σε εντός επιπέδου κάμψη σελ.65

4.5.4 Έλεγχος ορθογωνικών διατομών σε μονοαξονική τέμνουσα σελ.66

4.6 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

4.6.1 Μετακινήσεις σελ.67

4.6.2 Ελεγχος Εντατικών Μεγεθών

4.6.2.1 Έλεγχος έναντι τέμνουσας σελ.70

4.6.2.2 Έλεγχος εντός επιπέδου κάμψης σελ.74

4.6.2.3 Έλεγχος εκτόςεπιπέδου κάμψης σελ.76

4.7 Συμπεράσματα σελ.80

5.Πρόταση αποκατάστασης

5.1 Εισαγωγή σελ.83

5.2 Περιγραφή πρότασης αποκατάστασης

5.2.1 Στέγη-Αέτωμα σελ.83

5.2.2 Τοιχοποιία σελ.84

5.2.3 Θεμελίωση σελ.86

5.2.4 Ποντελάρισμα-ξύλινες επενδύσεις-δάπεδα-πατώματα-κωδωνοστάσιο σελ.86

5.3 Προσομοίωμα ενισχυμένου κτιρίου σελ.86

5.4 Αποτελέσματα αναλύσεων και ελέγχων

5.4.1Ιδιομορφική ανάλυση σελ.87

5.4.2Μετακινήσεις σελ.88

5.4.3 Ελεγχος Εντατικών Μεγεθών σελ.91

5.5 Συμπεράσματα σελ.96

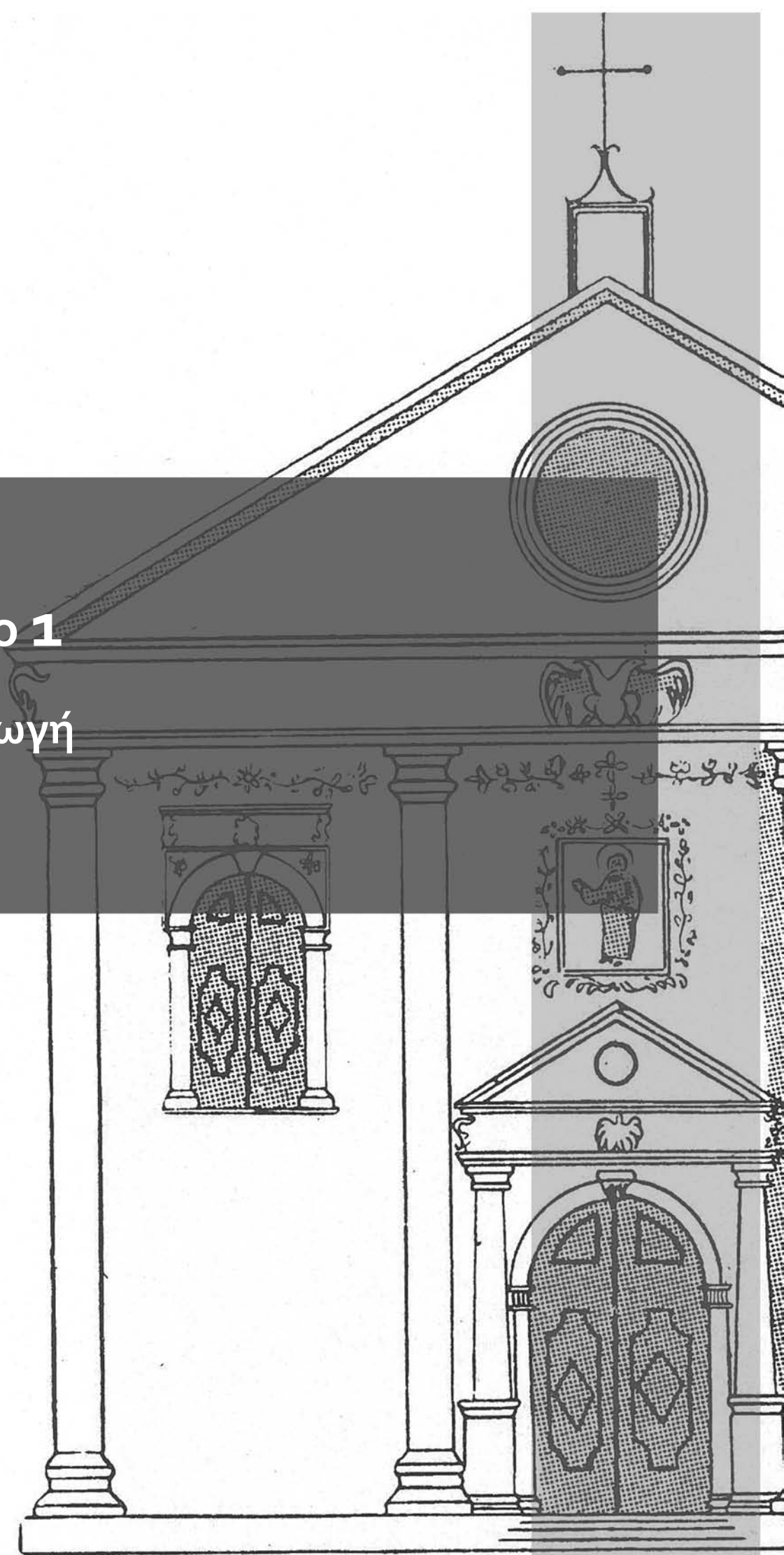
6. Συμπεράσματα-Προτάσεις Αποκατάστασης σελ.98

Παράρτημα σελ.100

Αναφορές – Βιβλιογραφία σελ.120

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή



1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η αντισεισμικότητα των μνημείων (διατιθέμενη ή απαιτούμενη) παρουσιάζει διττό ενδιαφέρον. Από τη μία, η παρούσα γενιά αισθάνεται την ανάγκη να διατηρήσει την επιβίωση του πολιτισμικού αυτού αγαθού έναντι του σεισμικού κινδύνου, ο οποίος το απειλεί με βλάβες ή κατάρρευση. Για το λόγο αυτό, ο Μηχανικός είναι υποχρεωμένος να μελετά τη λήψη μέτρων δομητικής επέμβασης με την ελάχιστη δυνατή αλλοίωση της μορφής και του δομητικού συστήματος του Μνημείου. Από την άλλη, πέραν της «διατήρησης» του πολιτισμικού αυτού αγαθού καθεαυτό, το ενδιαφέρον για την αντισεισμικότητα ενός μνημείου υπαγορεύεται και από τη νομική υποχρέωση προστασίας της ανθρώπινης ζωής των Γειτόνων, Συντηρητών και επισκεπτών του μνημείου.

Κατά τη διαδικασία της μελέτης, είθισται (εξαιτίας και της έλλειψης ειδικού ρυθμιστικού πλαισίου) ο Αρχιτέκτονας να εργάζεται όχι μόνο ξεχωριστά, αλλά και σε διαφορετικές χρονικές περιόδους από τον πολιτικό μηχανικό. Ωστόσο, η αναγκαιότητα να μελετάται και να προστατεύεται το δομικό σύστημα των ιστορικών κατασκευών και όχι μόνο τα αρχιτεκτονικά και μορφολογικά τους στοιχεία, καθιστά απαραίτητη τη συμμετοχή του πολιτικού μηχανικού και κατά την αναγνώριση, τεκμηρίωση και αποτίμηση του δομικού συστήματος του κτίριου μέσω της κατασκευαστικής ανάλυσης σε συνεργασία με τους αρχιτέκτονες, πριν τη διαμόρφωση των προτάσεων επέμβασης.

Ως συνέπεια των παραπάνω, αντικείμενο της διπλωματικής αυτής εργασίας δεν αποτελεί μόνο η ανάλυση μαθηματικών προσομοιωμάτων. Η παρούσα μελέτη εμβαθύνει κατά το δυνατό στην ιστορία του Μνημείου, προχωρά στην κατασκευαστική του ανάλυση, τεκμηριώνει τη παθολογία του και τέλος, προτείνει τη θωράκισή του, καθιστώντας τον Πολιτικό Μηχανικό συμμετόχο του έργου από τα πρώτα στάδια της μελέτης.

1.2 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η ανάπτυξη της μελέτης πραγματοποιείται στα κεφάλαια που ακολουθούν σύμφωνα με την εξής σειρά:

- **Κεφάλαιο 1^ο**: Εισαγωγικό κεφάλαιο στο οποίο περιγράφεται το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας
- **Κεφάλαιο 2^ο**: Το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει ουσιαστικά ολόκληρη την ιστορική τεκμηρίωση του μνημείου. Ξεκινά με μία σύντομη ιστορική αναδρομή στη διαμόρφωση της πόλης της Λευκάδας, για να περάσει στη συνέχεια στην παρουσίαση των ναών του ιστορικού κέντρου και των σχετικών με αυτούς ιστορικών στοιχείων. Τέλος, παρουσιάζεται η σεισμικότητα του νησιού και συνδέονται οι καταστροφές που έχουν υποστεί οι ναοί της πόλης και ο υπό μελέτη ναός με καταγεγραμμένες ή τεκμηριωμένες μαρτυρίες προγενέστερων σεισμικών γεγονότων, αλλά και του πρόσφατου σεισμού της Λευκάδας το 2003, ο οποίος προκάλεσε τις σημερινές βλάβες στον υπό μελέτη ναό
- **Κεφάλαιο 3^ο**: Το τρίτο κεφάλαιο αφορά στην περιγραφή του υπο μελέτη δομήματος, την κατασκευαστική του ανάλυση και στην αποτύπωση της παθολογίας του.
- **Κεφάλαιο 4^ο**: Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το αριθμητικό προσομοίωμα του ναού, οι πραγματοποιηθείσες δυναμικές και ισοδύναμες στατικές αναλύσεις, αλλά και η διερεύνηση των αιτίων που προκάλεσαν την ρηγμάτωση του ναού
- **Κεφάλαιο 5^ο**: Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται και αξιολογείται η πρόταση αποκατάστασης του ναού
- **Κεφάλαιο 6^ο**: Στο τελευταίο αυτό κεφάλαιο αναφέρονται από τη μία τα βασικότερα συμπεράσματα της μελέτης και από την άλλη γίνονται κάποιες προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση.

The background of the page is a detailed, light grey map of a city street grid. A large, dark grey rectangular area is overlaid on the map, covering the central and lower-left portions of the page. The text is centered within this dark area.

Κεφάλαιο 2

Ιστορική Αναδρομή

2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΛΕΥΚΑΔΑ ¹² (Ζαμπέλης) (Ροντογιάννης, 1980)

Το νησί της Λευκάδας στην αρχαιότητα ήταν γνωστό ως Λευκάς ή Λευκαδία ή Λευκαδίων Χερσόνησος. Σύμφωνα με ορισμένους αρχαίους συγγραφείς, η ονομασία του οφείλεται στο νοτιότερο ακρωτήριο του, το Λευκάτα, το οποίο πήρε το όνομα του από το λευκό χρώμα των βράχων του. Άλλοι υποστηρίζουν ότι το όνομα του νησιού οφείλεται στο σύντροφο του Οδυσσέα, Λεύκο, ή ακόμη και στον μυθικό ήρωα Λευκάδιο, γιο του Ικάρου, αδελφό της Πηνελόπης και του Αλυζέα. Στα Ομηρικά έπη η Λευκάδα ονομάζεται Νήρικος και περιγράφεται ως τμήμα του ελλαδικού κορμού.

Κατά τη Μέση και νεώτερη Παλαιολιθική Εποχή (100.000 – 35.000 π.Χ.) η Λευκάδα αποτέλεσε αξιόλογο κέντρο ζωής, καθώς αντίστοιχα ευρήματα καλύπτουν όλο το νησί από το βορρά μέχρι το νοτιότερο άκρο του. Μάλιστα, κατά τις ανασκαφές του Wiltheim Doerpfeld, ανακαλύφθηκαν και παλαιολιθικά εργαλεία.

Η ανθρώπινη παρουσία στο νησί συνεχίζεται και στη Νεολιθική περίοδο (6000-2300 π.Χ.), όπως μαρτυρούν ευρήματα σε πολλά τμήματα της Λευκάδας. Τα ευρήματα αυτά σε συνδυασμό με χαρακτηριστικά ανάλογων ευρημάτων από άλλες περιοχές οδηγούν στην υπόθεση ότι υπήρχε εμπορική επικοινωνία της Λευκάδας με περιοχές, όπως η Κέρκυρα, η Ιλλυρία και η Απουλία. Κατά τη διάρκεια της εποχής του χαλκού (2800 – 1100 π.Χ.) η περιοχή του Νυδρίου αναδεικνύεται σε περιοχή στρατηγική για το εμπόριο. Εξάλλου, η γεωγραφική θέση του νησιού και η γειτνίαση του με την ηπειρωτική Ελλάδα του έδιναν ένα σημαντικό χωροταξικό πλεονέκτημα, την άνετη πρόσβαση τόσο στην στεριά όσο και στην θάλασσα. Φυσική συνέπεια ήταν επομένως να γίνει η Λευκάδα, και ειδικότερα το φυσικό λιμάνι του Νυδρίου, σημαντικός σταθμός μεταναστεύσεως ανθρώπων από το βορρά αλλά και σημείο συγκέντρωσης εμπορικών δραστηριοτήτων.

Παρακάμπτοντας τους ισχυρισμούς του Γερμανού αρχαιολόγου Γουλιέλμου Δαιρπεφελδ ότι η Λευκάδα αποτελεί την Ομηρική Ιθάκη και ακολουθώντας το στέρεο έδαφος των ιστορικών καταγραφών, φτάνουμε στον 7ο αιώνα π.Χ., όπου αστικό κέντρο του νησιού είναι η πόλη Νήρικος, ερείπια της οποίας σώζονται κοντά στον οικισμό Καλλιγόνι. Τότε, η μεγάλη ναυτική δύναμη της εποχής, Κόρινθος, ιδρύει αποικία στο νησί και την ονομάζει «Λευκάς». Οι Κορίνθιοι διευρύνουν τον πορθμό που ξεχωρίζει τη Λευκάδα από την Ακαρνανία και καταστρώνουν τη Λευκάδα κέντρο των εμπορικών και ναυτιλιακών δραστηριοτήτων στην περιοχή του Αμβρακικού, πάνω στο θαλάσσιο δρόμο προς τη Δύση. Αργότερα η Λευκάδα λαμβάνει μέρος στους Ελληνοπερσικούς πολέμους και προπάντων στον Πελοποννησιακό πόλεμο, στο πλευρό των Κορινθίων και των Σπαρτιατών.

Το νησί περνά για μικρό χρονικό διάστημα στους Μακεδόνες και τον Φίλιππο Β', γίνεται κέντρο της ομοσπονδίας των Ακαρνανικών πόλεων και τελικά καταλαμβάνεται από τους Ρωμαίους το 197 π.Χ. Αυτή την στιγμή ξεκινά και η παρακμή της Λευκάδας. Μεγάλο μέρος του πληθυσμού αναγκάζεται να μετοικήσει, ενώ αλλεπάλληλες θεομηνίες, σεισμοί και επιδρομές (Σταυροφόροι Α' Σταυροφορίας, Βούλγαροι, Νορμανδοί, Σικελοί, πειρατές) οδήγησαν σε οριστικό μαρασμό το νησί, σηματοδοτώντας το τέλος της υπερχιλιετούς ιστορίας του.

Το 1204 μ.Χ το νησί γίνεται τμήμα του Δεσποτάτου της Ηπείρου και επανέρχεται δυναμικά στο προσκήνιο. Το 1293 μ.Χ. η Λευκάδα δίνεται προίκα στον Φράγκο ιωάννη Ορσίνι και με αυτό τον τρόπο αρχίζει η περίοδος της Φραγκοκρατίας. Η πρωτεύουσα μεταφέρεται στο Νέο Κάστρο (εκεί παρέμεινε μέχρι το 1684 μΧ) και γύρω της κατασκευάζεται φρούριο μεγάλης αμυντικής ικανότητας. Μετά την κομητεία των Ορσίνι και αργότερα των Τόκκων, η Λευκάδα κυριεύτηκε το 1497 μ.Χ. από τους Τούρκους, στην κατοχή των οποίων έμεινε με διακοπή δύο ετών (1502 -1503 μχ) έως το 1684 μΧ. Την περίοδο αυτή μοναδική απασχόληση των κατοίκων στα χωριά αποτελεί η γεωργία και η κτηνοτροφία, ενώ στην πόλη συναντώνται ευκατάστατοι ναυτικοί και πειρατές. Καταφύγιο αποτελεί όλο αυτό το διάστημα για τους ευσεβείς κατοίκους η θρησκεία, γεγονός που αντικατοπτρίζεται στην ίδρυση πολλών μοναστηριών, στα οποία αρκετές φορές δωρίζουν τις περιουσίες τους.

1. Διάκονος Ιωαννίκιος Ζαμπέλης, «Εκκλησιαστικό Μουσείο Ιεράς Μονής Φανερωμένης Λευκάδος: Σταυροδρόμι τοπικής Ιστορίας και Εκκλησιαστικής Τέχνης»

2. Ροντογιάννης Παναγιώτης, Η ιστορία της νήσου Λευκάδος, Εταιρεία Λευκαδικών Μελετών, Αθήνα 1980

Το τέλος της Τουρκοκρατίας στη Λευκάδα ήρθε το έτος 1684 μΧ, όταν η Ενετία κήρυξε τον πόλεμο εναντίον της Οθωμανικής αυτοκρατορίας, υπό τη γενική αρχηγία του Φραγκίσκου Μοροζίνι. Το 1685 μ.Χ. η πρωτεύουσα μεταφέρεται στο συνοικισμό Αμαξική και παραμένει στη θέση αυτή έως και σήμερα. Κατά την περίοδο της Ενετοκρατίας (1684 -1797 μ.Χ.) η Λευκάδα γνώρισε μεγάλη πολιτιστική και οικονομική ανάπτυξη.

Ακολουθεί μία μεταβατική περίοδος, κατά την οποία το νησί περνά διαδοχικά στα χέρια των Γάλλων (1797 μ.Χ.), των Ρωσοτούρκων (1799 μ.Χ.) και καταλήγει στους Αγγλους το 1810 μ.Χ. Η εποχή αυτή είναι καθοριστική για την πολεοδομική και μορφολογική εξέλιξη της πόλης.

Ξεκινώντας από το 1819 μ.Χ, καθίσταται υποχρεωτική η κατάθεση σχεδίων για την έκδοση άδειας ανέγερσης κτιρίου, ενώ το 1825 μ.Χ, μετά από έναν καταστρεπτικό σεισμό που σχεδόν ισοπέδωσε την πόλη της Λευκάδας, εμφανίζεται για πρώτη φορά υποχρεωτικός κανονισμός αντισεισμικής δόμησης. Το 1827 μ.Χ. θεσπίζονται νέοι όροι δόμησης, αποκλειστικά για το νησί της Λευκάδας. Αυτοί καθορίζουν τα υλικά και τα πάχη των τοίχων, τα ύψη των κτιρίων, καθώς και το μέγιστο ύψος της λιθοδομής του ισογείου.

Τον Μάιο του 1864 μ.Χ., η Λευκάδα, μαζί με τα υπόλοιπα Επτάνησα, ενώνεται με το Ελληνικό κράτος.

2.2 ΝΑΟΙ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ ΕΠΙ ΕΝΕΤΟΚΡΑΤΙΑΣ (Ζαμπέλης) (Μαχαιρας, 1951) ³⁴

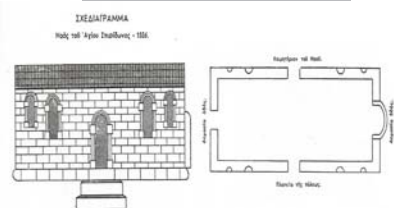
Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, το 1684 το στράτευμα του Ενετού αρχιστράτηγου Φραγκίσκου Μοροζίνη, Ιππότη του Αγίου Μάρκου, κατέλαβε το φρούριο της Αγίας Μαύρας, επεκτείνοντας την επικράτεια της Γαληνότατης Ενετικής πολιτείας (Μαχαιρας, 1951) (Ροντογιάννης, 1980). Μία από τις πρώτες κινήσεις του Μοροζίνη ήταν να διώξει τους ντόπιους κατοίκους από τις δύο πολίχνες δεξιά και αριστερά του φρουρίου και να τους στείλει να κατοικήσουν σε μία ελώδη έκταση στην περιοχή της Αμαξικής. Στο ίδιο μέρος εγκαθίστανται και κάτοικοι άλλων περιοχών, που συμάχησαν με τους Ενετούς και σε αντιστάθμισμα έλαβαν ακίνητη περιουσία στη Λευκάδα, τίτλους ευγενείας και αξιώματα. Με αυτόν τον τρόπο διαμορφώθηκε η σημερινή πόλη και πρωτεύουσα του νησιού.

Το ιστορικό κέντρο της πόλης της Λευκάδας, παρά την θάλασσα, είναι ανεπτυγμένο εκατέρωθεν μιας κεντρικής οδού, η οποία χωρίζει την πόλη σε δύο τμήματα περίπου ίσου εμβαδού (Εικόνα 1). Εγκάρσιες στενές οδοί ξεκινούν απ' την κεντρική οδό και κατευθύνονται προς την θάλασσα (με διεύθυνση Β-Ν ή Ν-Β). Αυτή η διάταξη επιτρέπει την απορροή των ομβρίων προς την θάλασσα. Επί πλέον, οι συχνοί βόρειοι βορειοδυτικοί άνεμοι που πνέουν στην περιοχή δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για την μείωση της υγρασίας και, επομένως, για την προστασία των ξύλινων δομικών στοιχείων τα οποία διαθέτουν τα κτήρια (Βιντζηλαίου Ε., Τουλιάτος Π., Ζέρης Χ., Ρεπαπής Κ., Αδάμη Χ.-Ε., Ζαγκότσης Α., Παλιεράκη Β.,).

Οι Ενετοί Προνοητές (Διοικητές) παραχώρησαν οικόπεδα στις ορθόδοξες συναδελφότητες, για την ανέγερση ναών. Με πρώτο το ναό του Αγίου Σπυρίδωνα (1685) χτίστηκαν έτσι σιγά σιγά οι εκκλησίες της πόλης της Λευκάδας. Τις προδιαγραφές της αρχιτεκτονικής και του εσωτερικού διάκοσμου έθεταν οι Ενετοί, οι ανάγκες της καθημερινής ζωής και η οικονομική κατάσταση των κτητόρων ή των συναδελφών κάθε εκκλησίας.



Εικόνα 1
Ιστορικό Κέντρο Λευκάδας.



Εικόνα 2
Σχεδιάγραμμα ΙΝ Αγίου Σπυρίδωνος-
Αρχιεποφυλακείο Λευκάδας



Εικόνα 3
Βόρεια Όψη ΙΝ Αγίου Σπυρίδωνα. Διακρίνονται οι διαμητικές ρωγμές κυρίως γύρω από τα ανοίγματα αλλά και η υγρασία. Οι ρωγμές διαδίδονται κυρίως μέσω των αρμών και σπάνια διαρρηγνύουν το λιθόσωμα

3.Μαχαιρά Κ. Η Λευκάς επι Ενετοκρατίας (1684 -1797) Αθήνα 1951

4.Διάκονος Ιωαννίκιος Ζαμπέλης, «Εκκλησιαστικό Μουσείο Ιεράς Μονής Φανερωμένης Λευκάδος: Σταυροδρόμι τοπικής Ιστορίας και Εκκλησιαστικής Τέχνης»

5.(Ροντογιαννη Π. Ιστορία της Νήσου Λευκάδος, τόμος Α, Αθήνα 1980 σελ 510, Μαχαιρά Κ. Η Λευκάς επι Ενετοκρατίας (1684 -1797) Αθήνα 1951, σελ 21)).

Σήμερα υπάρχουν στην πόλη της Λευκάδας συνολικά δεκαοχτώ ναοί, οι οποίοι χτίστηκαν για πρώτη φορά ανάμεσα στα έτη 1685 και 1750. Οι ναοί αυτοί κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: στους κεντρικότερους και μεγαλύτερους σε διαστάσεις και στους μικρότερους ή συνοικιακούς. Στην πρώτη κατηγορία υπάγονται οι: Ευαγγελίστριας – Μητροπόλεως, Αγ. Μηνά, Αγ. Σπυρίδωνας, Παντοκράτορας, Εισοδίων, Αγ. Νικολάου, Αγ. Αναργύρων, Παναγίας των Ξένων, , Αγ. Παρασκευής. Στη δεύτερη κατηγορία υπάγονται οι: Αγ. Χαραλάμπους, Αγ. Δημητρίου, Αγ. Γεωργίου, Αγ. Ιωάννη Θεολόγου, Αγ. Ιωάννου Προδρόμου, Αγ. Βασιλείου, Αγ. Βησσαρίωνα, αγ. Αντωνίου, Αγ. Παντελεήμονος.

2.2.1 ΝΑΟΙ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ (Παραθέτονται με χρονολογική σειρά ανέγερσης)

- Ναός του Αγ. Σπυρίδωνος

Ο ναός ανεγέρθηκε πρώτη φορά το 1685. Ωστόσο, καταστράφηκε ολοσκερώς κατά τον σεισμό του 1704 και ανοικοδομήθηκε αμέσως. Σύμφωνα με τον ιστορικό Δημ. Πετριτσόπουλο (Πετριτσόπουλος) το 1726 ο Ναός είχε μεγεθυνθεί και διακοσμηθεί με εκλεπτυσμένο τέμπλο και αγιογραφίες. Και αυτός ο ναός όμως, κατέρρευσε κατά τον σεισμό του 1825 και ανοικοδομήθηκε το 1836 στις σημερινές του διαστάσεις. Ακολουθώντας παρουσιάζονται τα σχεδιάγραμματα του Αρχιεπισκοπικού Λευκάδας (εικόνα 2) καθώς και η σύγχρονη πρόσοψη του ναού (εικόνα3).

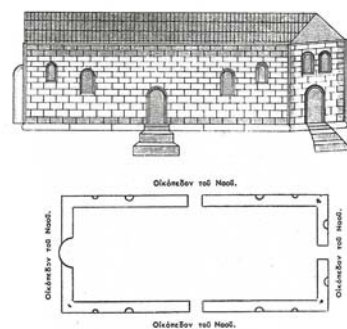
- Ναός του Αγίου Νικολάου

Ο ναός ανεγέρθη πρώτη φορά το 1687 μετά από άδεια του Προνοητή Λευκάδος Πέτρον Μπέμπο. Κατά το σεισμό του 1704 κατέρρευσε και αυτός ο ναός (Σταματέλος, 1870) και ανοικοδομήθηκε αμέσως. Ωστόσο σύμφωνα με την Πιστοποίηση του τότε εφημερίου του Ναού Νικολάου Ζαμπέλης (κρατικό αρχείο Ενετίας – Φάκελος αρ. 1016) ο ναός ξανακαταστράφηκε ολοσκερώς με το σεισμό του 1769. Ο Δημ. Πετριτσόπουλος (Πετριτσόπουλος) αναφέρει ότι ο ναός ξαναχτίστηκε με μεγαλύτερες όμως διαστάσεις. Ο Ναός του Αγίου Νικολάου κατέρρευσε και στο σεισμό του 1825 και ανοικοδομήθηκε στις σημερινές του διαστάσεις το 1830.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα σχεδιάγραμματα του Ναου από το Αρχιεπισκοπικό της Λευκάδας (εικόνα 4) , καθώς και κάποιες σύγχρονες φωτογραφίες (εικόνα 5).

- Ναός του Αγ. Δημητρίου

Ο ναός ανεγέρθη το 1688 έπειτα από αίτηση του Ιερομόναχου Θεοφάνη Δανιά και άδεια του Προνοητή Λευκάδας Πέτρου Μπέμπο. Ο σεισμός του 1704 οδήγησε και αυτόν τον ναό σε κατάρρευση και άμεση ανοικοδόμηση (Σταματέλος, 1870). Μετά τη δεύτερη κατάρρευση του με το σεισμό του 1825, ο ναός πήρε τις σημερινές του διαστάσεις το 1830 (Πετριτσόπουλος) Σύγχρονες φωτογραφίες του ναού παρουσιάζονται παρακάτω (εικόνα 6,7).

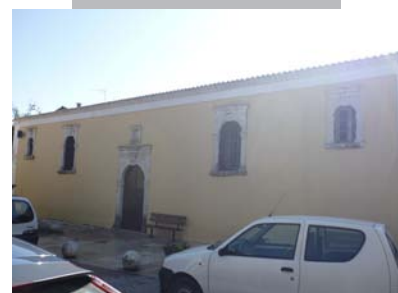


Σχεδιάγραμμα IN Αγίου Νικολάου

Εικόνα 4



Εικόνα 5
IN Αγίου Νικολάου Λευκάδας



Εικόνα 6
IN Αγίου Δημητρίου

3.Μαχαίρα Κ. Η Λευκάς επι Ενετοκρατίας (1684 -1797) Αθήνα 1951

4.Διάκονος Ιωαννίκιος Ζαμπέλης, «Εκκλησιαστικό Μουσείο Ιεράς Μονής Φανερωμένης Λευκάδος: Σταυροδρόμι τοπικής Ιστορίας και Εκκλησιαστικής Τέχνης»

5.(Ροντογιαννη Π. Ιστορία της Νήσου Λευκάδος, τόμος Α, Αθήνα 1980 σελ 510, Μαχαίρα Κ. Η Λευκάς επι Ενετοκρατίας (1684 -1797) Αθήνα 1951, σελ 21)).

- Μητροπολιτικός Ναός της υπεραγίας Θεοτόκου της Ευαγγελίστριας

Ο Ναός ανεγέρθη από τον ιερέα Μεθόδιο Μολφέτο το 1689 δίπλα στην εκκλησία του Αγίου Αθανασίου, η οποία καταστράφηκε με το σεισμό του 1825 και σήμερα δεν υπάρχει. Όπως και οι προαναφερθέντες ναοί, και αυτός ο ναός κατέρρευσε και ανοικοδομήθηκε το 1704. Μετά την δεύτερη κατάρρευση του, το 1769, ο τότε Αρχιεπίσκοπος Λευκάδος Μελέτιος Κονιδάρης τον ανακατασκεύασε και τον μεγέθυνε ελαφρώς. Στις 11 Φεβρουαρίου 1823 « ..ώρα ενάτη της νυκτός, αυγάζουσης β'. έγινε μεγαλώτατος σεισμός και εχάλασαν πολλά σπίτια και έπεσεν το γυναικίτι της Ευαγγελίστριας» (Σταματέλος, ενώ σύμφωνα με το Αρχιεπισκοπικό Λευκάδας ο ναός πήρε τις σημερινές του διαστάσεις το 1856(εικόνα8).

- Ναός του Παντοκράτορος

Το 1700, έπειτα από άδεια του Προνοητή Λευκάδος Ιωάννη Πιτσαμάνο, ανεγέρθη ο ναός του Παντοκράτορος. Εκτός από την ολική κατάρρευση και άμεση ανοικοδόμηση του το 1704 (Σταματέλος, 1870) ο ναός υπέστη μεγάλες βλάβες κατά τους σεισμούς του 1769 (πιστοποίηση του τότε εφημεριου του Ναου Νεκταρίου Ζαμπέλη/Κρατικό Αρχείο Ενετίας – Φακελος αρ.1016) και του 1825 (Αρχιεπισκοπικό Λευκαδας). Ο ναός ανοικοδομήθηκε στις σημερινές του διαστάσεις το 1830, οι οποίες παρουσιάζονται στα ακόλουθα σχεδιάγραμμα του Αρχιεπισκοπικού (εικόνα 9) και σε συγχρονες φωτογραφίες(εικόνα 10,11).

- Ναός των Αγίων Μηνά, Βίκτωρος και Βικεντίου

Ο ναός ανεγέρθη το 1707 έπειτα από άδεια του Ανώτερου Προνοητή Λουδοβίκου Διέδο, σε διάστημα 4 μηνών. Κατά το σεισμό του 1723 διεγράφη σε πολλά σημεία η πρόσοψη του ναού, «...εργαγίσθη εις πολλά μέρη η καλλονή της εκκλησίας του Αγίου Μηνά, το καύχημα ταύτης της νήσου...» (Σταματέλος, 1870). Τελικά ο ναός ανοικοδομήθηκε στις σημερινές διαστάσεις του το 1724 (Πετριτσόπουλος) (εικόνα 12)

- Ναός της Αγίας Παρασκευής

Ο ναός ανεγέρθη πρώτη φορά το 1715 (Πετριτσόπουλος). Κατά το σεισμό του 1723 διεγράφη μία από τις πλευρές του ναού (Σταματέλος, 1870), η οποία όμως επισκευάστηκε αμέσως. Παρόλα αυτά, κατά το σεισμό του 1769 ο Ναός κατέρρευσε ολοσχερώς (Πιστοποίηση των τότε εφημεριων του Ναού Παρθενίου Ασπρογέρακα και Αβρααμ Κονιδαρη (Κρατικό Αρχείο Ενετίας – Φακελος αρ.1016) και ανοικοδομήθηκε ένα χρόνο αργότερα (Πετριτσόπουλος) Ο ναός μεγεθύνθηκε στη σημερινή του μορφή το 1836 (Εικόνα 13)

- Ναός του Αγίου Αντωνίου

Το 1717, ο Αντώνιος Δοκανάρης, έπειτα από έγκριση του Γενικού Προνοητή Θαλάσσης Αντώνιου Λορεδάν, αφού επιχωμάτωσε τελματώδη έκταση, ανέγειρε ξύλινο ναό και τον αφιέρωσε στον Άγιο Αντώνιο. Στις αρχές του 19ου αιώνα οι κληρονόμοι του Δοκαναρη κατεδάφισαν τον ξύλινο ναό και ανέγειραν στη θέση του λίθινο, ο οποίος το 1841 μεγεθύνθηκε και απέκτησε τις σημερινές του διαστάσεις(Αρχιεπισκοπικό)

- Ναός της Παναγίας των Ξένων

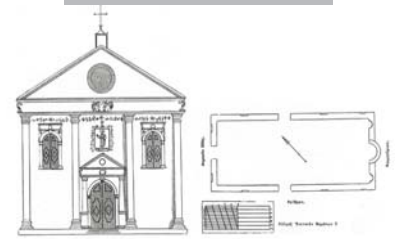
Το 1718 ο Καπετάν Κωνσταντίνος Βαρβαρήγος οικοδόμησε μικρό ναό. Κατά το σεισμό του 1769 ο ναός υπέστη σοβαρότατες βλάβες, για αυτό και το 1785 ανοικοδομήθηκε εκ θεμελίων. Η εκκλησία απέκτησε τις σημερινές του διαστάσεις το 1836, ενώ η δυτική όψη αποκατάσταθηκε και το 1839 σύμφωνα



Εικόνα 7
ΙΝ Αγίου Δημητρίου



Εικόνα 8
Μητροπολιτικός Ναός της υπεραγίας Θεοτόκου της Ευαγγελίστριας



Εικόνα 9
Πρόσοψη του ΙΝ Παντοκράτορος – Αρχιεπισκοπικό Λευκάδας



Εικόνα 10
Πρόσοψη του ΙΝ Παντοκράτορος σύγχρονη φωτογραφία. Διακρίνεται η έντονη φθορά λόγω υγρασίας



Εικόνα 11
Πίσω όψη ΙΝ Παντοκράτορος: Διακρίνεται η ακανόνιστη δόμηση, αλλά και μεταγενέστερη επέμβαση με σενάζ ΩΣ

με τη αντίστοιχη χάραξη του οικοσήμου. Επίσης, κατα τις αποκαταστάσεις που ακολούθησαν τους σεισμούς του 1948 και 1953 δοκοί οπλισμένου σκυροδεματος προστέθηκαν στα αετώματα, ενώ και τμήματα της στέγης και του πατώματος, καθώς και τα εξωτερικά επιχρίσματα έχουν αποκατασταθεί. (Apostolopoulos Ch., Sotiropoulos P., 2008) Εικ 14, 15

- Ναός της Υπεραγίας Θεοτόκου τα Εισόδια

Ο ναός χτίστηκε το 1720 από τον ιερομόναχο Παρθένιο Σίκουλα

- Ναός των Αγίων Αναργύρων Κοσμά και Δαμιανού

Ο ναός οικοδομήθηκε από τον ιερέα Γεώργιο Κλωνάρη το 1725, ενώ μεγεθύνθηκε στις σημερινές του διαστάσεις το 1837 (εικ16)

- Ναός του Αγίου Παντελεήμονος

Ο ναός ανεγέρθη το 1730 από το Θεόδωρο Πετράτο. Σύμφωνα με πιστοποίηση του τότε εφημεριου του Ναού Σιλβέστρου Πούλια (Κρατικό Αρχείο Ενετίας – Φάκελλος αρε 1016), ο ναός υπέστη μεγάλες βλάβες στο σεισμό του 1769. Κατά το σεισμό του 1825 ο Ναός κατέρρευσε και ανοικοδομήθηκε από τον ιερέα Παναγιώτη Πούλια. Επίσης, κατά το σεισμό του 1869 ο ναός κατέρρευσε εκ νέου και ανοικοδομήθηκε για ακόμη μία φορά το 1886 από τον Ιωάννη Σταματέλο.

Όπως προκύπτει από κάποιες πράξεις του Δημοτικού Συμβουλίου της Λευκάδας το 1897, ο Ναός του Αγίου Παντελεήμονα είχε καταπέσει. Μετά το σεισμό του 1938 ο Ναός παρουσίασε εκτεταμένες ρηγματώσεις σε πολλά σημεία και κρίθηκε ετοιμόρροπος από τον Επαρχιακό Μηχανικό, για αυτό και κατεδαφίστηκε και ξανακτίστηκε από την αρχή.

- Ναός του Αγίου Ιωάννη του Θεολόγου

Ο ναός ανεγέρθη το 1735 από τον ιερομόναχο Δαβίδ Γιαννούτσο, ενώ τις σημερινές του διαστάσεις τις απέκτησε το 1837. Το 1957, την εποχή δηλαδή που ο Μαχαιράς εξέδωσε το βιβλίο του, ο ναός δεν ήταν ενεργός, καθώς ο σεισμός του 1948 του είχε προκαλέσει σοβαρές βλάβες, οι οποίες είχαν επιδιορθωθεί πολύ πρόχειρα. (εικ17)

- Ναός των Τριών Ιεραρχών

Ο ναός αυτός ανεγέρθη το 1736 και είχε το όνομα Αγιος Βασίλειος. Επειδή ο σεισμός του 1825 τον κατέστρεψε ολοκληρωτικά, ο ναός ξαναχτίστηκε, αλλά μετά από κάποια έτη κατέρρευσε για δεύτερη φορά. Το 1911, ο Πάνος Τζεβελέκης προσπάθησε να ανοικοδομήσει τον ναό, αλλά ο σεισμός του 1915 τον οδήγησε για ακόμη μία φορά στην κατάρρευση. Τελικά, οι γείτονες και άλλοι πιστοί τον ανακατασκεύασαν.

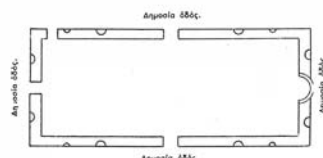
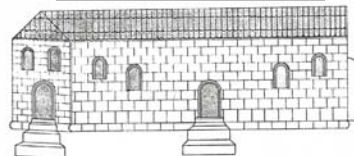
- Ναός του Αγίου Γεωργίου

Το 1741 ο ιερομόναχος Παναγιώτης Δεβάρης ανήγειρε ναό, τον οποίο και αφιέρωσε στον Αγιο Γεώργιο. Ο ναός παρέμεινε στην οικογένεια Δεβάρη μέχρι το 1758, μέχρι που οι κληρονόμοι του Δεβάρη τον παραχώρησαν στον ιερέα Ζαχαρία Βερροιώτη. Το 1815 ο γιος του ιερέα ανοικοδόμησε και ανακαίνισε το ναό. Το 1836 ο ναός του Αγίου Γεωργίου μεγεθύνθηκε και ανακαινίστηκε, ενώ το 1852 οι συναδελφοί του ναου προχώρησαν σε μετατροπή του κωδωνοστασίου. Παρακάτω παρατίθενται τα σχέδια του ναού, όπως αυτά διατηρούνται στο Αρχιεπισκοπικό (εικ18,19). Σήμερα, δε διασώζεται κανένα κωδωνοστάσιο, παρα μόνο η βάση του, όπως τεκμηριώνεται και σε επόμενο κεφάλαιο. Δυστυχώς, δεν είναι γνωστό η χρονολογία και τα αίτια κατάρρευσης του κωδωνοστασίου. Επίσης, μετά τους καταστροφικούς σεισμούς του 1948 και του 1953, σύμφωνα



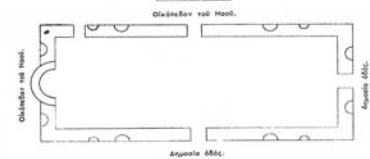
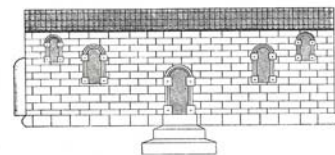
Εικόνα 12

Ιερός ναός Αγ. Μηνά: Διακρίνονται οι διατηρητικές ρωγμές στα άκρα της όψης και η ρωγμή λόγω επιπέδου κάμψης στο άνω μέσο τμήμα της.



Εικόνα 13

Πίσω όψη ΙΝ Παντοκράτορος: Διακρίνεται η ακανόνιστη δόμηση, αλλά και μεταγενέστερη επέμβαση με σενάζ ΩΣ



Εικόνα 14

Πρόσοψη του ΙΝ της Παναγίας των Ξένων – Αρχιεπισκοπικό Λευκάδας



Εικόνα 15

Σύγχρονη φωτογραφία του ΙΝ της Παναγίας των Ξένων



Εικόνα 16

ΙΝ Αγίων Αναργύρων: Διακρίνεται η ασυμμετρία στο πλήθος ανοιγμάτων της όψης

με αδημοσίευτα κείμενα του κου Αργυρού, αλλά και μαρτυρίες κατοίκων, στην εκκλησία πραγματοποιήθηκαν παρεμβάσεις αποκατάστασης. Το 1973 ο ναός παρουσίασε, σύμφωνα με μαρτυρίες γειτόνων, χιαστί ρωγμές όμοιες με τις σημερινές, χωρίς ωστόσο να υπάρχει κίνδυνος κατάρρευσης. Ο σεισμός του 2003 προκάλεσε εκτενείς βλάβες στο ναό, για αυτό και πλέον δεν είναι ανοικτός στο κοινό. (Εικ20)

- Ναός του Αγίου Χαράλαμπος

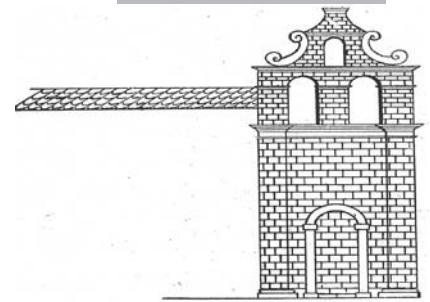
Ο Ναός ανεγέρθηκε το 1743 από το Δημητριο Σούρμπη και το Νικόλαο Βανδώρο. Στη συνέχεια, ο ναός ανακαινίστηκε το 1818.Τις σημερινές του διαστάσεις απέκτησε το 1836.

- Ναός του Αγίου Βησαρίωνος

Ο ναός ανεγέρθη το 1744 από τον ιερομόναχο Ματθαίο Δουσκιώτη.

- Ναός του Αγ. Ιωάννη του Προδρόμου

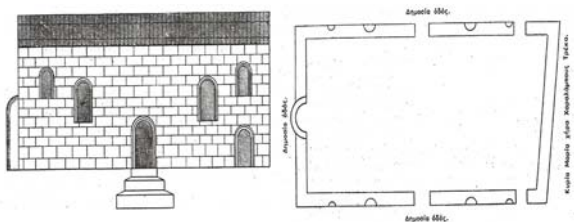
Ο ναός ανεγέρθηκε το 1750 από τον ιερομόναχο ευθύμιο Παπαδόπουλο



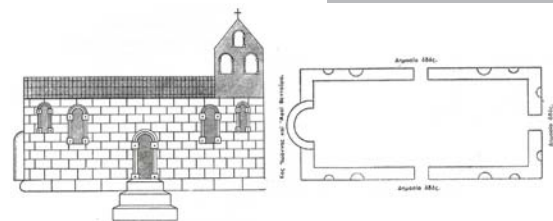
Εικόνα 19
Κωδωνοστάσιο ΙΝ Αγ. Γεωργίου



Εικόνα 20
Βόρεια όψη Αγ. Γεωργίου



Εικόνα 17
Αγ. Ιωαννης Θεολόγος



Εικόνα 18
ΙΝ Αγ. Γεωργίου

2.2.2 ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΝΑΩΝ (Αργυρός) (Μαχαιράς, 1957)

Η προσπάθεια των κατοίκων της Λευκάδας να αντιμετωπίσουν τις συχνές, ισχυρές σεισμικές δονήσεις οδήγησε στην ανάπτυξη και εξέλιξη του τοπικού ιστορικού αντισεισμικού συστήματος δόμησης των κατοικιών τους. Το ξύλο ήταν γνωστό σαν υλικό σεισμικής αντοχής στη Λευκάδα και κυρίως στη Χώρα και πριν την εποχή της Ενετοκρατίας (Μαλακάσης, 2000). Υπήρχε όμως μέχρι το 1825 χωρίς σύστημα, δηλαδή υπήρχε σαν πρόχειρο κτίσμα και στην πιο αισιόδοξη περίπτωση, σαν κατοικίες εύπορων Λευκάδιων, που κι αυτές ήταν ολιγάριθμες. Μάλιστα, στην περιοχή της σημερινής πρωτεύουσας είχε κτιστεί το 1531 ο ναός του Αγίου Αθανασίου, ο οποίος ήταν ξύλινος. Η γενίκευση και συστηματοποίηση της ξύλινης κατασκευής έγινε μετά τον καταστρεπτικό σεισμό του 1825.

Παράλληλα με τις κατοικίες τους, οι Λευκάδιοι όπως αποδεικνύεται, θέλησαν να προφυλάξουν και τους ναούς τους από τις καταστρεπτικές συνέπειες του σεισμού, για αυτό και εφάρμοσαν το διπλό αυτό σύστημα στις εκκλησίες της πόλης. Μελετώντας συμβολαιογραφικά έγγραφα οικιών (Μαλακάσης, 2000), ή άλλα ντοκουμέντα (εργασίες αποκατάστασης στο ναό της Αγ. Παρασκευής, καπιτολάριο αγ. Χαράλαμπος) και συγκρίνοντας το δομικό σύστημα των κατοικιών με το αντίστοιχο των ναών, συμπεραίνεται ότι οι Λευκάδιοι χρησιμοποιούσαν τα ίδια υλικά για εκκλησίες και κατοικίες, αλλά και παρόμοιο τρόπο δόμησης, όπως αυτά αναλύονται ακολούθως.

6.Μαλακάσης Δήμος, Τα παλιά σπίτια της Λευκάδας, Εκδόσεις Fagotto, Αθήνα 2000

7.Κώστας Μαχαιράς, Ναοί και Μοναί της Λευκάδος, Αθήνα 1957.

2.2.2.1 ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ

Μέσα στην πόλη συναντώνται μόνο μονόκλιτοι ναοί, σε ρυθμό απλή δρομικής βασιλικής χωρίς κωδωνοστάσιο. Οι ναοί έχουν ξύλινη δίρριχτη κεραμοσκεπή στέγη και καταλήγουν ανατολικά σε ημικύκλιο, το οποίο ονομάζεται Κόγχη.

Η βόρεια και η νότια όψη των ναών είναι όμοιες μεταξύ τους, ενώ συμμετρία ως προς αξονες που διέρχονται από το κέντρο του ναού, διακρίνει τη διάταξη και το σχήμα των ανοιγμάτων στις περισσότερες περιπτώσεις (βλ. παρακατω IN Αγ.Δημητρίου, Αγ. Σπυριδωνος) . Ωστόσο, στο IN των Αγ. Αναργύρων παρατηρείται ασυμμετρία ανοιγμάτων στις διαμήκεις όψεις (εικόνα 16). Πιθανότατα, σε προηγούμενη φάση ο ναός να διέθετε κωδωνοστάσιο, το οποίο να κατέρρευσε και στη συνέχεια να ακολούθησε πρόχειρη επισκευή της τοιχοποιίας. Τέλος, στις περισσότερες περιπτώσεις το άνοιγμα της κόγχης του ιερού είναι προσεγγιστικά ίσο με το άνοιγμα της δυτικής εισόδου, αποδίδοντας με αυτόν τον τρόπο μία σχεδόν απόλυτη συμμετρία στην κάτοψη (βλ. παναγια των Ξένων) (Apostolopoulos Ch., Sotiropoulos P., 2008)

2.2.2.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα πλαίσια των ανοιγμάτων από λαξευτούς ασβεστόλιθους με ημικυκλική στέγη, Οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των ναών εντοπίζονται στα εξής:

- Κάποιοι ναοί διατηρούν τη συμμετρία, το ίδιο μέγεθος και διάκοσμο στα ανοίγματα των επιμήκων όψεων (πχ. Παναγία των Ξένων εικ 15)
- Κάποιοι ναοί διατηρούν τη συμμετρία ως προς κεντρικό άξονα κάθετο στη διαμήκη πλευρά, αλλά από το εξωτερικό παράθυρο (το πιο απομακρυσμένο από τη θύρα) αφαιρείται ο διάκοσμος και μειώνονται οι διαστάσεις του (πχ Αγίος Νικόλαος εικ. 5)
- Κάποιοι ναοί διατηρούν τη συμμετρία, ως προς τον κεντρικό άξονα, ωστόσο το εξωτερικό παράθυρο παίρνει τετραγωνική, λιτή μορφή και του αποδίδονται πολύ μικρότερες διαστάσεις.(Αγ.Μηνάς εικ12 – Αγίος Γεώργιος εικ 20)

Η θύρα όπως και τα παράθυρα φέρουν ανάγλυφες παραστάδες επί ανάγλυφης βάσης, επίκρανα, ανάγλυφη ημικυκλική γεφύρωση με επίσης ιδιαίτερα ανάγλυφο κλειδί. Το ορθογώνιο πλαίσιο στο οποίο εγγράφεται το άνοιγμα ολοκληρώνεται επίσης με ανάγλυφες τριγωνικές πλάκες στο κέντρο των οποίων σχηματίζεται ανάγλυφα το ήμισυ σε κάτοψη πυραμίδας. Ειδικότερα στη θύρα άνωθεν αυτών έχουμε οριζόντιο ανάγλυφο γείσο.Τέλος ένα ακόμη μορφολογικό στοιχείο συναντάμε πάνω από μικρή ορθογωνική εσοχή άνωθεν της κυρίας εισόδου με εντοιχισμένη πλάκα και ανάγλυφο σταυρό μεταξύ των κεραιών του οποίου έχουμε μικρούς ρόδακες. (Αργυρός)

Στη ναοδομία της πόλης, όπως αποδεικνύουν τόσο τα σχέδια του Αρχαιοφυλακείου, όσο και η σημερινή κατάσταση αρκετών ναών στο ιστορικό κέντρο της Λευκάδας, οι κυριότερες και πιο περίοπτες όψεις επενδύονταν κατά το ισόδομο σύστημα με λαξευτούς ορθογώνιους λίθους πορώδους υφής, οι οποίοι λατομεύονταν από τις ακτές της περιοχής «Γύρα» βόρεια και σε μικρή απόσταση από την πόλη. Πίσω από την προσεγγισμένη αυτή κάλυψη, κατασκευαζόταν δεύτερη στρώση τοιχοποιίας (δίστρωτη τοιχοποιία).

Το συνδυαστικό κονιάμα περιείχε ασβέστη αλλά και θραύσματα κεραμιδιών [Αποστολόπουλος]. Τα παραπάνω είναι σε πλήρη συμφωνία με τα αναφερόμενα από τον Μαχαιρά, αλλά και από τον Μαλακάση, αποδεικνύοντας ότι τα χρησιμοποιούμενα υλικά σε κατοικίες και εκκλησίες ήταν ίδια. Οι Τουλιάτος – Βιντζηλαίου (Τουλιάτος Π., Βιντζηλαίου Ε.) αναφέρουν ότι μέχρι τα τέλη του 19ου αιώνα χρησιμοποιείτο φυσική ποζολάνη στη σύνθεση του κονιάματος.

Το ίδιο ισχυρίζεται και η Παπαδάτου. Μετα τα τέλη του 19ου αιώνα κατά την κατασκευή των οικιών στο ασβεστοκονιάμα προσέθεταν άχυρο (για τη βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών του κονιάματος), ενώ σε πτωχότερες κατασκευές χρησιμοποιούσαν αργιλοκονιάμα. Τέτοια συστατικά ωστόσο δεν έχουν διαπιστωθεί ή καταγραφεί στους ναούς της Λευκάδας.

Στις άλλες όψεις, η τοιχοποιία είναι παραμελημένη σχεδόν, αποτελείται από ημιλαξευτούς λίθους τοποθετημένους σε ακανόνιστη χωρίς επιμέλεια δομή, με περίσσεια κονιάματος μεταξύ των λίθων. Η περιοχή σύνδεσης των εγκάρσιων τοίχων με τους διαμήκεις καλύπτεται από ανεπίχριστες λαξευτές λίθους.

Ωστόσο, υπάρχουν και ναοί, οι οποίοι δε διαθέτουν ισόδομο σύστημα στις περίοπτες όψεις, αλλά έχουν όλες τις όψεις τους επιχρισμένες.

Παρακάτω παρατίθεται τμήμα συμφωνητικού των επιτρόπων του Αγ. Χαράλαμπου και μαστόρων, αναφορικά με κάποια αποκάτασταση του ναού. Τα καταγραφόμενα αποτελούν τεκμήριο για τα υλικά που χρησιμοποιούνταν για την κατασκευή των ναών.

«...υπόσχονται οι Επίτροποι να δώσουν των μαστόρων όλην την ύλην όπου χρειάζονται δια την αυτήν οικοδομήν, ηγουν αγκωνάρια, πέτρες γρέντζαις, ασβέστη άμμο και κοκκινόχωμα, ομοίως να κουβαλούν τον ασβέστη από τον λάκο εις την φάμπρικα και νερό χρειζόμενο δια την λάντζα ...»

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι στην τοιχοποιία του ΙΝ της Αγίας Παρασκευής βρέθηκαν «λάμες» ή «αγκίστρια». Πρόκειται για κατακόρυφα μεγάλα σίδερα, μήκους ενός περίπου μέτρου και πλάτους δώδεκα με δεκαπέντε εκατοστών, τα οποία τοποθετούνταν στην εξωτερική παρειά του τοίχου.

Σε αρκετούς ναούς της πόλης⁸ (πχ. Εισόδια της Θεοτόκου) παρατηρείται το εξής: Δίπλα από την τοιχοποιία και προς το εσωτερικό του ναού κατασκευάζεται το ποντελάρισμα, αναπτύσσεται δηλαδή το ξύλινο σύστημα της κατασκευής: ξύλινα υποστυλώματα εδραζόμενα σε ξύλινο στρωτήρα κατά μήκος των μακρών πλευρών συνδεόμενα μεταξύ τους με διαγώνια στοιχεία φέρουν, επικουρικά με την τοιχοποιία, τα φορτία της στέγης.

Στις ακόλουθες εικόνες παρουσιάζεται το ποντελάρισμα του ΙΝ της Παναγίας των Ξένων (Apostolopoulos Ch., Sotiropoulos P., 2008)], καθώς και φωτογραφίες κατά την αποκατάσταση του εσωτερικού του ΙΝ των Εισοδίων της Θεοτόκου (Μάιος 2011). Στις φωτογραφίες διακρίνεται η προσπάθεια των σύγχρονων μαστόρων να ενισχύσουν την ξύλινη κατασκευή με περισσότερα οριζόντια και ξύλινα στοιχεία, ανάμεσα στα ξύλινα υποστυλώματα. Σύμφωνα με μαρτυρίες κατοίκων του νησιού (Ι. Τυπάλδος – αγιογράφος/σχεδιαστής) παλαιότερα τα στοιχεία αυτά δεν ήταν τόσο πυκνά. (εικ.21-24). Τέλος, στην εικόνα 25 παρουσιάζεται η αποτύπωση του ποντελαρίσματος του ΙΝ της Παναγίας των Ξένων, όπως πραγματοποιήθηκε από την ομάδα του κου Αποστολόπουλου.

Περιμετρικά της τοιχοποιίας σε όλους τους ναούς διακρίνεται κρηπίδωμα, γεγονός που επιτρέπει την υπόθεση θεμελίωσης των ναών σε ενιαία πλατφόρμα, την εφαρμογή δηλαδή όμοιας τεχνικής με αυτήν των παραδοσιακών κατοικιών (Βιντζηλαίου Ε., Τουλιάτος Π., Ζέρης Χ., Ρεπαπής Κ., Αδάμη Χ.-Ε., Ζαγκότσης Α., Παλιεράκη Β.) Η υπόθεση αυτή ενισχύεται από τα λεγόμενα του Ιωαννίκιου Ζαμπέλη (τηλεφωνική επικοινωνία), ο οποίος αναφέρει ότι κατά την αποκατάσταση της Αγίας Παρασκευής αναγνωρίστηκε αυτός ο τύπος



Εικόνα 21



Εικόνα 22



Εικόνα 23

Ποντελάρισμα κατά την αποκατάσταση του ΙΝ των Εισοδίων της Παναγίας

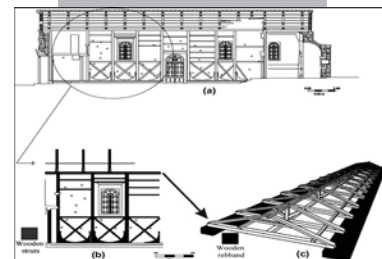


Εικόνα 24

Υφιστάμενο ποντελάρισμα του ναού. Η συνδετήρια ξύλινη δοκός τοποθετείται κάτω από την οροφή

8. Δεν ήταν δυνατή η είσοδος σε όλους τους ναούς, οπότε η γενίκευση της παρατήρησης ενέχει αβεβαιότητα.

θεμελίωσης. Το ίδιο αναφέρει και ο κος Αποστολόπουλος (εικόνα 26) (Apostolopoulos Ch., Sotiropoulos P., 2008) ο οποίος πραγματοποίησε διερευνητικές τομές στον ΙΝ της Παναγίας των Ξένων. Εκτενέστερη περιγραφή της θεμελίωσης θα πραγματοποιηθεί σε επόμενο κεφάλαιο.



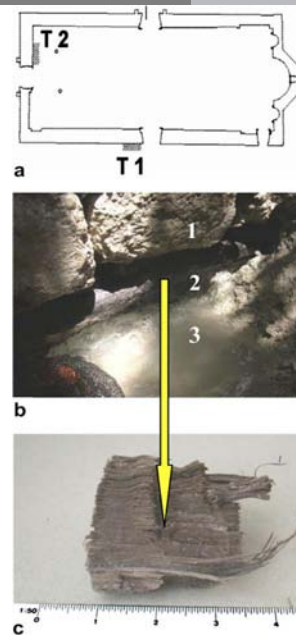
Εικόνα 25
Ποντελάρισμα ΙΝ Παναγίας των Ξένων

2.2.2.3 ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΝΑΩΝ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ

Το ιερό είναι συνήθως υπερυψωμένο και διαχωρίζεται από τον κυρίως ναό με ξύλινο τέμπλο. (εικόνα 27-29)

Το εσωτερικό των ναών καλύπτεται από ξύλινη επένδυση. Στις τρεις πλευρές του εσωτερικού του κυρίως Ναού υπάρχουν μία ή δύο σειρές στασιδία, για τις γυναίκες, τους ηλικιωμένους ή τα σημαίνοντα πρόσωπα. Τα πέντε πρώτα στασιδία της νότιας όψης προορίζονται για τους Επιτρόπους. Μπροστά από αυτά υπάρχει ένα μεγάλο κιβώτιο, μέσα στο οποίο φυλάσσονται το Καπιτολάριο, οι δίσκοι, τα τιμαλφή αντικείμενα, τα κεριά και τα βιβλία της διαχείρισης. Δίπλα στο Αγιο Βήμα και στη δεξιά πλευρά του Ναού βρίσκεται ο θρόνος, ενώ απέναντι από τον θρόνο τοποθετείται ο Αμβωνας. Ο χώρος ανάμεσα στον αρχιερατικό θρόνο και το Αγιο Βήμα προορίζεται για τον δεξιό ψάλτη και τον χορό του, και απέναντι κάθετα ο αριστερός ψάλτης. Επειδή σε παλαιότερους χρόνους απαγορευόταν ο συγχρωτισμός των δύο φύλων, απέναντι από το ιερό Βήμα και σε μορφή παταριού κατασκευαζόταν το διαμέρισμα των γυναικών, ο Γυναικωνίτης. Ο φωτισμός των Ναών πραγματοποιείται «δί'ελαίου και δια κηρίων», τοποθετημένων σε πολυελαίους ή πολύφωτα, ενώ με την έλευση του ηλεκτρισμού προστέθηκε και ηλεκτρικός φωτισμός.

Η δυτική τέχνη θα επιδράσει στην εγχώρια παράδοση της αγιογραφίας. Οι Διερευνητική τομή ΙΝ Παναγίας Ξένων. Α. Θέση τομών Β1. Β. Λίθος Β2. Ξύλινο στοιχείο Β3. Νερό Γ. Λεπτομέρεια ξύλου



Εικόνα 26

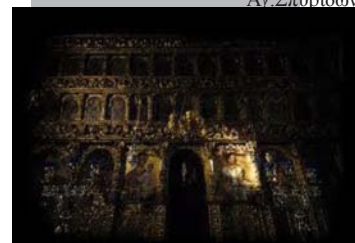
Η δυτική τέχνη θα επιδράσει στην εγχώρια παράδοση της αγιογραφίας. Οι Διερευνητική τομή ΙΝ Παναγίας Ξένων. Α. Θέση τομών Β1. Β. Λίθος Β2. Ξύλινο στοιχείο Β3. Νερό Γ. Λεπτομέρεια ξύλου

Η δυτική τέχνη θα επιδράσει στην εγχώρια παράδοση της αγιογραφίας. Οι Διερευνητική τομή ΙΝ Παναγίας Ξένων. Α. Θέση τομών Β1. Β. Λίθος Β2. Ξύλινο στοιχείο Β3. Νερό Γ. Λεπτομέρεια ξύλου

Η δυτική τέχνη θα επιδράσει στην εγχώρια παράδοση της αγιογραφίας. Οι Διερευνητική τομή ΙΝ Παναγίας Ξένων. Α. Θέση τομών Β1. Β. Λίθος Β2. Ξύλινο στοιχείο Β3. Νερό Γ. Λεπτομέρεια ξύλου



Εικόνα 27
Αγ. Σπυρίδων



Εικόνα 28
Αγ. Μηνάς



Εικόνα 29
Αγ. Γεωργίος

ή προϊστάμενό της, ενώ είχε προστάτη Αγιο ή Αγία, στον Ναό του οποίου κατέθεταν το λάβαρο της συντεχνίας, το οποίο και ονομαζόταν Σκόλα. Το λάβαρο αυτό είχε τη μορφή εξαπτέρυγου και προπορευόταν κατά τις λιτανείες ή άλλες θρησκευτικές τελετές. Οι Σκόλες αυτές υπάρχουν ακόμη και σήμερα, δεν ανήκουν πια στις συντεχνίες ή στα σωματεία, αλλά χρησιμοποιούνται ως διακόσμηση στο Ναό.

Επίσης, κάθε Ναός διέπετο από Καταστατικό, το οποίο και ονομαζαν Χάρτη (ή Κόνδικα επί Τουρκοκρατίας). Ο Χάρτης ήταν καταγεγραμμένος σε ειδικό βιβλίο, το Καπιτολάριον, όπου εκεί καταγραφόταν ό,τι μπορεί να αφορούσε το Ναό, καθώς και τα πρακτικά των ψηφοφοριών για την εκλογή Εφημεριών και Επιτρόπων του Ναού.

Όλοι οι Ναοί διέθεταν γυρω τους και περιφραγμένο γήπεδο, όπου θάβονταν οι νεκροί των οικογενειών των κτητόρων, των συναδερφών ή των ενοριτών

2.3 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΛΕΥΚΑΔΑΣ

Η Λευκάδα περιβάλλεται από τρεις σεισμικές εστίες. Αυτή που παρουσιάζει μεγαλύτερη κινητικότητα εντοπίζεται ΒΔ της περιοχής Τσουκαλάδων⁹. (Εικόνα 30. Από τους πραγματοποιηθέντες σεισμούς οι:

- 23 αφορούν σε μεγάλους ή καταστρεπτικούς σεισμούς με έμφαση το βόρειο άκρο του νησιού (περιοχή της σημερινής πρωτεύουσας)
- 12 αφορούν σε εξίσου καταστρεπτικούς σεισμούς με έμφαση τη νοτιοδυτική περιοχή
- 3 αφορούν στην κεντρική ορεινή περιοχή
- 3 αφορούν στο νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού
- 21 αφορούν σε σεισμούς με ίση περίπου ένταση σε όλο το νησί (Παπαδάτου - Γιαννοπούλου)

Από τους παραπάνω σεισμούς, πρέπει να ξεχωρίσουν οι σεισμοί του 1704, 1769, 1825, 1869, 1914, 1948, 1953, 1973, 2003 (Παπαζάχος Β., Παπαζάχου Κ.) Για αυτούς τους σεισμούς υπάρχουν καταγεγραμμένες μαρτυρίες για τις βλάβες που προκάλεσαν στο σύνολο των ναών.

Για τον σεισμό του 1704 ο Ν. Σταματέλος (Σταματέλος, 1870) αναφέρει: «στις 11 Νοέμβρη του 1704 εγίνη ένας φοβερός σεισμός, όπου έπεσαν εις την Αμαξικήν όσα σπίτια ήταν τοίχινα και μερικά τάβλινα και η εκκλησιαις, μόνον ο Άγιος Αθανάσιος έμεινεν, επειδή και ήταν ξύλινος». Για τον σεισμό αυτόν υπάρχουν και άλλες μαρτυρίες από το Καπιτολάριο του Αγίου Μηνά και από βιβλίο του Ναού του Αγίου Νικολάου, οι οποίες αξίζει να αναφερθούν, καθώς καταδεικνύουν την ένταση του σεισμού και αιτιολογούν τις καταρρεύσεις των ναών. Σύμφωνα, λοιπόν, με το Καπιτολάριο του Αγίου Μηνά «έγινε φοβερός σεισμός και εξεκολώθηκε ο μέγας πλάτανος... Τόσος φοβερός εστάθη (ο σεισμός) όπου εχάθη το νερό τρεις ημερας από τες βρυσες και δια ημέρας 40 εσειέτο η γη ωσαν το καλάμι». Στο βιβλίο του Ναού του Αγίου Νικολάου έχουν καταγραφεί τα εξής: «... έπεσαν η εκκλησίαις, μόνον ο Άγιος Αθανάσιος έμεινε επειδή και ήταν ξύλινος και εσκοτώθηκαν και μερικοί άνθρωποι, εις την Αμαξικήν 13, εις το Κάστρον 3 και άλλοι ελαβώθησαν και εγίνη πολλή και μεγαλωτάτη ζημία εις όλη την νήσον και Αγίαν Μαύραν και έπειτα από αυτόν τον σεισμόν έγιναν και άλλοι πολλοί ημέραις πολλαις...»

Όπως παρουσιάζεται σε επόμενες παραγράφους, ο σεισμός του 1825 προκάλεσε επίσης καταρρεύσεις ή εκτενείς βλάβες στους ναούς, ενώ Στις 16 Δεκεμβρίου 1869 «περί την χαραυγήν εγένετο μέγας σεισμός... Εκ των 16 εκκλησιών μόνη η του Αγίου Νικολάου ηδύνατο ν' ανθέξη...» (Σταματέλος, 1870)

Μάλιστα, μετά τον καταστροφικό σεισμό του 1948, σε αρκετούς ναούς πραγματοποιηθήκαν παρεμβάσεις και μερική αποκατάστασή τους, έτσι ώστε να ανακτήσουν τη λειτουργικότητά τους (Apostolopoulos Ch., Sotiropoulos P., 2008)

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στο σεισμό του 2003, καθώς αυτή δόνηση προκάλεσε τις σημαντικότερες βλάβες στον υπό μελέτη ναό του Αγίου Γεωργίου, αλλά και σε άλλους ναούς της πόλης και των περιχώρων (ΙΤΣΑΚ - Θεσσαλονίκη, 2004)¹⁰

9. Παπαδάτου Χαρά, Λευκάδα Ερευνώντας, Αχαϊκές Εκδόσεις, Πάτρα 1999 (σελ 168-169)

Σύμφωνα με τις προκαταρκτικές αναλύσεις διεθνών σεισμολογικών κέντρων (Harvard, 2003; USGS, 2003) αλλά και σχετικές εργασίες (Karakostas Ch, Lekidis V, Makarios T, Salonikios Th, Sous I, Demosthenous M., 2005) (Karakostas VG, 2004) (Benetatos, 2005) φαίνεται ότι ο συγκεκριμένος σεισμός προκλήθηκε από ένα σειсмоγόνο ρήγμα, το οποίο έχει προκαλέσει επανειλημμένα ισχυρούς σεισμούς στην περιοχή της Λευκάδας (Papadopoulos G, Karastathis, Ganas, Pavlides, 2003). Στην περιοχή επικρατούν διαρρήξεις παράταξης και σε τέτοια διάρρηξη οφείλεται και ο σεισμός της 14ης Αυγούστου 2003 (Αναστασιάδης Α., 2008)

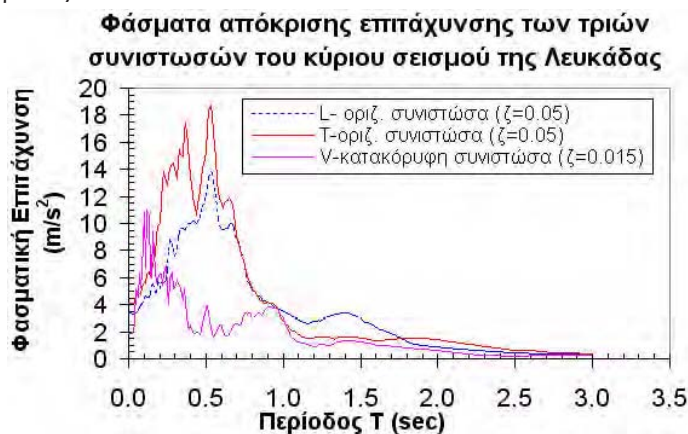
Οι μέγιστες καταγεγραμμένες εδαφικές επιταχύνσεις στην πόλη της Λευκάδας ήταν 0.42g, 0.34g για τις δύο οριζόντιες σεισμικές συνιστώσες και 0.19g για την κατακόρυφη (Margaris B., Papaioannou C., Theodulidis N., Savvaidis A., Anastasiadis A., Klimis N., Makra K., Demosthenous M., Karakostas C., Lekidis V., Makarios T., Salonikios T., Sous S., Carydis P., Lekkas E., Lozios S., Skourtsos E., and Danamos G., 2003). Τα φάσματα απόκρισης επιτάχυνσης των καταγραφών παρουσιάζονται στην εικόνα 31 για ποσοστό ισοδύναμης ιξώδους απόσβεσης $\zeta=5\%$ επί της κρίσιμης.

Γεωλογικά η περιοχή της πόλης της Λευκάδας δομείται από σύγχρονες αλλουβιακές προσχώσεις, δηλαδή παράκτιους αμμόδεις σχηματισμούς, και λιμνιθαλάσσιες ιλυώδεις αποθέσεις που επικάθονται του μαργαϊκού υποβάθρου. Η ακτή συνίσταται από συμπαγές παράκτιο ψηφιδωπαγές, ενώ στο εσωτερικό επικρατούν οι αμμοίλυοι σχηματισμοί. Στο βόρειο τμήμα της Λευκάδας υπάρχουν τεχνητές επιχώσεις και έχουν αναφερθεί καθιζήσεις στην περιοχή του ιστορικού κέντρου και της προκουμαίας. Σύμφωνα με τον ΕΑΚ (Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000) το υπέδαφος της πόλης της Λευκάδας κατατάσσεται στην κατηγορία εδάφους Γ, ενώ σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8 (CEN/TC250/SC8/N317, 2002) κατατάσσεται στην κατηγορία εδάφους C ή στην κατηγορία E (στην περίπτωση που ο υποκείμενος εδαφικός σχηματισμός (εδαφική μάργα) χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλές τιμές ταχύτητας διάδοσης κυμάτων, $V_{s,30} > 800$ m/sec)

Στο ιστορικό κέντρο της πόλης της Λευκάδας οικιστικά το έδαφος είναι μαλακό και χαμηλής ποιότητας, ενώ ο υπόγειος υδάτινος ορίζοντας βρίσκεται ψηλά, σε βάθος μικρότερο των δύο μέτρων. Η ένταση του κυρίως σεισμού στο ιστορικό κέντρο, ως ένας μακροσκοπικός δείκτης βλαβών εκτιμήθηκε μεταξύ VII και VIII της τροποποιημένης κλίμακας Mercalli (MM).

Οι αστοχίες που σημειώθηκαν ήταν κυρίως γεωτεχνικές και είχαν μεγάλη έκταση, ενώ οι ζημιές σε κτίρια ήταν περιορισμένες (εκτός από μεμονωμένα περιστατικά). Οι γεωτεχνικές αστοχίες οφείλονται στις ιδιότητες του εδάφους και σημειώθηκαν κυρίως σε αλλουβιακές αποθέσεις ή αποθέσεις ποταμών, καθώς και κατά μήκος της παραλιακής ζώνης. Το έδαφος ενίσχυσε κατά πολύ τα σεισμικά κύματα και μεγέθυνε κατά πολύ τις φασματικές επιταχύνσεις.

Οι ιεροί ναοί υπέστησαν τις σοβαρότερες και εκτενέστερες βλάβες. Περισσότεροι από σαράντα ιεροί ναοί σε ολόκληρο το νησί (με την πλειονότητα αυτών στην πόλη της Λευκάδας τέθηκαν εκτός λειτουργίας μέχρι να επισκευαστούν. Οι σοβαρότερες βλάβες (ρηγματώσεις) παρατηρήθηκαν στους περιμετρικούς τοίχους, καθώς επίσης και στις γωνίες συμβολής δύο εγκάρσιων τοίχων, Μερικοί από αυτούς έχρηζαν άμεσης τοπικής υποστήριξης και υποστήριξης για αποτροπή περαιτέρω εκδήλωσης βλαβών με πιθανές καταρρεύσεις. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά για κάθε ναό οι βλάβες που υπέστη σε κάθε καταγεγραμμένο σημαντικό σεισμικό γεγονός

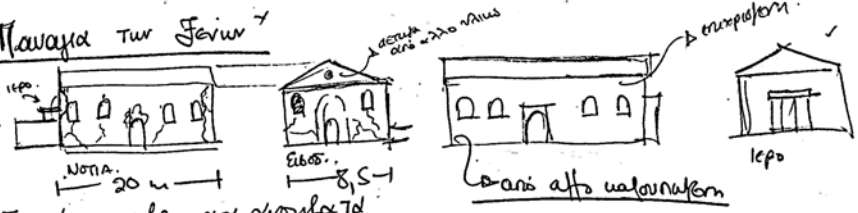


Εικόνα 31

Φάσματα απόκρισης επιτάχυνσης του σεισμού της 14ης Αυγούστου 2003

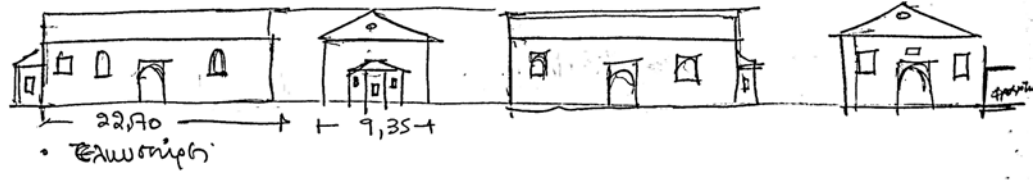
	1704	1723	1769	1823	1825	1869	1948	2003	Παρατηρήσεις
Αγ. Σπυριδων 1685	X				X	X / B	B	B	
Αγ. Νικόλαος 1687	X		X		X		B	B	
Αγ. Δημήτριος 1688	X				X	X / B	B	B	
Ευαγγελίστρι α 1689	X		X	B		X / B	B	B	
Παντοκράτορ ος 1700	X		B		B	X / B	B	B	
Αγ. Μηνάς 1707	-	B				X / B	B	B	
Αγ. Παρασκευή 1715	-	B	X			X / B	B	B	
Αγ. Αντώνιος 1717 (αρχες 19 ^{ου} αι)	-	-	-			X / B	B	B	
Παναγία Ξένων 1718	-	?	B			X / B	B	B	
Εισόδια 1720	-					X / B	B	B	
Αγ. Ανάργυροι 1725	-	-				X / B	B	B	
Αγ. Παντελεήμον ας 1730	-		B		X	X / B	B	B	Μετα το σεισμό του 1938 ανοικοδομηση
Αγ. Ιωάννης 1735	-					X / B	B	B	
Τρεις Ιεραρχες 1736	-				X	X / B	B	B	Καταρρευση το 1915
Αγ. Γεώργιος 1741	-	-	?			X / B	B	B	Υπαρχουν στοιχεία ανοικοδομησης του αλλα δεν σχετίζονται με καποιο σεισμό
Αγ. Χαράλαμπος						X / B	B	B	
Αγ. Βησαρίων						X / B	B	B	
Αγ. Ιωαννης Προδρομος						X / B	B	B	
	X = καταρρευση				B = βλαβες				? = δεν υπαρχουν στοιχεια

Παναγία των Ερεικών



- Διατήρη. ρυθμ. αν' ανορθωτά
- χείρνοδοξο → βίτη
- προβλη. κτην. συνδ. (διαμήκους + τετραγώνου).

• Αίθρα στην Παναγία των Ερεικών (Αγ. Αγγέλου) - απλ. κτίριον



• Πρωτοεπιτοπος



- Είναι σε τμήμα, ούτως σε βάθος, ο δρόμος κατέβαίνει h = 0,70 cm ενώ η βίτη είναι 1,60 cm.

• Αν. Δομῆς (δίνει σε Αν. Συμμετ. 0.0253)

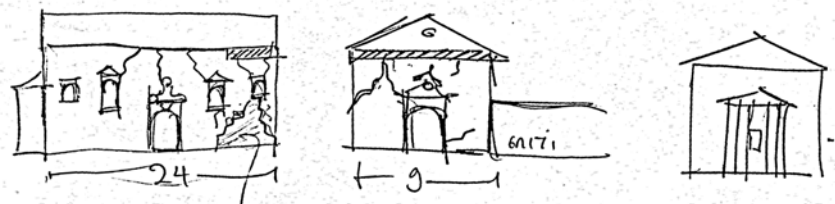


Αγ. Στυριδων



(διακοπή ναιμιν - αφορισθ - κερσευθισθ - οπτομυθισθ - β' διακοπή τεγώνου)

Αγ. Κωνσταντίνου



Εχει εντοιχισθ → στο 20 κοίτη και η 20 τετα h=4,5 - 2cm

Αγ. Τηκελαιών (ήδη στο Regatta αγ. Γεωργίου και Αγ. Πλακετίας)



Κεφάλαιο 3

Ιερός Ναός Αγίου Γεωργίου

3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΝΑΟΥ

Ο Ι.Ν του Αγίου Γεωργίου βρίσκεται εντός του ιστορικού κέντρου της Λευκάδας (ΦΕΚ 319Δ/7-4-92) προς τα ανατολικά παράλια της πόλης. Πρόκειται για μία τυπική μονόκλιτη ξυλόστεγη βασιλική, διαστάσεων 15,50 m x 7,50m. Μόνη ιδιομορφία αποτελεί η κόγχη του ιερού, όπου το τόξο (σε κάτοψη) είναι πολύ χαμηλωμένο, για να μην εμποδίζεται η διέλευση στο παρακείμενο δρομάκι στην ανατολική πλευρά του ναού. (εικόνες 32-36)

Κατά μήκος της νότιας όψης της εκκλησίας αναπτύσσεται περίβολος, η πρόσβαση στον οποίο εξωτερικά πραγματοποιείται από την ανατολική πλευρά μέσω αυλόθυρας, η οποία σχηματίζεται από τα υποστυλώματα του σημερινού κωδωνοστασίου από beton. Ο περίβολος αυτός, που όπως έχει αναφερθεί στην εισαγωγή αρχικά χρησίμευε ως τόπος ταφής των κτητόρων, συναδερφών ή των ενοριτών της εκκλησίας, επικοινωνεί με μικρό αύλειο χώρο στη δυτική πλευρά του ναού.

Η κύρια είσοδος του ναού βρίσκεται στη βόρεια πλευρά, προς την πλατεία. Αυτήν η όψη διαθέτει τέσσερα ανοίγματα, σχεδόν συμμετρικά διατεταγμένα (όπως παρουσιάζεται και στα αντίστοιχα σχέδια). Συμμετρική ως προς την βόρεια όψη διαμορφώνεται και η νότια, η θύρα της οποίας οδηγεί στον περίβολο της εκκλησίας. Στη δυτική όψη του ναού διαμορφώνεται άλλη μία θύρα για τη διασφάλιση της πρόσβασης στον παρακείμενο αύλειο χώρο.

Τα μορφολογικά στοιχεία του ναού εξωτερικά, εξαντλούνται στα πλαίσια των ανοιγμάτων από λαξευτούς ασβεστόλιθους με ημικυκλική στέγη. Ετσι είναι στο σύνολό τους απλά με εξαίρεση την βόρεια θύρα και τα δύο μεγαλύτερα εκατέρωθεν της παράθυρα. Η θύρα όπως και τα παράθυρα φέρουν ανάγλυφες παραστάδες επί ανάγλυφης βάσης, επίκρανα, ανάγλυφη ημικυκλική γεφύρωση με επίσης ιδιαίτερα ανάγλυφο κλειδί. Το ορθογώνιο πλαίσιο στο οποίο εγγράφεται το άνοιγμα ολοκληρώνεται επίσης με ανάγλυφες τριγωνικές πλάκες στο κέντρο των οποίων σχηματίζεται ανάγλυφα το ήμισυ σε κάτοψη πυραμίδας. Ειδικότερα στη θύρα άνωθεν αυτών έχουμε οριζόντιο ανάγλυφο γείσο. Τέλος ένα ακόμη μορφολογικό στοιχείο συναντάται πάνω από μικρή ορθογωνική εσοχή άνωθεν της κυρίας εισόδου με εντοιχισμένη πλάκα και ανάγλυφο σταυρό μεταξύ των κεραιών του οποίου έχουμε μικρούς ρόδακες. Οι τοιχοποιίες του ναού είναι επιχρισμένες πλην μέρους της νότιας, σε αντίθεση με τα σχέδια του 1833, όπου ο ναός παρουσιάζεται επενδεδυμένος με λαξευτούς ορθογώνιους λίθους. (Αργυρός)

Εσωτερικά, ο ναός αναπτύσσεται όμοια με τους υπόλοιπους ναούς της Λευκάδας, όπως παρουσιάστηκε αναλυτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο. Διαμορφώνεται, συνεπώς, μονόχωρος με το Ιερό υπερυψωμένο κατά τρεις βαθμίδες. Το ιερό διαχωρίζεται από τον κυρίως ναό με ξύλινο τέμπλο (Εικόνα 37). Στην περιοχή του νάρθηκα (προς την δυτική πλευρά του ναού) τοποθετείται αναστήλα, και αυτός υπερυψωμένος σε ξύλινο μεσοπάτωμα με στηθαίο. Το σύνολο του κυρίως ναού είναι καλυμμένο με ξύλινη επένδυση (Εικόνα 38), όπως ξύλινη είναι και η οροφή. Μάλιστα, η οροφή στα όρια του τέμπλου (ουρανία) υπερυψώνεται με τρεις θόλους (Εικόνα 37). Αξιόλογη είναι και η πλακόστρωση του δαπέδου του κυρίως ναού από ωχρορόδινες πέτρινες πλάκες.

Τα ιστορικά στοιχεία του ναού, καθώς και η όποια καταγεγραμμένη μαρτυρία σχετικά με τη συμπεριφορά του ναού κατά τα σοβαρότερα σεισμικά γεγονότα που συντάραξαν το νησί αναφέρονται σε προηγούμενο κεφάλαιο.



Εικόνα 32
Βόρεια όψη του Ι.Ν. Αγ. Γεωργίου



Εικόνα 33
Νότια Όψη του Ι.Ν. Αγ. Γεωργίου



Εικόνα 34
Δυτική Όψη



Εικόνα 35
Ανατολική Όψη. Διακρίνεται το χαμηλωμένο τόξο του ιερού, για τη διευκόλυνση της διέλευσης

Το μνημείο βρίσκεται στη σημερινή του κατάσταση από το 2003. Πιο συγκεκριμένα, οι όψεις του κτίσματος είναι ρηγματωμένες, οι υδροχρωματισμοί έχουν φθαρεί, ενώ η παρουσία υγρασίας (Εικόνα 45) και η φύτευση στην περιοχή της στέγης (Εικόνα 46) κυρίως είναι εκτεταμένα φαινόμενα. Στην στέγη έχουν πραγματοποιηθεί μεταγενέστερες επεμβάσεις, όπως θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο, ενώ τα κόκκινα ρωμαϊκού τύπου κεραμίδια είναι ασύμβατα μορφολογικά με το μνημείο. Το σημερινό κωδωνοστάσιο που διαμορφώνει την εξωτερική θύρα του περιβόλου της εκκλησίας στην ανατολική πλευρά είναι κατασκευασμένο από ΩΣ και αποτελεί προφανώς μεταγενέστερη (δεκαετία 1990) και ασύμβατη με το μνημείο προσθήκη. Αναφορικά με το αρχικό κωδωνοστάσιο του ναού, σήμερα εξωτερικά διακρίνονται μόνο ίχνη έδρασης των παραστάδων (Εικόνα 46) ενώ εσωτερικά σώζεται η διευρυμένου πάχους τοιχοποιία μέχρι το ύψος του ξύλινου μεσοπατώματος του γυναικωνίτη. Επίσης, ορατά είναι και κατά τόπους διαζώματα ΩΣ στις εξωτερικές παρειές της τοιχοποιίας (Εικόνα 41), όπως και η σύνδεση του βόρειου τοίχου με τον ανατολικό εγκάρσιο με χρήση μεταλλικών στοιχείων στην περιοχή της στέγης (Εικόνα 40). Πρόκειται για επεμβάσεις μετά τους σεισμούς του 1948 και 1953. Τέλος, σε ορισμένα ανοίγματα, όπως φαίνεται και στις φωτογραφίες τα πρέκια έχουν διαμορφωθεί με χρήση ΩΣ (Εικόνες 42-44).



Εικόνα 36

Σημερινό κωδωνοστάσιο από ΩΣ. Διακρίνεται τμήμα του περιβόλου που εκτείνεται κατά μήκος της νότιας όψης



Εικόνα 37

Ξύλινο Τέμπλο. Διακρίνεται και η υπερύψωση της οροφής με τρεις θόλους



Εικόνα 38

Ξύλινη επένδυση που καλύπτει τις επιμήκεις (βόρεια και νότια) όψεις του ναού

3.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

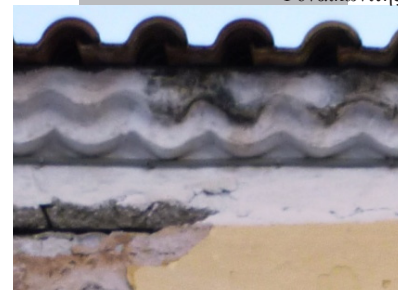
Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, το σύνολο των ναών της πόλης κατασκευάστηκε την ίδια χρονική περίοδο (Ενετοκρατία), διαθέτει την ίδια τυπολογία και σε γενικές γραμμές την ίδια μορφολογία, με μικρές διαφορές κυρίως στον τρόπο δόμησης της εξωτερικής παρειάς της τοιχοποιίας και στο διάκοσμο των ανοιγμάτων. Επίσης, σε προηγούμενο κεφάλαιο αναδείχτηκε το γεγονός (μέσα από ιδιωτικά συμφωνητικά ιδιοκτητών και μαστόρων) ότι οι τεχνικές και τα υλικά που εφαρμόζονταν στην κατασκευή των ναών δε διέφεραν από τις αντίστοιχες τεχνικές και υλικά κατασκευής των σπιτιών.

Συνεπώς, είναι δόκιμο να γίνει χρήση των πολύτιμων αυτών τεκμηριωμένων πληροφοριών για την εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με την οικοδομική ανάλυση του συγκεκριμένου ναού (όπου δεν είναι δυνατή η άντληση πληροφοριών και δεδομένων), κρατώντας πάντοτε τις απαραίτητες επιφυλάξεις και έχοντας πάντα υπόψη τον βαθμό αβεβαιότητας που οι γενικεύσεις αυτές συνεπάγονται.



Εικόνα 39

Γυναικωνίτης.



Εικόνα 40

Μεταλλικό στοιχείο σύνδεσης της βόρειας με την ανατολική όψη



Εικόνα 41

Σενάζ ωπλισμένου σκυροδέματος στην βόρεια όψη.



Εικόνα 42

Λεπτομέρεια του υπέρθυρου της δευτερεύουσας θύρας της νότιας όψης (πόρτα στο ιερό). Το υπέρθυρο έχει διαμορφωθεί μεταγενέστερα με ωπλισμένο σκυροδέμα



Εικόνα 43

Λεπτομέρεια παραθύρου βόρειας όψης (πανάθυρο ιεροῦ). Το υπέρθυρο ενισχύεται με τοπικό σενάζ ωπλισμένου σκυροδέματος



Εικόνα 44

Ενίσχυση υπέρθυρου κύριας θύρας νότιας όψης με σενάζ ωπλισμένου σκυροδέματος



Εικόνα 45

Ίχνη έδρασης παραστάδων αρχικού κωδωνοστασίου του ναού. Έντονα διακρίνεται και η υγρασία που έχει εισέλθει στην τοιχοποιία



Εικόνα 46

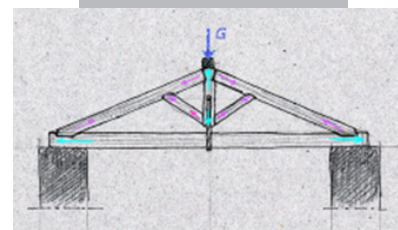
Φύτευση στη στέγη της νότιας όψης

3.2.1 ΣΤΕΓΗ

Η στέγη του ναού έχει διαμορφωθεί σύμφωνα με το σύστημα «δοκού επί στύλου»¹. Με σκοπό την καλύτερη κατανόηση του τρόπου συμπεριφοράς αυτού του τύπου στέγης και των διαφορών του με το κλασσικό σύστημα των ζευκτών, είναι δόκιμη η επιγραμματική παρουσίαση και του άλλου τύπου μόρφωσης στεγών.

Το ζευκτό αποτελείται από τους αμείβοντες, οι οποίοι στερεώνονται σε οριζόντιο γραμμικό στοιχείο, το πέλμα. Το ζευκτό συμπληρώνει ο μπαμπάς (ή ορθοστάτης) και τα διαγώνια στοιχεία ή ανέμες. Κατά τη σύνδεση του αμείβοντα με το πέλμα διαμορφώνεται ειδική εγκοπή στο πέλμα, όπου εισέρχεται ο αμείβοντας και στη συνέχεια τα δύο ξύλα συνδέονται και με καρφιά. Η σύνδεση του ορθοστάτη με το πέλμα αποτελεί σημαντικό κόμβο: ο ορθοστάτης είτε ακουμπά στο πέλμα είτε καρφώνεται στο πλάι. Για την ακρίβεια, ο ορθοστάτης δεν ακουμπά στο πέλμα, αλλά αναρτάται από την κορυφή των αμειβόντων εφελκυσόμενος από τις αντηρίδες που συγκρατεί, οι οποίες μειώνουν την καμπτική παραμόρφωση των αμειβόντων (Εικόνα 47). Έτσι το πέλμα παραλαμβάνει μόνο εφελκυστικές τάσεις. (Καραγκούνη, 2009)

Αντίθετα, το σύστημα «δοκός επί στύλων» αποτελείται από το ξύλινο δοκάρι στην κορυφή της στέγης, τον κορφιά ή καβαλάρη, ενώ προς την άλλη διεύθυνση τοποθετούνται στη βάση της στέγης τα πατωψάλιδα, τα οριζόντια δηλαδή ξύλινα στοιχεία. Πάνω στα πατωψάλιδα ή πέλματα και κάθετα προς αυτά καρφώνεται η «σάφρα», που θα υποδεχτεί τα κατακόρυφα στοιχεία της στέγης (ορθοστάτες ή «μπαμπάδες»), αλλά και διαγώνια στοιχεία που ενισχύουν τη δυσκαμψία του επιπέδου. Επίσης, πάνω στα πέλματα καρφώνονται τα διαγώνια στοιχεία των



Εικόνα 47

Τυπικό ζευκτό στέγης

1. Στη Λευκάδα, το παραδοσιακό σύστημα δόμησης είναι στενά συνδεδεμένο με το σύστημα «δοκού επί στύλων». [ΟΑΣΠ]

ψαλιδιών που διαμορφώνουν την κλίση της στέγης. Τέλος, πάνω στα ψαλίδια καρφώνονται οι τεγίδες, οι οποίες φέρουν και την τελική επικάλυψη (βλ. σχέδια αποτύπωσης στέγης). Πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος αποτελούν η υπερστατικότητα, οι συνεχείς τριγωνισμοί και η δημιουργία διαφραγμάτων, τόσο κατακορύφων όσο και οριζοντιων. Τα παραπάνω παρέχουν την πολλαπλή δυνατότητα ανακατανομής της ροής των φορτίων, όταν κάποια από τα στοιχεία τους για κάποιους λόγους αστοχήσουν

Η εφαρμογή του συστήματος στην περίπτωση του ΙΝ του Αγίου Γεωργίου περιλαμβάνει τις ακόλουθες διαφοροποιήσεις:

1. Η στέγη του ναού στηρίζεται πρωτίστως στην τοιχοποιία, ενώ δευτερευόντως συνδέεται και με τον οριζόντιο ξύλινο στρωτήρα του ποντελαρίσματος. Τα κενά στην τοιχοποιία καλύπτονται με μικρές πέτρες(Εικόνα 48, Εικόνα 51).
2. Παράλληλα με τη σάφρα, τοποθετούνται μηκίδες ποδός κοντά στα άκρα των πατωψάλιδων (Εικόνα 51).
3. Στο εγκάρσιο σύστημα στήριξης του κορφιά έχει προστεθεί (για ισχυρότερη σύνδεση και αύξηση της εγκάρσιας δυσκαμψίας του σκελετού) διπλή οριζόντια αντηρίδα (Εικόνα 49). (Οι αντηρίδες αποτελούν νεότερες επεμβάσεις).
4. Κατά την εγκάρσια έννοια (από τον κεντρικό ορθοστάτη μέχρι την περιοχή σύνδεσης των ψαλιδιών με το πατωψάλιδο) τοποθετείται ένας ενδιάμεσος ορθοστάτης(Εικόνα 49)
5. Τα πατωψάλιδα τοποθετούνται ανά 1 μέτρο περίπου. Ανάμεσα τους (ανά 0,50 μέτρο), τοποθετούνται ελκυστήρες διατομής ίσης με των πατωψάλιδων (Εικόνα 51).

Επίσης, στην στέγη του ναού παρατηρήθηκαν και οι ακόλουθες διαφοροποιήσεις στη σύνδεση των στοιχείων:

1. Η σάφρα δεν είναι ενιαία, αλλά διακόπτεται σε κάποιες θέσεις (Εικόνα 49).
2. Στην περιοχή διαμόρφωσης του «ουρανού» πιθανότατα τα πατωψάλιδα έχουν αφαιρεθεί και τα ψαλίδια παραμένουν «ορφανά».
3. Διακρίνονται δύο είδη σύνδεσης των ψαλιδιών με τον κορφιά. Στη σύνδεση τύπου Ι τα ψαλίδια συνδέονται χιαστί, με διαμόρφωση κατάλληλης εντορμίας, ενώ η σάφρα τοποθετείται πάνω από αυτά. Παράλληλα, ο ορθοστάτης τοποθετείται λίγο πιο πίσω από το σημείο σύνδεσης(Εικόνα 49). Στη σύνδεση τύπου ΙΙ, τα ψαλίδια καρφώνονται πλευρικά στον ορθοστάτη, ο οποίος στηρίζει τον κορφιά και εδράζεται στην σάφρα. (όλα τα στοιχεία βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο)(Εικόνα 50)

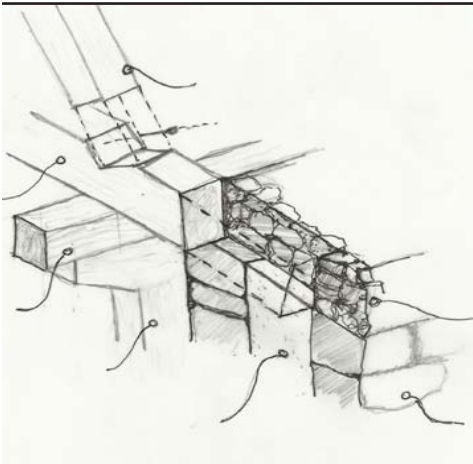
Παρατηρώντας μία εγκάρσια τομή δηλαδή, προκύπτει ότι (Εικόνα 57):

Το πέλμα ή πατωψάλιδο στηρίζεται στην περιμετρική τοιχοποιία και στον ξύλινο φέροντα στρωτήρα (ο οποίος στηρίζεται σε υποστυλώματα, όπως περιγράφηκε πιο πάνω). Οι στηρίξεις αυτές μπορούν να θεωρηθούν αρθρωτές. Ωστόσο, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η διαφορετική δυσκαμψία των δύο υλικών (ξύλου και τοιχοποιίας) επηρεάζει την κατανομή των φορτίων στην κάθε στήριξη και μάλιστα για τα βαρυτικά φορτία ισχύει απλή αναλογία. Αν αναλογιστεί κανείς ότι η δυσκαμψία του ξύλινου συστήματος είναι πολύ μικρότερη από τη δυσκαμψία της στήριξης στην τοιχοποιία, προκύπτει εύλογα ότι τα κατακόρυφα φορτία της στέγης φέρονται ουσιαστικά μόνο από την τοιχοποιία

Κατά τη διαμήκη έννοια, τόσο η σάφρα και οι μηκίδες, όσο και ο κορφιάς, συμπεριφέρονται ως συνεχείς δοκοί με στρεπτές στηρίξεις στα εγκάρσια συστήματα στήριξής τους.

Η σάφρα αυξάνει σημαντικά τη διαμήκη δυσκαμψία της στέγης και μπορεί να αποτελέσει και το κάτω πέλμα (με άνω πέλμα τον κορφιά) μίας διαμήκους δικτυωτής δοκού δυσκαμψίας.

Ιδιο σύστημα διαπιστώθηκε ότι εφαρμοζόταν και στο ναό του Αγίου Γεωργίου στους Σκάρους(έναν ναό ο οποίος παρουσιάζει πολλά όμοια χαρακτηριστικά με τον υπό μελέτη ναό) όπου η στέγη μπορεί να παρατηρηθεί καλύτερα λόγω έλλειψης οροφής. Η παρατήρηση αυτή ενισχύει την υπόθεση ότι το εφαρμοζόμενο σύστημα δόμησης στέγης των ναών της Λευκάδας ήταν από παλιά το σύστημα «δοκός επί στύλων», ενώ παράλληλα βοηθά την αποτύπωση λεπτομερειών, οι οποίες δεν είναι ορατές στον ΙΝ του Αγ. Γεωργίου



Εικόνα 48

Λεπτομέρεια σύνδεσης αμείβοντα – πατωψάλιδου – ποντελαρίσματος



Εικόνα 49

Η στέγη του ναού διαμορφώνεται με το σύστημα «δοκός επί στύλου».



Εικόνα 50

Σύνδεση τύπου II. Παράλληλα διακρίνεται μεταγενέστερη προσθήκη ενίσχυσης του ψαλιδιού, αλλά και μεταγενέστερος διαγώνιος (κατά τη διαμήκη έννοια) σύνδεσμος



Εικόνα 51

Λεπτομέρεια στέγης



Εικόνα 52

Σύνδεση τύπου II.



Εικόνα 53

Σύνδεση τύπου I



Εικόνα 54
 Διαγώνιος επιμήκης σύνδεσμος



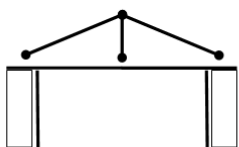
Εικόνα 55
 Λεπτομέρεια έδρασης σάφρας στους ενδιάμεσους ελκυστήρες



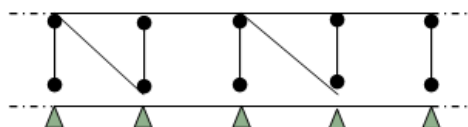
Εικόνα 56
 Κορυφιάς στέγης



Εικόνα 59
 Στέγη ΙΝ Αγίου Γεωργίου στους Σκάρους. Εφαρμόζεται και εδώ το σύστημα «δοκός επί στύλου»



Εικόνα 57
 Προσομοίωμα εγκάρσιας τομής στέγης



Εικόνα 58
 Προσομοίωμα διαμήκουσ τομής στέγης

3.2.2 ΟΡΟΦΗ

Η οροφή είναι κατασκευασμένη από σανίδες, οι οποίες καρφώνονται στα «πατωψάλιδα» της στέγης. Ο τρόπος σύνδεσης διακρίνεται καλύτερα στον Άγιο Γεώργιο στους Σκάρους (Εικόνα 60, Εικόνα 61).

3.2.3 ΠΟΝΤΕΛΑΡΙΣΜΑ

Στον Ι.Ν. του Αγίου Γεωργίου δεν παρατηρείται ο τρόπος ποντελαρίσματος που συναντάται στον ΙΝ των Εισοδίων της Παναγίας και που σύμφωνα με μαρτυρίες κατοίκων και μαστόρων εφαρμόζεται στις εκκλησίες του νησιού. Όπως αποτυπώνεται στην κάτοψη και αποδεικνύεται και στις ακόλουθες φωτογραφίες τα ξύλινα υποστυλώματα δε συνδέονται στη βάση τους με ξύλινο στρωτήρα, αλλά (όσα από αυτά διακρίνονται) στηρίζονται στο δάπεδο.

Εκτός των αποτυπωμένων υποστυλωμάτων είναι δύσκολο να υπάρχουν επιπλέον κρυμμένα από την ξύλινη επένδυση υποστυλώματα. Όπως παρατηρείται στην περιοχή των ανοιγμάτων αλλά και στο ιερό, όπου η ξύλινη επένδυση διακόπτεται, η ξύλινη επένδυση εφαρμόζει σχεδόν στον τοίχο. Συνεπώς, είναι αδύνατο να κρύβει μία διατομή 15cm x15cm.

Επομένως, το ξύλινο σύστημα του συγκεκριμένου ναού αποτελείται από μεμονωμένα υποστυλώματα συνδεδεμένα στην οροφή τους από ξύλινο στρωτήρα. Τα υποστυλώματα του ιερού δε συνδέονται με κάποιον άλλο τρόπο με τα υπόλοιπα. Πρόσθετη σύνδεση των υποστυλωμάτων του κυρίως ναού ίσως να επιτυγχάνεται από τον σκελετό της ξύλινης επένδυσης. Ο σκελετός αυτός είναι πιθανότατα όμοιος με τον σκελετό της παναγίας των Ξένων και των Εισοδίων. Δεν μπορεί, ωστόσο, να διαπιστωθεί η ύπαρξη διαγώνιων στοιχείων. Ο σκελετός αυτός συνδέει κατά κάποιον τρόπο τα υποστυλώματα που βρίσκονται δίπλα από τις θύρες της βόρειας και νότιας όψης με το τέμπλο Τέλος, δεν είναι δυνατή η τεκμηρίωση του τρόπου στήριξης της ξύλινης επένδυσης στη βάση της καθώς η περιοχή καλύπτεται από τα στασίδια(Εικόνες 62-67).

3.2.4 ΛΙΘΟΔΟΜΕΣ

Η τοιχοποιία είναι επιχρισμένη στις τρεις κύριες όψεις της και μυστριωμένη στη νότια. Ανεπίχριστοι λαξευτοί λίθοι είναι ορατοί μόνο στις τέσσερις γωνίες του ναού. Η τοιχοποιία του ναού έχει πάχος 0,56m, όπως φαίνεται στα σχέδια και αποτελείται από μικρού και μεσαίου μεγέθους ημιλαξευτούς λίθους, ακανόνιστα τοποθετημένους, οι οποίοι προέρχονταν από την περιοχή της Γύρας, και συνδέονταν μεταξύ τους με υδραυλικό κονίαμα. Ο άτακτος τρόπος τοποθέτησης των λίθων είναι ευκρινέστερος σε άλλους ναούς της πόλης, οι οποίοι δεν είναι επιχρισμένοι. Αναφορικά με το είδος των λίθων, κρίνεται άτοπη η εξαγωγή συμπερασμάτων, καθώς όπως παρατηρήθηκε και στους άλλους ναούς, τα χρησιμοποιούμενα είδη πέτρας (πωρόλιθοι, ασβεστόλιθοι) είναι διάφορα και άτακτα χωροθετημένα. Όσον αφορά στο μέγεθος των λίθων, πάλι κρίνεται δυσχερής η εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Στο συγκεκριμένο ναό μετρήθηκε η μεγαλύτερη διάσταση ενός μεσαίου χαρακτηριστικού λίθου ίση με 0,35 m (Εικόνα 68). Η εσωτερική παρειά της τοιχοποιίας είναι ορατή στις περιοχές του γυναικωνίτη και του ιερού, στις περιοχές των ρηγματώσεων όπου και έχει αποκολληθεί το επίχρισμα και σε τμήμα της βόρειας όψης όπου αφαιρέθηκε η ξύλινη επένδυση (Εικόνα 69). Όπως διαπιστώνεται και από την φωτογραφία, η δομή είναι και εσωτερικά ακανόνιστη. Ο τρόπος δόμησης της τοιχοποιίας κατά την εγκάρσια έννοια δεν είναι δυνατό να διαπιστωθεί οπτικά.

Ωστόσο το μικρό πάχος της (56cm) σε σχέση με τις συνήθεις συναντώμενες τρίστρωτες τοιχοποιίες των οποίων το πάχος ξεπερνά σίγουρα τα 60-65cm δικαιολογεί τη θεώρηση της ως δίστρωτη. Το ίδιο εξάλλου αναφέρει και ο Αποστολόπουλος (Αποστολόπουλος) για την Παναγία των Ξένων. Τέλος, ακολουθεί σκαρίφημα της εγκάρσιας τομής της τοιχοποιίας, βάσει των υποθέσεων που παρατέθηκαν παραπάνω.

Στις γωνίες χρησιμοποιούνται λαξευτοί λίθοι. Οι λίθοι τοποθετούνται εναλλάξ, μία με την επιμήκη και μία με την στενή πλευρά τους, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερη σύνδεση του επιμήκους τοίχου με τον εγκάρσιο(Εικόνα 72).

3.2.5 ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ

Αντίθετα με τη ναοδομία της πόλης, οι τοιχοποιίες του ναού στις τρεις κύριες όψεις είναι επιχρισμένες και μάλιστα επανειλημμένες φορές. Η νότια πλευρά παραμένει μυστρισμένη, ωστόσο είναι εμφανείς και εκτεταμένες μεταγενέστερες παρεμβάσεις με ασβεστοσιμεντοκονίαμα. Η εσωτερική παρειά της τοιχοποιίας είναι και αυτή επιχρισμένη στο Ιερό και την περιοχή του γυναικωνίτη.



Εικόνα 59

Στέγη ΙΝ Αγίου Γεωργίου στους Σκάρους. Εφαρμόζεται και εδώ το σύστημα «δοκός επί στύλου»



Εικόνα60

Σανίδωνα οροφής



Εικόνα 61

Σανίδωμα οροφής Αγ. Γεωργίου στους Σκάρους



Εικόνα 62

Ξύλινο υποστύλωμα στη βόρεια όψη στην περιοχή του ιερού.



Εικόνα63

Βάση ακραίου ξύλινου υποστυλώματος στη βόρεια όψη στην περιοχή του ιερού



Εικόνα64

Βάση ακραίου ξύλινου υποστυλώματος στη νότια όψη στην περιοχή του ιερού



Εικόνα66

Βάση μεσαίου υποστυλώματος νότιας όψης



Εικόνα65

Κόμβος στρωτήρα – υποστυλώματος



Εικόνα67

Ξύλινο υποστύλωμα νότιας όψης



Εικόνα69

Λεπτομέρεια εσωτερικής παρειάς τοιχοποιίας στη βόρεια όψη



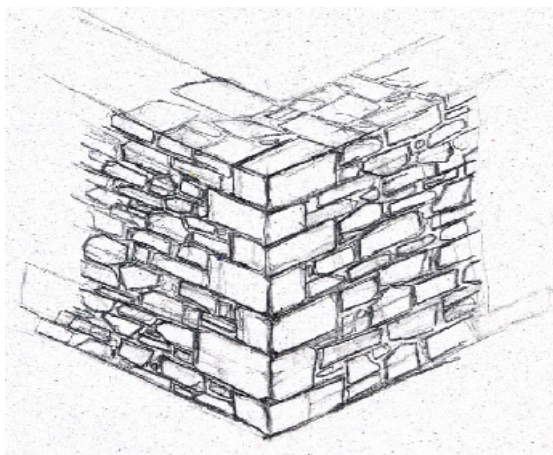
Εικόνα68

Λίθος τοιχοποιίας που θεωρήθηκε χαρακτηριστική



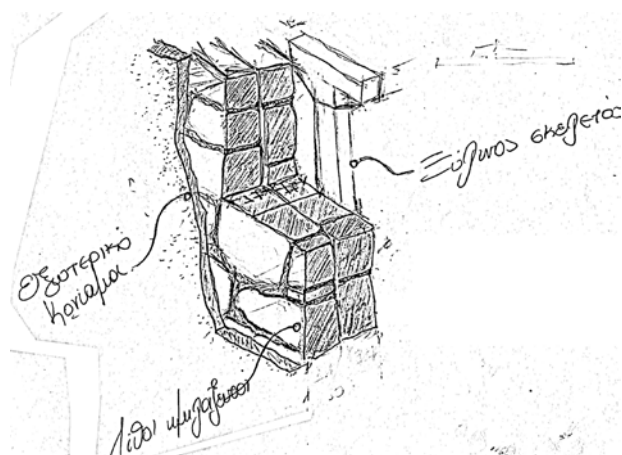
Εικόνα 70

Λεπτομέρεια διαμόρφωσης τοιχοποιίας στη περιοχή της ραγής 42 της βόρειας όψης



Εικόνα 72

Σκαρίφημα διαμόρφωσης γωνιολίθων

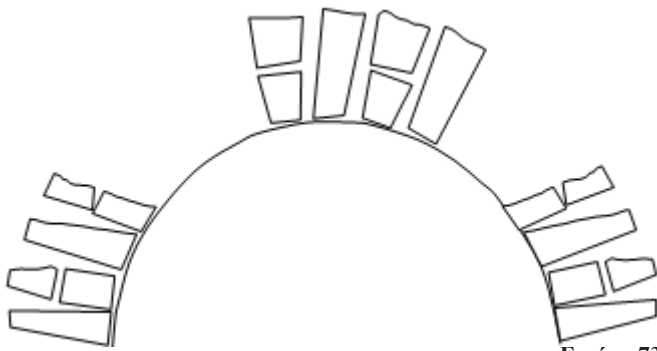


Εικόνα 71

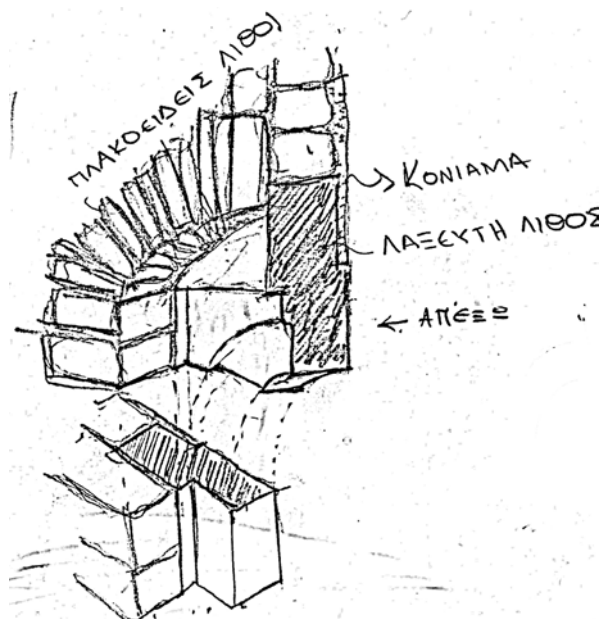
Σκαρίφημα εγκάρσιας τομής τοιχοποιίας – ποντελαρίσματος

3.2.6 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

Η διαμόρφωση των ανοιγμάτων πραγματοποιείται εξωτερικά με χρήση λαξευτών ασβεστόλιθων και η στέγη τους μορφώνεται ημικυκλική (Εικόνα 73). Η ποδιά των ανοιγμάτων είναι κατασκευασμένη από μονοκόμματες πέτρες από την περιοχή της Γύρας. Αναφορικά με τη διαμόρφωση του πρεκιού, ωστόσο στο ναό παρατηρείται η εξής διαφοροποίηση: Κάποια ανοίγματα διατηρούν το τόξο σε όλο το πάχος της τοιχοποιίας, ενώ κάποια μορφώνονται ορθογωνικά πίσω από το τόξο. Τα ορθογωνικά πρέκια έχουν μορφωθεί με χρήση ΩΣ, γεγονός που υποδηλώνει ότι είναι μεταγενέστερες επεμβάσεις (Εικόνες 75-77). Το εσωτερικό κούφωμα μορφώνεται με ξύλινο ορθογωνικό πλαίσιο, ενώ τοποθετείται στην πάνω πλευρά του ξύλινη λεπτομέρεια, έτσι ώστε να είναι σε πλήρη επαφή με το πέτρινο τοξωτό πρέκι (Εικόνα 74). Αυτό το ξύλινο κούφωμα, όπως παρουσιάζεται και στα σχέδια, στο τμήμα του κυρίως ναού είναι ενσωματωμένο στην ξύλινη επένδυση του ναού.



Εικόνα 73
Σκαρίφημα διαμόρφωσης τόξου ανοιγμάτων



Εικόνα 74
Σκαρίφημα διαμόρφωσης τυπικού ανοίγματος



Εικόνα 75
Τυπικό άνοιγμα βόρειας όψης



Εικόνα 76
Τυπικό άνοιγμα βόρειας όψης



Εικόνα 77
Κύρια θύρα ναού

3.2.7 ΓΥΝΑΙΚΩΝΙΤΗΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί ο γυναικωνίτης αποτελεί μεταγενέστερη ξύλινη προσθήκη στη δυτική πλευρά της εκκλησίας (Εικόνα 78). Στηρίζεται σε δύο ξύλινα υποστυλώματα προς τη νότια πλευρά του ναού, ενώ στη βόρεια πλευρά στηρίζεται στην πεπλατυσμένη τοιχοποιία (Εικόνες 79,82). Στο μέσο της δυτικής του πλευρά υπάρχει ένα επιπλέον υποστύλωμα. Στην ανατολική του πλευρά αναπτύσσεται σειρά υποστυλωμάτων μικρής διατομής (8cm x 8cm περίπου) (Εικόνες 80,81). Στα υποστυλώματα και στην τοιχοποιία στηρίζονται τα δύο ακραία ξύλινα δοκάρια και κάθετα σε αυτά τοποθετούνται τα πατόξυλα, πάνω στα οποία καρφώνονται οι σανίδες του πατώματος (Εικόνες 83,84).



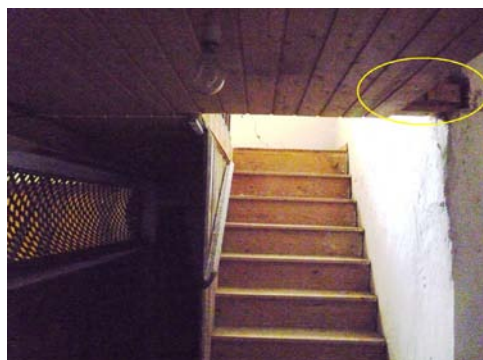
Εικόνα 78

Σύνδεση υποστυλώματος-δοκού-πατόματος γυναικωνίτη στη νότια όψη. Μεταγενέστερη ενίσχυση



Εικόνα 82

Δοκός γυναικωνίτη στην περιοχή στήριξης της στην τοιχοποιία. Η δοκός φαίνεται να έχει μετακινηθεί. Εδώ οφείλεται η διαφορετική κατακόρυφη μετατόπιση του γυναικωνίτη και η δυσκολία ανοίγματος της θύρας του.



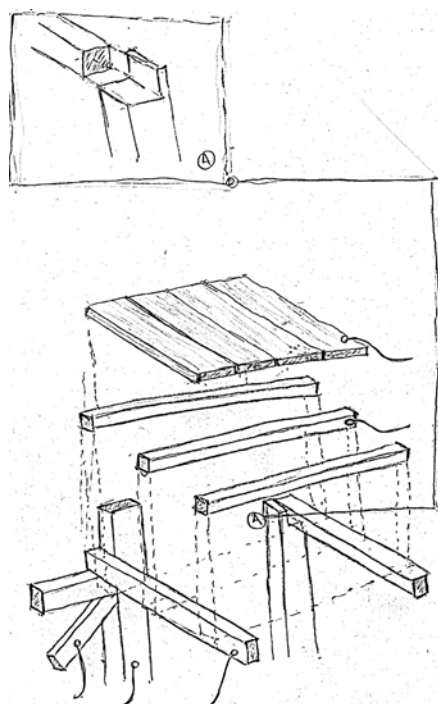
Εικόνα 83

Σκάλα ανόδου στο γυναικωνίτη.



Εικόνα 79

Στήριξη δοκού γυναικωνίτη στην πεπλατυσμένη τοιχοποιία. Διακρίνεται ενδιάμεσο υποστύλωμα στη δυτική όψη



Εικόνα 84

Σκαρίφημα κατασκευαστικής ανάλυσης γυναικωνίτη



Εικόνα 80

Στήριξη ψευδοστυλωμάτων γυναικωνίτη στο έδαφος



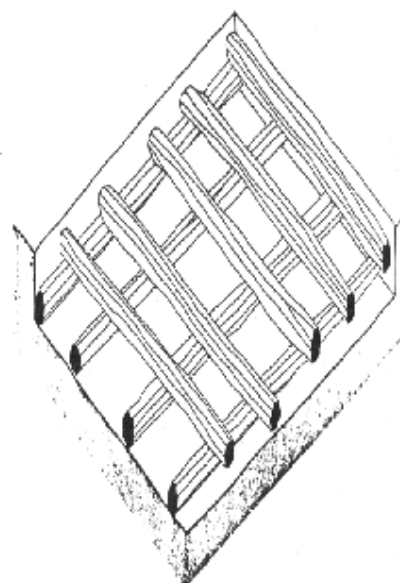
Εικόνα 81

Διαμόρφωση κορυφής ψευδοστυλωμάτων γυναικωνίτη.

3.2.8 ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

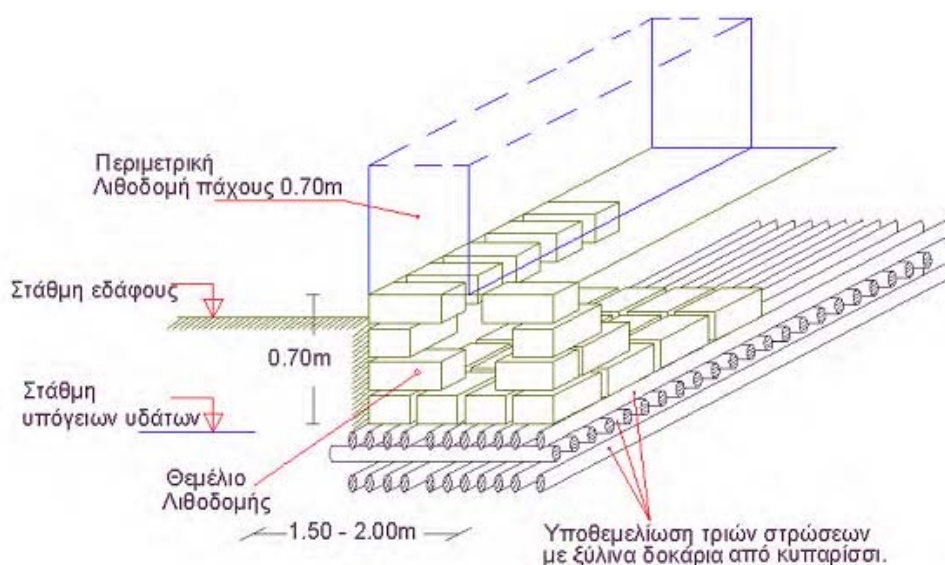
Στον ΙΝ του Αγίου Γεωργίου δεν ήταν δυνατή η διερεύνηση της θεμελίωσής του μέσω τομών. Ωστόσο, παρατηρώντας εξωτερικά την βάση του ναού, διαπιστώνεται η ύπαρξη χαμηλού εξέχοντος κρηπιδώματος, όπως άλλωστε υπάρχει και στις υπόλοιπες εκκλησίες της πόλης (βλ. προηγούμενο κεφάλαιο). Έχοντας ως δεδομένο τις διερευνητικές τομές στην Παναγία των Ξένων (Αποστολόπουλος), τα λεγόμενα του διάκονου Ιωαννίκιου Ζαμπέλη σχετικά με την αποκατάσταση της Αγ. Παρασκευής, και το σύστημα εσχάρας που εφαρμοζόταν στις κατοικίες (Εικόνα 85) (ΟΑΣΠ), μπορεί να υποτεθεί ότι και το συγκεκριμένο κτίσμα εδράζεται σε ενιαία πλατφόρμα. Η εσχάρα αυτή αποτελείται από κορμούς δέντρων (σύμφωνα με την χ. Παπαδάτου στις θεμελιώσεις χρησιμοποιούσαν αγριόξυλα ή «Ρουπάκι»(Δρυς)), τοποθετημένους σε επάλληλες στρώσεις σε βάθος 0,70m έως και 1,00 m ή και βαθύτερα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους (Εικόνα 94). Τα κενά ανάμεσα στα ξύλα γεμίζονταν με άμμο, απελέκητες πέτρες και «πορτοσολάνα»(ΟΑΣΠ) (Βιντζηλαίου-Τουλιάτος). Μάλιστα, τα ξύλα πριν από την χρήση τους τοποθετούνταν για 7 περίπου εβδομάδες στην «μουτέλη» (θαλάσσια λάσπη). Η εμβάπτιση τους στο νερό, το λεγόμενο «στανιάρισμα» είχε σαν αποτέλεσμα την στεγανοποίηση του ξύλου (Παπαδάτου). Στη συνέχεια, πάνω στην εσχάρα κτιζόταν μία βάση από λαξευτούς λίθους και υδραυλικό κονίαμα, η οποία αποτελούσε και την περιοχή έδρασης των τοίχων του κτίσματος.

Η κοπή όλων των ξύλων γινόταν πάντοτε μια ορισμένη εποχή του έτους, αποκλειστικά από δένδρα όπως η δρυς, η οξιά ή το κυπαρίσσι, τα οποία έχουν την ιδιότητα να μη σαπίζουν όταν αυτά υποστούν επεξεργασία και τοποθετηθούν εντός του υπόγειου ύδατος. Η τεχνική αυτή της ξύλινης υποθεμελίωσης αποτελεί τμήμα της Ελληνικής δομικής παράδοσης αφού συναντάται και σε άλλες περιοχές εκτός της Λευκάδας με ή χωρίς παραλλαγές (π.χ. σε πέτρινα γεφύρια της Ηπείρου/ Θεσσαλίας/ Μακεδονίας, σε αγροτικό οικισμό στα Κύθηρα (Εικόνα 86) (Μακάριος & Δημοσθένους)



Εικόνα 85

Σύστημα θεμελίωσης τύπου εσχάρας, όπως αυτό αποτυπώθηκε στις Λευκαδίτικες κατοικίες (ΟΑΣΠ)



Εικόνα 86

Τυπική θεμελίωση Λευκαδίτικου κτιρίου (Μακάριος & Δημοσθένους)

3.3 ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ

3.3.1 ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

Το σύστημα έσχαρας που πιθανότατα έχει υιοθετηθεί στη θεμελίωση του ναού περιγράφεται σε προηγούμενο κεφάλαιο. Συμπεράσματα για την κατάσταση συντήρησής του μπορούν να εξαχθούν μόνο βάσει παρατήρησης της ανωδομής. Ελλείψει εμφανών διαφορικών καθιζήσεων ή υποχωρήσεων, καθώς και δεδομένου του γεγονότος ότι το ελώδες υπέδαφος συμβάλλει στην προστασία και συντήρηση της ξύλινης εσχάρας, μπορεί να γίνει ο ισχυρισμός ότι η θεμελίωση του ναού βρίσκεται σε καλή κατάσταση. Τον ισχυρισμό αυτό ενισχύουν μαρτυρίες τοπικών μαστόρων και μηχανικών, σύμφωνα με τις οποίες κατά τη διάρκεια εκσκαφών στην πόλη της Λευκάδας βρέθηκαν παρόμοια ξύλινα στοιχεία σε καλή κατάσταση. (Αργυρός)

Ωστόσο, κάποιες άλλες κύριες ζημιές στα θεμέλια είναι η απορρόφηση υγρασίας από το έδαφος και η αποσάθρωση του επιχρίσματος από την επιφανειακή απορροή των υδάτων (Εικόνα 87).

Αναφορικά με την απορρόφηση υγρασίας, το νερό περιέχει χημικές ενώσεις κυρίως με βάση το άζωτο, οι οποίες αντιδρούν χημικά με την κονία ή τον ατμοσφαιρικό αέρα και δημιουργούν άλατα. Αυτήν η απορρόφηση υγρασίας γίνεται εμφανής λόγω της περιμετρικής λωρίδας διαφορετικού χρώματος στη βάση του ναού (Εικόνα 88).

Η έκταση της εισαγόμενης από τα θεμέλια υγρασίας παρουσιάζεται στα σχέδια της παθολογίας



Εικόνα 87
αποσάθρωση επιχρίσματος της νότιας όψης
λόγω υγρασίας θεμελίων



Εικόνα 88
Περιμετρική λωρίδα διαφορετικού χρώματος στη
βάση του ναού λόγω απορρόφησης υγρασίας από
το θεμέλιο

3.3.2 ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ

Οι ζημιές που εμφανίζονται στα επιχρίσματα είναι:

A. Ρηγματώσεις και αποκόλληση: οι ρηγματώσεις αυτές μπορεί να οφείλονται στην σύσταση του επιχρίσματος, στην συστολή πήξης μετά τη διάστρωση του επιχρίσματος, στις συστολοδιαστολές λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών. Η υπέρβαση της εφελκυστικής αντοχής του επιχρίσματος εκδηλώνεται με μεγάλου μήκους, στενές, αβαθείς ρωγμές. Επίσης, το μεγάλο πάχος επιχρίσματος, το οποίο προκύπτει από τις τακτικές διαστρώσεις ή την προσπάθεια ευθυγράμμισης των εξωτερικών επιφανειών μπορεί να οδηγήσει σε αποκόλλησή του (Εικόνα 89,90).

B. Άλατα ή Μούχλα: Η υγρασία προέρχεται από την ατμόσφαιρα, από τη συμπύκνωση υδρατμών μέσα στη μάζα του τοίχου, από κακή υγρασιμότητα στεγών ή από απορρόφηση νερού από το έδαφος μέσω θεμελίων (όπως έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω). Η υγρασία αυτή μπορεί να εκδηλωθεί με τη μορφή αλάτων ή μούχλας (βακτήρια και μύκητες). Τα άλατα εκδηλώνονται ως αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων μεταξύ των χημικών ενώσεων των υλικών της λιθοδομής, των χημικών ενώσεων που διεισδύουν στην



Εικόνα 89
δυσχρωμίες στο επίχρισμα, αποκόλληση τμήματος
επιχρίσματος λόγω μεγάλου πάχους κονιάματος



Εικόνα 90
Ρηγματώσεις και δυσχρωμία επιχρίσματος

ως αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων μεταξύ των χημικών ενώσεων των υλικών της λιθοδομής, των χημικών ενώσεων που διεισδύουν στην λιθοδομή κατά την απορρόφηση του νερού από το έδαφος ή την ατμόσφαιρα και το νερό. Χαρακτηριστική είναι το γεγονός ότι αλλάζουν τη σύσταση του κονιάματος, έχουν μεγαλύτερο όγκο και συνήθως καταλήγουν σε δυσχρωμίες στην όψη και ακολούθως σε φούσκωμα και αποκόλληση του κονιάματος(Εικόνα 91,92,93)

Στον ΙΝ του Αγ. Γεωργίου το μεγαλύτερο ποσοστό των ρηγματώσεων του επιχρίσματος οφείλεται στην επιφανειακή εκδήλωση ρωγμής της λιθοδομής. Αυτές οι ρηγματώσεις θα αναλυθούν σε επόμενη παράγραφο.



Εικόνα 91

αποκόλληση επιχρίσματος στην περιοχή προσθηκής με ΩΣ και δυσχρωμίες στη λιθοδομή



Εικόνα 92

αποκόλληση εσωτερικού επιχρίσματος ιερού λόγω αλάτων



Εικόνα 93

Ανάπτυξη φυτικών οργανισμών στη λιθοδομή λόγω υγρασίας

3.3.3 ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ

Η βόρεια όψη, όπως φαίνεται και στα σχέδια της παθολογίας παρουσιάζει απόκλιση προς την κατακόρυφο, η οποία είναι πιο έντονη προς τη θέση του παλαιού κωδωνοστασίου (δυτική πλευρά).

3.3.4 ΡΩΓΜΕΣ

Οι ρωγμές αποτελούν την κυριότερη αιτία βλαβών στην υπό μελέτη κατασκευή. Όπως είναι γνωστό, τα αίτια τα οποία προκαλούν ρηγματώσεις στη λιθοδομή είναι πολλά και λειτουργούν συνδυαστικά μεταξύ τους. Γενικά ρωγμές μπορεί να προκληθούν λόγω παγετού, κακοτεχνιών, προσθηκών ή επεμβάσεων, φυτών, φωτιάς κλπ. Στη δεδομένη περίπτωση, κυριότερη αιτία βλαβών είναι ο σεισμός.

Εξαίρεση αποτελεί μία ρωγμή της βόρειας όψης, η οποία ξεκινά από την στέγη (39), καθώς και μία ακόμη ρωγμή της βόρειας όψης, η οποία ξεκινά από το θεμέλιο(15)

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι το εύρος των ρωγμών μεταβάλλεται με το πέρασμα του χρόνου. Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη αποτύπωση τους διεξήχθη τον Απρίλιο του 2010, ενώ στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν 2 διαδοχικές επισκέψεις και διορθώσεις της αποτύπωσης του ναού τον Οκτώβριο του 2010 και τον Φεβρουάριο του 2011. Στο διάστημα αυτό το εύρος κάποιων ρωγμών μεταβλήθηκε από 0-3 χιλ (Ρα) σε 3-10 χιλ (Ρβ)

Στις δύο επιμήκειες όψεις της τοιχοποιίας (τη βόρεια και τη νότια όψη) εμφανίζεται χιαστί διαγώνια ρηγματώση. Η κλίση των ρωγμών, η έκταση και μορφή τους εξαρτάται από τα κατακόρυφα θλιπτικά φορτία που φέρουν οι τοίχοι, τον λόγο ύψους προς πάχος, τη θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων. Ρωγμές επίσης παρουσιάζονται και γύρω από τα ανοίγματα. Επίσης, σε όσα σημεία η εσωτερική παρειά της τοιχοποιίας δεν ήταν καλυμμένη από την ξύλινη επένδυση, διαπιστώθηκε ότι οι ρωγμές αυτές ήταν διαμπερείς. Στην ανατολική και δυτική όψη, η ρηγματώση είναι σαφώς πιο περιορισμένη. Στα σχέδια της παθολογίας αποτυπώνεται πλήρως η έκταση των ρωγμών, ενώ στο κεφάλαιο 4 αποδίδεται σε κάθε ρωγμή και το αίτιο που την προκάλεσε

3.3.5 ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΣΤΕΓΗΣ

Ο φέρων οργανισμός της στέγης, όπως περιγράφηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, φαίνεται να είναι σε καλή κατάσταση. Ωστόσο, επιφυλάξεις υπάρχουν για τα άκρα των πατωψάλιδων και αμειβόντων, τα οποία είναι ενσωματωμένα στην τοιχοποιία και για αρκετά τμήματα στα οποία η πρόσβαση ήταν αδύνατη στην παρούσα φάση. Επίσης, ορισμένοι ορθοστάτες και δευτερεύοντες ορθοστάτες φαίνεται να έχουν αποκλίνει από την κατακόρυφο, ενώ αρκετές διατομές ξύλινων στοιχείων παρουσιάζουν διάβρωση. Η παρουσία φυτών (Εικόνα 46), καθώς και η υγρασία αποτελούν, παρ' όλα αυτά, προβληματικά σημεία.

3.3.5 ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

Η γενική εικόνα των πλαισίων των ανοιγμάτων είναι καλή. Εξαίρεση αποτελεί η αριστερή παραστάδα της δυτικής θύρας, όπου έχει θραυστεί και αποκολληθεί ένα μέρος της (Εικόνα 94), η θραύση των λαξευτών λίθων του τόξου στην περιοχή σύνδεσής του με το λαμπά σε δύο ανοίγματα της βόρειας όψης (Εικόνες 95,96), η θραύση του λαμπά σε ένα άνοιγμα της νότιας όψης (Εικόνα 97α,97β) και η θραύση της ποδιάς σε ένα άνοιγμα της νότιας όψης (Εικόνα 98)



Εικόνα 94
αριστερη παρασταδα δυτικης θυρας



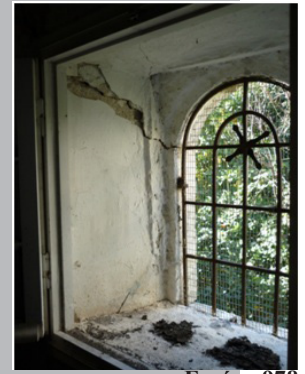
Εικόνα 95
θραύση των λαξευτών λίθων του τόξου στην περιοχή σύνδεσής του με το λαμπά σε άνοιγμα της βόρειας όψης



Εικόνα 96
θραύση των λαξευτών λίθων του τόξου στην περιοχή σύνδεσής του με το λαμπά σε άνοιγμα της βόρειας όψης



Εικόνα 97α
θραύση του λαμπά σε ένα άνοιγμα της νότιας όψης



Εικόνα 97β
θραύση του λαμπά στο ίδιο άνοιγμα (εσωτερική λήψη)



Εικόνα 98
θραύση της ποδιάς σε ένα άνοιγμα της νότιας όψης

3.3.7 ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Το πρόβλημα στα κουφώματα δεν εντοπίζεται στην κατάσταση διατήρησης του ξύλου, η οποία είναι καλή, αλλά στη σύνδεση του κουφώματος με την τοιχοποιία. Όπως παρουσιάζεται και στις ακόλουθες εικόνες, το κούφωμα έχει αποκολληθεί από την τοιχοποιία και στα δύο παράθυρα του γυναικωνίτη (Εικόνες 99,100).



Εικόνα 99
αποκόλληση κουφώματος νότιας όψης στην περιοχή του γυναικωνίτη



Εικόνα 100
αποκόλληση κουφώματος βόρειας όψης στην περιοχή του γυναικωνίτη

3.3.8 ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΠΟΝΤΕΛΑΡΙΣΜΑΤΟΣ

Είναι αδύνατος ο έλεγχος του ποντελαρίσματος λόγω της κάλυψης από την ξύλινη επένδυση

3.3.9 ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΞΥΛΙΝΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΚΑΙ ΟΡΟΦΗΣ

Αρχικά πρέπει να αναφερθεί ότι η ξύλινη επένδυση έχει υποστεί μετακινήσεις λόγω των σεισμικών δράσεων. Επιπρόσθετα παρατηρούνται φθορές στις χαμηλότερες περιοχές λόγω υγρασίας.

3.3.10 ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΓΥΝΑΙΚΩΝΙΤΗ

Ο γυναικωνίτης παρουσιάζει πτώση προς την βόρεια όψη του ναού. Αυτό οφείλεται πιθανότατα στη σήψη του δοκαριού που τον υποστηρίζει, το οποίο όπως έχει ήδη αναφερθεί δεν στηρίζεται σε υποστύλωμα, αλλά εισέρχεται στη τοιχοποιία (Εικόνα 101)

Εικόνα 101
σκαρίφημα ξύλινης δοκού γυναικωνίτη εισερχόμενης στην τοιχοποιία της βόρειας όψης



3.3.11 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

Σε αυτή την παράγραφο παρουσιάζονται οι μεταγενέστερες επεμβάσεις/προσθήκες στον ΙΝ Αγίου Γεωργίου.

Αρχικά, λοιπόν, αναφέρονται τα εξωτερικά επιχρίσματα του ναού και κυρίως αυτά της νότιας όψης, τα οποία είναι μάλιστα ασβεστοτσιμεντοκονιάματα (Εικόνα 102).

Σε πολλά σημεία της τοιχοποιίας παρατηρούνται διαζώματα ωπλισμένου σκυροδέματος. Τα διαζώματα αυτά διακρίνονται στην περιοχή της στέγης στη νότια όψη, διαμορφώνουν τα ανοίγματα του ιερού τόσο στη βόρεια όσο και στη νότια όψη, ενώ στη νότια όψη υποστηρίζουν/ενισχύουν τα πρέκια και τις ποδιές όλων των ανοιγμάτων. Εμφανές είναι και ένα διάζωμα ΩΣ στη βόρεια όψη (Εικόνα 41), στην περιοχή σύνδεσής της με την ανατολική όψη. Επίσης, στην περιοχή της στέγης, στο σημείο σύνδεσης της βόρειας με την ανατολική όψη η σύνδεση των τοίχων ενισχύεται με μεταλλικό στοιχείο (Εικόνα 40), ενώ πιο χαμηλά στην ίδια περιοχή εντοπίζονται πάλι μεταλλικά στοιχεία.

Η στέγη του μνημείου, όπως ειπώθηκε, είναι ξύλινη, δίριχτη, επικαλυμμένη με κόκκινα ρωμαϊκού τύπου κεραμίδια ασύμβατα με την ιστορικότητα και την αρχιτεκτονική φυσιογνωμία του μνημείου. Στις μακρές πλευρές σχηματίζεται γείσο από διπλή σειρά βυζαντινών κεραμιδιών σε επεξοχή στοιχείο συμβατό με την τοπική αρχιτεκτονική αλλά πιθανότατα όχι της αρχικής κατασκευαστικής φάσης. Τα αετώματα διαμορφώνονται από ξύλινο δικτυωματικό σκελετό επενδεδυμένο από λαμαρίνα (Εικόνα 32,34).

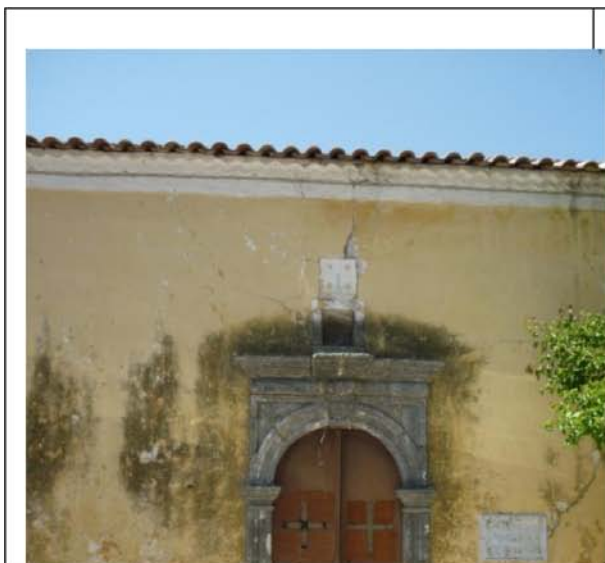
Το σημερινό κωδωνοστάσιο αποτελεί κατ' εξοχήν ασύμβατη επέμβαση καθώς είναι από beton (Εικόνα 36)

Νεώτερες επεμβάσεις ασύμβατες με την ιστορικότητα και αρχιτεκτονική φυσιογνωμία του μνημείου έχουμε πλην των προαναφερθέντων στα δάπεδα (επεμβάσεις από μπετόν στις εισόδους και σε τμήμα του γυναικωνίτη, επικάλυψη με λαδομπογιά των ακμών των αναβαθμών του Ιερού και των μαρμάρινες πλάκες επίσης στο Ιερό), στους υδροχρωματισμούς εσωτερικά και εξωτερικά και στην επένδυση των θυρών με λαμαρίνα



Εικόνα 102
Τσιμεντοκονιάματα στη νότια όψη – Μεταγενέστερη επέμβαση

3.5 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ



1Pβ-2Pα-18Pα-52Pβ-53Pα-17Pγ



15Pβ-16Pβ-17Pγ



12Pβ-13Pα-15Pβ-16Pβ-17Pγ-14Pβ



3Pβ-4Pβ-5Pβ



6Pγ-7Pβ-8Pα-9Pα-10Pβ-11Pβ-14Pβ



6Pγ-7Pα-8Pα-9Pβ-10Pα-11Pα-12Pα-14Pβ-61Pα-62Pα-63Pα-64Pα



19Pα



20Pα



34Pα



34Pα



54Pα



55Pα



36Pα- 37Pβ- 38Pα- 39Pα- 40Pα- 41Pα- 42 Pγ



43Pα- 44Pα- 45Pα- 46Pα- 47Pβ- 48Pβ- 49Pα- 50Pα- 51Pβ



37Pβ



40Pα-42Pα



22Pα



22Pα



30Pβ-31Pβ



27Pα-28Pα-29Pγ



23Pα-24Pβ-25Pα-26Pβ



23Δ-25P-26Δ-60Pα-59Pα-27δ-28Δ-



56Pβ-57Pα-58Pα

A 3D wireframe model of a building structure, showing the internal framework of columns and beams. The model is rendered in a light gray color against a white background. A dark gray rectangular overlay is positioned in the center of the image, containing the title text. The building structure is shown from a low-angle perspective, looking up at the roof and upper floors.

Κεφάλαιο 4

Αποτίμηση Σεισμικής Συμπεριφοράς Δομήματος

4.1 ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Εφαρμόζονται οι διατάξεις των ακόλουθων Κανονισμών:

- Ευρωκώδικας 6 και το αντίστοιχο Εθνικό κείμενο εφαρμογής για κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία
- Ευρωκώδικας 8
- Στοιχεία από τον ΕΑΚ 2000

4.2 ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΩΝ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ – ΕΛΑΦΟΥΣ

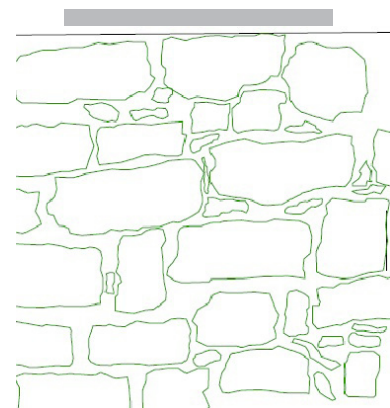
4.2.1 ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ - ΞΥΛΙΝΟΣ ΣΚΕΛΕΤΟΣ - ΣΤΕΓΗ

Όπως έχει ήδη παρουσιαστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο η τοιχοποιία μπορεί να περιγραφεί ως δίστρωτη αργολιθοδομή διαφόρων ειδών λίθων (ασβεστολιθοί και πωρόλιθοι ως επί το πλείστον) με υδραυλικό κονίαμα. Η συμβολή των ζωνών από ωπλισμένο σκυρόδεμα αγνοείται. Τα μηχανικά χαρακτηριστικά των επί μέρους υλικών και της λιθοδομής αποτιμώνται ως εξής:

A) Δίστρωτη Φέρουσα Τοιχοποιία	
Θλιπτική αντοχή (MPa)	1,23
Εφελκυστική αντοχή (MPa)	0,1
Διατμητική Αντοχή (MPa)	0,15 – 0,18
Πυκνότητα (kg/m ³)	2200
Μέτρο Ελαστικότητας (MPa)	2500
B. Ξύλινα στοιχεία	
Θλιπτική αντοχή (MPa)	23,00
Εφελκυστική αντοχή (MPa)	18,00
Διατμητική Αντοχή (MPa)	3,00
Πυκνότητα (kg/m ³)	380
Μέτρο Ελαστικότητας (MPa)	12000

Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας μπορεί να εκτιμηθεί βάσει της σχέσης του Τάσιου (Τάσιος, 2004), όπως περιγράφεται ακολούθως:

Λόγω έλλειψης πειραματικών δοκιμών, γίνονται κάποιες παραδοχές αναφορικά με τα συνθετικά στοιχεία της τοιχοποιίας βάσει των διαθέσεων βιβλιογραφικών στοιχείων. Επίσης, επισημαίνεται ότι το ποσοστό όγκου κονιάματος ως προς τον όγκο της λιθοδομής υπολογίστηκε προσεγγιστικά ως εξής: Αποτυπώθηκε ένα τμήμα της τοιχοποιίας επιφάνειας 1m² και σε αυτό μετρήθηκε η αναλογία της επιφάνειας που καταλάμβανε το κονίαμα σε σχέση με την επιφάνεια που καταλάμβαναν οι λίθοι (Εικόνα 103)



Εικόνα 103

Τμήμα τοιχοποιίας βάσει του οποίου εκτιμήθηκε το ποσοστό όγκου κονιάματος ως προς τον όγκο της λιθοδομής

Θλιπτική αντοχή λίθων (MPa) f_{bc}	40
Θλιπτική αντοχή κονιάματος δόμησης f_m (MPa)	1,50
Ποσοστό όγκου κονιάματος ως προς τον όγκο της λιθοδομής	0,26 – 0,3
Χαρακτηριστική διατμητική αντοχή λιθοδομής (MPa)	$f_{vk}^s = 0,1 + 0,4\sigma_d \leq 1MPa$
Μέτρο Ελαστικότητας λιθοδομής E_s (MPa)	2000

Αρχικά εφαρμόζεται η εμπειρική σχέση για την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής καθεμιάς από τις παρειές της τοιχοποιίας (Βιντζηλαίου);

$$f_{wc} = (2/3 \sqrt{(f_{bc}) - \alpha}) + \beta f_{mc}$$

$$f_{wc} = (2/3 \sqrt{40 - 2,5}) + 0,5 \times 1,5 = 2,46 MPa$$

Όπου: f_{bc} η θλιπτική αντοχή των λίθων,

f_{mc} η θλιπτική αντοχή του κονιάματος,

$\alpha = 0,5$ για λαξευτούς λίθους και $2,50$ για αργούς λίθους,

$\beta = 0,50$ για λιθοδομή και $0,10$ για οπτοπλινθοδομή.

Για να ληφθεί υπόψη η αρνητική επιρροή των αρμών του κονιάματος μεγάλου πάχους στην θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας, η τιμή που προκύπτει από την παραπάνω σχέση πρέπει να πολλαπλασιαστεί με τον ακόλουθο μειωτικό συντελεστή:

$$\xi = 1 / (1 + 3,50(K - K_o))$$

όπου $K =$ (όγκος κονιάματος): (όγκος τοιχοποιίας) = $0,26 = 0,3$

$K_o = 0,30$ (και για λίθους και για οπτόπλινθους)

Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο συντελεστής προκύπτει ίσος με τη μονάδα, όποτε η θλιπτική αντοχή δε μειώνεται.

Στη συνέχεια υιοθετείται η σχέση του Τάσιου, η οποία βασίζεται στο προσομοίωμα Egermann:

$$f_{wc} = (2\lambda_e \delta f_{wc,e} + \lambda_i f_{wc,i}) : (1 + 2\delta)$$

όπου,

$f_{wc,e}$ η θλιπτική αντοχή των εξωτερικών παρειών

$f_{wc,i}$ η θλιπτική αντοχή του υλικού πληρώσεως

$\delta = t_e / t_i$ ο λόγος πάχους της εξωτερικής παρειάς και του γεμίματος. Λαμβάνεται ίσος με τη μονάδα λόγω δίστρωτης τοιχοποιίας

λ_e και λ_i εμπειρικοί συντελεστές. Εν γένει, λαμβάνεται $\lambda_i = 1,00$.

$$\lambda_e \approx 1 - 0,06 \zeta_e t_e h_w^{-4/3} \quad (t_e \text{ και } h_w \text{ σε mm}) \text{ και } \zeta_e = E_{we} / f_{wc,e}$$

Λαμβάνεται, $\zeta_e = 500$, για αργολιθοδομή

Θεωρώντας ότι το πάχος της εξωτερικής παρειάς είναι $0,28$ m προκύπτει:

$$\lambda_e \approx 1 - 0,06 \times 500 \times 280 \times 5000^{-4/3} = 0,90$$

$$f_{wc} = \frac{2 \times 0,90 \times 1,25 \times 2,46}{1 + 2} = 1,84 MPa$$

Λαμβάνοντας υπόψη έναν επιπλέον συντελεστή $\gamma_{Rd} = 1,5$, τότε

$$f_{wc} = (1,84) / (1,5) = 1,23 MPa$$

Η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας δε συνιστά ένα σαφές μηχανικό χαρακτηριστικό της τοιχοποιίας.

Στην πραγματικότητα, ανάλογα με την γωνία εμφάνισης μιας εφελκυστικής ρωγμής, διαφορετική θα είναι και η αντίσταση της τοιχοποιίας σε εφελκυσμό (Τάσιος). Στη βιβλιογραφία δίνονται διάφορες τιμές της εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας, οι οποίες στηρίζονται σε πειραματικά αποτελέσματα και διαφοροποιούνται ανάλογα με τη διεύθυνση εφαρμογής της εφελκυστικής δύναμης (Blume & Proulx) (Borchelt). Ακόμα όμως και αυτές οι τιμές παρουσιάζουν έντονη διασπορά. Συνεπώς, στη συγκεκριμένη μελέτη λαμβάνεται υπόψη μία συντηρητική τιμή της εφελκυστικής αντοχής ίση με

$$f_{wt}=0,1MPa$$

4.2.2 ΕΔΑΦΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

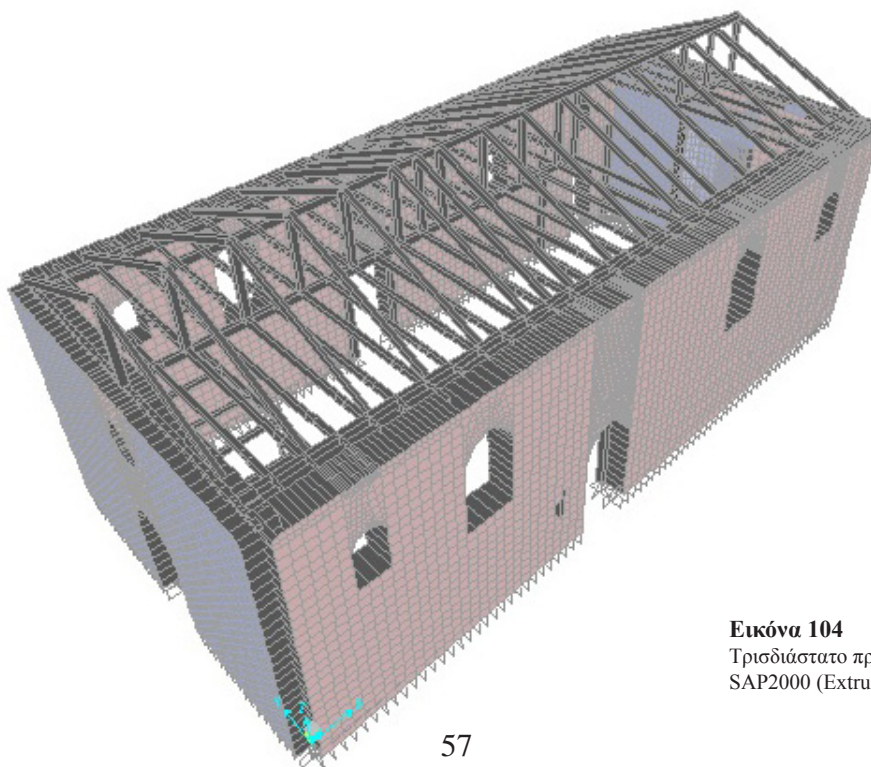
Σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ 2000) το έδαφος της Λευκάδας κατατάσσεται στην κατηγορία εδάφους Γ, ενώ σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8 κατατάσσεται στην κατηγορία εδάφους C (ή στην κατηγορία E εάν ο υποκείμενος εδαφικός σχηματισμός (αργιλική μάργα) χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλες τιμές της ταχύτητας διάδοσης των διατμητικών κυμάτων ($V_{s,30}>800$ m/sec)(ΙΤΣΑΚ)

4.3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων που χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση του φορέα είναι το SAP 2000- 14. Η διακριτοποίηση του φορέα παρουσιάζεται στις Εικόνες 104,105..

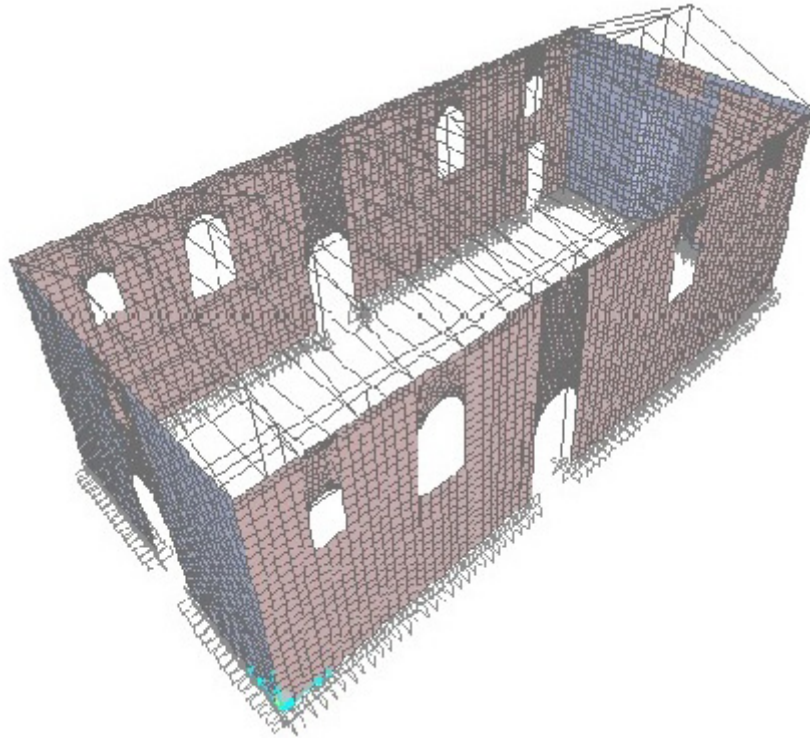
Η προσομοίωση του κτιρίου γίνεται με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία area -thick shell elements για τις τοιχοποιίες και με γραμμικά στοιχεία frame elements για τα ξύλινα δομικά στοιχεία. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 8123 στοιχεία κελύφους και 256 γραμμικά στοιχεία

Η προσομοίωση των συνθηκών στήριξης των στοιχείων του φορέα διαφοροποιείται κατά περίπτωση. Η τοιχοποιία πακτώνεται στο έδαφος, σε αντίθεση με τα ξύλινα υποστυλώματα, τα οποία συνδέονται αρθρωτά με το έδαφος. Η σύνδεση των υποστυλωμάτων με τον οριζόντιο στρωτήρα στην κορυφή αποτελεί πλήρη κόμβο, χάρη στις γωνιές που είναι τοποθετημένες προς ενίσχυση της σύνδεσης. Τέλος, όλα τα στοιχεία της στέγης συνδέονται με αρθρωτά, τόσο μεταξύ τους, όσο και με την περιμετρική τοιχοποιία.



Εικόνα 104

Τρισδιάστατο προσομοίωμα του φορέα στο SAP2000 (Extrude view)



Εικόνα 105
Τρισδιάστατο προσομοίωμα του φορέα στο SAP
2000

4.3.1 ΕΠΙΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ

Τα μόνιμα φορτία προέρχονται από το ίδιο βάρος

- α) της τοιχοποιίας,
- β) του ξύλινου σκελετού,
- γ) του πατώματος του γυναικωνίτη,
- δ) της οροφής
- ε) των κεραμιδιών και του σανιδώματος της στέγης

Για τον υπολογισμό του φορτίου της οροφής του ναού και του πατώματος του γυναικωνίτη ανάλογα με τις στρώσεις υλικών που υπάρχουν υπολογίζεται ένα επιφανειακό φορτίο σε kN/m^2 , το οποίο στη συνέχεια μετατρέπεται σε γραμμικό και επιβάλλεται στα πατωψάλιδα και τις δοκούς του γυναικωνίτη αντίστοιχα. Η μετατροπή προκύπτει μέσα από πολλαπλασιασμό του επιφανειακού φορτίου με το εμβαδό της επιφάνειας που αντιστοιχεί σε κάθε πατωψάλιδο/δοκάρι. Αντίστοιχα μετατρέπεται και το φορτίο των κεραμιδιών και του πετώματος της στέγης στους αμείβοντες.

Τα ίδια βάρη των ξύλινων στοιχείων και της λιθοδομής δίνονται μέσω του υλικού στα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την προσομοίωσή τους.

Συνεπώς, ισχύει:

ΜΟΝΙΜΑ	θέση στοιχείου	l.B (kN/m ³)	Υπολογισμός	Επιφ. Φορτίο (kN/m ²)	Λωρ. επιρροής	Υπολογισμός	Γραμ. Φορτίο (kN/m)
ΟΡΟΦΗ ΝΑΟΥ (ταβάνωμα με σανίδες πάχους 1,5cm)	μεσαίο	6,5	6,5 x 0,015	0,0975	1,2	$g_{op,\mu} = 0,0975 \times 1,2$	0,12
	ακραίο	6,5	6,5 x 0,015	0,0975	0,6	$g_{op,ak} = 0,0975 \times 0,6$	0,06
ΠΑΤΩΜΑ ΓΥΝΑΙΚΩΝΙΤΗ (σανίδες πάχους 1,5cm πάνω και κάτω από τις δοκούς)	μεσαίο	6,5	6,5 x 0,015 x 2	0,195	1	$g_{gun,\mu} = 0,0975 \times 1$	0,2
	ακραίο	6,5	6,5 x 0,015 x 2	0,195	0,5	$g_{gun,ak} = 0,0975 \times 0,5$	0,1
ΑΜΕΙΒΟΝΤΕΣ (φορτίο από Κεραμίδια και πέτωμα ανά m ² κεκλιμένης επιφάνειας)	μεσαίο			0,9	1	$g_{\psi al,\mu} = 0,9 \times 1$	0,9
	ακραίο			0,9	0,5	$g_{\psi al,ak} = 0,9 \times 0,5$	0,45

Κινητά Φορτία

Για την κεκλιμένη επιφάνεια της στέγης λαμβάνεται υπόψη επιφανειακό κινητό φορτίο $q_{στ} = 0,5 \text{ kN/m}^2$ (κατηγ. Φορτιζόμενης επιφάνειας Η – μη προσβάσιμη στέγη παρά μόνο για επισκευή και συντήρηση). Ο γυναικωνίτης θεωρείται εσωτερικός εξώστης κατηγορίας Α, οπότε $q_{gun} = 5 \text{ kN/m}^2$. Συνεπώς:

ΚΙΝΗΤΑ	θέση στοιχείου	Επιφανειακό Φορτίο (kN/m ²)	λωρίδα επιρροής	Υπολογισμός	Γραμμικό Φορτίο (kN/m)
ΓΥΝΑΙΚΩΝΙΤΗΣ	μεσαίο	5	1	$q_{gun,\mu} = 5 \times 1$	5
	ακραίο	5	0,5	$q_{gun,ak} = 5 \times 0,5$	2,5
ΣΤΕΓΗ	μεσαίο	0,5	1,2	$q_{στ,\mu} = 0,5 \times 1,2$	0,6
	ακραίο	0,5	0,6	$q_{στ,ak} = 0,5 \times 0,6$	0,3

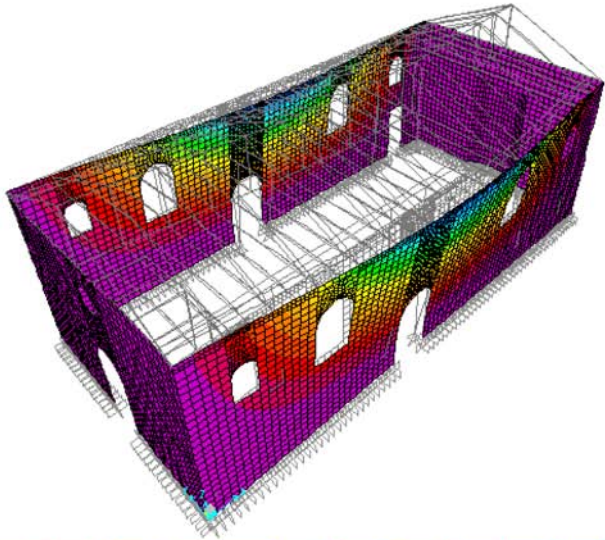
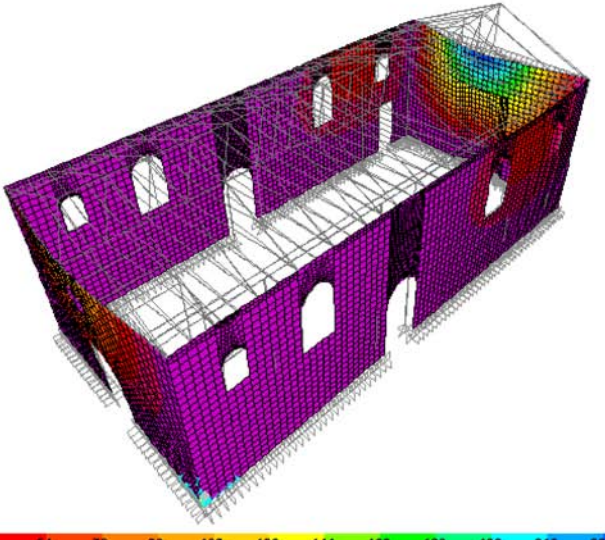
4.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΦΟΡΕΑ

Η απόκριση του κτιρίου προσεγγίζεται μέσω ιδιομορφικής ανάλυσης, μέσω δυναμικής φασματικής ανάλυσης και μέσω ισοδύναμης στατικής ανάλυσης.

4.4.1 ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την ιδιομορφική ανάλυση του μοντέλου γίνεται χρήση των ιδιοδιανυσμάτων RITZ (CSI). Η μέθοδος αυτή υστερεί σε ακρίβεια σε σχέση με την κλασική μέθοδο, ωστόσο παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα ως προς τον βαθμό ενεργοποίησης της δρῶσας μάζας και την ταχύτητα επίλυσης όταν πρόκειται για δυναμικό μοντέλο με πολλούς δυναμικούς βαθμούς ελευθερίας

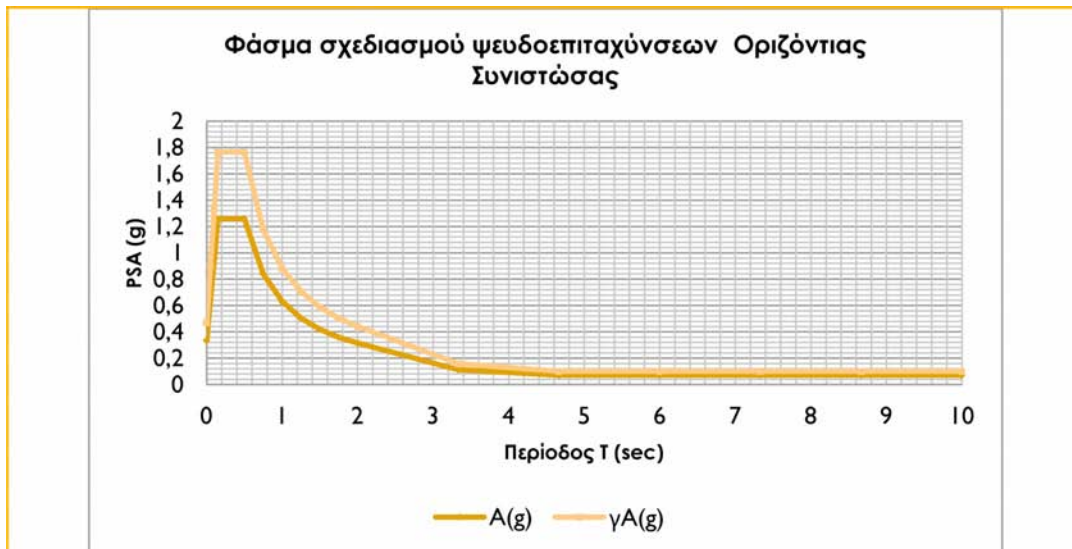
Για την ενεργοποίηση ποσοστού μεγαλύτερου από 90% της μεταφορικής δρῶσας μάζας του κτιρίου χρειάζεται το συνυπολογισμό 217 ιδιομορφών κατά χ και 212 κατά ψ. Οι ιδιομορφές που ενεργοποιούν σημαντικό ποσοστό μάζας κατά τις δύο οριζόντιες διευθύνσεις παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

	Διεύθυνση	Υ
	Ιδιομορφή	3
	Ιδιοπερίοδος	0,38sec
	Ποσοστό δρῶσας ιδιομορφικής μάζας (%)	33,6
	Διεύθυνση	Χ
	Ιδιομορφή	9
	Ιδιοπερίοδος	0,15sec
	Ποσοστό δρῶσας ιδιομορφικής μάζας (%)	18,8
	Παρατηρείται συγκέντρωση μετακινήσεων στο τμήμα του ναού όπου η στέγη διακόπτεται	

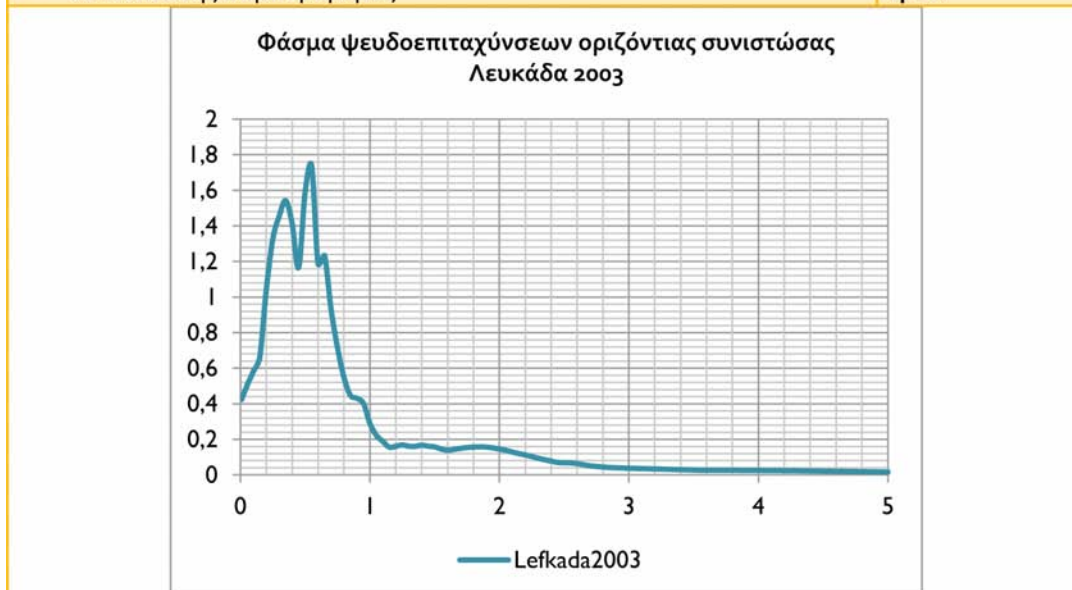
4.4.2 ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η δυναμική φασματική μέθοδος εφαρμόζεται για σεισμική φόρτιση στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει πλήρη ιδιομορφική ανάλυση του συστήματος, υπολογισμό της μέγιστης σεισμικής απόκρισης για κάθε ιδιομορφή ταλάντωσης και, τέλος, τετραγωνική επαλληλία των μέγιστων ιδιομορφικών αποκρίσεων (ΕΑΚ2000).

Στο πρόγραμμα εισήχθησαν 2 φάσματα απόκρισης, τα οποία παρουσιάζονται στα ακόλουθα γραφήματα: Το πρώτο φάσμα ακολουθεί τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 8. Το δεύτερο φάσμα απόκρισης αντιστοιχεί στο τελευταίο σημαντικό σεισμικό γεγονός της Λευκάδας το 2003.



- | | |
|--|--------------|
| ▪ Οριζόντια Σεισμική επιτάχυνση εδάφους (ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας III) | $A_g = 0,36$ |
| ▪ Συντελεστής Σπουδαιότητας γ_1 | 1,3 |
| ▪ Spectrum Type (Είδος Φάσματος για σεισμό $M > 5,5$) | 1 |
| ▪ Κατηγορία εδάφους | E |
| ▪ Συντελεστής συμπεριφοράς | q = 1 |



Το κτίριο αναλύθηκε για τους εξής συνδυασμούς:

Όνομα	Συνδυασμός
1,35G + 1,5 Q	1,35(DEAD + DEAD2) +1,5 LIVE
G + 0,5Q	(DEAD + DEAD2) +0,5 LIVE
rsx	(DEAD + DEAD2) +0,5 LIVE + EX +0,3EY
rsy	(DEAD + DEAD2) +0,5 LIVE +EY +0,3EX
EX+0,3EYLEF	(DEAD + DEAD2) +0,5 LIVE + EXLEF+0,3EYLEF
EY+0,3EXLEF	(DEAD + DEAD2) +0,5 LIVE + EYLEF+0,3EXLEF

4.4.3 ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ(ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ)

Η ισοδύναμη φασματική μέθοδος προκύπτει από τη δυναμική φασματική με προσεγγιστική θεώρηση μόνο της θεμελιώδους ιδιομορφής ταλάντωσης για κάθε διεύθυνση υπολογισμού. Η απλοποίηση αυτή επιτρέπει τον άμεσο υπολογισμό της σεισμικής απόκρισης με τη βοήθεια «ισοδύναμων» σεισμικών δυνάμεων, οι οποίες εφαρμόζονται σαν στατικά φορτία επάνω στην κατασκευή.

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου οι δύο οριζόντιες συνιστώσες του σεισμού εκλέγονται παράλληλα προς τις κύριες διευθύνσεις του κτιρίου.

Για κάθε κύρια διεύθυνση του κτιρίου το συνολικό μέγεθος των σεισμικών φορτίων (τέμνουσα βάσης) υπολογίζεται από την σχέση:

$$V_o = M \times \Phi_d(T)$$

όπου:

M η συνολική ταλαντούμενη μάζα της κατασκευής

$\Phi_d(T)$ η φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού

T η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος μεταφορικής ταλάντωσης κατά τη θεωρούμενη κύρια διεύθυνση του κτιρίου

Για την πραγματοποίηση της ανάλυσης εισάγεται στο πρόγραμμα εγκάρσιο φορτίο QUAKE με base shear coefficient C ίση με 1,76. Η σταθερά αυτή αντιστοιχεί στην τιμή της φασματικής επιτάχυνσης σχεδιασμού $\Phi_d(T)/g$, η οποία δίνεται από την σχέση: $\Phi_d(T) = A \times S \times \eta \times 2,5$, όπου S ο συντελεστής εδάφους και η ο διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης.

4.5 ΕΛΕΓΧΟΙ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Για τους σεισμικούς φορτιστικούς συνδυασμούς που έχουν εισαχθεί στο πρόγραμμα, αναγνωρίζονται και ελέγχονται σε κάθε όψη του κτιρίου οι κρίσιμες σε όρους εντατικών μεγεθών περιοχές. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται η ταυτοποίηση της παθολογίας του κτίσματος και η αιτιολόγησή της. Οι έλεγχοι πραγματοποιούνται έναντι μονοαξονικής κάμψης παράλληλα στους αρμούς με αξονικό φορτίο, έναντι μονοαξονικής κάμψης κάθετα στους αρμούς με αξονικό φορτίο και έναντι τέμνουσας.

4.5.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΚΑΜΨΗ ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΣΤΟΥΣ ΑΡΜΟΥΣ ΥΠΟ ΟΡΘΗ ΔΥΝΑΜΗ (M22)

Η ροπή αντοχής άοπλου τοίχου ισούται με

$$M_R = \frac{\sigma_d \times l \times t^2}{2} \times \left(1 - \frac{\sigma}{f_c}\right), \text{ όπου}$$

t, l : πάχος και μήκος του τοίχου

σ_d : τιμή σχεδιασμού της μέσης θλιπτικής τάσης

f_d : τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής αντοχής

Με παραδοχή ορθογωνικού διαγράμματος τάσεων κατά την αστοχία (αντί παραβολικού-ορθογωνικού) προκύπτει:

$$\sigma = \frac{N_s}{t \times l} \rightarrow N_s = \sigma \times t \times l$$

$$N_s = f_c \times l \times x = \sigma \times t \times l \rightarrow$$

$$x = \frac{\sigma}{f_c} \times t$$

$$M_R = N_s \times e, e = \frac{t - x}{2} \rightarrow$$

$$M_R = \frac{1}{2} \times \sigma_d \times t \times l \times (t - x)$$

$$M_R = \frac{1}{2} \times \sigma_d \times l \times t^2 \times \left(1 - \frac{\sigma_d}{f_d}\right)$$

Αν από την ανάλυση προκύψει εφελκυστικό αξονικό φορτίο θα πρέπει απευθείας να θεωρηθεί ότι ο τοίχος αστόχησε.

4.5.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΚΑΜΨΗ ΚΑΘΕΤΑ ΣΤΟΥΣ ΑΡΜΟΥΣ ΥΠΟ ΟΡΘΗ ΔΥΝΑΜΗ (M11)

Οι αναπτυσσόμενες εφελκυστικές ή θλιπτικές τάσεις στα αντιστοίχως εφελκυσόμενα ή θλιβόμενα τμήματα της θεωρούμενης ορθογωνικής διατομής είναι ανάλογες της καμπτικής ροπής M . Ισχύει δηλαδή η γνωστή σχέση:

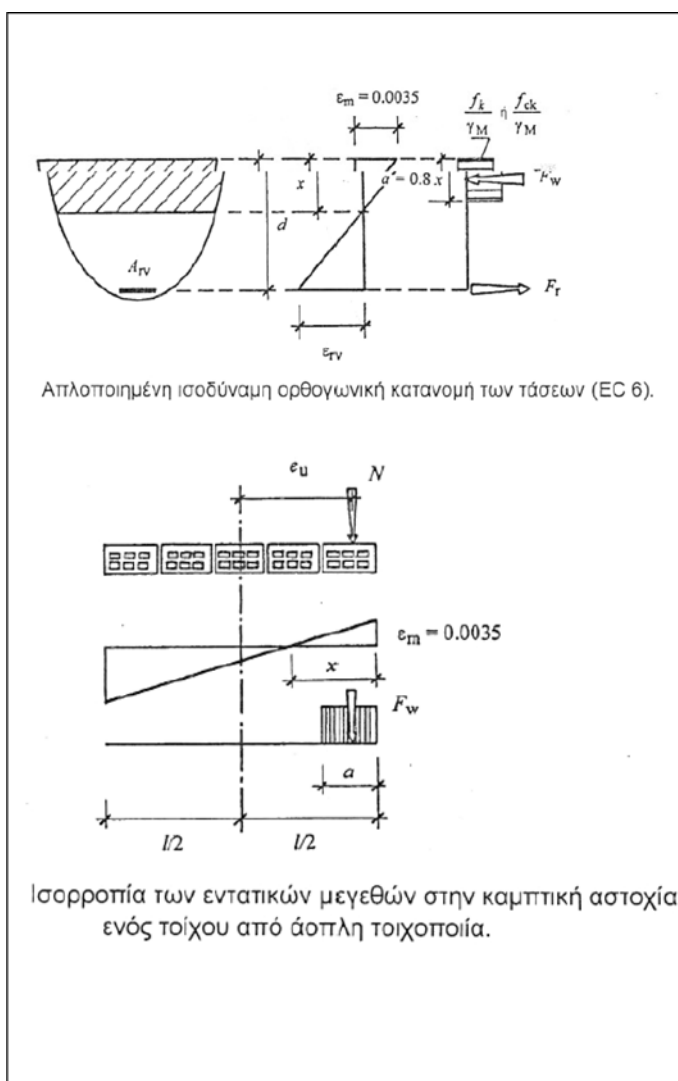
$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{6 \times M_s}{l \times t^2}$$

Όπου W η ροπή αντίστασης της διατομής.

<p>The diagram illustrates a cross-section of a wall. On the left side, a vertical force N_s (red arrow pointing down) and a reaction force M_R (yellow arrow pointing up) are shown. The length of the wall is labeled as l. On the right side, a vertical force N_s (red arrow pointing down) and a bending moment M_s (yellow curved arrow) are shown. The thickness of the wall is labeled as t. A dashed line indicates the top edge of the wall, with the label 'Όψη τοίχου' (Wall face) next to it.</p>	<p>Λαμβάνοντας υπόψη τη μικρή εφελκυστική αντοχή που χαρακτηρίζει την τοιχοποιία, f_t, ο έλεγχος αφορά στη σύγκριση της εφελκυστικής τάσης της τοιχοποιίας που προκύπτει από την παραπάνω σχέση με την εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας. Θα πρέπει δηλαδή:</p> $\sigma = \frac{M}{W} = \frac{6 \times M_s}{l \times t^2} < f_t$
--	--

4.5.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΣΕ ΕΝΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΜΨΗ

Με την παραδοχή ότι η συμπεριφορά της τοιχοποιίας σε μονοαξονική θλίψη είναι όμοια με του σκυροδέματος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της καμπτικής ικανότητας μιας διατομής ενός τοίχου, ένα ίδιο σχήμα κατανομής των θλιπτικών τάσεων, ένα ισοδύναμο ορθογώνιο, όπως στην περίπτωση του σκυροδέματος. Η πρόταση η οποία γίνεται στον EC 6 φαίνεται στο παρακάτω σχήμα :



Λαμβάνοντας υπόψη το υποτιθέμενο σχήμα κατανομής τάσεων και τον παρατηρούμενο μηχανισμό, μπορούμε να υπολογίσουμε την ισορροπία των εντατικών μεγεθών στη δυσμενέστερη διατομή ενός τοίχου από άοπλη τοιχοποιία στην οριακή κατάσταση. Με βάση το παραπάνω διάγραμμα, μπορεί να υπολογιστεί η καμπτική φέρουσα ικανότητα της διατομής ενός τοίχου από άοπλη τοιχοποιία, ο οποίος υπόκειται στο κατακόρυφο φορτίο N , θεωρώντας ότι :

$$F_w = N = \sigma_d \times l \times t = f \times a \times t$$

$$a = \frac{\sigma_d}{f} \times l$$

Υπολογίζεται η εκκεντρότητα του κατακόρυφου φορτίου N στην οριακή κατάσταση:

$$e_u = \frac{l}{2} \times \left(1 - \frac{\sigma_d}{f}\right)$$

Και στη συνέχεια υπολογίζεται η οριακή καμπτική ροπή

$$M_{Ru} = N \times e_u$$

$$M_{Ru} = \frac{1}{2} (\sigma_d \times t \times l^2) \left(1 - \frac{\sigma_d}{f}\right)$$

4.5.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

Ο έλεγχος σε τέμνουσα προβλέπει την ικανοποίηση της παρακάτω σχέσης:

$$V_{sd} \leq V_{Rd}, \text{ όπου}$$

V_{sd} : η τιμή σχεδιασμού της επιβαλλόμενης τέμνουσας

V_{rd} : η τιμή σχεδιασμού της αντίστασης σεντέμνουσα, η οποία δίνεται από την σχέση:

$$V_{Rd} = \frac{f_{vk} \times t \times l_c}{\gamma_M}, \text{ όπου}$$

- f_{vk} : η χαρακτηριστική τιμή της διατμητικής αντοχής του τοίχου η οποία σύμφωνα με την §3.6.3 του EC6 δίνεται από την σχέση

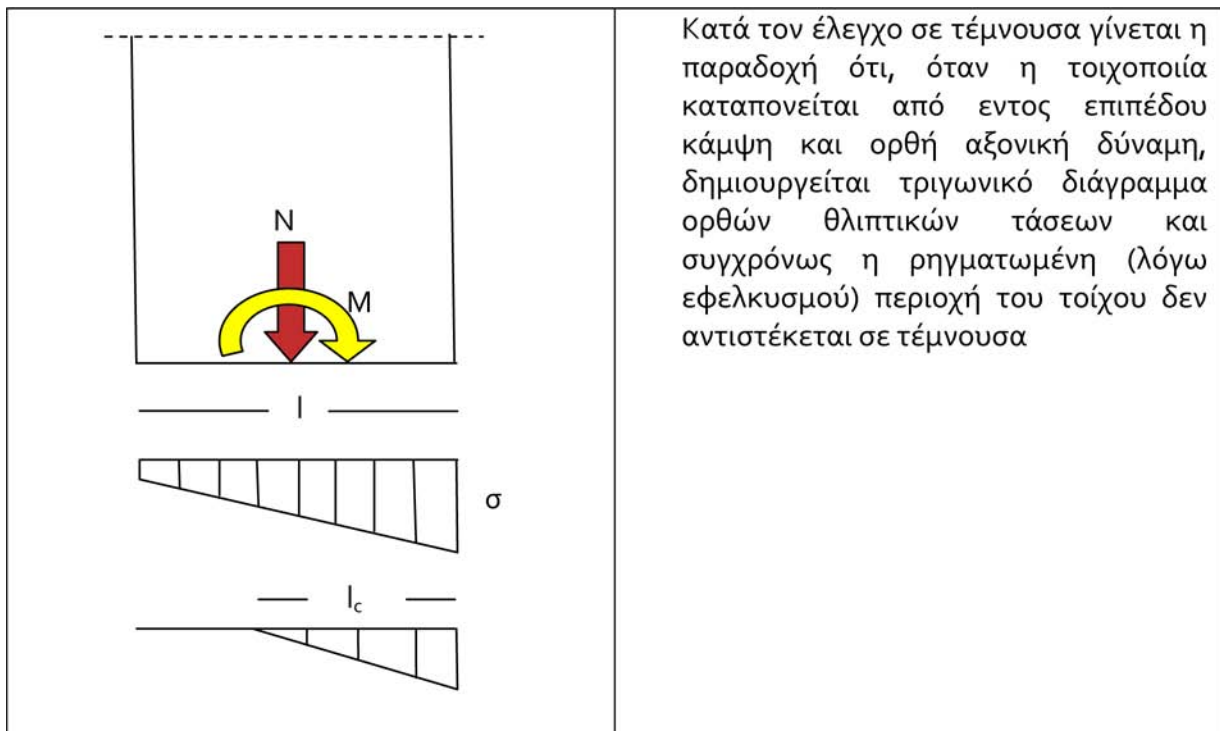
$$f_{vk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{vk0} + 0,4 \times \sigma_d \\ 0,065 \times f_b \end{array} \right. > f_{vk0} \text{ ή } f_{vk}^{lim}$$

Οι τιμές των f_{vk0} και f_{vklim} λαμβάνονται από πίνακες του EC6 ανάλογα με το είδος λιθοσώματος και τον τύπο του κονιάματος (λαμβάνεται $f_{vk0} = 0,1 \text{ MPa}$)

t : το πάχος του τοίχου

l_c : το μήκος της θλιβόμενης ζώνης του τοίχου, με παραδοχή τριγωνικής κατανομής τάσεων

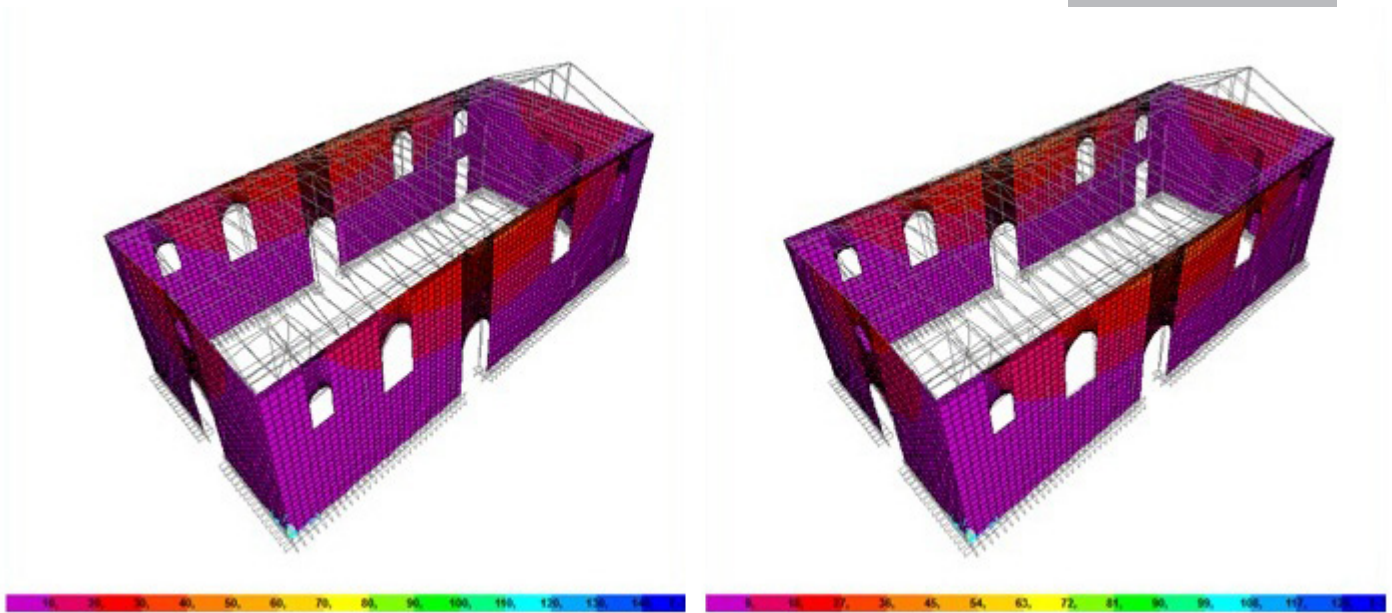
γ_M : επιμέρους συντελεστής ασφαλείας του υλικού



4.6 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

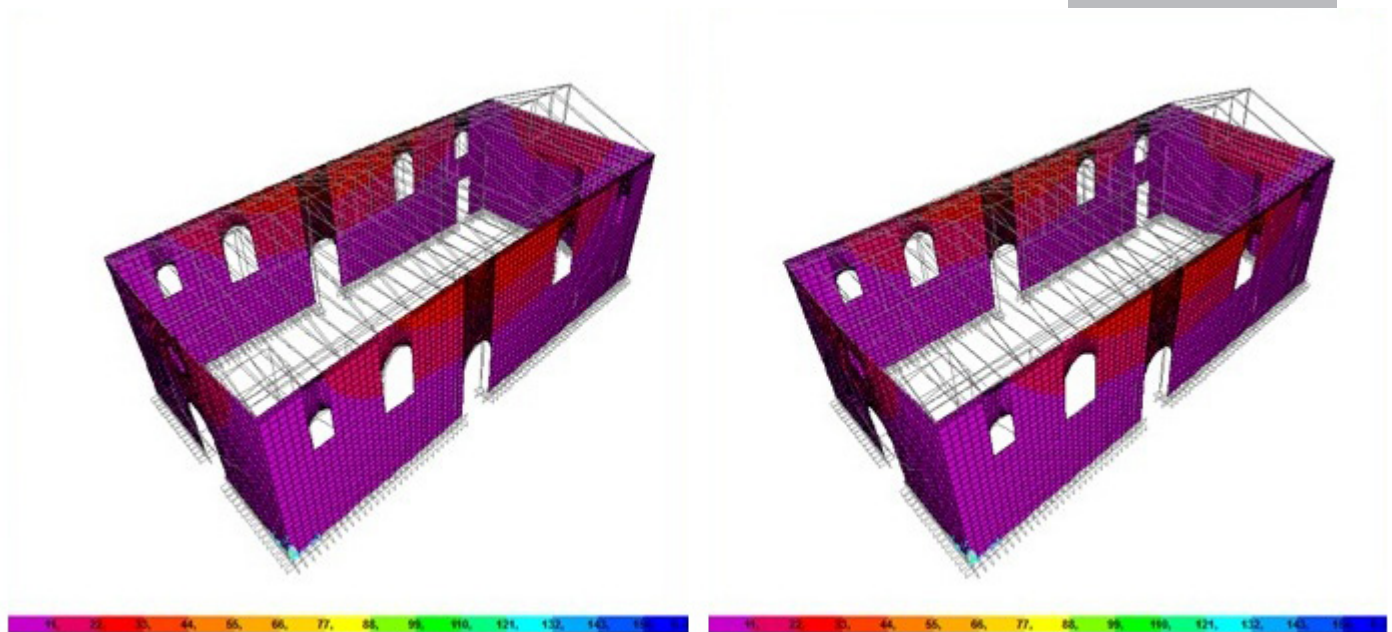
4.6.1 ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ

ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ – ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ



Εικόνα 106

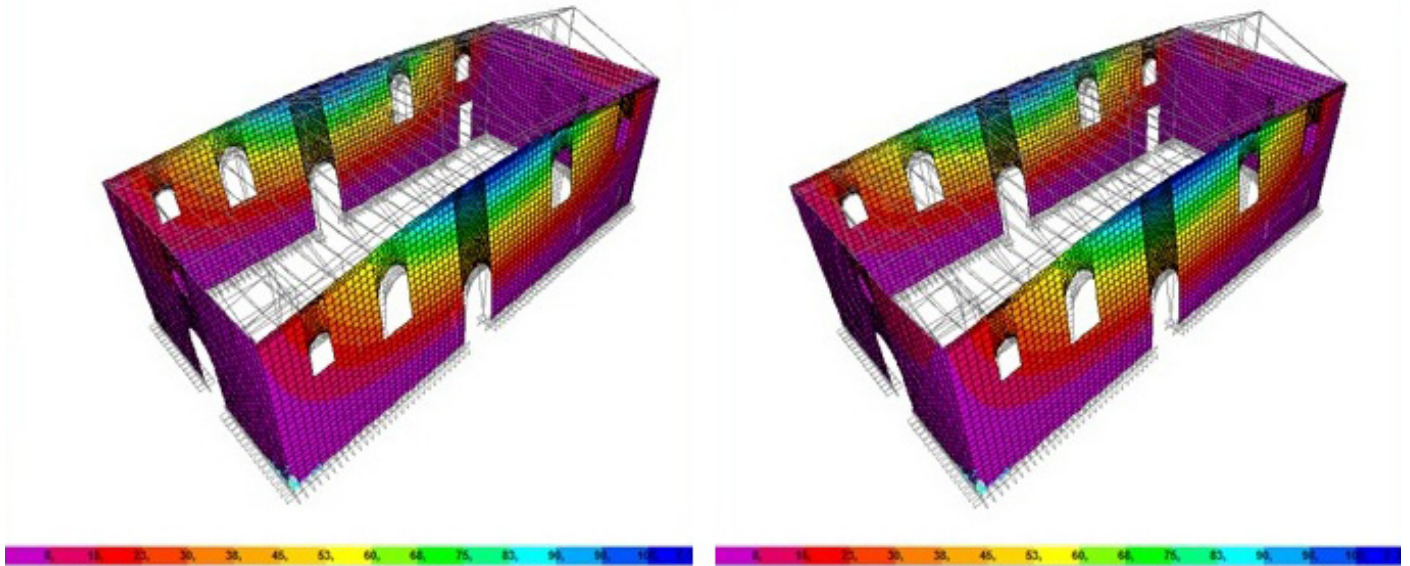
Μετακινήσεις ισοδύναμης στατικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση χ . Μετακίνηση στο μέσο της βόρειας όψης $u = 0,03\text{m}$



Εικόνα 107

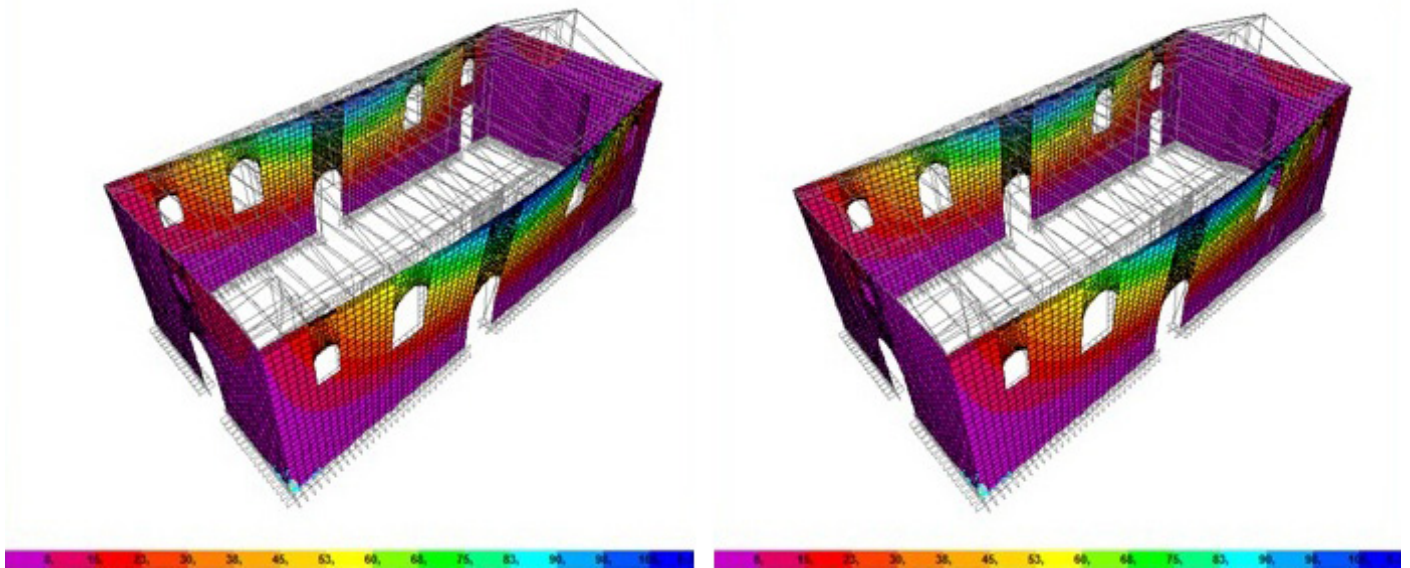
Μετακινήσεις ισοδύναμης στατικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση χ . Μετακίνηση στο μέσο της βόρειας όψης $u = 0,03\text{m}$

ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ – ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ



Εικόνα 108

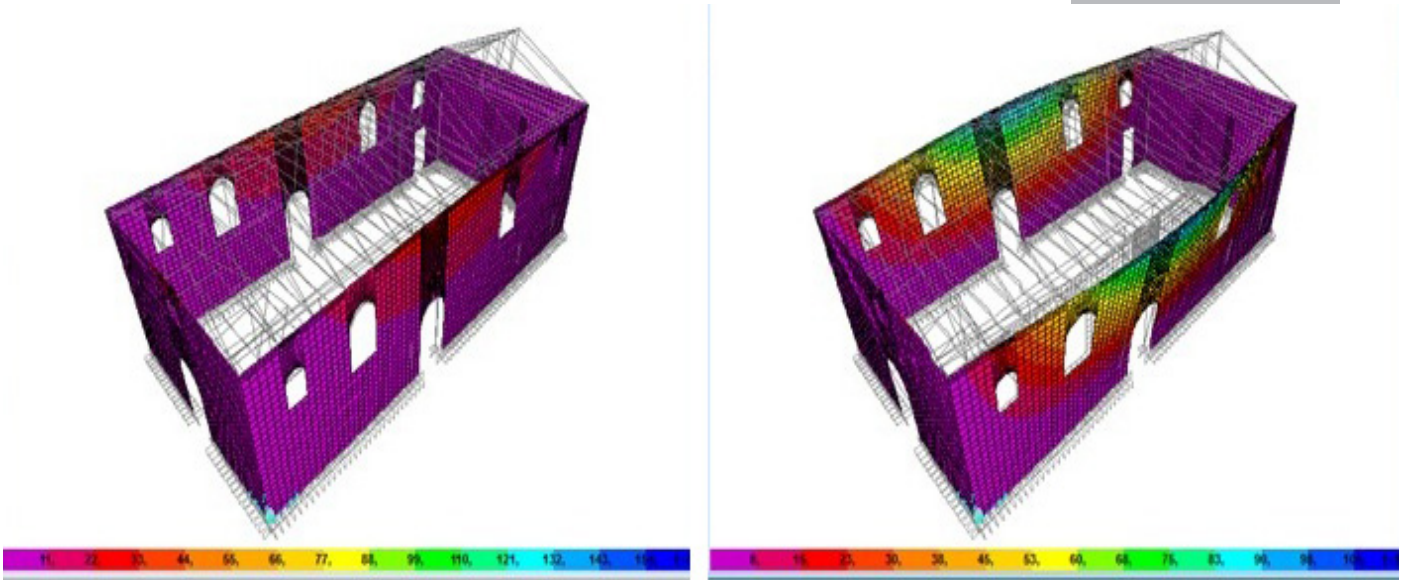
Μετακινήσεις ισοδύναμης στατικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση y. Μετακίνηση στο μέσο της βόρειας όψης $u = 0,10\text{m}$



Εικόνα 109

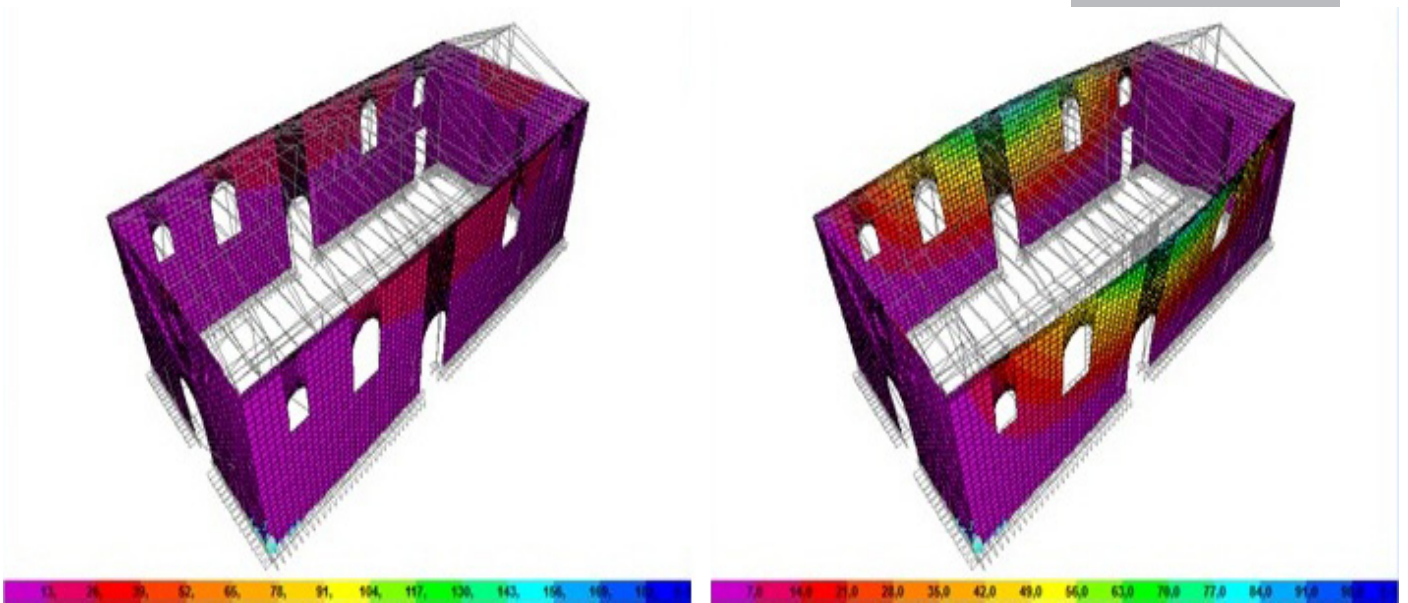
Μετακινήσεις ισοδύναμης στατικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση y. Μετακίνηση στο μέσο της βόρειας όψης $u = 0,10\text{m}$

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ – ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ



Εικόνα 110

Μετακινήσεις δυναμικής φασματικής ανάλυσης για το φάσμα της Λευκάδας 2003. Α) Κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση x . Μετακίνηση στο μέσο της βόρειας όψης $u=0,027m$. Β) Κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση y . Μετακίνηση στο μέσο της βόρειας όψης $u=0,095m$



Εικόνα 111

Μετακινήσεις δυναμικής φασματικής ανάλυσης για το φάσμα του Ευρώκωδικα 8. Α) Κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση x . Μετακίνηση στο μέσο της βόρειας όψης $u=0,025m$. Β) Κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση y . Μετακίνηση στο μέσο της βόρειας όψης $u=0,095m$

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα τόσο της ισοδύναμης στατικής ανάλυσης, όσο και της δυναμικής φασματικής ανάλυσης (για το φάσμα της Λευκάδας αλλά και για το φάσμα του Ευρωκώδικα) παρατηρείται μία πολύ ικανοποιητική σύγκλιση αποτελεσμάτων. Ωστόσο, γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι τα αποτελέσματα της δυναμικής φασματικής ανάλυσης δεν προσομοιάζουν την πραγματική απόκριση του κτιρίου, καθώς δίνονται οι μέγιστες τιμές και το κτίριο παρουσιάζεται να «ανοίγει», σε αντίθεση με την απόκριση που δίνει η ισοδύναμη στατική ανάλυση, η οποία προσεγγίζει σαφώς ρεαλιστικότερα την απόκριση του κτιρίου.

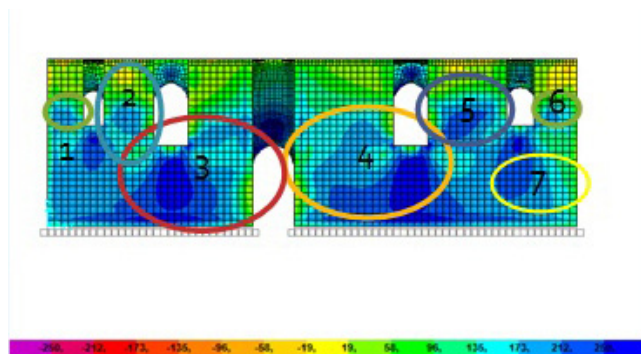
Οι μετακινήσεις των δύο επιμήκων όψεων (Βόρειας και Νότιας) είναι συγκεντρωμένες στο μεσαίο άνω τμήμα τους. Είναι προφανές ότι ο σεισμικός συνδυασμός με κύρια την φόρτιση γ είναι σαφώς δυσμενέστερος για αυτές τις όψεις. Επίσης, οι μετακινήσεις εξαπλώνονται περισσότερο κοντά στην περιοχή διακοπής της στέγης. Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτή η απόκλιση των επιμήκων όψεων από την κατακόρυφο έχει αποτυπωθεί και στα σχέδια παθολογίας του ναού. Ωστόσο, οι πραγματικές μετακινήσεις κυμαίνονται από 0,02 m στην βόρεια όψη έως 0,04m στη νότια.

Αναφορικά με την ανατολική και δυτική όψη, η συμπεριφορά τους προσεγγίζει αυτή της τριέρειστης πλάκας. Οι μετακινήσεις είναι και εδώ συγκεντρωμένες στο άνω τμήμα τους.

4.6.2 ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

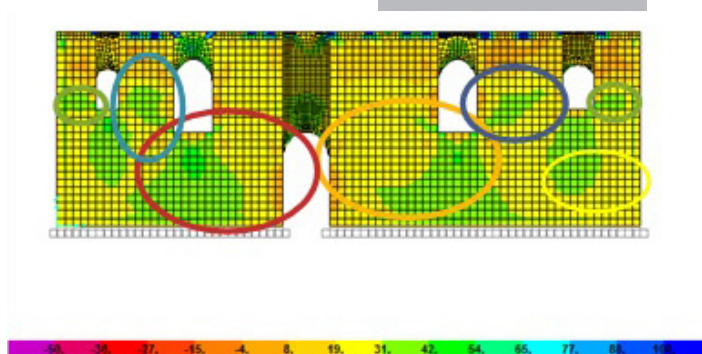
4.6.2.1 ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΝΑΝΤΙ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ - ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΝΑΝΤΙ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ



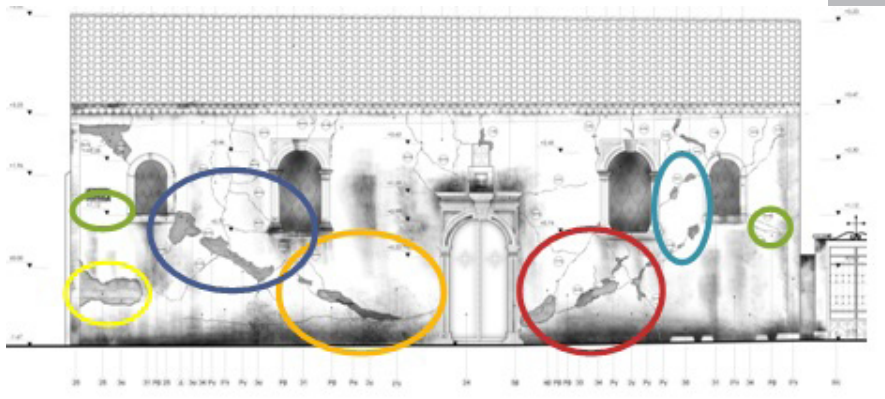
Εικόνα 112

Κατανομή τεμνουσών δυνάμεων ισοδύναμης στατικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση χ στη βόρεια όψη. Σημειώνονται οι περιοχές που ελέγχονται έναντι τέμνουσας και η ταύτιση τους με τη παθολογία.



Εικόνα 113

Κατανομή τεμνουσών δυνάμεων δυναμικής φασματικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση χ στη βόρεια όψη. Σημειώνονται οι περιοχές που ελέγχονται έναντι τέμνουσας και η ταύτιση τους με τη παθολογία.



Εικόνα 114

Αντιστοίχιση κρίσιμων περιοχών έναντι τέμνουσας με την παθολογία της βόρειας όψης.

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
1	EX+0,3EYLEF	12,53	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	11,55	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx+0,3y	6,73	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x+0,3y	4,48	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	2,07	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x-0,3y	2,25	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	36,82	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y+0,3x	0,7	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	Isy-0,3x	28,83	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y-0,3x	0,16	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
2	EX+0,3EYLEF	14,74	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	1,14	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx+0,3y	3,37	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x+0,3y	2,38	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	2,35	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x-0,3	0,91	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	2,85	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y+0,3x	0,31	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	Isy-0,3x	4,02	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y-0,3x	0,72	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
3	EX+0,3EYLEF	30,70	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	0,52	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	Isx+0,3y	2,42	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x+0,3y	2,97	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	2,60	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x-0,3y	3,48	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	0,88	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	Is-y+0,3x	0,51	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	Isy-0,3x	0,49	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	Is-y-0,3x	1,64	ΑΣΤΟΧΙΑ

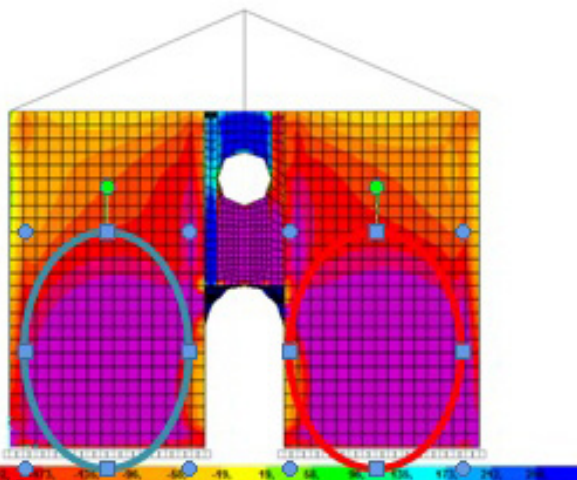
ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
4	EX+0,3EYLEF	51,63	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	0,33	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	Isx+0,3y	2,22	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x+0,3y	4,68	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	2,49	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x-0,3y	7,28	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	0,62	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	Is-y+0,3x	1,14	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy-0,3x	0,82	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	Is-y-0,3x	1,41	ΑΣΤΟΧΙΑ

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
5	EX+0,3EYLEF	52,73	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	0,77	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	Isx+0,3y	3,33	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x+0,3y	2,75	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	3,93	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x-0,3y	2,36	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	3,33	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y+0,3x	1,67	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy-0,3x	1,49	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y-0,3x	0,14	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
6	EX+0,3EYLEF	70,98	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	74,56	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx+0,3y	4,54	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x+0,3y	7,44	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	2,21	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x-0,3y	2,05	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	80,89	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y+0,3x	0,27	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	Isy-0,3x	36,55	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y-0,3x	0,57	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!

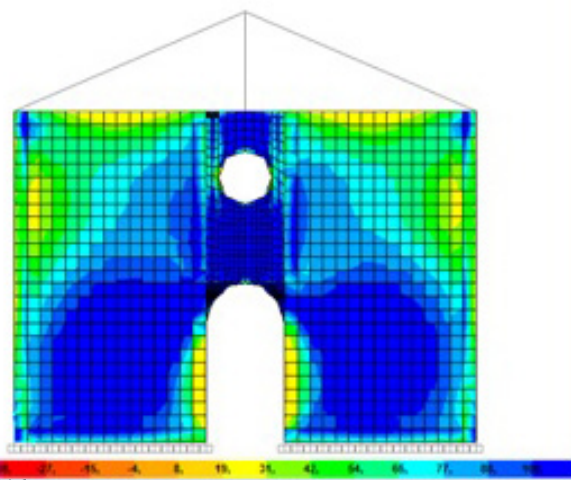
ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
7	EX+0,3EYLEF	56,02	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	44,47	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx+0,3y	2,17	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x+0,3y	339,15	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	0,96	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	Is-x-0,3y	3,12	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	213,13	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y+0,3x	0,05	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	Isy-0,3x	11,37	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y-0,3x	0,47	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!

ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ - ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΝΑΝΤΙ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ



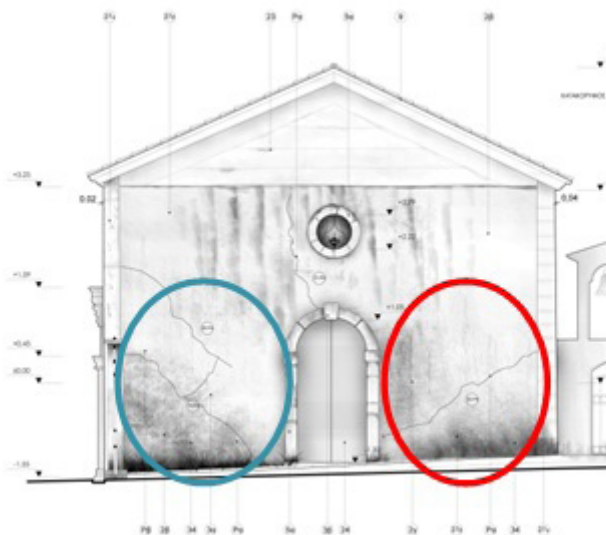
Εικόνα 115

Κατανομή τεμνουσών δυνάμεων ισοδύναμης στατικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση y στη δυτική όψη. Σημειώνονται οι περιοχές που ελέγχονται έναντι τέμνουσας και η ταύτιση τους με τη παθολογία.



Εικόνα 116

Κατανομή τεμνουσών δυνάμεων δυναμικής φασματικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση y στη δυτική όψη. Σημειώνονται οι περιοχές που ελέγχονται έναντι τέμνουσας και η ταύτιση τους με τη παθολογία



Εικόνα 117

Αντιστοίχιση κρίσιμων περιοχών έναντι τέμνουσας με την παθολογία της δυτικής όψης

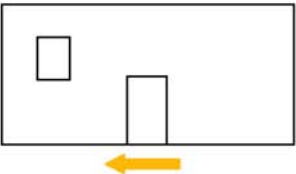
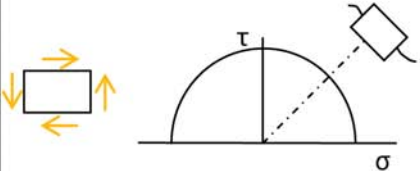
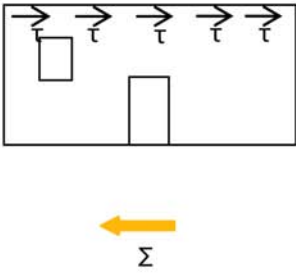
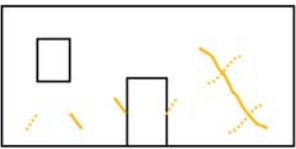
ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	V_s/V_{Rd}	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
1	EX+0,3EYLEF	2,82	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	2,72	ΑΣΤΟΧΙΑ
	lsx+0,3y	1,45	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-x+0,3y	1,22	ΑΣΤΟΧΙΑ
	lsx-0,3y	7,64	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-x-0,3y	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsy+0,3x	4,90	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-y+0,3x	2,51	ΑΣΤΟΧΙΑ
	lsy-0,3x	6,65	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-y-0,3x	1,98	ΑΣΤΟΧΙΑ

ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	V_s/V_{Rd}	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
2	EX+0,3EYLEF	2,97	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	2,68	ΑΣΤΟΧΙΑ
	lsx+0,3y	6,74	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-x+0,3y	0,48	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsx-0,3y	318,13	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-x-0,3y	1,18	ΑΣΤΟΧΙΑ
	lsy+0,3x	2,54	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-y+0,3x	39,1	ΑΣΤΟΧΙΑ
	lsy-0,3x	2,01	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-y-0,3x	13,81	ΑΣΤΟΧΙΑ

Στους παραπάνω πίνακες παρουσιάζεται η κατανομή των τεμνουσών δυνάμεων, όπως αυτές εξήχθησαν από το προσομοίωμα, καθώς και η σύγκριση τους με την κατανομή της ρηγμάτωσης της κάθε όψης. Όπως ήταν αναμενόμενο ο σεισμικός συνδυασμός με κύρια διεύθυνση την χ οδηγεί τις εξεταζόμενες περιοχές της βόρειας όψης (η οποία είναι παράλληλη με τον άξονα χ) σε διατμητική αστοχία, ενώ αντίστοιχα ο σεισμικός συνδυασμός με κύρια τη διεύθυνση γ οδηγεί τις εξεταζόμενες περιοχές της ανατολικής και δυτικής όψης σε διατμητική αστοχία. Η σεισμική οριζόντια δύναμη σε συνδυασμό με τις υπάρχουσες ορθές τάσεις από τα κατακόρυφα θλιπτικά φορτία εισάγουν διάτμηση και οδηγούν σε λοξό εφελκυσμό. Η διαφορά στις τιμές των εντατικών μεγεθών των δύο αναλύσεων οφείλεται στην- όπως αποδεικνύεται αρκετά μεγαλύτερη σεισμική ένταση- που εφαρμόζεται στην ισοδύναμη στατική μέθοδο από την αντίστοιχη ένταση του σεισμού της Λευκάδας.

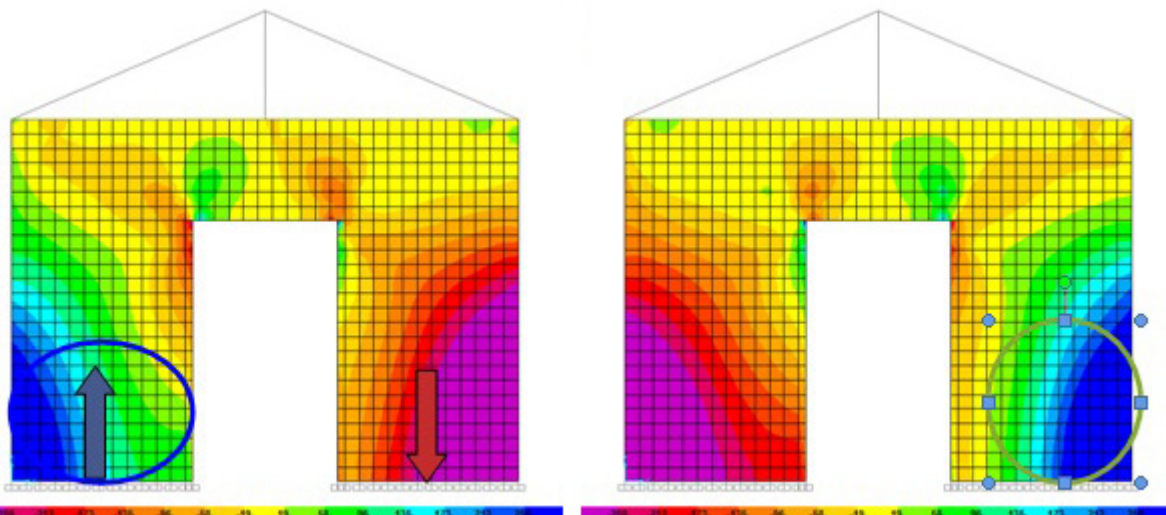
Αξίζει να σημειωθεί ότι ενώ ο λόγος V_{sd}/V_{Rd} για την ισοδύναμη στατική ανάλυση φτάνει το πολύ μέχρι την τιμή 10 (εκτός από τις περιπτώσεις πολύ κοντά στα ανοίγματα όπου ο εφελκυσμός δεν επιτρέπει την ανάπτυξη διατμητικής αντοχής), ο ίδιος λόγος είναι πολύ μεγαλύτερος για τα αποτελέσματα της δυναμικής φασματικής ανάλυσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα αποτελέσματα που εξάγονται από το πρόγραμμα δίνουν ταυτόχρονα τις μέγιστες τιμές για όλα τα εντατικά μεγέθη και όχι την μέγιστη τιμή p_{χ} για την τέμνουσα και την αντίστοιχη ταυτόχρονη κατακόρυφη ορθή δύναμη. Συνεπώς, στις ελεγχόμενες περιοχές έναντι τέμνουσας οι ορθές δυνάμεις που προκύπτουν από το πρόγραμμα -εάν δεν είναι εφελκυστικές- είναι μικρές με αποτέλεσμα να μειώνεται και η υπολογιζόμενη διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας.

Η αρχική διαγώνια ρηγμάτωση των τοίχων έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της ικανότητας μεταφοράς των κατακόρυφων φορτίων και κατά συνέπεια εμφανίζονται προστιθέμενες κατακόρυφες ρωγμές. (Ρωγμή 37α). Ο μηχανισμός ρηγμάτωσης παρουσιάζεται σχηματικά παρακάτω:

Αιτιολογία	Ρηγμάτωση	
	Μορφολογία	Μηχανισμός Ρηγμάτωσης (ποιοτικός)
Καθαρά διατμητική δράση τοίχου		
		

4.6.2.2 ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΝΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΜΨΗΣ

ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ – ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΝΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΜΨΗΣ



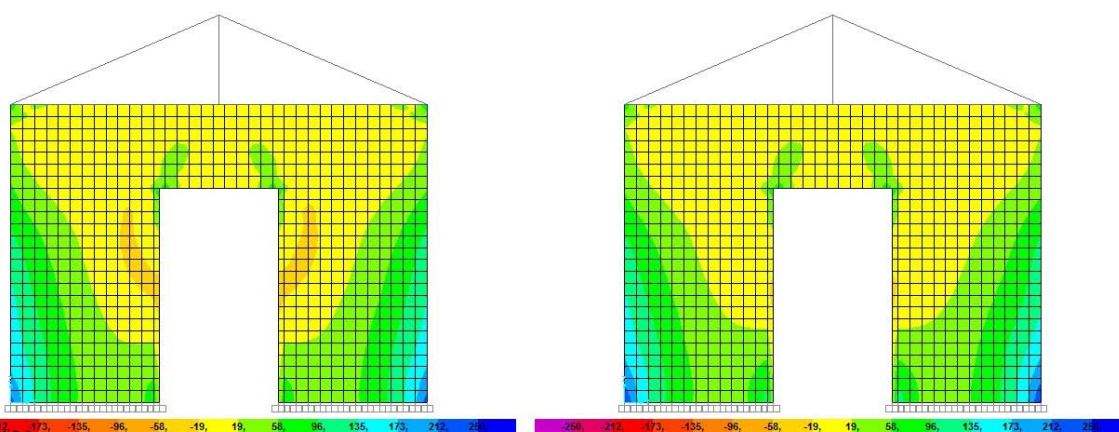
Εικόνα 118

Κατανομή κατακόρυφων ορθών δυνάμεων ισοδύναμης στατικής ανάλυσης με κύρια συνιστώσα την y για τον έλεγχο εντός επιπέδου κάμψης στην ανατολική όψη.



Εικόνα 119

Αντιστοίχιση ρωγμών ανατολικής όψης με τα αποτελέσματα της ανάλυσης



Εικόνα 120

Κατανομή κατακόρυφων ορθών δυνάμεων δυναμικής φασματικής ανάλυσης με κύρια συνιστώσα την y για τον έλεγχο εντός επιπέδου κάμψης στην ανατολική όψη.

Για τον έλεγχο της εντος επιπέδου κάμψης της ανατολικής όψης θα ληφθούν υπόψη τα αποτελέσματα της ισοδύναμης στατικής ανάλυσης. Οπως παρουσιάζεται και στις αντίστοιχες εικόνες (Εικόνα 130) ο τοίχος συμπεριφέρεται ενιαία με ένα τμήμα του να θλίβεται και το άλλο να εφελκύεται ανάλογα με τη φορά της επιβαλλόμενης έντασης. Παρουσιάζεται ενδεικτικά ο έλεγχος βάσει των αντίστοιχων σχέσεων της παραγράφου 4.1 για τη φόρτιση $Isy+0,3x$.

Υπολογίζεται λοιπόν αρχικά η ροπή αντοχής του τοίχου βάσει της σχέσης:

$$M_{Ru} = 1/2 (\sigma_d \times t \times l^2) (1 - \sigma_d / f)$$

Οπου σ_d μέση θλιπτική τάση της τοιχοποιίας

t το πάχος της τοιχοποιίας

l το μήκος του τοίχου

f η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας

Από το πρόγραμμα λαμβάνεται $\sigma_d = 266 \text{ kPa}$. Συνεπώς, προκύπτει:

$$M_{Ru} = 1/2 (266 \times 0,56 \times 5^2) (1 - 266/1230) = 1460 \text{ kNm}$$

Στη συνέχεια, υπολογίζεται προσεγγιστικά η δρώσα ροπή ως εξής: Οπως παρουσιάζεται στην εικόνα 130, αναπτύσσεται στην τοιχοποιία ένα ζεύγος δυνάμεων, μία θλιπτική και μία εφελκυστική δύναμη, οι οποίες προκαλούν ροπή ως προς το κέντρο βάρους του τοίχου. Συνεπώς η δρώσα ροπή μπορεί να υπολογιστεί ως:

$$M = F_{\theta\lambda} \times z_{\theta\lambda} + F_{\epsilon\phi} \times z_{\epsilon\phi}$$

Εδώ λαμβάνεται προσεγγιστικά $z_{\theta\lambda} = z_{\epsilon\phi} = 2,5/2 + 2/2 = 2,25 \text{ m}$

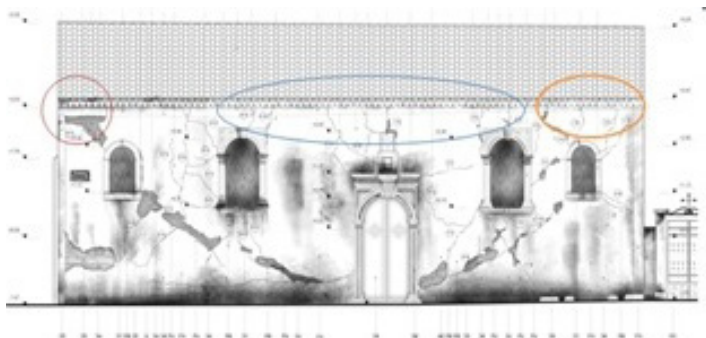
Συνεπώς:

$$M = 266 \times 2,25 + 430 \times 2,25 = 1566 \text{ kNm}$$

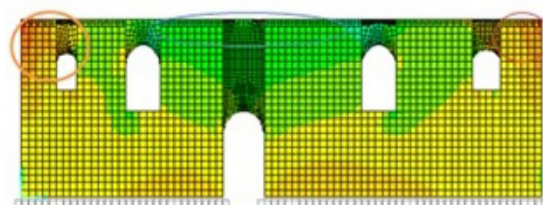
Αφού $M > M_{Ru}$ επέρχεται αστοχία στην τοιχοποιία

4.6.2.3 ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΜΨΗΣ

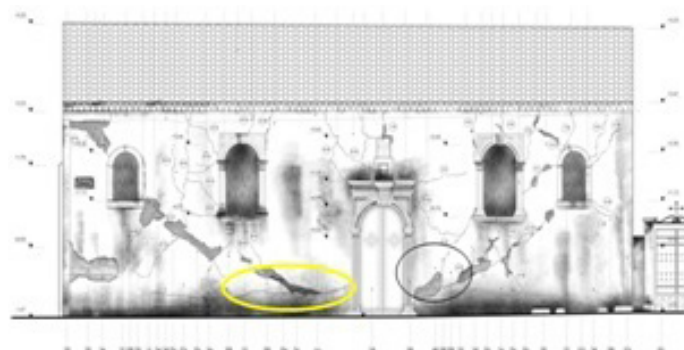
ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ – ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΜΨΗΣ



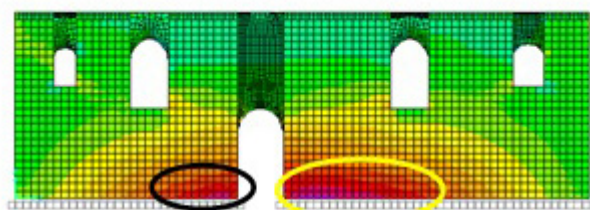
Εικόνα 121
Βόρεια όψη. Ταύτιση ρωγμών λόγω εκτός επιπέδου κάμψης κάθετα στους αρμούς (M11) με τα αποτελέσματα της ισοδύναμης στατικής ανάλυσης



Εικόνα 122
Κατανομή ροπών M11 στη Βόρεια όψη λόγω ισοδύναμης στατικής φόρτισης με κύρια συνιστώσα την y.



Εικόνα 123
Βόρεια όψη. Ταύτιση ρωγμών λόγω εκτός επιπέδου κάμψης παράλληλα στους αρμούς (M22) με τα αποτελέσματα της ισοδύναμης στατικής ανάλυσης



Εικόνα 124
Κατανομή ροπών M22 στη Βόρεια όψη λόγω ισοδύναμης στατικής φόρτισης με κύρια συνιστώσα την y

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ					
ΠΕΡΙΟΧ Η	ΣΥΝΔΥΑΣΜ ΟΣ	M22 Ms/MRd	ΚΑΤΑΣΤΑ ΣΗ	M11 a/ft	ΚΑΤΑΣΤΑ ΣΗ
1	EX+0,3EYL EF	#ΔΙΑΙΡ/ο !	ΑΣΤΟΧΙΑ	6,95	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXL EF	#ΔΙΑΙΡ/ο !	ΑΣΤΟΧΙΑ	23,59	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx+0,3y	13,07	ΑΣΤΟΧΙΑ	19,51	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx+0,3y	0,64	ΕΠΑΡΚΕΙ Α	4,00	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	0,91	ΕΠΑΡΚΕΙ Α	3,98	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x-0,3y	1,65	ΑΣΤΟΧΙΑ	19,54	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	#ΔΙΑΙΡ/ο !	ΑΣΤΟΧΙΑ	29,41	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y+0,3x	1,99	ΑΣΤΟΧΙΑ	22,38	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy-0,3x	539,18	ΑΣΤΟΧΙΑ	22,36	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y-0,3x	1,82	ΑΣΤΟΧΙΑ	29,43	ΑΣΤΟΧΙΑ

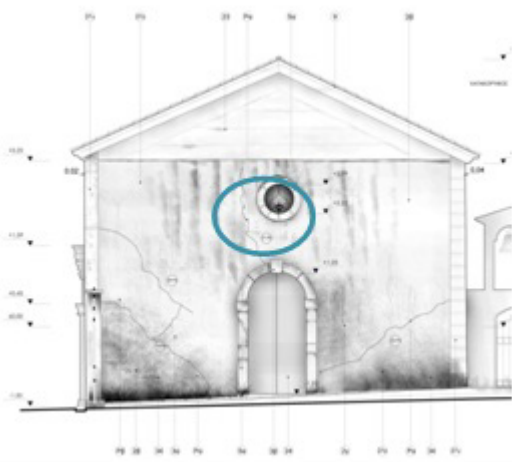
ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ					
ΠΕΡΙΟΧ Η	ΣΥΝΔΥΑΣΜ ΟΣ	M22 Ms/MRd	ΚΑΤΑΣΤΑ ΣΗ	M11 a/ft	ΚΑΤΑΣΤΑ ΣΗ
2	EX+0,3EYL EF	#ΔΙΑΙΡ/ο!	ΑΣΤΟΧΙΑ	5,34	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXL EF	18,57	ΑΣΤΟΧΙΑ	18,30	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx+0,3y	0,71	ΕΠΑΡΚΕΙ Α	5,31	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x+0,3y	0,93	ΕΠΑΡΚΕΙ Α	5,42	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	0,96	ΕΠΑΡΚΕΙ Α	5,11	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x-0,3y	0,84	ΕΠΑΡΚΕΙ Α	5,00	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	2,60	ΑΣΤΟΧΙΑ	17,50	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y+0,3x	5,74	ΑΣΤΟΧΙΑ	17,22	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy-0,3x	2,91	ΑΣΤΟΧΙΑ	17,53	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y-0,3x	5,02	ΑΣΤΟΧΙΑ	17,19	ΑΣΤΟΧΙΑ

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ					
ΠΕΡΙΟΧ Η	ΣΥΝΔΥΑΣΜ ΟΣ	M22 Ms/MRd	ΚΑΤΑΣΤΑ ΣΗ	M11 a/ft	ΚΑΤΑΣΤΑ ΣΗ
3	EX+0,3EYL EF	#ΔΙΑΙΡ/ο !	ΑΣΤΟΧΙΑ	6,27	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXL EF	#ΔΙΑΙΡ/ο !	#ΔΙΑΙΡ/ο!	22,06	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx+0,3y	0,38	ΕΠΑΡΚΕΙ Α	2,24	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x+0,3y	15,31	ΑΣΤΟΧΙΑ	16,96	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	1,52	ΑΣΤΟΧΙΑ	17,32	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x-0,3y	0,51	ΕΠΑΡΚΕΙ Α	1,87	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	326,74	ΑΣΤΟΧΙΑ	22,08	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y+0,3x	1,79	ΑΣΤΟΧΙΑ	28,21	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy-0,3x	#ΔΙΑΙΡ/ο !	#ΔΙΑΙΡ/ο!	27,84	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y-0,3x	1,70	ΑΣΤΟΧΙΑ	22,45	ΑΣΤΟΧΙΑ

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ					
ΠΕΡΙΟΧ Η	ΣΥΝΔΥΑΣΜ ΟΣ	M22 Ms/MRd	ΚΑΤΑΣΤΑ ΣΗ	M11 a/ft	ΚΑΤΑΣΤΑ ΣΗ
4	EX+0,3EYL EF	#ΔΙΑΙΡ/ ο!	ΑΣΤΟΧΙΑ	3,18	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXL EF	33,59	ΑΣΤΟΧΙΑ	10,67	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx+0,3y	2,52	ΑΣΤΟΧΙΑ	3,80	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x+0,3y	9,23	ΑΣΤΟΧΙΑ	4,09	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	2,99	ΑΣΤΟΧΙΑ	4,11	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x-0,3y	11,52	ΑΣΤΟΧΙΑ	3,82	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	10,08	ΑΣΤΟΧΙΑ	13,12	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y+0,3x	23,43	ΑΣΤΟΧΙΑ	13,23	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy-0,3x	15,56	ΑΣΤΟΧΙΑ	13,21	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y-0,3x	67,84	ΑΣΤΟΧΙΑ	13,14	ΑΣΤΟΧΙΑ

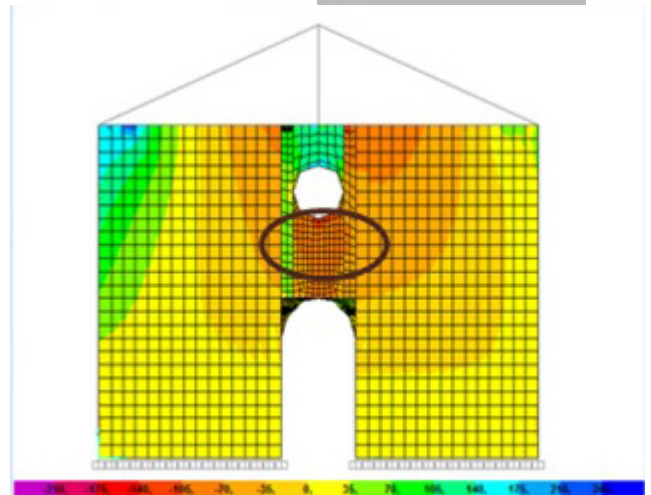
ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ					
ΠΕΡΙΟΧ Η	ΣΥΝΔΥΑΣΜ ΟΣ	M22 Ms/MRd	ΚΑΤΑΣΤΑ ΣΗ	M11 a/ft	ΚΑΤΑΣΤΑ ΣΗ
5	EX+0,3EYL EF	#ΔΙΑΙΡ/ ο!	ΑΣΤΟΧΙΑ	3,86	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXL EF	37,89	ΑΣΤΟΧΙΑ	12,94	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx+0,3y	8,45	ΑΣΤΟΧΙΑ	4,62	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x+0,3y	4,18	ΑΣΤΟΧΙΑ	4,54	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	11,31	ΑΣΤΟΧΙΑ	4,60	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x-0,3y	4,72	ΑΣΤΟΧΙΑ	4,68	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	18,25	ΑΣΤΟΧΙΑ	15,35	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y+0,3x	73,37	ΑΣΤΟΧΙΑ	15,38	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy-0,3x	14,51	ΑΣΤΟΧΙΑ	15,32	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y-0,3x	34,89	ΑΣΤΟΧΙΑ	15,41	ΑΣΤΟΧΙΑ

ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ



Εικόνα 125

Δυτική όψη. Ταύτιση ρωγμών λόγω εκτός επιπέδου κάμψης κάθετα στους αρμούς (M11) με τα αποτελέσματα της ισοδύναμης στατικής ανάλυσης

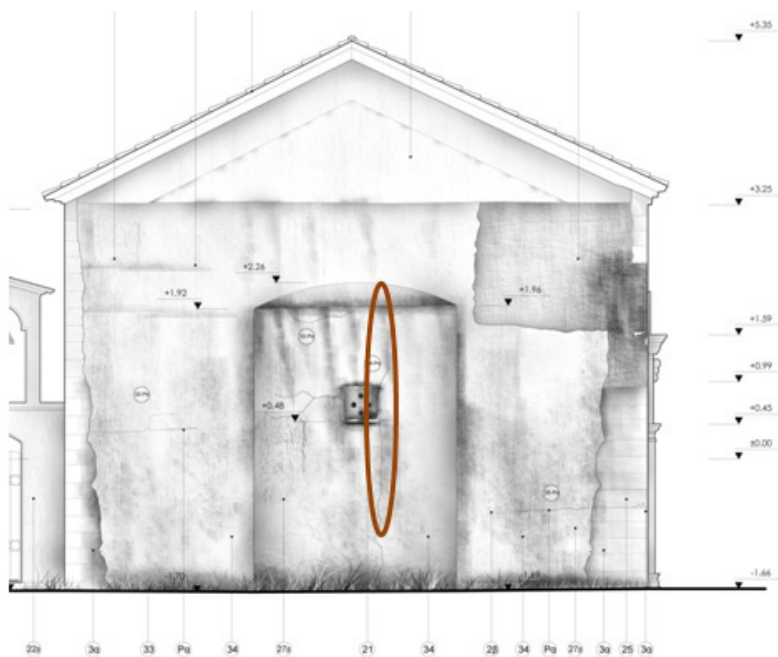


Εικόνα 126

Κατανομή ροπών M11 στη Δυτική όψη λόγω ισοδύναμης στατικής φόρτισης με κύρια συνιστώσα την χ .

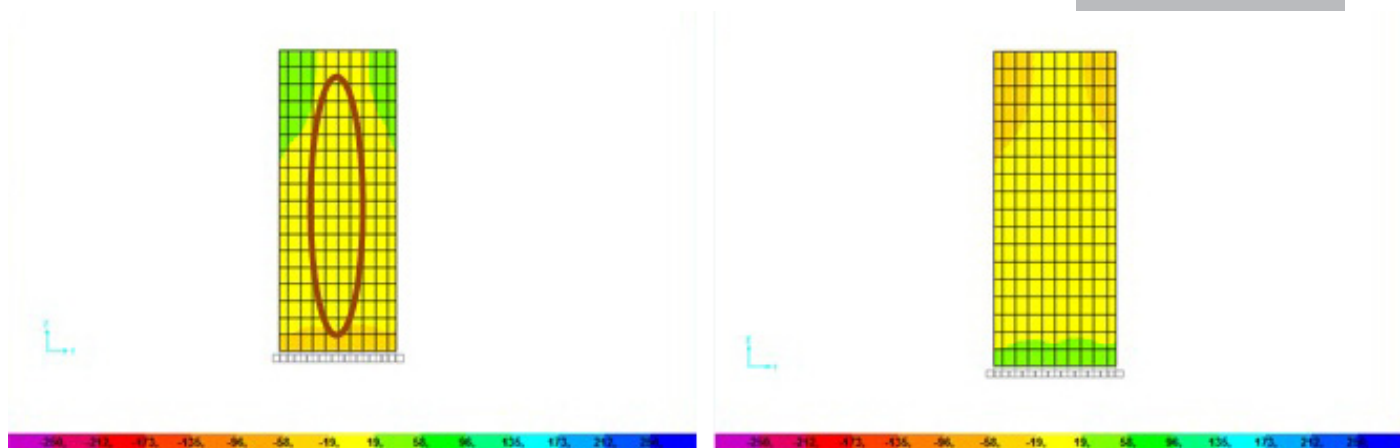
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ		M11 σ/ft	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
		M22 Ms/MRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		
1	EX+0,3EYLEF	#Δ Α Ρ/σ!	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	8,81	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	54,67	ΑΣΤΟΧΙΑ	4,16	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx+0,3y	5,28	ΑΣΤΟΧΙΑ	11,33	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x+0,3y	2,05	ΑΣΤΟΧΙΑ	10,77	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	5,10	ΑΣΤΟΧΙΑ	10,83	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x-0,3y	1,98	ΑΣΤΟΧΙΑ	11,27	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	4,18	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y+0,3x	0,67	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	2,51	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy-0,3x	0,63	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	2,45	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y-0,3x	0,43	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	4,12	ΑΣΤΟΧΙΑ

ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ



Εικόνα 127

Ανατολική όψη. Ταύτιση ραγμών λόγω εκτός επιπέδου κάμψης κάθετα στους αρμούς (M11) με τα αποτελέσματα της ισοδύναμης στατικής ανάλυσης



Εικόνα 128

Κατανομή ροπών M11 στην ανατολική όψη λόγω ισοδύναμης στατικής φόρτισης με κύρια συνιστώσα την χ.

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ		M11 σ/ft	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
		M22 Ms/MRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		
1	EX+0,3EYLEF	#ΔΙΑΙΡ/ο!	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	2,22	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	#ΔΙΑΙΡ/ο!	#ΔΙΑΙΡ/ο!	1,46	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx+0,3y	0,01	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	3,11	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x+0,3y	#ΔΙΑΙΡ/ο!	#ΔΙΑΙΡ/ο!	3,17	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx-0,3y	0,01	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	3,11	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-x-0,3y	#ΔΙΑΙΡ/ο!	#ΔΙΑΙΡ/ο!	3,17	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy+0,3x	0,05	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,92	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Is-y+0,3x	0,03	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,91	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Isy-0,3x	0,18	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,97	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Is-y-0,3x	0,13	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	-0,98	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Η εκτός επιπέδου κάμψη μπορεί να υποδιαιρεθεί σε δύο κατηγορίες: Την κάμψη παράλληλα στους αρμούς M22 και την κάμψη κάθετα στους αρμούς M11. Η κατανομή των ροπών αυτών με όμοιο τρόπο σε όλες τις όψεις επιβεβαιώνει την έλλειψη περίδεσης ή εγκιβωτισμού του δομήματος. Πιο συγκεκριμένα, οι ροπές M11 παρουσιάζουν συγκέντρωση στο άνω μέσο τμήμα κάθε όψης, επιβεβαιώνοντας τη λειτουργία κάθε τοίχου ως τριέριστης πλάκας. Από την άλλη, οι ροπές M22 είναι συγκεντρωμένες στο κάτω τμήμα των όψεων, αναδεικνύοντας τη συμπεριφορά του τοίχου ως προβόλου.

Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι στις περισσότερες περιπτώσεις και ανεξαρτήτως του σεισμικού συνδυασμού η αστοχία επέρχεται και για την αντοχή έναντι κάμψης παράλληλα και έναντι κάθετα στους αρμούς. Σε ελάχιστες εξαιρέσεις οι εξεταζόμενες περιοχές παρουσιάζονται να επαρκούν έναντι της M22, αλλά ποτέ έναντι της M11. Η αδυναμία της τοιχοποιίας να παραλάβει τις ροπές M11 γίνεται εμφανέστερη στην περιοχή του ιερού στην ανατολική όψη. Τέλος, πρέπει να επισημανθεί ότι ο λόγος M/MRd ξεπερνά τις περισσότερες φορές το 10, καταδεικνύοντας από τη μία το μέγεθος της επιβαλλόμενης έντασης από το σεισμό, αλλά και την αναγκαιότητα αύξησης της καμπτικής αντοχής ή του περιορισμού της καταπόνησης στις τοιχοποιίας.

4.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Επειτα από την παραπάνω προσπάθεια ταυτοποίησης της παθολογίας του κτίσματος με τα αποτελέσματα της δυναμικής φασματικής και της ισοδύναμης στατικής ανάλυσης, μπορεί να αποδοθεί σε κάθε ρωγμή και το αίτιο της. Συνεπώς, στον ακόλουθο πίνακα αντιστοιχείται σε κάθε ρωγμή το αίτιο πρόκλησής της.

Όπως παρουσιάζεται και στις εικόνες του παραρτήματος για τα φορτία βαρύτητας παρουσιάζονται κάποιες συγκεντρώσεις στις περιοχές των ανοιγμάτων και στα σημεία στήριξης της στέγης. Ωστόσο δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι τα φορτία αυτά μπορούν να οδηγήσουν σε ρηγμάτωση της τοιχοποιίας.

Ο ξύλινος σκελετός δεν παραλαμβάνει - όπως ήταν αναμενόμενο- φορτία. Κατά τη σεισμική φόρτιση του κτιρίου η κύρια ένταση του σεισμού παραλαμβάνεται από την τοιχοποιία. Η μη καταγραφή βλαβών στον ξύλινο σκελετό κατά την αποτύπωση του κτιρίου επαληθεύεται κατά συνέπεια από το προσομοίωμα. Συνεπώς, η μόνη αιτιολογημένη χρήση του αφορά στην πρόληψη κατάρρευσης της στέγης, σε περίπτωση κατάρρευσης της φέρουσας τοιχοποιίας. Σχετικές εικόνες περιλαμβάνονται στο παράρτημα.

Κύρια πηγή βλαβών για το κτίριο αποτελούν οι σεισμικοί συνδυασμοί φόρτισης. Οι εκτεταμένες αστοχίες των ζωνών ανωφλιών είναι αναμενόμενες λόγω της μηδενικής εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας και της χρήσης μόνο του μερίδιου συνάφειας fnko ως διατμητικής αντοχής για τον έλεγχο έναντι τέμνουσας

Καταδεικνύεται ότι η σύνδεση των τοίχων μεταξύ τους είναι ανεπαρκής, επιτρέποντας τους να συμπεριφέρονται ως τριέριστες πλάκες

Συμπεραίνεται εύλογα ότι οι πιο ευπαθείς όψεις τόσο έναντι τέμνουσας όσο και έναντι κάμψης είναι οι δύο επιμήκεις όψεις του δομήματος, η βόρεια και η νότια.

Η ισοδύναμη στατική ανάλυση κρίνεται καταλληλότερη, καθώς παρέχει ικανοποιητική εποπτική και παραστατική εικόνα της σεισμικής απόκρισης του φορέα για τις πρώτες ιδιομορφές διέγερσής του. Η φασματική δυναμική ανάλυση, παρα το γεγονός ότι είναι περισσότερο προηγμένη, ενέχει αβεβαιότητες σχετικά με τη φύση και τις ιδιότητες του υλικού του κελύφους (έντονη μη γραμμικότητα υλικού) και συνεπώς καθιστά αμφίβολη την αξιοπιστία και σχετική την ακρίβεια των όποιων αποτελεσμάτων, κυρίως αν ληφθεί υπόψη ο υπερβολικός υπολογιστικός χρόνος που απαιτούν.

Αν και είναι δεδομένη η μη γραμμικότητα του υλικού που χαρακτηρίζει τη συμπεριφορά της φέρουσας τοιχοποιίας, κρίνεται επαρκής η απλούστευση θεώρησης ελαστικής συμπεριφοράς, δεδομένου ότι οι υπάρχουσες αβεβαιότητες καθιστούν αδύνατη την αξιόπιστη ελαστοπλαστική προσομοίωση του δομήματος.

ΏΣΗ			
Βόρεια	1	Εκτός επιπέδου Κάμψη	K
	2	Εφελκυσμός στην περιοχή ανοιγμάτων	E
	3	Εκτός επιπέδου Κάμψη	K/E
	4	Εκτός επιπέδου Κάμψη	K/E
	5	Εκτός επιπέδου Κάμψη	K/E
	6	Εκτός επιπέδου Κάμψη	K/E
	7	Εκτός επιπέδου Κάμψη	K/E
	8	Εκτός επιπέδου Κάμψη	K/E
	9	Εκτός επιπέδου Κάμψη	K/E
	10	Τέμνουσα	T/E
	11	Τέμνουσα	T/E
	12	Τέμνουσα	T
	13	Εφελκυσμός	E
	14	Τέμνουσα	T
	15	Πρόβλημα Θεμελίωσης/Τέμνουσα	Θ
	16	Τέμνουσα/Κάμψη	T/K
	17	Τέμνουσα	T
	18	Τέμνουσα/Εφελκυσμός	T/E
	Α Δ Ο Τ Ι Κ Η	19	Τέμνουσα - Κάμψη Εντός
	20	επιπέδου Τέμνουσα - Κάμψη εντός επιπέδου	
	21	Εκτός επιπέδου Κάμψη	
	22	Τέμνουσα - Κάμψη εντός επιπέδου	
	23	Εκτός επιπέδου Κάμψη	
Νότια	24	Τέμνουσα	
	25	Τέμνουσα	
	26	Εκτός επιπέδου Κάμψη	
	27	Τέμνουσα	
	28	Τέμνουσα	
	29	Εκτός επιπέδου Κάμψη	
	30	Εκτός επιπέδου Κάμψη	
Ανατολική	31	Εκτός επιπέδου Κάμψη	
	32	Τέμνουσα - Εντός επιπέδου Κάμψη	
	33	Εκτός επιπέδου κάμψη	
	34	Εκτός επιπέδου κάμψη	
	35	Τέμνουσα - Εντός επιπέδου κάμψη	
Βόρεια	1	Αποκόλληση γωνιών λόγω μη καλής σύνδεσης	T/K/E
	37	Εκτός επιπέδου κάμψη	K/E
	38	Τέμνουσα	
	39	Στέγη	
	40	Τέμνουσα	
	41	Τέμνουσα	
	42	Τέμνουσα	
	43	Εκτός επιπέδου κάμψη	
	44	Εφελκυσμός	
	45	Τέμνουσα	
	46	Εφελκυσμός/Τέμνουσα	
	47	Εφελκυσμός/Τέμνουσα	
	48	Τέμνουσα	
	49	Τέμνουσα/Κάμψη	
	50	Εκτός επιπέδου κάμψη	
	51	Εκτός επιπέδου κάμψη	
	52	Εκτός επιπέδου κάμψη	
	53	Εκτός επιπέδου κάμψη	

Κεφάλαιο 5

Πρόταση Αποκατάστασης

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ¹

Η διαμόρφωση πρότασης επέμβασης στο δόμημα αποτελεί το δυσκολότερο ίσως τμήμα της διαδικασίας ανασχεδιασμού μιας υφιστάμενης κατασκευής, καθώς σε αυτό το στάδιο εμπλέκεται ένα πλήθος παραγόντων που δεν είναι εύκολο να ποσοτικοποιηθούν. Όταν μάλιστα η υφιστάμενη κατασκευή αποτελεί μνημείο, η κατάσταση δυσχεραίνει υπερβολικά. Όπως παρουσιάζει και αναλύει διεξοδικά ο Τάσιος (Τάσιος, 2006) πέραν των μεγάλων αβεβαιοτήτων που υπεισέρχονται κατά τη μελέτη δομητικών επεμβάσεων, απαντώνται πολλές δυσχέρειες λήψης απόφασης ως προς τις αντιφατικές Αξίες του Μνημείου.

Επειδή η επιλογή του τρόπου για τη βελτίωση της συμπεριφοράς ενός δομήματος μνημειακού χαρακτήρα υπόκειται σε περιορισμούς αλλά απαιτεί και τη συμφωνία μηχανικών, αρχιτεκτόνων, αρχαιολόγων και δημοσίων αρχών, είναι σαφές ότι τελικά διαμορφώνεται ένα περίπλοκο σύστημα στρατηγικής της επέμβασης, το οποίο ο Μηχανικός καλείται να λύσει με όσο το δυνατόν καλύτερο τρόπο.

Στις επόμενες παραγράφους, θα παρουσιαστεί μια κατά το δυνατόν ολοκληρωμένη πρόταση επέμβασης, η οποία θα αφορά τόσο σε απαιτούμενες επισκευές όσο και σε αναγκαίες επεμβάσεις ενίσχυσης, όπως αυτές αναδείχτηκαν κατά την αποτίμηση της συμπεριφοράς του κτιρίου.

5.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

5.2.1 ΣΤΕΓΗ-ΑΕΤΩΜΑ

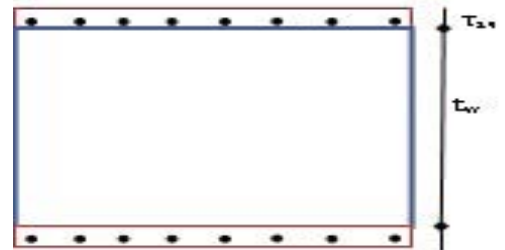
Όπως παρουσιάστηκε στην παθολογία, η στέγη βρίσκεται σε καλή κατάσταση. Καθώς σε αυτή τη φάση δεν ήταν δυνατή η εξέταση του ξύλου των ελκυστήρων που εισέρχονται στην τοιχοποιία, εάν κατά τις εργασίες αποκατάστασης παρατηρηθεί διάβρωση του ξύλου λόγω εξωτερικών παραγόντων, τότε αυτά πρέπει να αντικατασταθούν. Η σύνδεση των αμειβόντων με τους ελκυστήρες έχει πραγματοποιηθεί μέσω εγκοπής στο πίσω τμήμα του αμείβοντα. Προτείνεται ενίσχυση των συνδέσεων αυτών με την χρήση στριφωνίων M10.

Για την αποκατάσταση της διαφραγματικής λειτουργίας της στέγης και της σύνδεσης της με την υποκείμενη τοιχοποιία προτείνεται το εξής: Αποκατάσταση συνέχειας στέγης στην περιοχή διακοπής της. Διαμόρφωση ξυλοδεσιάς με δύο στρωτήρες και σύνδεση των ελκυστήρων της στέγης με αυτήν με μεταλλικές λάμες, μπουλόνια και στριφώνια. Σύνδεση της ξυλοδεσιάς με την υποκείμενη τοιχοποιία με βλήτρα ξύλινα (καβίλιες) διαμέτρου όχι μεγαλύτερης από Φ14, έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν περισσότερα ξύλινα βλήτρα, να μοιραστούν ομοιόμορφα οι αναπτυσσόμενες σεισμικές δυνάμεις και να απορροφηθεί καλύτερα η σεισμική ενέργεια (Τσακανίκα)(Εικόνα 130). Τέλος, προτείνεται η τοποθέτηση χιαστί συνδέσμων διατομής L160 κάτω από το επίπεδο των ελκυστήρων της στέγης. Η επιλογή αυτής της διατομής, καθώς και διάταξης των συνδέσμων προέκυψε έπειτα από παραμετρική διερεύνηση διαφόρων διατομών και διατάξεων με χρήση του προγράμματος SAP 2000. Τα αποτελέσματα αυτών των παραμετρικών αναλύσεων είναι διαθέσιμα, αλλά παραλείπονται από το συγκεκριμένη διατριβή. Με λίγα λόγια, μπορεί να ειπωθεί ότι η πύκνωση των χιαστί συνδέσμων ή η εφαρμογή δοκίδων προφίλ ΙΡΕ σε διάταξη εσχάρας, καθώς και η χρήση διατομών μεγαλύτερης του L160 είτε δυσχεραίνουν τα αποτελέσματα είτε επέφεραν ανεπαίσθητη βελτίωση των τιμών των ιδιοπεριόδων και των εντατικών μεγεθών. Η διάταξη των προταθέντων συνδέσμων παρουσιάζεται στην Εικόνα 131. Οι σύνδεσμοι αυτοί αγκυρώνονται στην περιτρέχουσα τοιχοποιία. Με

1.Οι προτεινόμενες επισκευές αρχιτεκτονικού – αισθητικού χαρακτήρα βασίζονται στην τεχνική έκθεση του υπεύθυνου για την αρχιτεκτονική μελέτη Π. Αργυρού

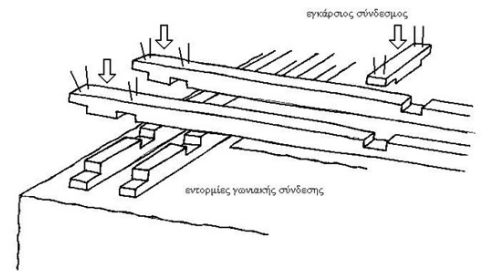
αυτή τη διάταξη, όπως αποδείχτηκε και όπως θα παρουσιαστεί σε επόμενη παράγραφο, προσεγγίζεται ικανοποιητικά η θεωρητική διαφραγματική λειτουργία της στέγης.

Για τα αετώματα προτείνεται η καθαίρεσή τους, η κατασκευή νέου ξύλινου δικτυωματικού σκελετού κατά τα πρότυπα των παραδοσιακών Λευκαδίτικων κατασκευών. Κατόπιν προτείνεται επένδυση με σανίδωμα, υγρομονωτική μεμβράνη, νευρομετάλ και επίχρισμα. Η επικάλυψη με επίχρισμα θεωρείται η πιο ενδεδειγμένη όχι μόνο αισθητικά, αλλά και επειδή πλέον είναι τεκμηριωμένο το γεγονός ότι η παραδοσιακή τεχνική εμπεριείχε ως πρωτεύουσα επιλογή το επίχρισμα και ως δευτερεύουσα το εμφανές σανίδωμα.



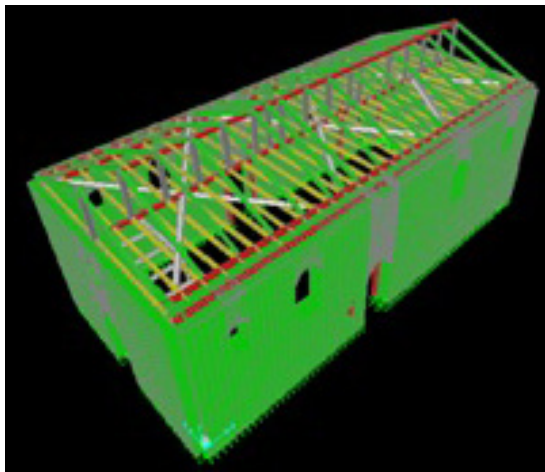
Εικόνα 129

Λεπτομέρεια διαμόρφωσης σενάζ ΩΣ ΤΗ στέγη. Διακρίνονται οι δύο ξύλινοι στρωτήρες και η διαμόρφωση της σύνδεσης του πατωψάλιδου με αυτούς (Τσακανίκα)



Εικόνα 130

Γωνιακή σύνδεση στρωτήρων μέσω εντορμιών. (Πασπαλλής & Γεωργακόπουλος, 2000)



Εικόνα 131

Χωροθέτηση επεμβάσεων. Με άσπρο χρώμα σημειώνεται η διάταξη των χιαστί συνδέσμων, με κόκκινο οι οριζόντιοι ξύλινοι στρωτήρες

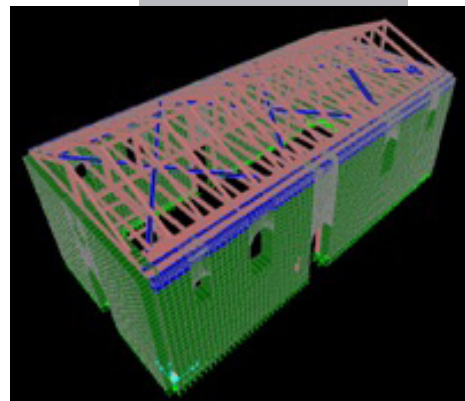
5.2.2 ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ

Όπως παρουσιάστηκε και τεκμηριώθηκε στα αντίστοιχα κεφάλαια της παθολογίας (3.3) και αποτίμησης της συμπεριφοράς του δομήματος, η τοιχοποιία του ναού δεν μπορεί να παραλάβει τις εισαγόμενες τέμνουσες δυνάμεις, με συνέπεια την εμφάνιση ρηγματώσεων, οι οποίες μπορεί να μην έχουν προκαλέσει αποδιοργάνωση της τοιχοποιίας, ωστόσο καλύπτουν μεγάλο τμήμα κυρίως των επιμήκων όψεων του ναού. Συνεπώς, η συμπεριφορά της τοιχοποιίας πρέπει να βελτιωθεί. Η υιοθέτηση βαρέων επεμβάσεων (όπως κατασκευή μανδύων) είναι σαφώς και εύλογα απαγορευμένη. Βασισμένοι στα διαθέσιμα ερευνητικά δεδομένα (Vintzileou & Miltiadou - Fezans, 2008), το βαθύ αρμολόγημα/εμποτισμός μάζας της τοιχοποιίας μπορεί να βελτιώσει τόσο τη θλιπτική, όσο και την εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας. Επίσης, η αντικατάσταση του παλιού κονιάματος, με νέο, σωστά σχεδιασμένο, έτσι ώστε να διαθέτει υψηλές αντοχές,

αλλά να μπορεί να γεμίζει και μικρού εύρους κενά και ρωγμές και να είναι συμβατό με τα επί τόπου υλικά, μπορεί να βελτιώσει και τη διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας. Τέλος, η τοποθέτηση οπλισμένου επιχρίσματος- μικρού πάχους- συμβάλλει στη βελτίωση της συμπεριφοράς της τοιχοποιίας, τόσο έναντι κάμψης όσο και έναντι διάτμησης.

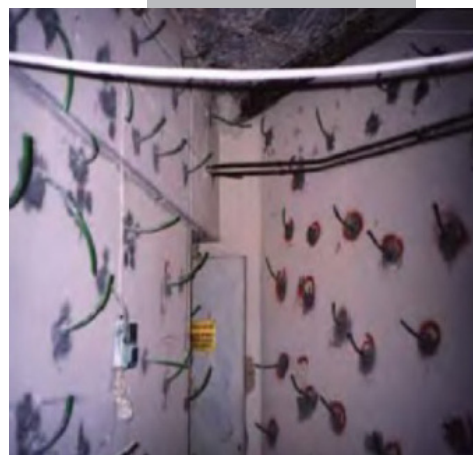
Βάσει όλων των παραπάνω και ακολουθώντας τις συστάσεις του ΟΑΣΠ (ΟΑΣΠ, 2001) προτείνεται για την τοιχοποιία βαθύ αρμολόγημα με χρήση υδραυλικού κονιάματος, η σύνθεση του οποίου πρέπει να εξειδικευτεί, ακολουθώντας τα παρακάτω στάδια:

1. Ολική αφαίρεση του επιχρίσματος
2. ιεύρυνση του χείλους κάθε ρωγμής
3. Ξύσιμο των ρωγμών με συρματόβουρτσα με ιδιαίτερη επιμονή για να αφαιρεθούν τα σαθρά τμήματα του κονιάματος
4. Πλύσιμο με νερό υπό πίεση
5. Διάνοιξη οπών μεταξύ των λίθων σε βάθος τουλάχιστον ίσο με το μισό πάχος του τοίχου σε σχήμα ρομβοειδούς καννάβου. Οι αποστάσεις μεταξύ των οπών κυμαίνονται από 0,30 - 0,60 μ. Η διάτρηση γίνεται με περιστροφικό τρυπάνι Φ14 – Φ18. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται ώστε οι οπές που διανοίγονται να μην είναι «τυφλές» και να γίνονται συχνές διακοπές διάτρησης για την αποφυγή συντονισμού των δονήσεων.
6. Τοποθέτηση μεταλλικών ή πλαστικών σωληνίσκων μέσα στις διανοιγίτσες ρωγμές σε βάθος αρκετών εκατοστών. Οι σωληνίσκοι αυτοί εξέχουν 40 cm από την επιφάνεια του τοίχου και στερεώνονται στους αρμούς μεταξύ των λίθων ώστε μέσα από αυτούς να εισέλθει το ένεμα (Εικόνα 132)
7. Εισαγωγή του ενέματος. Οι ενέσεις εφαρμόζονται από κάτω προς τα πάνω. Η πίεση στο ακροφύσιο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,1 MPa, προς αποφυγή του κινδύνου βλάβης στην τοιχοποιία λόγω υψηλής εσωτερικής πίεσης. Αν υπάρχει έλλειψη εξοπλισμού για τις ενέσεις, η επίδραση της βαρύτητας μπορεί να φανεί χρήσιμη : το ένεμα χύνεται στο σωλήνα έγχυσης από το δοχείο που τοποθετείται σε έναν υψηλότερο όροφο του κτιρίου. Επειδή το ένεμα λαμβάνει τη θέση του αέρα ή του τυχόντος ύδατος των κενών, πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια για την έξοδό τους από την τοιχοποιία, δηλαδή πρέπει σε κάθε περίπτωση να υπάρχουν τουλάχιστον δύο οπές σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η εφαρμογή του ενέματος διακόπτεται όταν εμφανίζεται ένεμα στον αμέσως υπερκείμενο σωληνίσκο. Τότε ο σωλήνας έγχυσης αφαιρείται και ο σωληνίσκος σφραγίζεται. (Εικόνες 133,134)
8. Μετά από διακοπή 10 – 20 λεπτών η διαδικασία επαναλαμβάνεται στην αμέσως ανώτερη στάθμη ή, εάν υπάρχουν πολλά σημεία εισαγωγής στην ίδια στάθμη, στο επόμενο σημείο εισόδου κατά μήκος του τοίχου, μέχρις ότου να ολοκληρωθεί η πλήρωση και σφραγιστούν όλοι οι σωληνίσκοι. Κατά τη διάρκεια των ενέσεων, η υπερχειλίση του ενέματος από τις ρωγμές και τους αρμούς μεταξύ των λίθων εμποδίζεται με την εφαρμογή ξηρού τσιμέντου ταχείας πήξης. Το μέγιστο ύψος στο οποίο εφαρμόζονται ενέματα δεν πρέπει να υπερβαίνει το ένα μέτρο ανά ημέρα, ώστε να αποφεύγεται η ανάπτυξη μεγάλης υδροστατικής πίεσης στο ένεμα που έχει ήδη εισαχθεί.



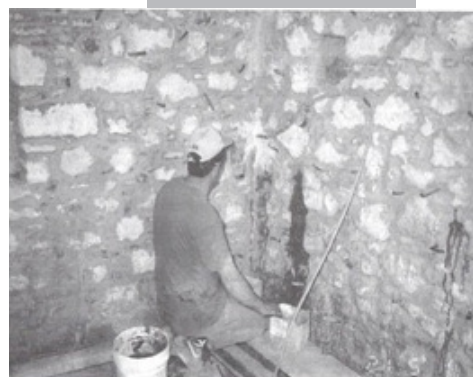
Εικόνα 132

Τρισδιάστατο αριθμητικό προσομοίωμα. Το μπλε χρώμα της τοιχοποιίας αντιστοιχεί στο σενάζ οπλισμένου σκυροδέματος



Εικόνα 133

Διάνοιξη οπών και τοποθέτηση σωληνίσκων



Εικόνα 134

Τσιμεντενέσεις σε αργολιθοδομή

9. Μετά το τέλος των εργασιών πρέπει να αφαιρούνται οι σωλήνες και να αποκαθίστανται οι αρμοί στις περιοχές των οπών.
10. Εξωτερικό τελικό επιχρίσμα. Πριν το τελικό επιχρίσμα τοποθετείται εσχάρα φ8/15 που στερεώνεται με φουρκέτες μπηγμένες στο κονίαμα των αρμών του τοίχου

Αναφορικά με τα ανοίγματα προτείνεται η αφαίρεση και επανατοποθέτηση του θραυσμένου μέλους της δυτικής θύρας. Στα παράθυρα, όπου οι ποδιές έχουν διαμορφωθεί με ωπλισμένο σκυρόδεμα προτείνεται η αφαίρεση τους και η αντικατάστασή τους με νέες λίθινες ποδιές, διακριτού χρώματος και υφής από τα υφιστάμενα ιστορικά.

5.2.3 ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

Καθώς δεν έχει πραγματοποιηθεί μέχρι στιγμής καμία διερεύνηση της κατάστασης του θεμελίου, προτείνεται η διενέργεια διερευνητικών τομών και στη συνέχεια η διαμόρφωση στρατηγικής επέμβασης σε αυτό. Η υγρασία πάντως που εισέρχεται στην τοιχοποιία από το θεμέλιο μπορεί να αντιμετωπιστεί με «φράγμα» υγρασίας μέσω ενεμάτων στον αρμό μεταξύ κρηπιδώματος και τοιχοποιίας.

5.2.4 ΠΟΝΤΕΛΑΡΙΣΜΑ- ΞΥΛΙΝΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ-ΔΑΠΕΔΑ-ΠΑΤΩΜΑΤΑ-ΚΩΔΩΝΟΣΤΑΣΙΟ

Η ξύλινη επένδυση αφαιρείται για τη συντήρηση και αντικατάσταση των φθαρμένων τμημάτων της. Με την απομάκρυνση της επένδυσης αποκαλύπτεται το ποντελάρισμα και η κατάσταση στην οποία βρίσκεται. Εάν είναι σε καλή κατάσταση, θα μείνει ως έχει. Σε διαφορετική περίπτωση, το ποντελάρισμα θα αναδιαμορφωθεί σύμφωνα με τον τρόπο δόμησης των υπόλοιπων ναών του ιστορικού κέντρου (όπως παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 1)

Όσον αφορά στα δάπεδα, προτείνεται η αφαίρεση των επεμβάσεων από beton, αμμοκονίες, λαδομπογιές και η τοποθέτηση πέτρινων πλακών που να προσομοιάζουν τις υφιστάμενες. Το ξύλινο πάτωμα του γυναικωνίτη και η σκάλα ανόδου σε αυτόν προτείνεται να αντικατασταθούν.

Το υφιστάμενο κωδωνοστάσιο από ωπλισμένο σκυρόδεμα προτείνεται να αντικατασταθεί από ένα μεταλλικό, όμοιο με τα υπόλοιπα κωδωνοστάσια της Λευκάδας.

5.3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων που χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση του φορέα είναι το SAP 2000- 14. Η διακριτοποίηση του φορέα παρουσιάζεται παρακάτω (Εικόνες 132,133). Στο προσομοίωμα της ενίσχυσης εισάγονται οι μεταλλικοί χιαστί σύνδεσμοι και οι ξυλοδεσιές – στρωτήρες στο ύψος της στέψης. Επίσης, το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας μεταβάλλεται λόγω των επεμβάσεων, σύμφωνα με τους υπολογισμούς που παρουσιάζονται στην παράγραφο 5.4.3

Η προσομοίωση του κτιρίου γίνεται με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία area -thick shell elements για τις τοιχοποιίες και με γραμμικά στοιχεία frame elements για τα μεταλλικούς χιαστί συνδέσμους, τις ξυλοδεσιές και τα λοιπά ξύλινα δομικά στοιχεία.



Εικόνα 135

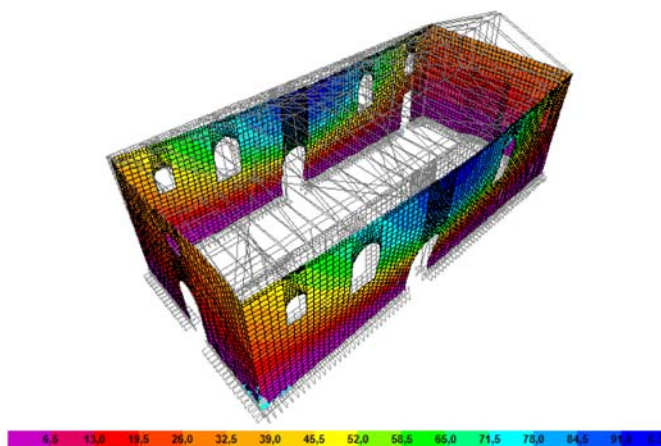
Ένεμα εξερχόμενο από σωληνίσκο

5.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΩΝ

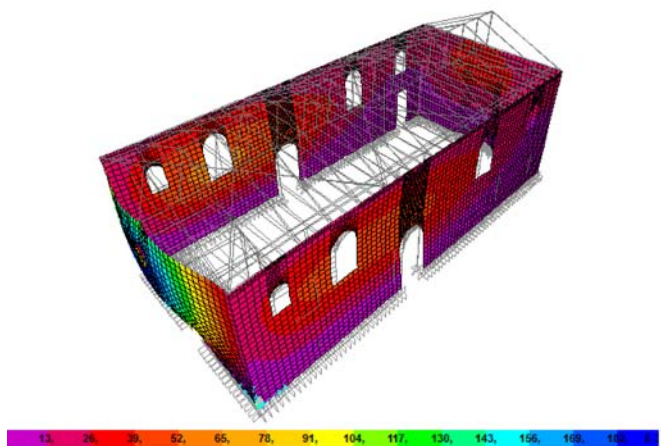
5.4.1 ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την ενεργοποίηση ποσοστού μεγαλύτερου από το 90% της μεταφορικής δρώσας μάζας του κτιρίου απαιτείται ο συνυπολογισμός 214 ιδιομορφών κατά χ και 207 κατά τη διεύθυνση γ. Οι ιδιομορφές που ενεργοποιούν σημαντικό ποσοστό μάζας κατά τις δύο οριζόντιες διευθύνσεις παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Για λόγους σύγκρισης και αξιολόγησης της προταθείσας επέμβασης, πραγματοποιήθηκε και μία ανάλυση, όπου στη στέψη του δομήματος τα στοιχεία ενώθηκαν με diaphragm constraint. Κατά τη γ διεύθυνση η ιδιοπερίοδος με 68% δρώσα μεταφορική μάζα βρέθηκε 0,13 sec, ενώ κατά τη χ διεύθυνση η ιδιοπερίοδος με 24% δρώσα μάζα βρέθηκε 0,1 sec. Συνεπώς, μπορεί να ειπωθεί ότι σε όρους μετακινήσεων η συγκεκριμένη πρόταση αποκατάστασης προσεγγίζει πολύ ικανοποιητικά τη θεωρητική διαφραγματοποίηση της στέψης του φορέα.



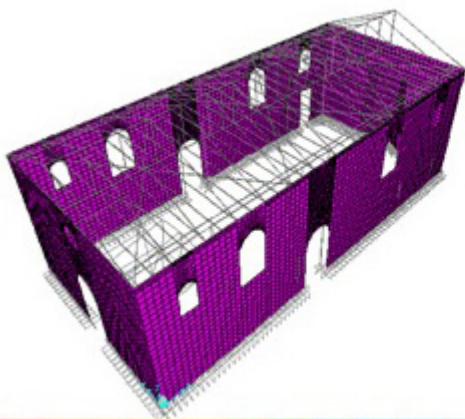
Διεύθυνση	Υ
Ιδιομορφή	7
Ιδιοπερίοδος	0,16sec
Ποσοστό δρώσας ιδιομορφικής μάζας (%)	60,6



Διεύθυνση	Χ
Ιδιομορφή	12
Ιδιοπερίοδος	0,10sec
Ποσοστό δρώσας ιδιομορφικής μάζας (%)	23,3

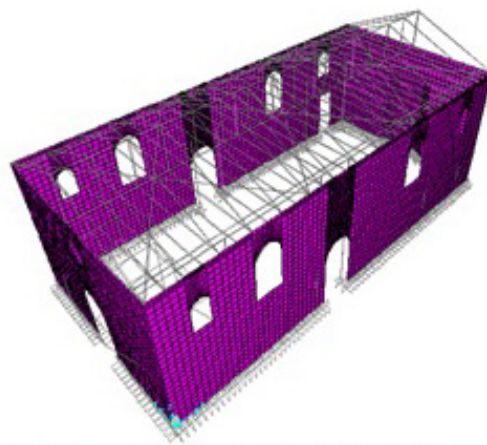
5.4.2 ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ

ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ – ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ



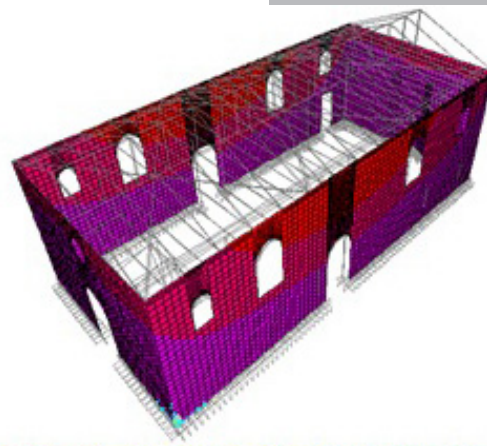
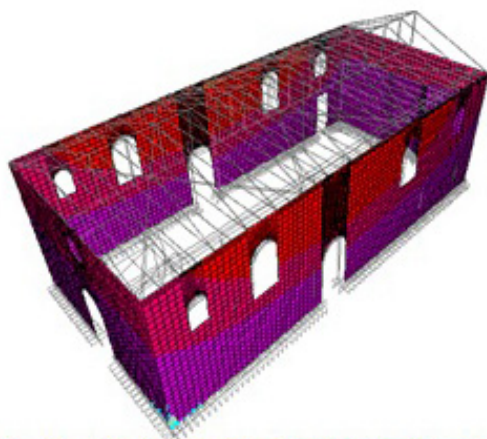
Εικόνα 136

Μετακινήσεις ισοδύναμης στατικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση x



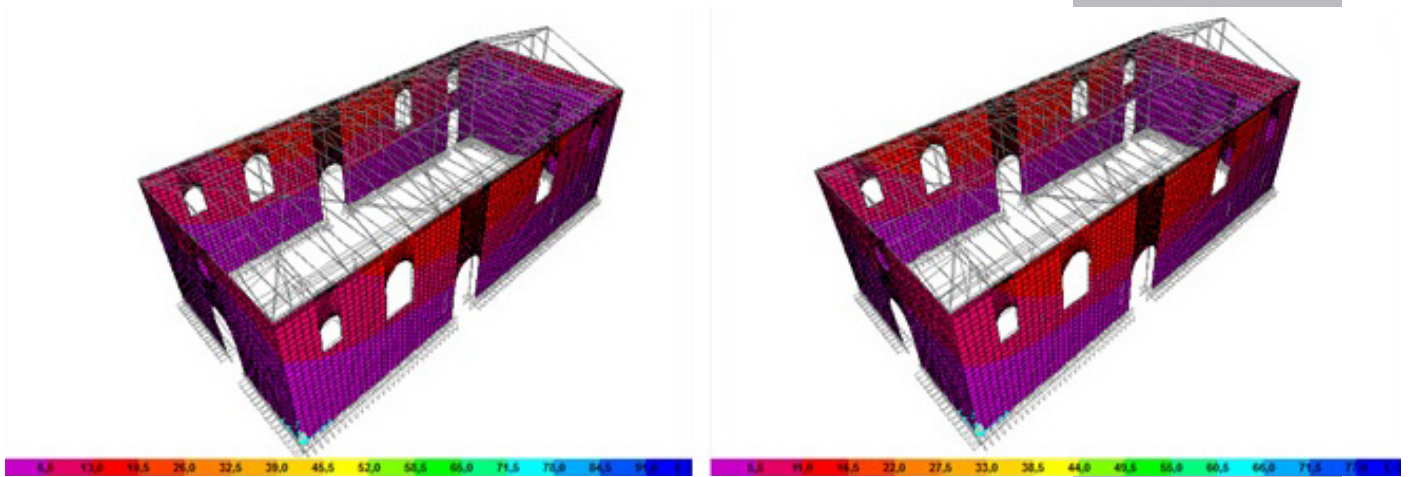
Εικόνα 137

Μετακινήσεις ισοδύναμης στατικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση x



Εικόνα 138

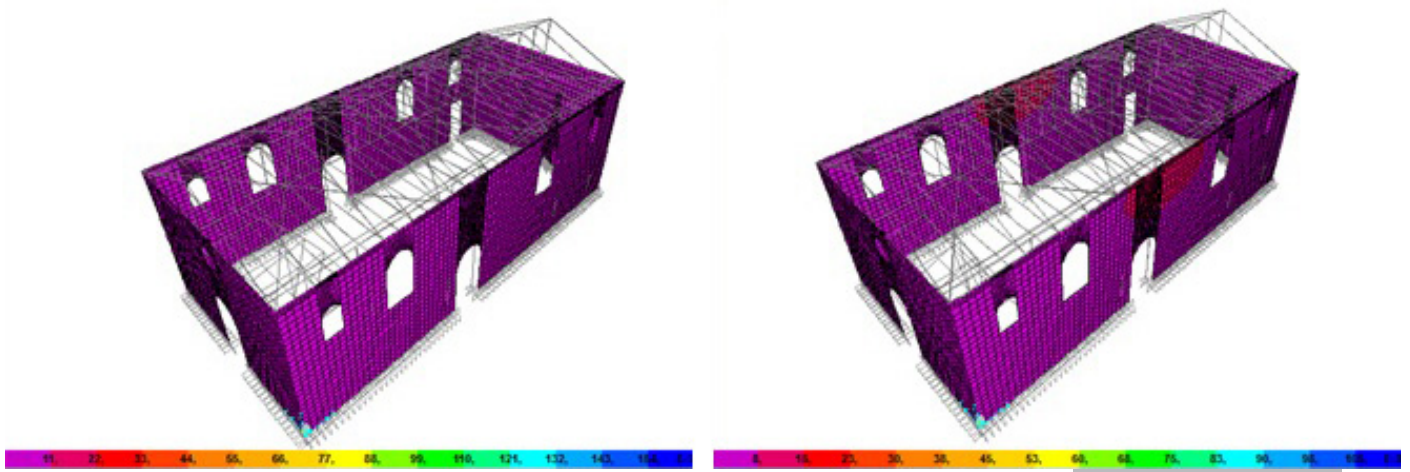
Μετακινήσεις ισοδύναμης στατικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση y



Εικόνα 139

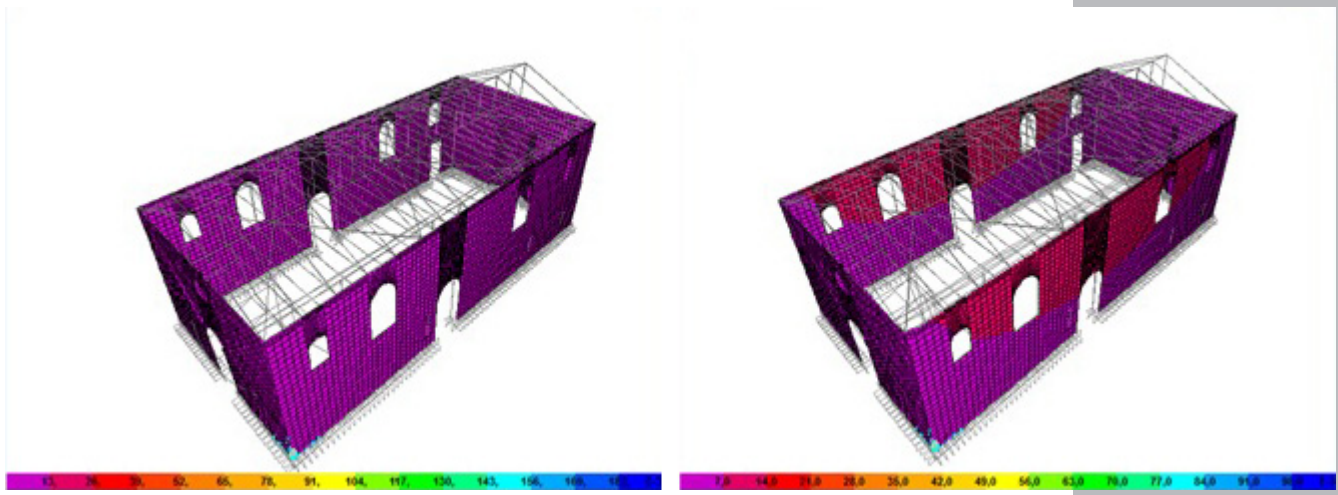
Μετακινήσεις ισοδύναμης στατικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση y

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ – ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ



Εικόνα 140

Μετακινήσεις δυναμικής φασματικής ανάλυσης για το φάσμα της Λευκάδας 2003. Α) Κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση x . Β) Κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση y .



Εικόνα 141

Μετακινήσεις δυναμικής φασματικής ανάλυσης για το φάσμα του Ευρόκωδικα 8. Α) Κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση x . Β) Κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση y .

ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ - Μετακινήσεις στο μέσο της όψης

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΟΨΗ	Lsx+0,3y		Αποδοτικότητα	Lsy+0,3x		Αποδοτικότητα
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ		ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	
ΒΟΡΕΙΑ	0,03	0,005	6	0,11	0,017	6,5
ΔΥΤΙΚΗ	0,02	0,007	2,85	0,006	0,002	3

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ - Μετακινήσεις στο μέσο της όψης

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΟΨΗ	EX+0,3EYLEF		Αποδοτικότητα	EY+0,3EXLEF		Αποδοτικότητα
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ		ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	
ΒΟΡΕΙΑ	0,03	0,002	15	0,1	0,008	12,5
ΔΥΤΙΚΗ	0,01	0,002	5	0,004	0,0002	40

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ - Μετακινήσεις στο μέσο της όψης

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΟΨΗ	RSX		Αποδοτικότητα	RSY		Αποδοτικότητα
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ		ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	
ΒΟΡΕΙΑ	0,02	0,004	5	0,08	0,01	8
ΔΥΤΙΚΗ	0,01	0,004	2,5	0,004	0,001	4

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ - Μετακινήσεις στο μέσο της όψης

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΟΨΗ	1,3RSX		Αποδοτικότητα	1,3RSY		Αποδοτικότητα
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ		ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	
ΒΟΡΕΙΑ	0,03	0,006	5	0,104	0,018	5,8
ΔΥΤΙΚΗ	0,013	0,005	2,6	0,005	0,001	5

Στους παραπάνω πίνακες παρουσιάζονται συγκριτικά οι μετακινήσεις στο μέσο της βόρειας και δυτικής όψης πριν και μετά την επέμβαση. Η νότια και η ανατολική όψη παραλείπονται λόγω συμμετρίας τους με τις παρουσιαζόμενες όψεις. Παρατηρείται αρχικά ότι οι μετατοπίσεις περιορίζονται στο 1 με 2 cm για τη βόρεια όψη, ενώ για τη δυτική όψη οι μετατοπίσεις σχεδόν μηδενίζονται. Στο κελί «αποδοτικότητα» παρουσιάζεται ο λόγος των μετακινήσεων της κάθε όψης πριν και μετά την επέμβαση. Κατά μέσο όρο, λοιπόν, η διαφραγματοποίηση της στέψης περιορίζει τα μεγέθη κατά 5,5 φορές. Στη βόρεια όψη, η απόκλιση από την κατακόρυφο περιορίζεται στο 2-4 % από 2% που προέβλεπε το προσομοίωμα πριν την επέμβαση.

5.4.3 ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

Αναφορικά τόσο με την εκτός (κάμψη) όσο και με την εντός επιπέδου ένταση (τέμνουσα), η αύξηση της αντοχής της τοιχοποιίας λόγω της ομογενοποίησης μάζας, αλλά και του ενισχυμένου επιχρίσματος, υπολογίζεται ως εξής: (Vintzileou & Miltiadou - Fezans, 2008) (ΟΑΣΠ, 2001)

Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας υπολογίζεται βάσει της σχέσης:

$$f_{wc,i} = f_{wc,0} \left(1 + \frac{V_i}{V_w} \frac{f_{i,s}}{f_{wc,0}} \right) \text{ όπου}$$

$f_{wc,0}$ η αρχική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας

$f_{i,s}$ η θλιπτική αντοχή του ενέματος

V_i και V_w ο όγκος του υλικού πληρώσεως (ενέματος) και ο συνολικός όγκος της λιθοδομής αντίστοιχα

Η θλιπτική αντοχή του ενέματος υπολογίζεται βάσει της σχέσης

$$f_{i,s} = 1,6 + 0,5 f_{gr,t} \text{ , όπου } f_{gr,t} \text{ η εφελκυστική αντοχή του ενέματος}$$

Λαμβάνεται $f_{gr,t} = 3 \text{MPa}$, οπότε προκύπτει:

$$f_{i,s} = 1,6 + 0,5 \times 3 = 3,1 \text{MPa}$$

Αρα, η νέα θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας λόγω της ομογενοποίησης μάζας ισούται με:

$$f_{wc,i} = 1,23 \left(1 + 0,26 \frac{3,1}{1,23} \right) = 2 \text{MPa}$$

Επίσης, θεωρείται ότι το μέτρο ελαστικότητας θεωρείται ότι βελτιώνεται και ισούται με $E = 1500 \text{MPa}$. Τέλος, θεωρείται ότι η f_{vko} ισούται πλέον με 200kPa .

Στη συνέχεια, εξετάζεται η συμβολή του οπλισμένου επιχρίσματος. Τοποθετείται εσχάρα $\Phi 8/15$ και επίχρισμα πάχους 50mm και στις δύο όψεις. Συνεπώς, προκύπτει η σύνθετη διατομή της εικόνας 129:

Η ισοδύναμη δυσκαμψία αυτής της διατομής προκύπτει:

$$E_{i\sigma} = \frac{E_w \times \rho_w + E_{\varepsilon\pi} \times \rho_{\varepsilon\pi} + E_s \times \rho_s}{0,56}$$

Όπου $E_{\varepsilon\pi} = 900 f_{mc} = 900 \times 7 = 6,3 \text{GPa}$

$$\rho_s = 16 \times \frac{\pi \frac{0,008^2}{4}}{0,66 \times 1} = 0,0012 \text{ το ποσοστό του οπλισμού}$$

$$E_{i\sigma} = \frac{1,5 \times \frac{56}{66} + 6,3 \times \frac{10}{66} + 200 \times 0,0012}{0,56} = 4,4 \text{GPa}$$

Στη διατμητική αντοχή του οπλισμένου επιχρίσματος θεωρητικά συμβάλλουν ο οπλισμός και το επίχρισμα. Η συμβολή του επιχρίσματος, ωστόσο, αγνοείται, καθώς πρώτον, έχει μικρό σχετικά πάχος και δεύτερον πιθανότατα κατά τη σεισμική φόρτιση να υποστεί αποκόλληση. Επομένως, η επιπλέον διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας περιλαμβάνει μόνο την επιπρόσθετη διατμητική αντοχή λόγω των οπλισμών και υπολογίζεται ως εξής:

$$\tau_s = \rho \times \frac{f_{sy}}{\gamma_s} = 0,0012 \times \frac{500}{1,15} = 520 \text{kPa}$$

Η επιπλέον καμπτική αντοχή υπολογίζεται βασιζόμενη στην παραπάνω σύνθετη διατομή (εικόνα 129):

$$M_{\varepsilon\pi\iota\chi} = A_s \times \frac{f_{sy}}{1,15} \times z, z = 0,9d$$

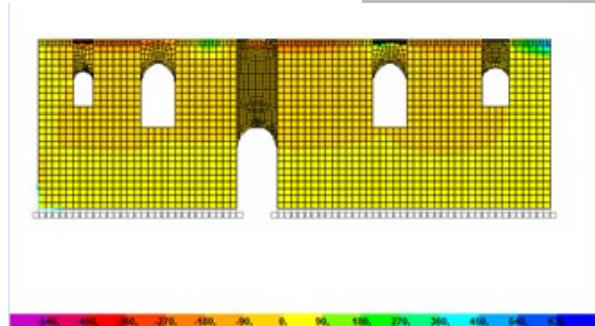
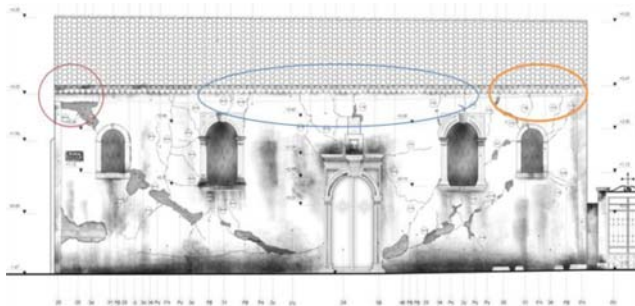
$$M_{\varepsilon\pi\iota\chi} = 8 \times \pi \times \frac{0,008^2}{4} \times \frac{500}{1,15} \times 0,9 \times 0,61 = 96 \text{kNm}$$

Πραγματοποιώντας τους αντίστοιχους ελέγχους στις κρίσιμες έναντι τέμνουσας περιοχές της τοιχοποιίας προκύπτει ότι η προταθείσα επέμβαση βελτιώνει αισθητά τη συμπεριφορά της τοιχοποιίας. Μάλιστα, όπως παρουσιάζεται ενδεικτικά στον παρακάτω πίνακα με του ελέγχους της βόρειας όψης, οι ελεγχόμενες περιοχές

πλέον έχουν επαρκή αντοχή έναντι τέμνουσας. Πρέπει να σχολιαστεί ότι τα αποτελέσματα των ελέγχων της δυναμικής φασματικής ανάλυσης δεν αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα, καθώς λαμβάνουν υπόψη τα μέγιστα εντατικά μεγέθη κάθε περιοχής και όχι τα ταυτόχρονα εντατικά μεγέθη.

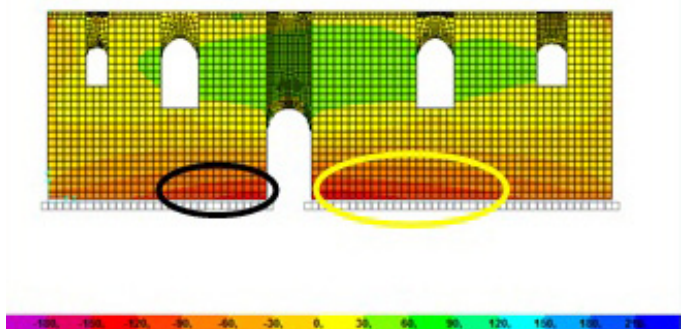
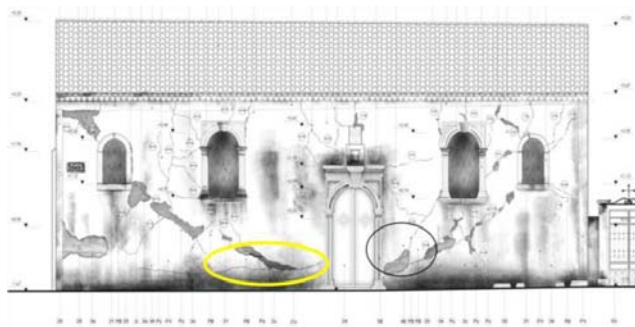
Επίσης, πρέπει να επισημανθεί ότι λόγω των αβεβαιοτήτων που εισάγονται στην εκτίμηση της νέας αντοχής της τοιχοποιίας, η τελική σύνθεση του κονιάματος επέμβασης, όπως και η πραγματική διατμητική αντοχή που αποκτά η τοιχοποιία, πρέπει να προσεγγιστεί μέσω πειραμάτων.

Η προσπάθεια διαφραγματοποίησης της στέψης είναι γνωστό ότι ανακουφίζει κυρίως την εκτος επιπέδου ένταση. Όπως παρουσιάζεται στους ακόλουθους πίνακες, η κατασκευή διαζώματος επιφέρει αρχικά δύο σημαντικές μεταβολές: Πρώτον, μεταβάλλει την κατανομή της έντασης στην τοιχοποιία, καθώς πλέον η τοιχοποιία δεν συμπεριφέρεται σαν πρόβολος, αλλά περισσότερο σαν τετραέρειστη πλάκα με συγκέντρωση της έντασης περί το μέσον. Δεύτερον, τα αναπτυσσόμενα εντατικά μεγέθη ελαττώνονται κατά πολύ. Πιο συγκεκριμένα, στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζονται συγκριτικά τα εντατικά μεγέθη στις εξεταζόμενες κρίσιμες περιοχές, πριν και μετά την επέμβαση. Όπως γίνεται φανερό, η διαφραγματοποίηση της στέψης μειώνει την ένταση από 3 έως και 20 φορές. Ο λόγος M_{sd}/M_{Rd} είναι εμφανώς μειωμένος και πλέον οι καμπτικές αντοχές της τοιχοποιίας επαρκούν έναντι των ελέγχων. Όταν σημειώνεται αστοχία, ο λόγος M_{sd}/M_{Rd} δεν ξεπερνά το 2. Στην μόνη περιοχή που συμβαίνει αυτό, είναι στη βάση του τοίχου κοντά στο μεσαίο άνοιγμα, όπου είναι και αναμενόμενη η συγκέντρωση τάσεων. Τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να θεωρηθούν αρκετά ικανοποιητικά, εάν ληφθεί υπόψη ότι: α) η συμπεριφορά της τοιχοποιίας έχει θεωρηθεί πλήρως ελαστική $q=1$ και β) η επιβαλλόμενη ένταση της ισοδύναμης στατικής ανάλυσης είναι αυξημένη λόγω του συντελεστή σπουδαιότητας $\gamma=1,3$ και εξαιτίας της υιοθετήσας επιβαλλόμενης επιτάχυνσης στο πλατώ του φάσματος.



Εικόνα 142

Κατανομή καμπτικών ροπών M11 ισοδύναμης στατικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση y στη βόρεια όψη.



Εικόνα 143

Κατανομή καμπτικών ροπών M22 ισοδύναμης στατικής ανάλυσης με κύρια σεισμική συνιστώσα κατά τη διεύθυνση y στη βόρεια όψη.

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ					
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	M ₂₂		M ₁₁	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
		Ms/MRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		
1	1,35G+1,5Q	0,02	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,03	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	rsx	0,22	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,74	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	rsy	0,16	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,53	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	1,3rsx	0,47	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	5,44	ΑΣΤΟΧΙΑ
	1,3rsy	0,33	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	5,44	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EX+0,3EYLEF	0,11	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,37	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	EY+0,3EXLEF	0,10	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,33	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Isx+0,3y	0,07	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,76	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Is-x+0,3y	0,01	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,57	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Isx-0,3y	0,02	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,60	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Is-x-0,3y	0,20	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,73	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Isy+0,3x	0,09	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,49	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Is-y+0,3x	0,04	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,05	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Isy-0,3x	0,07	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,09	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Is-y-0,3x	0,06	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,45	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

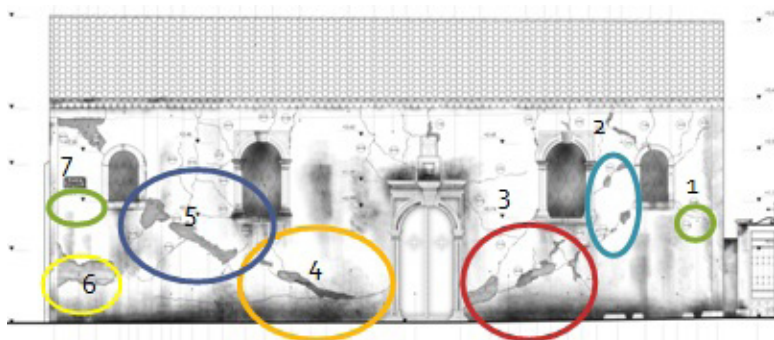
ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ					
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	M ₂₂		M ₁₁	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
		Ms/MRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		
2	1,35G+1,5Q	0,10	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,07	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	rsx	0,56	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,63	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	rsy	1,05	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,29	ΑΣΤΟΧΙΑ
	1,3rsx	0,71	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,81	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	1,3rsy	1,35	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,66	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EX+0,3EYLEF	0,18	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,24	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	EY+0,3EXLEF	0,63	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,78	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Isx+0,3y	0,15	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,25	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Is-x+0,3y	0,17	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,32	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Isx-0,3y	0,27	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,40	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Is-x-0,3y	0,24	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,33	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Isy+0,3x	0,78	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	1,04	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y+0,3x	0,93	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	1,14	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy-0,3x	0,80	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	1,06	ΑΣΤΟΧΙΑ
Is-y-0,3x	1,03	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,12	ΑΣΤΟΧΙΑ	

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ					
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	M ₂₂		M ₁₁	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
		Ms/MRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		
3	1,35G+1,5Q	0,02	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,03	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	rsx	0,87	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	1,01	ΑΣΤΟΧΙΑ
	rsy	1,41	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,72	ΑΣΤΟΧΙΑ
	1,3rsx	1,16	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,32	ΑΣΤΟΧΙΑ
	1,3rsy	1,87	ΑΣΤΟΧΙΑ	2,24	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EX+0,3EYLEF	0,37	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,34	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	EY+0,3EXLEF	0,79	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	1,01	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isx+0,3y	0,26	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,48	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Is-x+0,3y	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,57	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Isx-0,3y	0,32	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,60	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Is-x-0,3y	0,42	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,52	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	Isy+0,3x	1,19	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,77	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y+0,3x	1,24	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,84	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Isy-0,3x	1,49	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,80	ΑΣΤΟΧΙΑ
	Is-y-0,3x	1,46	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,81	ΑΣΤΟΧΙΑ

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ					
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	M22		M11	
		ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
		Ms/MRd		a/ft	
4	1,35G+1,5Q	0,03	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,03	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	rsx	1,25	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,07	ΑΣΤΟΧΙΑ
	rsy	2,20	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,87	ΑΣΤΟΧΙΑ
	1,3rsx	1,71	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,39	ΑΣΤΟΧΙΑ
	1,3rsy	3,03	ΑΣΤΟΧΙΑ	2,43	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EX+0,3EYLEF	0,56	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,35	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	EY+0,3EXLEF	1,19	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,10	ΑΣΤΟΧΙΑ
	lsx+0,3y	0,56	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,56	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	ls-x+0,3y	0,39	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,56	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	lsx-0,3y	0,63	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,59	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	ls-x-0,3y	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	0,60	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
	lsy+0,3x	1,77	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,91	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-y+0,3x	2,27	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,95	ΑΣΤΟΧΙΑ
	lsy-0,3x	1,47	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,91	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-y-0,3x	1,92	ΑΣΤΟΧΙΑ	1,95	ΑΣΤΟΧΙΑ

ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΣΤΑΤΙΚΗ						
ΠΕΡΙΟΧΗ	M22(kNm)			M11(kNm)		
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
1	28	7	4,00	135	8	16,88
2	67	100	0,67	417	50	8,34
3	560	185	3,03	124	40	3,10
4	980	300	3,27	225	70	3,21

ΛΕΥΚΑΔΑ						
ΠΕΡΙΟΧΗ	M22(kNm)			M11(kNm)		
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ
1	27	10	2,70	123	6	20,50
2	58	63	0,92	440	37	11,89



Εικόνα 144

Επισήμανση περιοχών βόρειας όψης όπου έχουν αστοχήσει έναντι τέμνουσας. Μετά την προταθείσα επέμβαση, οι περιοχές αυτές μπορούν να παραλάβουν τις εισαγόμενες διατμητικές δυνάμεις

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ				ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
1	EX+0,3EYLEF	1,79	ΑΣΤΟΧΙΑ	2	EX+0,3EYLEF	2,11	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	1,65	ΑΣΤΟΧΙΑ		EY+0,3EXLEF	0,18	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsx+0,3y	7,58	ΑΣΤΟΧΙΑ		lsx+0,3y	0,60	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-x+0,3y	0,77	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!		ls-x+0,3y	0,47	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsx-0,3y	0,45	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!		lsx-0,3y	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-x-0,3y	0,49	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!		ls-x-0,3y	0,42	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsy+0,3x	5,26	ΑΣΤΟΧΙΑ		lsy+0,3x	0,42	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-y+0,3x	0,19	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!		ls-y+0,3x	0,07	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsy-0,3x	4,12	ΑΣΤΟΧΙΑ		lsy-0,3x	0,59	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-y-0,3x	0,04	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!		ls-y-0,3x	0,17	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
3	EX+0,3EYLEF	4,39	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	0,09	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsx+0,3y	0,50	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-x+0,3y	0,58	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsx-0,3y	0,51	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-x-0,3y	0,67	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsy+0,3x	0,19	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-y+0,3x	0,09	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsy-0,3x	0,10	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-y-0,3x	0,28	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
4	EX+0,3EYLEF	7,38	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	0,06	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsx+0,3y	0,52	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-x+0,3y	0,83	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsx-0,3y	0,54	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-x-0,3y	1,23	ΑΣΤΟΧΙΑ
	lsy+0,3x	0,14	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-y+0,3x	0,19	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsy-0,3x	0,17	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-y-0,3x	0,22	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
5	EX+0,3EYLEF	7,53	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	0,12	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsx+0,3y	0,70	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-x+0,3y	0,54	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsx-0,3y	0,93	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-x-0,3y	0,47	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsy+0,3x	0,70	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-y+0,3x	0,28	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsy-0,3x	0,28	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-y-0,3x	0,03	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
6	EX+0,3EYLEF	10,14	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	10,65	ΑΣΤΟΧΙΑ
	lsx+0,3y	0,71	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-x+0,3y	2,21	ΑΣΤΟΧΙΑ
	lsx-0,3y	0,49	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-x-0,3y	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsy+0,3x	11,56	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-y+0,3x	0,07	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsy-0,3x	5,22	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-y-0,3x	0,16	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	Vs/VRd	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
7	EX+0,3EYLEF	8,00	ΑΣΤΟΧΙΑ
	EY+0,3EXLEF	6,35	ΑΣΤΟΧΙΑ
	lsx+0,3y	0,45	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-x+0,3y	48,45	ΑΣΤΟΧΙΑ
	lsx-0,3y	0,32	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	ls-x-0,3y	0,55	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsy+0,3x	30,45	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-y+0,3x	0,02	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!
	lsy-0,3x	1,62	ΑΣΤΟΧΙΑ
	ls-y-0,3x	0,17	ΕΠΑΡΚΕΙΑ!

5.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάστηκε η προτεινόμενη μέθοδος επέμβασης στο ναό. Η πρόταση αυτή, η οποία δεν επηρεάζει την αισθητική αξία του μνημείου, τεκμηριώθηκε ότι μπορεί να του προσφέρει μία καλή συνδεσιμότητα των τοίχων μεταξύ τους, να περιορίσει τις μετακινήσεις της στέψης και να αναγκάσει το σύνολο του δομήματος σε ενιαία μετακίνηση. Με τον τρόπο αυτό, μειώνεται σημαντικά η ιδιοπερίδος του κτιρίου, οι μετατοπίσεις του, αλλά και τα καμπτικά εντατικά μεγέθη του. Τέλος, η προσφερόμενη διατμητική αντοχή μέσω του αρμολογήματος προστατεύει επαρκώς την τοιχοποιία έναντι της εισαγόμενης τέμνουσας. Ωστόσο, η διενέργεια πειραμάτων για τον προσδιορισμό της σύνθεσης του κονιάματος, αλλά και της πραγματικής νέας διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας κρίνεται απαραίτητη για τη διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

The background of the page is a detailed architectural drawing of a stone tower. The tower has a decorative top section with a central arched opening and two large, symmetrical scroll-like flourishes on either side. Below this, there are two more arched openings, each supported by a small column. The main body of the tower is composed of a grid of rectangular stones. At the bottom, there is a single large arched opening supported by two thick columns. The drawing is rendered in a light gray color, and the entire page is overlaid with a dark gray semi-transparent rectangle on the left side, which contains the text.

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα

Προτάσεις Αποκατάστασης

Ο ΙΝ του Αγίου Γεωργίου δεν αποτελεί τον μεγαλοπρεπέστερο ναό της πόλης της Λευκάδας. Για την ακρίβεια, δεν αποτελεί καν έναν από τους μεγαλύτερους. Απεναντίας, είναι ένας απλός συνοικιακός ναός, ο οποίος όμως κατάφερε να επιβιώσει ανά τους αιώνες και αποτελεί σήμερα προστατευόμενο μνημείο και πολιτιστική μας κληρονομιά. Αναζητώντας, λοιπόν, στοιχεία, για τον εν λόγω ναό στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, καταγράφηκαν τα εξής σημαντικά συμπεράσματα τόσο για τον ναό καθεαυτόν, όσο και για τους υπόλοιπους ναούς της πόλης.

Όλοι οι ναοί της πρωτεύουσας του νησιού, από τους μεγαλοπρεπέστερους -του Αγ. Σπυρίδωνα και του Αγίου Νικολάου έως τους μικρούς συνοικιακούς, όπως ο υπό μελέτη ναός, χτίστηκαν κατά την ίδια χρονική περίοδο (Ενετοκρατία), με τον ίδιο τρόπο και με τα ίδια υλικά. Η ομοιότητα των ναών δεν σταματά όμως στο επίπεδο της τυπολογίας και της μορφολογίας. Υποψιασμένοι από το διπλό δομικό σύστημα των οικιών της Λευκάδας και ψάχνοντας εξονυχιστικά πίσω από την ξύλινη επένδυση του εσωτερικού, ανακαλύφθηκε και καταγράφηκε ότι όχι μόνο οι κατοικίες αλλά και οι ναοί της πόλης διαθέτουν ένα δευτερεύον ξύλινο δομικό σύστημα, το οποίο υποστηρίζει την στέγη. Αυτή η ανακάλυψη χρήζει ιδιαίτερης διερεύνησης, τόσο ως προς τον αριθμό των ναών της πόλης που τη διαθέτουν, όσο και ως προς την ικανότητα της να παραλάβει φορτία, σε περίπτωση κατάρρευσης της φέρουσας τοιχοποιίας του ναού. Μπορεί να ειπωθεί, λοιπόν, ότι οι εκκλησίες της ιστορικής πόλης της Λευκάδας έχουν το δικό τους τοπικό δομικό σύστημα, το οποίο είναι εξίσου μοναδικό με το σύστημα των οικιών της πόλης.

Επιβεβαιώνεται ότι η συμμετοχή του πολιτικού μηχανικού στα αρχικά στάδια της μελέτης (ιστορική τεκμηρίωση, κατασκευαστική ανάλυση, αποτύπωση) είναι αναγκαία για την εν συνεχεία ορθότερη προσομοίωση και μελέτη του ναού. Η επαφή με το δόμημα και η πλήρης κατανόηση των συνδέσεων που αποτυπώνονται στο χαρτί, βοηθά το μηχανικό να έχει πληρέστερη εποπτεία του κτιρίου και να αντιλαμβάνεται καλύτερα τη συμπεριφορά του. Ωστόσο, αυτή η παρατήρηση, που βασίζεται στην προσωπική εμπειρία της συντάξασας τη μελέτη, ίσως να μην ισχύει για τους υπόλοιπους μελετητές.

Αναφορικά με τον υπό μελέτη ναό, διαπιστώθηκε ότι στην παρούσα κατάσταση του αποτελεί ένα (δυστυχώς) εύκαμπτο δόμημα, με ελλιπή σύνδεση των τοίχων μεταξύ τους και μειωμένες αντοχές. Τα αποτελέσματα των αριθμητικών αναλύσεων αιτιολογούν ικανοποιητικά την παθολογία του κτιρίου. Κύρια πηγή βλαβών για το κτίριο αποτελούν οι σεισμικοί συνδυασμοί φόρτισης. Οι εκτεταμένες αστοχίες των ζωνών ανωφλιών είναι αναμενόμενες λόγω της μηδενικής εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας και της χρήσης μόνο του μεριδίου συνάφειας εναντίον της διατμητικής αντοχής για τον έλεγχο έναντι τέμνουσας. Ο ξύλινος σκελετός δεν παραλαμβάνει - όπως ήταν αναμενόμενο - φορτία. Κατά τη σεισμική φόρτιση του κτιρίου η κύρια ένταση του σεισμού παραλαμβάνεται από την τοιχοποιία. Η μη καταγραφή βλαβών στον ξύλινο σκελετό κατά την αποτύπωση του κτιρίου επαληθεύεται από το προσομοίωμα. Συνεπώς, η μόνη αιτιολογημένη χρήση του αφορά στην πρόληψη κατάρρευσης της στέγης, σε περίπτωση κατάρρευσης της φέρουσας τοιχοποιίας.

Για τον περιορισμό των αβεβαιοτήτων που εισήχθησαν στη μελέτη, προτείνεται πειραματική διερεύνηση των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών της τοιχοποιίας, αλλά και της θεμελίωσης. Αναφορικά με τον ξύλινο σκελετό και τη στέγη, δυστυχώς δεν ήταν δυνατό να μελετηθούν ξεχωριστά σε αυτή τη διπλωματική εργασία. Επομένως, η συμπεριφορά του δευτερεύοντος ξύλινου δομικού συστήματος αποτελεί πεδίο περαιτέρω μελλοντικής διερεύνησης.

Η ισοδύναμη στατική ανάλυση κρίνεται καταλληλότερη, καθώς παρέχει ικανοποιητική εποπτική και παραστατική εικόνα της σεισμικής απόκρισης του φορέα για τις πρώτες ιδιομορφές διέγερσής του. Η φασματική δυναμική ανάλυση, παρα το γεγονός ότι είναι περισσότερο προηγμένη, ενέχει αβεβαιότητες σχετικά με τη φύση και τις ιδιότητες του υλικού του κελύφους (έντονη μη γραμμικότητα υλικού). Συνεπώς καθιστά αμφίβολη την αξιοπιστία και σχετική την ακρίβεια των όποιων αποτελεσμάτων, κυρίως αν ληφθεί υπόψη ο υπερβολικός υπολογιστικός χρόνος που απαιτείται.

Αν και είναι δεδομένη η μη γραμμικότητα του υλικού που χαρακτηρίζει τη συμπεριφορά της φέρουσας τοιχοποιίας, κρίνεται επαρκής η απλούστευση θεώρησης ελαστικής συμπεριφοράς, δεδομένου ότι οι υπάρχουσες αβεβαιότητες καθιστούν αδύνατη την αξιόπιστη ελαστοπλαστική προσομοίωση του δομήματος.

Τέλος, η πρόταση αποκατάστασης αποδείχτηκε ότι μπορεί να θωρακίσει το μνημείο έναντι των δυναμικών καταπονήσεων, σεβόμενη κατά το δυνατό την Αισθητική Αξία, Ιστορική Μνήμη, την Οικονομία και την Χρήση του κτιρίου, αλλά και προστατεύοντας κατά το βέλτιστο την Αξία της ανθρώπινης ζωής

Παράρτημα

MODAL	Mode	196	0,022683	0,00064	0,000042
MODAL	Mode	197	0,022456	0,00081	0,000042
MODAL	Mode	198	0,022386	0,00031	0,000042
MODAL	Mode	199	0,022189	0,00006512	0,0000028
MODAL	Mode	200	0,022032	0,00003252	0,000042
MODAL	Mode	201	0,021803	0,0001	0,000075
MODAL	Mode	202	0,021648	6,205E-07	0,000042
MODAL	Mode	203	0,021608	0,00016	2,746E-07
MODAL	Mode	204	0,021175	0,00008529	0,000042
MODAL	Mode	205	0,020976	0,0084	0,000042
MODAL	Mode	206	0,020895	0,00424	0,002042
MODAL	Mode	207	0,02078	0,00572	0,000042
MODAL	Mode	208	0,020476	0,00095	0,000042
MODAL	Mode	209	0,020441	0,00027	0,000026
MODAL	Mode	210	0,020148	0,00239	0,000042
MODAL	Mode	211	0,0201	0,0001	0,005042
MODAL	Mode	212	0,019928	0,00085	0,003042
MODAL	Mode	213	0,019622	0,000008124	0,000042
MODAL	Mode	214	0,019448	0,00045	0,000042
MODAL	Mode	215	0,019212	0,00377	0,000042
MODAL	Mode	216	0,019001	0,00127	0,000042
MODAL	Mode	217	0,018899	0,00503	0,000020
MODAL	Mode	218	0,018765	0,00005923	0,000042
MODAL	Mode	219	0,018446	3,131E-08	0,000042
MODAL	Mode	220	0,018266	0,00168	0,000042
MODAL	Mode	221	0,018196	0,00019	0,002042
MODAL	Mode	222	0,017995	6,351E-08	0,0000070
MODAL	Mode	223	0,017716	0,00023	0,001042
MODAL	Mode	224	0,017563	0,00035	0,000042
MODAL	Mode	225	0,017192	0,000005051	0,000042
MODAL	Mode	226	0,017053	0,00066	0,000042
MODAL	Mode	227	0,016951	0,00011	0,001042
MODAL	Mode	228	0,016462	0,00018	0,000042
MODAL	Mode	229	0,016437	0,00067	0,002042
MODAL	Mode	230	0,016269	0,00146	0,009042
MODAL	Mode	231	0,016117	0,00191	0,003042
MODAL	Mode	232	0,015946	0,00021	0,000042
MODAL	Mode	233	0,015808	0,00383	2,133E-07
MODAL	Mode	234	0,015373	0,00015	0,001042

TABLE: Modal Participating Mass Ratios				ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ			
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,612362	0,00716	0,000002961	0,00716	0,000002961
MODAL	Mode	2	0,516153	0,0003	5,147E-07	0,00746	0,000003476
MODAL	Mode	3	0,38398	6,026E-09	0,33608	0,00746	0,33608
MODAL	Mode	4	0,363615	0,03619	8,083E-08	0,04366	0,33608
MODAL	Mode	5	0,297753	0,00000145	4,465E-07	0,04366	0,33608
MODAL	Mode	6	0,213653	4,703E-07	6,173E-07	0,04366	0,33609
MODAL	Mode	7	0,20342	0,000001391	0,00001141	0,04366	0,3361
MODAL	Mode	8	0,182682	0,00098	1,272E-07	0,04464	0,3361
MODAL	Mode	9	0,15031	0,18784	0,000001157	0,23248	0,3361
MODAL	Mode	10	0,146751	0,03014	0,0000513	0,26262	0,33615
MODAL	Mode	11	0,13732	0,000003868	0,00005521	0,26263	0,3362
MODAL	Mode	12	0,130104	0,00007864	0,11308	0,2627	0,44928
MODAL	Mode	13	0,127768	0,01243	0,00097	0,27513	0,45025
MODAL	Mode	14	0,127655	0,000001758	0,00057	0,27513	0,45083
MODAL	Mode	15	0,125284	0,000007517	0,00185	0,27514	0,45267
MODAL	Mode	16	0,113754	0,000002269	2,288E-08	0,27514	0,45267
MODAL	Mode	17	0,106824	0,00299	0,00003018	0,27814	0,4527
MODAL	Mode	18	0,095392	0,00013	0,00217	0,27827	0,45487
MODAL	Mode	19	0,094005	0,0003	0,000005545	0,27857	0,45488
MODAL	Mode	20	0,085778	0,00111	0,03668	0,27968	0,49156
MODAL	Mode	21	0,084573	0,00001316	0,04056	0,27969	0,53212
MODAL	Mode	22	0,084004	0,00265	0,06262	0,28234	0,59474
MODAL	Mode	23	0,079395	0,00002847	0,14139	0,28237	0,73613
MODAL	Mode	24	0,077725	0,00012	0,00004087	0,28249	0,73618
MODAL	Mode	25	0,076234	0,00357	0,00002417	0,28606	0,7362
MODAL	Mode	26	0,07506	0,00046	0,00002987	0,28653	0,73623
MODAL	Mode	27	0,073714	0,00458	1,831E-07	0,29111	0,73623
MODAL	Mode	28	0,072967	0,01346	0,00029	0,30457	0,73652
MODAL	Mode	29	0,072735	0,00222	0,00002143	0,3068	0,73655
MODAL	Mode	30	0,071434	0,03131	0,00055	0,3381	0,7371
MODAL	Mode	31	0,070165	0,04871	0,00013	0,38681	0,73723
MODAL	Mode	32	0,069059	0,12721	0,00758	0,51402	0,7448
MODAL	Mode	33	0,068782	0,2054	0,00148	0,71941	0,74628
MODAL	Mode	34	0,067802	0,00703	0,000008291	0,72645	0,74629
MODAL	Mode	35	0,06688	0,00007251	0,00009592	0,72652	0,74638

MODAL	Mode	36	0,06638	0,0009	0,00221	0,72743	0,74859
MODAL	Mode	37	0,065511	0,01111	0,00001657	0,73854	0,7486
MODAL	Mode	38	0,0642	0,01182	0,00416	0,75036	0,75276
MODAL	Mode	39	0,063485	0,00048	0,00004083	0,75084	0,7528
MODAL	Mode	40	0,062653	0,00384	0,00009591	0,75467	0,7529
MODAL	Mode	41	0,062572	0,00027	0,00003112	0,75495	0,75293
MODAL	Mode	42	0,062482	0,00799	0,00013	0,76293	0,75306
MODAL	Mode	43	0,060984	0,00232	0,00167	0,76525	0,75474
MODAL	Mode	44	0,059973	0,00028	0,0042	0,76553	0,75894
MODAL	Mode	45	0,05852	0,00246	0,00744	0,76799	0,76638
MODAL	Mode	46	0,057261	0,00088	0,0034	0,76887	0,76978
MODAL	Mode	47	0,055686	0,00029	0,00116	0,76916	0,77094
MODAL	Mode	48	0,055457	0,0000415	8,914E-08	0,76921	0,77094
MODAL	Mode	49	0,055443	0,0005	0,000001308	0,7697	0,77095
MODAL	Mode	50	0,055182	0,00002611	0,00018	0,76973	0,77113
MODAL	Mode	51	0,05426	0,000001241	0,00005671	0,76973	0,77119
MODAL	Mode	52	0,053996	0,0004	0,00071	0,77013	0,77189
MODAL	Mode	53	0,053507	0,000009809	0,000002067	0,77014	0,77189
MODAL	Mode	54	0,052885	0,00011	0,00171	0,77025	0,7736
MODAL	Mode	55	0,052516	0,00019	0,02575	0,77044	0,79936
MODAL	Mode	56	0,052503	0,00011	0,00228	0,77055	0,80163
MODAL	Mode	57	0,051559	0,00008172	0,00005475	0,77063	0,80169
MODAL	Mode	58	0,051344	0,00035	0,00042	0,77098	0,80211
MODAL	Mode	59	0,050597	0,00053	0,00036	0,77151	0,80246
MODAL	Mode	60	0,0501	0,00002782	0,00014	0,77154	0,80261
MODAL	Mode	61	0,049954	4,779E-07	0,00127	0,77154	0,80388
MODAL	Mode	62	0,049698	0,00054	0,00002508	0,77208	0,8039
MODAL	Mode	63	0,049216	0,00022	0,00023	0,7723	0,80413
MODAL	Mode	64	0,049063	0,00178	3,599E-07	0,77408	0,80413
MODAL	Mode	65	0,049002	0,000005022	2,649E-08	0,77409	0,80413
MODAL	Mode	66	0,048979	0,000002081	6,634E-08	0,77409	0,80413
MODAL	Mode	67	0,048932	0,00001025	2,663E-07	0,7741	0,80413
MODAL	Mode	68	0,048874	6,769E-07	1,335E-08	0,7741	0,80413
MODAL	Mode	69	0,048815	0,000001736	3,753E-07	0,7741	0,80413
MODAL	Mode	70	0,048784	0,00000113	0,00002136	0,7741	0,80415
MODAL	Mode	71	0,048747	0,00012	0,00026	0,77422	0,80442
MODAL	Mode	72	0,048713	4,534E-07	6,505E-07	0,77422	0,80442
MODAL	Mode	73	0,04863	0,000008906	0,000003838	0,77423	0,80442
MODAL	Mode	74	0,048553	0,000004945	5,739E-08	0,77424	0,80442
MODAL	Mode	75	0,04851	7,633E-08	0,002	0,77424	0,80642

MODAL	Mode	76	0,048492	0,000000679	0,00003391	0,77424	0,80645
MODAL	Mode	77	0,048416	0,00001226	0,00001229	0,77425	0,80647
MODAL	Mode	78	0,048343	8,632E-07	0,00001442	0,77425	0,80648
MODAL	Mode	79	0,048289	3,801E-07	0,00002179	0,77425	0,8065
MODAL	Mode	80	0,04823	0,000008733	0,000003594	0,77426	0,80651
MODAL	Mode	81	0,048194	0,00006332	5,449E-07	0,77432	0,80651
MODAL	Mode	82	0,048139	0,00006195	7,35E-09	0,77438	0,80651
MODAL	Mode	83	0,048109	0,000003914	2,135E-07	0,77439	0,80651
MODAL	Mode	84	0,04806	0,0000131	0,000006972	0,7744	0,80651
MODAL	Mode	85	0,048044	0,00001396	0,00002813	0,77442	0,80654
MODAL	Mode	86	0,047879	0,00012	0,00002339	0,77453	0,80656
MODAL	Mode	87	0,047839	0,00143	0,00003596	0,77596	0,8066
MODAL	Mode	88	0,047529	0,00002159	0,0000105	0,77598	0,80661
MODAL	Mode	89	0,046715	0,00013	0,00001313	0,77611	0,80662
MODAL	Mode	90	0,045873	0,00007431	0,0000507	0,77618	0,80668
MODAL	Mode	91	0,044897	0,00001401	1,231E-07	0,7762	0,80668
MODAL	Mode	92	0,044255	9,276E-07	0,000003445	0,7762	0,80668
MODAL	Mode	93	0,043748	0,00022	0,00145	0,77642	0,80812
MODAL	Mode	94	0,043148	0,000002775	0,00088	0,77642	0,80901
MODAL	Mode	95	0,043008	0,0000232	0,00017	0,77644	0,80918
MODAL	Mode	96	0,042626	0,000004475	9,174E-07	0,77645	0,80918
MODAL	Mode	97	0,042418	0,00037	0,0000172	0,77682	0,8092
MODAL	Mode	98	0,041827	0,00009494	0,000009917	0,77691	0,80921
MODAL	Mode	99	0,040793	0,00008008	0,000002032	0,77699	0,80921
MODAL	Mode	100	0,040659	5,701E-07	0,000002818	0,77699	0,80921
MODAL	Mode	101	0,040424	0,00011	0,00001553	0,77711	0,80923
MODAL	Mode	102	0,040343	0,00011	0,000008942	0,77722	0,80924
MODAL	Mode	103	0,039723	0,0000295	0,001	0,77725	0,81023
MODAL	Mode	104	0,039323	0,00007521	0,00000618	0,77732	0,81024
MODAL	Mode	105	0,038539	0,00038	0,000007192	0,77771	0,81025
MODAL	Mode	106	0,038222	0,00054	0,00293	0,77825	0,81318
MODAL	Mode	107	0,037942	0,00153	0,00141	0,77978	0,81459
MODAL	Mode	108	0,037782	1,896E-07	0,0000969	0,77978	0,81469
MODAL	Mode	109	0,037525	0,0012	0,00007938	0,78097	0,81477
MODAL	Mode	110	0,037345	0,00001009	0,000003218	0,78098	0,81477
MODAL	Mode	111	0,037172	0,0053	0,000002928	0,78628	0,81477
MODAL	Mode	112	0,036902	0,00042	0,00011	0,7867	0,81488
MODAL	Mode	113	0,03669	0,0000002	0,00034	0,7867	0,81522
MODAL	Mode	114	0,036608	0,00062	0,00003248	0,78732	0,81525
MODAL	Mode	115	0,036212	0,00002917	0,000004297	0,78734	0,81526

MODAL	Mode	116	0,035985	0,00096	0,00001245	0,78831	0,81527
MODAL	Mode	117	0,035913	0,00016	0,00002204	0,78847	0,81529
MODAL	Mode	118	0,035627	0,00001033	0,00003722	0,78848	0,81533
MODAL	Mode	119	0,035565	0,00004018	0,000002123	0,78852	0,81533
MODAL	Mode	120	0,035517	0,00003319	0,000002391	0,78855	0,81534
MODAL	Mode	121	0,035251	0,000002111	0,00005574	0,78855	0,81539
MODAL	Mode	122	0,035128	0,00006696	0,000007502	0,78862	0,8154
MODAL	Mode	123	0,034952	0,00017	0,00004014	0,78879	0,81544
MODAL	Mode	124	0,034929	0,00019	0,00012	0,78898	0,81556
MODAL	Mode	125	0,034893	0,0000229	0,000004994	0,789	0,81556
MODAL	Mode	126	0,034864	0,0000501	0,00003066	0,78905	0,81559
MODAL	Mode	127	0,034802	4,391E-07	0,000001039	0,78905	0,81559
MODAL	Mode	128	0,034678	0,00001851	0,000001029	0,78907	0,8156
MODAL	Mode	129	0,034632	0,000007054	0,000002284	0,78908	0,8156
MODAL	Mode	130	0,034502	0,00061	1,618E-07	0,78968	0,8156
MODAL	Mode	131	0,034455	0,00128	0,000002254	0,79096	0,8156
MODAL	Mode	132	0,034039	0,00004601	0,00003706	0,791	0,81564
MODAL	Mode	133	0,033476	8,324E-08	0,00029	0,791	0,81593
MODAL	Mode	134	0,032983	0,00632	0,0012	0,79733	0,81712
MODAL	Mode	135	0,032876	0,00023	0,00001964	0,79756	0,81714
MODAL	Mode	136	0,032575	0,00011	0,01134	0,79767	0,82849
MODAL	Mode	137	0,032353	0,00013	0,00387	0,7978	0,83236
MODAL	Mode	138	0,032187	0,00087	0,00089	0,79867	0,83325
MODAL	Mode	139	0,031924	0,00543	0,00656	0,8041	0,83981
MODAL	Mode	140	0,031763	0,000002155	0,01208	0,8041	0,85189
MODAL	Mode	141	0,031703	0,00064	0,00375	0,80474	0,85564
MODAL	Mode	142	0,03164	0,00247	0,00885	0,80721	0,86448
MODAL	Mode	143	0,031308	0,00023	0,000004828	0,80744	0,86449
MODAL	Mode	144	0,030791	0,00804	0,00002207	0,81547	0,86451
MODAL	Mode	145	0,030612	0,01145	0,0000215	0,82692	0,86453
MODAL	Mode	146	0,030334	0,00031	0,00001318	0,82723	0,86455
MODAL	Mode	147	0,030109	0,00484	0,00007345	0,83207	0,86462
MODAL	Mode	148	0,029776	0,00035	0,00014	0,83242	0,86476
MODAL	Mode	149	0,029466	0,00168	0,00026	0,8341	0,86501
MODAL	Mode	150	0,029345	0,00064	0,0004	0,83474	0,86541
MODAL	Mode	151	0,029233	0,0011	0,00001999	0,83584	0,86543
MODAL	Mode	152	0,029122	0,00008057	0,00005566	0,83592	0,86549
MODAL	Mode	153	0,029005	0,00007933	0,00038	0,836	0,86587
MODAL	Mode	154	0,028942	0,00036	0,000007719	0,83636	0,86588
MODAL	Mode	155	0,028842	0,00014	0,00008554	0,8365	0,86596

MODAL	Mode	156	0,028804	0,00043	0,00145	0,83693	0,86741
MODAL	Mode	157	0,028721	0,00049	0,00258	0,83742	0,87
MODAL	Mode	158	0,028677	0,00004644	0,00003745	0,83747	0,87003
MODAL	Mode	159	0,028588	0,00001611	0,00002984	0,83748	0,87006
MODAL	Mode	160	0,028569	0,000005735	0,00001172	0,83749	0,87008
MODAL	Mode	161	0,028489	0,00045	0,00007137	0,83793	0,87015
MODAL	Mode	162	0,028431	0,00004273	0,00079	0,83798	0,87094
MODAL	Mode	163	0,0284	0,00015	0,000008035	0,83812	0,87095
MODAL	Mode	164	0,028344	0,00002958	0,00013	0,83815	0,87108
MODAL	Mode	165	0,028276	0,00004885	0,00025	0,8382	0,87133
MODAL	Mode	166	0,028246	3,693E-07	0,00007063	0,8382	0,8714
MODAL	Mode	167	0,028166	0,00011	0,00225	0,83831	0,87365
MODAL	Mode	168	0,028097	0,0003	0,00001721	0,83861	0,87366
MODAL	Mode	169	0,027738	0,00023	0,00003048	0,83884	0,87369
MODAL	Mode	170	0,027548	0,00115	0,00048	0,83999	0,87418
MODAL	Mode	171	0,027297	0,00025	0,00111	0,84024	0,87528
MODAL	Mode	172	0,027273	0,00097	0,00034	0,84121	0,87563
MODAL	Mode	173	0,027005	0,00036	0,00024	0,84157	0,87587
MODAL	Mode	174	0,026728	0,00314	5,054E-07	0,84471	0,87587
MODAL	Mode	175	0,02664	0,00012	0,000002138	0,84484	0,87587
MODAL	Mode	176	0,026516	0,00585	0,00006726	0,85068	0,87594
MODAL	Mode	177	0,025924	0,00001927	0,00012	0,8507	0,87606
MODAL	Mode	178	0,025729	0,00041	0,00006306	0,85112	0,87612
MODAL	Mode	179	0,025626	0,00017	0,00001807	0,85129	0,87614
MODAL	Mode	180	0,025203	0,00776	0,00001128	0,85905	0,87615
MODAL	Mode	181	0,025143	0,00005497	0,00117	0,8591	0,87732
MODAL	Mode	182	0,025011	0,00442	0,000002499	0,86353	0,87732
MODAL	Mode	183	0,024839	0,00021	0,000001422	0,86373	0,87733
MODAL	Mode	184	0,0246	0,00046	0,00002738	0,86419	0,87735
MODAL	Mode	185	0,024221	0,00008914	0,00007397	0,86428	0,87743
MODAL	Mode	186	0,024095	0,00004449	0,000006695	0,86433	0,87743
MODAL	Mode	187	0,024005	0,00002322	0,00141	0,86435	0,87885
MODAL	Mode	188	0,023969	0,00006902	0,00021	0,86442	0,87906
MODAL	Mode	189	0,023776	4,943E-09	0,00104	0,86442	0,8801
MODAL	Mode	190	0,023708	0,00000166	0,00256	0,86442	0,88266
MODAL	Mode	191	0,023412	0,00002355	0,00006617	0,86444	0,88272
MODAL	Mode	192	0,023239	0,00008385	0,00168	0,86453	0,8844
MODAL	Mode	193	0,023125	0,00209	0,00036	0,86662	0,88476
MODAL	Mode	194	0,022964	0,0008	0,00005241	0,86742	0,88481
MODAL	Mode	195	0,022818	0,0003	0,00005322	0,86772	0,88486

MODAL	Mode	196	0,022683	0,00064	0,00004209	0,86836	0,88491
MODAL	Mode	197	0,022456	0,00081	0,00048	0,86917	0,88539
MODAL	Mode	198	0,022386	0,00031	0,00075	0,86948	0,88614
MODAL	Mode	199	0,022189	0,00006512	0,000002832	0,86954	0,88614
MODAL	Mode	200	0,022032	0,00003252	0,00069	0,86958	0,88683
MODAL	Mode	201	0,021803	0,0001	0,00007553	0,86968	0,88691
MODAL	Mode	202	0,021648	6,205E-07	0,00023	0,86968	0,88713
MODAL	Mode	203	0,021608	0,00016	2,746E-08	0,86983	0,88713
MODAL	Mode	204	0,021175	0,00008529	0,00017	0,86992	0,8873
MODAL	Mode	205	0,020976	0,0084	0,00011	0,87832	0,88741
MODAL	Mode	206	0,020895	0,00424	0,00223	0,88256	0,88964
MODAL	Mode	207	0,02078	0,00572	0,00086	0,88828	0,8905
MODAL	Mode	208	0,020476	0,00095	0,00031	0,88923	0,89082
MODAL	Mode	209	0,020441	0,00027	0,00002648	0,8895	0,89084
MODAL	Mode	210	0,020148	0,00239	0,00024	0,89189	0,89108
MODAL	Mode	211	0,0201	0,0001	0,00594	0,89199	0,89703
MODAL	Mode	212	0,019928	0,00085	0,00325	0,89284	0,90027
MODAL	Mode	213	0,019622	0,000008124	0,0006	0,89285	0,90087
MODAL	Mode	214	0,019448	0,00045	0,0013	0,8933	0,90217
MODAL	Mode	215	0,019212	0,00377	0,0004	0,89707	0,90257
MODAL	Mode	216	0,019001	0,00127	0,0003	0,89835	0,90287
MODAL	Mode	217	0,018899	0,00503	0,00002072	0,90338	0,90289
MODAL	Mode	218	0,018765	0,00005923	0,00045	0,90344	0,90334
MODAL	Mode	219	0,018446	3,131E-08	0,00028	0,90344	0,90362
MODAL	Mode	220	0,018266	0,00168	0,0002	0,90512	0,90382
MODAL	Mode	221	0,018196	0,00019	0,00217	0,90531	0,90599
MODAL	Mode	222	0,017995	6,351E-08	0,000007641	0,90531	0,906
MODAL	Mode	223	0,017716	0,00023	0,00132	0,90554	0,90732
MODAL	Mode	224	0,017563	0,00035	0,00031	0,90589	0,90762
MODAL	Mode	225	0,017192	0,000005051	0,00058	0,9059	0,90821
MODAL	Mode	226	0,017053	0,00066	0,00067	0,90656	0,90888
MODAL	Mode	227	0,016951	0,00011	0,00127	0,90667	0,91015
MODAL	Mode	228	0,016462	0,00018	0,00046	0,90685	0,91062
MODAL	Mode	229	0,016437	0,00067	0,00235	0,90752	0,91297
MODAL	Mode	230	0,016269	0,00146	0,00963	0,90898	0,9226
MODAL	Mode	231	0,016117	0,00191	0,00321	0,9109	0,92581
MODAL	Mode	232	0,015946	0,00021	0,00021	0,9111	0,92603
MODAL	Mode	233	0,015808	0,00383	2,133E-07	0,91493	0,92603
MODAL	Mode	234	0,015373	0,00015	0,00122	0,91508	0,92724
MODAL	Mode	235	0,015282	0,00141	0,00089	0,91649	0,92814

MODAL	Mode	236	0,0151	0,00042	0,00002248	0,91691	0,92816
MODAL	Mode	237	0,014595	0,00039	0,00031	0,91729	0,92847
MODAL	Mode	238	0,014457	0,00036	0,00106	0,91765	0,92953
MODAL	Mode	239	0,014311	0,00078	0,00024	0,91844	0,92977
MODAL	Mode	240	0,013965	0,00134	0,00036	0,91977	0,93013
MODAL	Mode	241	0,013941	0,00005977	0,000083	0,91983	0,93021
MODAL	Mode	242	0,013736	0,0002	0,00033	0,92003	0,93055
MODAL	Mode	243	0,01337	0,00005176	0,000003669	0,92008	0,93055
MODAL	Mode	244	0,013051	0,00671	0,00023	0,9268	0,93078
MODAL	Mode	245	0,012953	0,00268	0,00103	0,92948	0,93181
MODAL	Mode	246	0,012687	0,0005	0,00009496	0,92998	0,93191
MODAL	Mode	247	0,012594	0,00256	0,00256	0,93254	0,93447
MODAL	Mode	248	0,012482	0,00359	0,00077	0,93613	0,93524
MODAL	Mode	249	0,012159	0,00002058	0,00003753	0,93615	0,93527
MODAL	Mode	250	0,011876	0,00219	0,00127	0,93835	0,93655
MODAL	Mode	251	0,011725	0,00154	0,0025	0,93989	0,93905
MODAL	Mode	252	0,011681	0,000006281	0,00009198	0,9399	0,93914
MODAL	Mode	253	0,011431	0,00191	0,00054	0,9418	0,93968
MODAL	Mode	254	0,01118	0,00002314	0,00987	0,94183	0,94955
MODAL	Mode	255	0,011008	0,00032	0,00009863	0,94214	0,94965
MODAL	Mode	256	0,010681	0,00002469	0,00314	0,94217	0,95278
MODAL	Mode	257	0,010442	0,00261	0,00019	0,94477	0,95298
MODAL	Mode	258	0,010334	0,00062	0,000006442	0,9454	0,95298
MODAL	Mode	259	0,009945	0,00062	0,00145	0,94602	0,95443
MODAL	Mode	260	0,009856	0,00553	0,0001	0,95155	0,95454
MODAL	Mode	261	0,009551	3,977E-09	0,000004068	0,95155	0,95454
MODAL	Mode	262	0,009259	0,00116	0,0007	0,95271	0,95525
MODAL	Mode	263	0,009135	0,00232	0,00042	0,95503	0,95567
MODAL	Mode	264	0,00876	0,00011	0,00001428	0,95514	0,95568
MODAL	Mode	265	0,008515	0,00497	0,00013	0,96011	0,95581
MODAL	Mode	266	0,008362	0,0001	0,00587	0,96021	0,96167
MODAL	Mode	267	0,008096	0,00001791	0,000007439	0,96023	0,96168
MODAL	Mode	268	0,007912	0,00047	0,00593	0,9607	0,96761
MODAL	Mode	269	0,007846	0,00498	0,00054	0,96567	0,96815
MODAL	Mode	270	0,00737	0,00001597	0,000003626	0,96569	0,96815
MODAL	Mode	271	0,007187	0,00211	0,00101	0,9678	0,96917
MODAL	Mode	272	0,007098	0,00129	0,00184	0,96909	0,971
MODAL	Mode	273	0,00685	0,00013	0,000001334	0,96922	0,97101
MODAL	Mode	274	0,006526	0,00057	0,00323	0,96979	0,97423
MODAL	Mode	275	0,006442	0,004	0,00042	0,97379	0,97466

MODAL	Mode	276	0,006194	0,00015	0,00000035	0,97394	0,97466
MODAL	Mode	277	0,005875	0,00047	0,00364	0,97441	0,97829
MODAL	Mode	278	0,005794	0,00309	0,00055	0,9775	0,97884
MODAL	Mode	279	0,005304	0,00012	0,000007912	0,97762	0,97885
MODAL	Mode	280	0,005187	0,00176	0,00344	0,97938	0,98229
MODAL	Mode	281	0,005153	0,00353	0,00169	0,98291	0,98398
MODAL	Mode	282	0,004861	0,000001186	2,365E-07	0,98291	0,98398
MODAL	Mode	283	0,004505	0,00082	0,00292	0,98373	0,9869
MODAL	Mode	284	0,004462	0,00301	0,00078	0,98674	0,98768
MODAL	Mode	285	0,003949	0,00002634	0,000003925	0,98676	0,98769
MODAL	Mode	286	0,003868	0,0004	0,00377	0,98717	0,99146
MODAL	Mode	287	0,003822	0,00393	0,00037	0,9911	0,99182
MODAL	Mode	288	0,003397	0,000003627	0,000001302	0,9911	0,99182
MODAL	Mode	289	0,003226	0,00022	0,00334	0,99132	0,99516
MODAL	Mode	290	0,003179	0,00344	0,0002	0,99475	0,99537
MODAL	Mode	291	0,002641	0,00011	0,00271	0,99486	0,99808
MODAL	Mode	292	0,002622	0,00006579	0,000006421	0,99493	0,99808
MODAL	Mode	293	0,002594	0,00286	0,0001	0,99778	0,99819
MODAL	Mode	294	0,002131	0,00002154	0,00158	0,99781	0,99977
MODAL	Mode	295	0,002075	0,00185	0,00001394	0,99965	0,99978
MODAL	Mode	296	0,001987	0,000001151	1,988E-07	0,99965	0,99978
MODAL	Mode	297	0,001719	0,000007219	0,00022	0,99966	1
MODAL	Mode	298	0,001688	0,00034	0,000002633	1	1
MODAL	Mode	299	0,001419	2,204E-09	7,043E-10	1	1
MODAL	Mode	300	0,000026	6,06E-12	2,505E-12	1	1

TABLE: Modal Participating Mass Ratios				ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΩΝ ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ			
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,610792	0,00699	1,869E-07	0,00699	1,869E-07
MODAL	Mode	2	0,516111	0,0003	1,507E-07	0,0073	3,376E-07
MODAL	Mode	3	0,296906	6,503E-07	5,622E-07	0,0073	8,998E-07
MODAL	Mode	4	0,213643	2,361E-07	0,0000222	0,0073	0,0000231
MODAL	Mode	5	0,182389	0,00099	0,00005622	0,00829	0,00007932
MODAL	Mode	6	0,175043	0,03725	4,163E-07	0,04555	0,00007973
MODAL	Mode	7	0,160788	7,094E-07	0,60657	0,04555	0,60665
MODAL	Mode	8	0,137306	0,000002702	0,00001661	0,04555	0,60667
MODAL	Mode	9	0,127572	0,00019	0,000002894	0,04574	0,60667
MODAL	Mode	10	0,125348	0,0000126	0,00008779	0,04575	0,60676
MODAL	Mode	11	0,113753	0,000001673	0,000001078	0,04575	0,60676
MODAL	Mode	12	0,108819	0,23319	0,000002984	0,27894	0,60676
MODAL	Mode	13	0,101831	0,11049	0,00001828	0,38943	0,60678
MODAL	Mode	14	0,099612	0,00002737	0,00012	0,38946	0,6069
MODAL	Mode	15	0,093977	0,00027	0,000001069	0,38973	0,60691
MODAL	Mode	16	0,091971	0,08637	0,000001213	0,47609	0,60691
MODAL	Mode	17	0,08513	0,00008272	0,04959	0,47618	0,6565
MODAL	Mode	18	0,081293	0,05611	0,00014	0,53228	0,65665
MODAL	Mode	19	0,075051	0,00001353	0,00001462	0,5323	0,65666
MODAL	Mode	20	0,073604	0,00454	0,02694	0,53684	0,6836
MODAL	Mode	21	0,072749	0,00002412	0,00028	0,53686	0,68388
MODAL	Mode	22	0,071643	0,00616	0,0112	0,54302	0,69508
MODAL	Mode	23	0,068	0,00054	0,00009196	0,54355	0,69517
MODAL	Mode	24	0,0672	0,00517	0,00167	0,54872	0,69684
MODAL	Mode	25	0,067128	0,00135	0,00082	0,55007	0,69766
MODAL	Mode	26	0,066086	0,01009	0,01132	0,56016	0,70898
MODAL	Mode	27	0,065032	0,15735	0,00234	0,71751	0,71132
MODAL	Mode	28	0,062577	0,00004989	0,000000689	0,71756	0,71132
MODAL	Mode	29	0,061944	0,00005113	0,00089	0,71761	0,71221
MODAL	Mode	30	0,05829	0,00187	0,00555	0,71948	0,71776
MODAL	Mode	31	0,057727	0,00259	0,04246	0,72207	0,76022
MODAL	Mode	32	0,055505	0,00051	0,0097	0,72258	0,76992
MODAL	Mode	33	0,055408	0,00032	0,00814	0,7229	0,77805
MODAL	Mode	34	0,054264	1,452E-08	0,00059	0,7229	0,77864
MODAL	Mode	35	0,054117	0,00004798	0,01893	0,72295	0,79756

MODAL	Mode	36	0,053525	0,000004205	0,00096	0,72295	0,79852
MODAL	Mode	37	0,053499	0,0000171	0,00082	0,72297	0,79935
MODAL	Mode	38	0,05194	0,00371	0,00143	0,72668	0,80078
MODAL	Mode	39	0,051147	0,00063	0,00017	0,72731	0,80095
MODAL	Mode	40	0,050196	0,02899	0,00003227	0,7563	0,80098
MODAL	Mode	41	0,049097	0,00025	0,00058	0,75655	0,80156
MODAL	Mode	42	0,048986	4,494E-07	7,315E-07	0,75655	0,80156
MODAL	Mode	43	0,048971	0,000004589	0,00001685	0,75655	0,80158
MODAL	Mode	44	0,048886	6,483E-11	5,008E-09	0,75655	0,80158
MODAL	Mode	45	0,048881	1,387E-09	0,000006671	0,75655	0,80158
MODAL	Mode	46	0,048874	0,00001608	8,972E-07	0,75657	0,80159
MODAL	Mode	47	0,04886	0,00007978	0,00005013	0,75665	0,80164
MODAL	Mode	48	0,048755	0,00006266	4,967E-07	0,75671	0,80164
MODAL	Mode	49	0,048749	0,000006309	0,000001833	0,75672	0,80164
MODAL	Mode	50	0,048705	0,0000193	0,00016	0,75674	0,80179
MODAL	Mode	51	0,048564	0,000005705	0,00001201	0,75674	0,80181
MODAL	Mode	52	0,048555	0,00006487	0,00001358	0,75681	0,80182
MODAL	Mode	53	0,04853	0,0000993	0,00003092	0,75691	0,80185
MODAL	Mode	54	0,048527	0,00021	0,00001293	0,75712	0,80186
MODAL	Mode	55	0,048392	0,00045	0,00013	0,75757	0,80199
MODAL	Mode	56	0,048371	0,00003001	0,00014	0,7576	0,80213
MODAL	Mode	57	0,048311	0,00076	0,00019	0,75836	0,80233
MODAL	Mode	58	0,048276	0,00248	0,00007355	0,76084	0,8024
MODAL	Mode	59	0,048238	0,000001986	0,000007688	0,76084	0,80241
MODAL	Mode	60	0,048215	5,269E-07	4,989E-07	0,76084	0,80241
MODAL	Mode	61	0,048199	0,00001679	0,000004627	0,76086	0,80241
MODAL	Mode	62	0,048178	0,00127	0,00016	0,76213	0,80257
MODAL	Mode	63	0,048125	0,00011	0,00003666	0,76223	0,80261
MODAL	Mode	64	0,048099	0,0000906	0,00001857	0,76232	0,80263
MODAL	Mode	65	0,048093	0,000007084	0,0001	0,76233	0,80273
MODAL	Mode	66	0,048053	0,00029	0,00004298	0,76262	0,80277
MODAL	Mode	67	0,048027	8,391E-07	0,000004698	0,76262	0,80278
MODAL	Mode	68	0,047836	0,00098	0,00107	0,7636	0,80384
MODAL	Mode	69	0,047737	0,00296	0,00002639	0,76656	0,80387
MODAL	Mode	70	0,047653	0,00066	0,00008664	0,76722	0,80396
MODAL	Mode	71	0,047624	0,0013	0,0000236	0,76852	0,80398
MODAL	Mode	72	0,046619	0,00033	0,00018	0,76885	0,80416
MODAL	Mode	73	0,046451	0,00019	0,00021	0,76905	0,80438
MODAL	Mode	74	0,04554	0,00054	0,00037	0,76959	0,80475
MODAL	Mode	75	0,044857	0,00009331	0,00509	0,76968	0,80984

MODAL	Mode	76	0,044679	0,00035	0,00003233	0,77003	0,80987
MODAL	Mode	77	0,044358	0,00016	0,0006	0,77019	0,81046
MODAL	Mode	78	0,044047	0,00025	3,253E-07	0,77045	0,81047
MODAL	Mode	79	0,044005	0,00064	0,000001527	0,77109	0,81047
MODAL	Mode	80	0,043883	0,00145	0,00001402	0,77253	0,81048
MODAL	Mode	81	0,043081	0,02485	0,00009503	0,79738	0,81058
MODAL	Mode	82	0,042626	0,00001656	5,439E-07	0,7974	0,81058
MODAL	Mode	83	0,042584	0,00273	0,00002405	0,80014	0,8106
MODAL	Mode	84	0,042044	0,00002715	0,000000684	0,80016	0,8106
MODAL	Mode	85	0,0415	0,00204	0,00656	0,8022	0,81716
MODAL	Mode	86	0,041164	0,00039	0,00077	0,80259	0,81792
MODAL	Mode	87	0,040706	0,00044	0,00196	0,80303	0,81989
MODAL	Mode	88	0,040233	0,00133	0,000006657	0,80436	0,81989
MODAL	Mode	89	0,039995	0,00116	0,00039	0,80551	0,82028
MODAL	Mode	90	0,03945	0,00011	0,00095	0,80562	0,82124
MODAL	Mode	91	0,039365	0,00002725	0,00023	0,80565	0,82147
MODAL	Mode	92	0,038839	0,00026	0,00607	0,80591	0,82753
MODAL	Mode	93	0,038454	0,00003264	0,00189	0,80594	0,82942
MODAL	Mode	94	0,038361	7,209E-07	0,00004512	0,80594	0,82947
MODAL	Mode	95	0,038252	0,0000763	0,000006793	0,80602	0,82947
MODAL	Mode	96	0,037805	0,00085	0,000007644	0,80687	0,82948
MODAL	Mode	97	0,037321	0,00004851	0,00001427	0,80692	0,82949
MODAL	Mode	98	0,037128	0,000007818	0,000002649	0,80693	0,8295
MODAL	Mode	99	0,036938	0,00058	0,00004282	0,80751	0,82954
MODAL	Mode	100	0,036703	0,0029	0,00013	0,81041	0,82967
MODAL	Mode	101	0,036466	0,00008201	0,00001885	0,81049	0,82969
MODAL	Mode	102	0,036233	5,377E-07	0,00018	0,81049	0,82986
MODAL	Mode	103	0,036123	0,00023	0,00011	0,81072	0,82997
MODAL	Mode	104	0,036039	0,00085	0,00008309	0,81157	0,83005
MODAL	Mode	105	0,035899	0,00044	0,000004077	0,81201	0,83006
MODAL	Mode	106	0,035822	0,00016	0,000005039	0,81216	0,83006
MODAL	Mode	107	0,035637	0,00021	0,000003267	0,81237	0,83007
MODAL	Mode	108	0,03557	0,00009266	2,393E-07	0,81246	0,83007
MODAL	Mode	109	0,035343	0,00001075	0,00001604	0,81247	0,83008
MODAL	Mode	110	0,035169	8,793E-07	0,00001479	0,81247	0,8301
MODAL	Mode	111	0,035134	0,00022	0,0006	0,81269	0,83069
MODAL	Mode	112	0,035026	0,00054	0,00013	0,81323	0,83082
MODAL	Mode	113	0,034897	0,00053	0,000009876	0,81376	0,83083
MODAL	Mode	114	0,034812	0,00025	0,000009597	0,81401	0,83084
MODAL	Mode	115	0,034744	0,00064	6,375E-07	0,81465	0,83084

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

MODAL	Mode	116	0,03472	0,00015	0,00004466	0,81481	0,83089
MODAL	Mode	117	0,034699	0,00108	4,82E-08	0,81588	0,83089
MODAL	Mode	118	0,034542	0,00001529	2,206E-07	0,8159	0,83089
MODAL	Mode	119	0,034484	0,00002855	2,193E-07	0,81593	0,83089
MODAL	Mode	120	0,034372	0,00079	0,000002882	0,81672	0,83089
MODAL	Mode	121	0,034179	0,00067	0,00042	0,81739	0,83131
MODAL	Mode	122	0,033976	0,0000261	0,00003062	0,81742	0,83134
MODAL	Mode	123	0,033888	0,00003335	0,0000771	0,81745	0,83142
MODAL	Mode	124	0,033542	0,00006056	0,00073	0,81751	0,83215
MODAL	Mode	125	0,033481	0,000085	0,0008	0,8176	0,83296
MODAL	Mode	126	0,032919	0,00193	0,0002	0,81953	0,83316
MODAL	Mode	127	0,032818	0,00021	0,00059	0,81974	0,83375
MODAL	Mode	128	0,032608	0,00058	0,0000033	0,82031	0,83375
MODAL	Mode	129	0,032442	0,00032	0,0002	0,82064	0,83396
MODAL	Mode	130	0,032325	0,000004356	0,000004523	0,82064	0,83396
MODAL	Mode	131	0,032249	0,00045	0,00561	0,8211	0,83957
MODAL	Mode	132	0,032037	0,00021	0,00005361	0,8213	0,83962
MODAL	Mode	133	0,031733	0,00001188	0,00011	0,82131	0,83973
MODAL	Mode	134	0,031221	0,00062	0,00278	0,82193	0,84251
MODAL	Mode	135	0,031147	0,00015	0,00002344	0,82209	0,84253
MODAL	Mode	136	0,030938	0,00046	0,00214	0,82255	0,84467
MODAL	Mode	137	0,030864	0,00024	0,00006115	0,82279	0,84473
MODAL	Mode	138	0,030282	0,00014	0,01124	0,82293	0,85597
MODAL	Mode	139	0,030102	2,029E-07	0,00006586	0,82293	0,85603
MODAL	Mode	140	0,029951	0,00017	0,00148	0,8231	0,85751
MODAL	Mode	141	0,029856	0,00041	0,01107	0,82351	0,86858
MODAL	Mode	142	0,029472	0,00154	0,00031	0,82504	0,86889
MODAL	Mode	143	0,029274	0,00009527	0,000002903	0,82514	0,8689
MODAL	Mode	144	0,028976	0,00003248	0,00038	0,82517	0,86928
MODAL	Mode	145	0,028875	0,00001237	0,00009019	0,82518	0,86937
MODAL	Mode	146	0,028753	0,0000854	0,00056	0,82527	0,86993
MODAL	Mode	147	0,028686	0,0000438	0,00006986	0,82531	0,87
MODAL	Mode	148	0,028657	2,906E-07	0,000001057	0,82531	0,87
MODAL	Mode	149	0,028651	1,159E-07	0,00001444	0,82531	0,87001
MODAL	Mode	150	0,028625	0,00001469	0,00004585	0,82533	0,87006
MODAL	Mode	151	0,028491	7,736E-07	0,000006801	0,82533	0,87007
MODAL	Mode	152	0,028467	0,000002175	0,000003882	0,82533	0,87007
MODAL	Mode	153	0,028455	4,375E-07	0,000005807	0,82533	0,87007
MODAL	Mode	154	0,028387	0,000003163	0,00003627	0,82533	0,87011
MODAL	Mode	155	0,028325	0,000001789	0,000005432	0,82534	0,87012

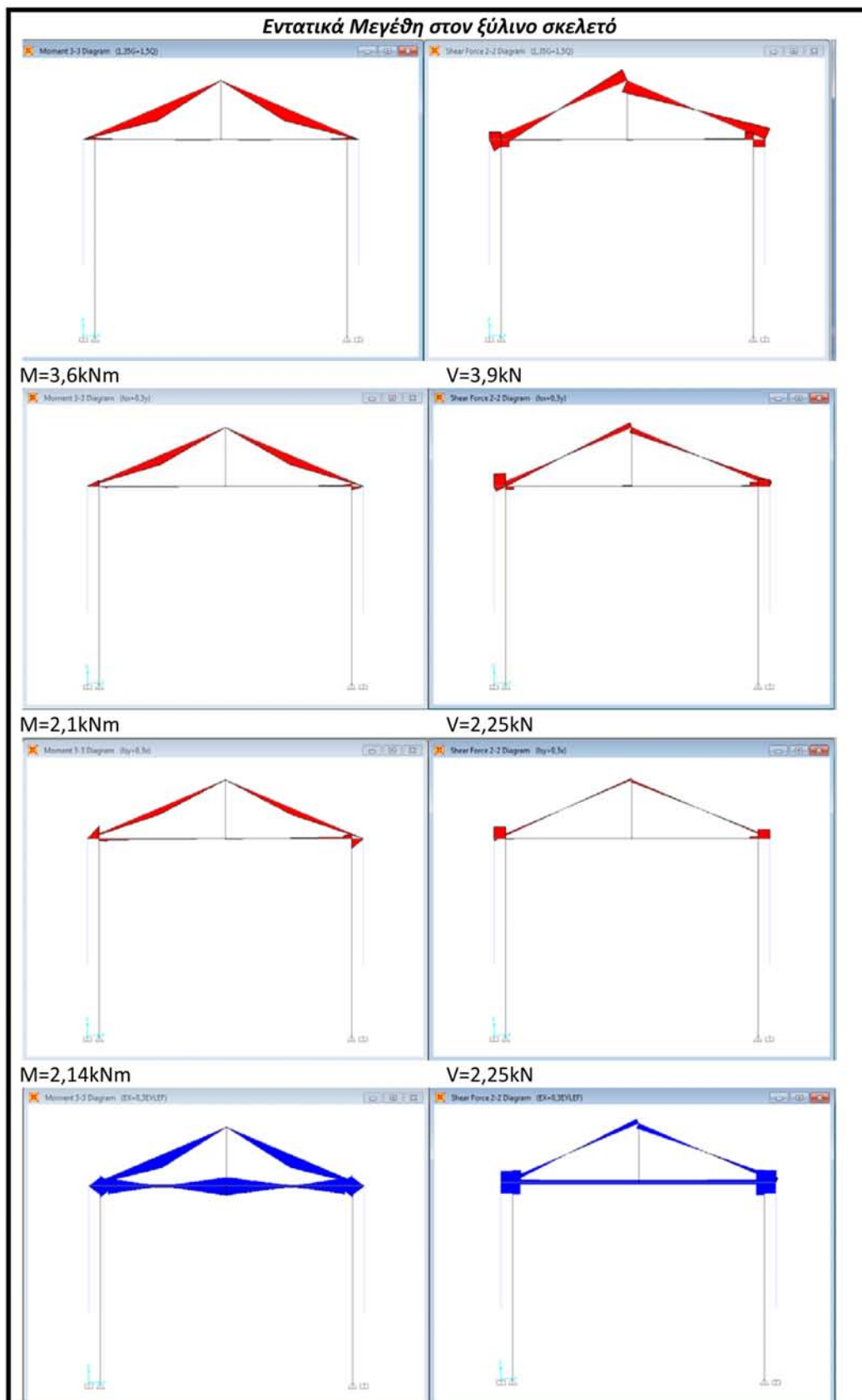
MODAL	Mode	156	0,028286	4,555E-07	7,176E-07	0,82534	0,87012
MODAL	Mode	157	0,028269	0,00002629	0,000005	0,82536	0,87012
MODAL	Mode	158	0,028239	2,38E-08	0,00002386	0,82536	0,87015
MODAL	Mode	159	0,028209	0,000009617	0,00012	0,82537	0,87027
MODAL	Mode	160	0,027815	4,865E-10	1,066E-09	0,82537	0,87027
MODAL	Mode	161	0,027686	5,659E-07	0,00001114	0,82537	0,87028
MODAL	Mode	162	0,027351	4,099E-07	0,00084	0,82537	0,87112
MODAL	Mode	163	0,027292	0,00018	0,00022	0,82555	0,87134
MODAL	Mode	164	0,027052	0,00047	0,00006021	0,82602	0,8714
MODAL	Mode	165	0,026551	0,00013	0,00001356	0,82615	0,87141
MODAL	Mode	166	0,026503	0,000001075	0,000007459	0,82615	0,87142
MODAL	Mode	167	0,026406	0,00281	0,00019	0,82896	0,87161
MODAL	Mode	168	0,026376	0,000009859	0,00014	0,82897	0,87175
MODAL	Mode	169	0,026346	0,00002429	0,00001021	0,829	0,87176
MODAL	Mode	170	0,026256	0,0000252	0,00862	0,82902	0,88038
MODAL	Mode	171	0,02611	0,00043	0,0000483	0,82946	0,88043
MODAL	Mode	172	0,025788	0,00735	0,00001317	0,8368	0,88044
MODAL	Mode	173	0,025688	0,00124	0,00003206	0,83804	0,88047
MODAL	Mode	174	0,025501	7,598E-07	0,000011	0,83804	0,88048
MODAL	Mode	175	0,025224	0,00004582	0,00001012	0,83809	0,88049
MODAL	Mode	176	0,025028	0,00073	0,00018	0,83882	0,88067
MODAL	Mode	177	0,024937	0,00107	0,00019	0,83989	0,88086
MODAL	Mode	178	0,024639	0,000002859	0,00095	0,83989	0,8818
MODAL	Mode	179	0,024585	0,00671	0,00004464	0,8466	0,88185
MODAL	Mode	180	0,024516	0,00435	0,00001114	0,85095	0,88186
MODAL	Mode	181	0,024399	0,00314	0,000006949	0,85409	0,88187
MODAL	Mode	182	0,024063	0,0034	0,000002398	0,85749	0,88187
MODAL	Mode	183	0,023776	0,00159	0,00019	0,85909	0,88206
MODAL	Mode	184	0,023729	0,00026	0,00046	0,85934	0,88252
MODAL	Mode	185	0,02361	0,00791	0,000005632	0,86725	0,88253
MODAL	Mode	186	0,023263	0,00019	9,367E-07	0,86744	0,88253
MODAL	Mode	187	0,023182	0,000001794	0,00007819	0,86744	0,88261
MODAL	Mode	188	0,022985	0,00539	2,425E-08	0,87283	0,88261
MODAL	Mode	189	0,022795	0,00002665	0,00022	0,87286	0,88282
MODAL	Mode	190	0,02267	0,00005581	0,000002817	0,87292	0,88282
MODAL	Mode	191	0,022479	0,00179	0,00014	0,8747	0,88296
MODAL	Mode	192	0,022237	0,00388	0,00458	0,87859	0,88754
MODAL	Mode	193	0,022176	0,00843	0,0029	0,88701	0,89044
MODAL	Mode	194	0,022008	0,00229	0,00005313	0,8893	0,8905
MODAL	Mode	195	0,021779	0,00014	0,00002753	0,88944	0,89052

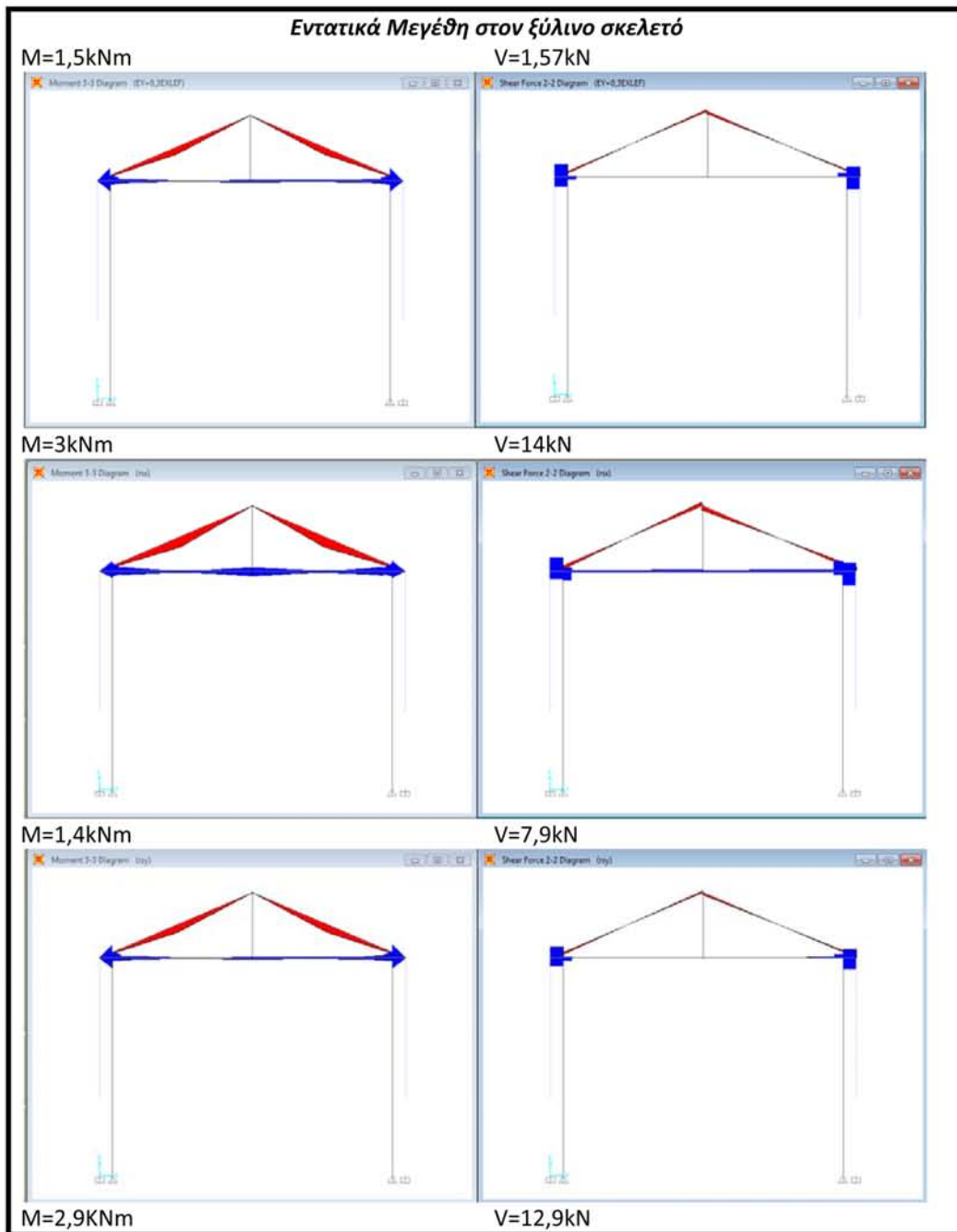
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

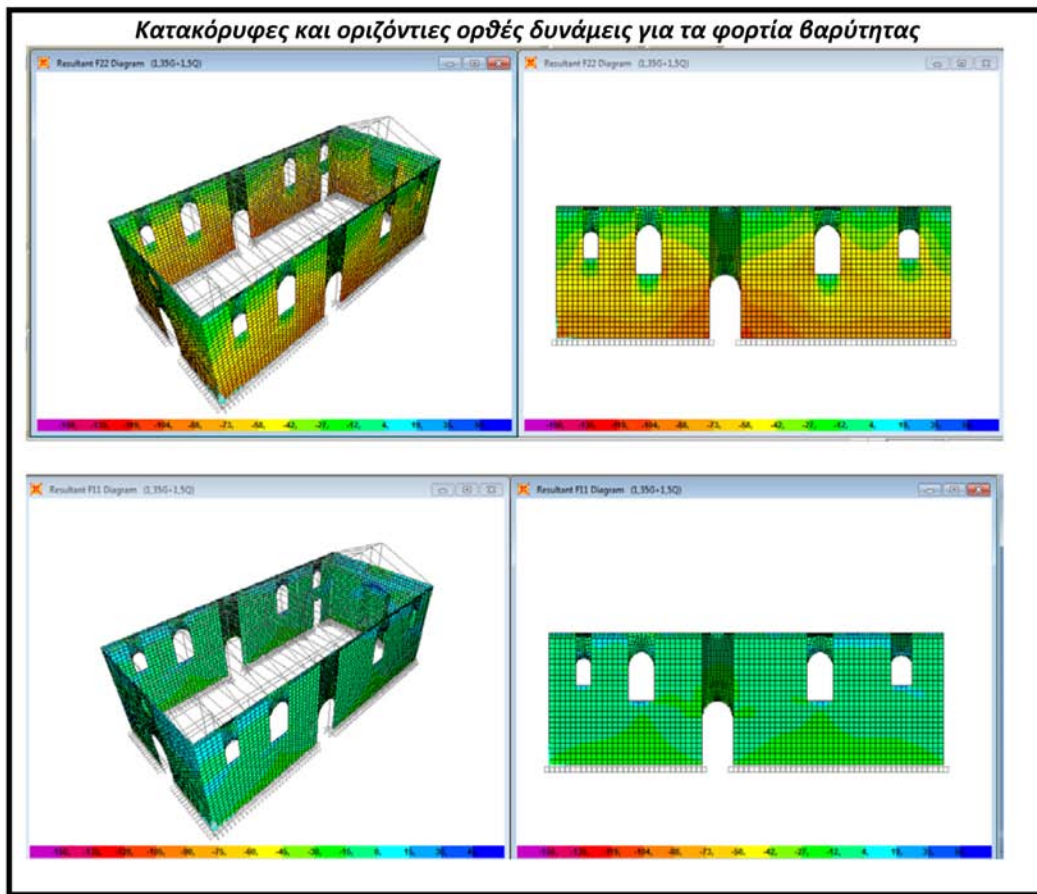
MODAL	Mode	196	0,021722	0,00113	1,239E-07	0,89058	0,89052
MODAL	Mode	197	0,021649	0,00008267	0,0002	0,89066	0,89072
MODAL	Mode	198	0,0216	0,00005664	0,000008726	0,89072	0,89073
MODAL	Mode	199	0,021201	0,000005866	0,001	0,89072	0,89174
MODAL	Mode	200	0,021068	0,00189	0,00006785	0,89261	0,89181
MODAL	Mode	201	0,020961	0,000003382	0,000001888	0,89261	0,89181
MODAL	Mode	202	0,020804	0,00008852	0,00038	0,8927	0,89219
MODAL	Mode	203	0,020608	0,00167	0,00002017	0,89437	0,89221
MODAL	Mode	204	0,02044	0,00052	0,00022	0,89489	0,89243
MODAL	Mode	205	0,020224	0,00054	0,00303	0,89543	0,89546
MODAL	Mode	206	0,020072	0,00017	0,00022	0,89559	0,89568
MODAL	Mode	207	0,019787	0,00022	0,00498	0,89581	0,90065
MODAL	Mode	208	0,019662	0,00024	0,0033	0,89605	0,90395
MODAL	Mode	209	0,019492	0,00109	0,0003	0,89714	0,90425
MODAL	Mode	210	0,019369	0,00031	0,0005	0,89745	0,90475
MODAL	Mode	211	0,019187	0,0003	0,0025	0,89775	0,90725
MODAL	Mode	212	0,018961	0,00061	0,00036	0,89837	0,9076
MODAL	Mode	213	0,018802	0,00163	0,00018	0,89999	0,90778
MODAL	Mode	214	0,018593	0,00022	0,00046	0,90021	0,90824
MODAL	Mode	215	0,018415	0,00347	1,239E-07	0,90368	0,90824
MODAL	Mode	216	0,018276	0,00055	0,00066	0,90424	0,9089
MODAL	Mode	217	0,018096	0,00288	0,00003777	0,90712	0,90894
MODAL	Mode	218	0,017837	0,00009627	0,00096	0,90722	0,90989
MODAL	Mode	219	0,017693	0,00001187	0,000006614	0,90723	0,9099
MODAL	Mode	220	0,017376	0,00033	0,00027	0,90756	0,91017
MODAL	Mode	221	0,017168	0,0004	0,0002	0,90796	0,91037
MODAL	Mode	222	0,016992	0,00002867	0,00023	0,90799	0,91059
MODAL	Mode	223	0,016741	0,00006788	0,00282	0,90805	0,91341
MODAL	Mode	224	0,016572	0,00014	0,0028	0,9082	0,91621
MODAL	Mode	225	0,016473	0,00011	0,00012	0,90831	0,91633
MODAL	Mode	226	0,016145	0,000001876	0,00571	0,90831	0,92205
MODAL	Mode	227	0,015987	0,00008565	0,00408	0,90839	0,92613
MODAL	Mode	228	0,01588	0,00066	0,00062	0,90905	0,92675
MODAL	Mode	229	0,015679	0,00106	0,00045	0,91011	0,9272
MODAL	Mode	230	0,015388	0,00635	0,00009873	0,91646	0,9273
MODAL	Mode	231	0,015247	0,000003453	0,00001071	0,91647	0,92731
MODAL	Mode	232	0,015094	0,00202	0,00058	0,91848	0,92789
MODAL	Mode	233	0,014928	0,00414	0,00016	0,92262	0,92805
MODAL	Mode	234	0,014705	0,00041	0,00006338	0,92303	0,92811
MODAL	Mode	235	0,014527	0,00081	0,00001417	0,92383	0,92812

MODAL	Mode	236	0,014186	0,00006009	0,00103	0,92389	0,92915
MODAL	Mode	237	0,013845	0,00001775	0,000001976	0,92391	0,92915
MODAL	Mode	238	0,013659	0,00267	0,00016	0,92658	0,92932
MODAL	Mode	239	0,013531	0,0000551	0,00407	0,92664	0,93339
MODAL	Mode	240	0,013384	0,00001773	0,00049	0,92666	0,93388
MODAL	Mode	241	0,013062	0,00125	0,00044	0,92791	0,93432
MODAL	Mode	242	0,012964	0,00015	0,00079	0,92806	0,93511
MODAL	Mode	243	0,012828	0,00135	0,00033	0,92941	0,93544
MODAL	Mode	244	0,012464	0,00206	0,00049	0,93147	0,93593
MODAL	Mode	245	0,012298	0,0018	0,00156	0,93327	0,93748
MODAL	Mode	246	0,012175	0,00038	0,00029	0,93364	0,93778
MODAL	Mode	247	0,011939	0,0021	0,00173	0,93575	0,93951
MODAL	Mode	248	0,011841	0,00001919	0,00037	0,93577	0,93988
MODAL	Mode	249	0,01174	0,00205	0,00108	0,93781	0,94096
MODAL	Mode	250	0,011283	0,00264	0,00115	0,94045	0,94211
MODAL	Mode	251	0,011195	0,00068	0,00008927	0,94113	0,9422
MODAL	Mode	252	0,011078	0,00064	0,00518	0,94176	0,94738
MODAL	Mode	253	0,010747	0,00084	0,00348	0,9426	0,95086
MODAL	Mode	254	0,010659	0,000008938	0,00151	0,94261	0,95237
MODAL	Mode	255	0,010501	0,00603	0,0005	0,94864	0,95286
MODAL	Mode	256	0,010192	0,00115	0,00242	0,94979	0,95528
MODAL	Mode	257	0,009979	0,00294	0,00039	0,95273	0,95567
MODAL	Mode	258	0,009786	0,000004758	0,000003398	0,95274	0,95568
MODAL	Mode	259	0,009485	0,00092	0,0006	0,95365	0,95628
MODAL	Mode	260	0,00929	0,00131	0,00027	0,95496	0,95654
MODAL	Mode	261	0,009105	0,00014	0,000002555	0,95509	0,95655
MODAL	Mode	262	0,008678	0,00134	0,00059	0,95644	0,95714
MODAL	Mode	263	0,00854	0,00102	0,00134	0,95746	0,95848
MODAL	Mode	264	0,008333	0,00027	0,000003134	0,95772	0,95848
MODAL	Mode	265	0,00806	0,00324	0,00428	0,96096	0,96277
MODAL	Mode	266	0,007995	0,00343	0,00467	0,96439	0,96744
MODAL	Mode	267	0,007717	0,00021	0,00001088	0,9646	0,96745
MODAL	Mode	268	0,007568	0,00298	0,00126	0,96758	0,96871
MODAL	Mode	269	0,007435	0,00117	0,00183	0,96876	0,97054
MODAL	Mode	270	0,007141	0,0000179	0,000001696	0,96878	0,97054
MODAL	Mode	271	0,006827	0,00142	0,00116	0,9702	0,9717
MODAL	Mode	272	0,00671	0,00095	0,00166	0,97115	0,97336
MODAL	Mode	273	0,006622	0,000002034	0,00003351	0,97115	0,9734
MODAL	Mode	274	0,006171	0,00452	0,00046	0,97567	0,97386
MODAL	Mode	275	0,006076	0,00063	0,00377	0,97629	0,97763

MODAL	Mode	276	0,005846	0,000002574	0,000001021	0,97629	0,97763
MODAL	Mode	277	0,005576	0,00057	0,00277	0,97687	0,9804
MODAL	Mode	278	0,005436	0,0034	0,00046	0,98027	0,98086
MODAL	Mode	279	0,005081	0,00028	0,00001486	0,98054	0,98088
MODAL	Mode	280	0,004964	0,00068	0,00403	0,98123	0,98491
MODAL	Mode	281	0,004898	0,00324	0,00075	0,98447	0,98566
MODAL	Mode	282	0,004702	0,00009149	7,241E-07	0,98456	0,98566
MODAL	Mode	283	0,004257	0,00201	0,00172	0,98657	0,98738
MODAL	Mode	284	0,00421	0,00174	0,00207	0,98831	0,98945
MODAL	Mode	285	0,003798	0,00001243	6,287E-07	0,98832	0,98945
MODAL	Mode	286	0,003677	0,00176	0,00194	0,99008	0,99139
MODAL	Mode	287	0,003635	0,00207	0,00157	0,99214	0,99295
MODAL	Mode	288	0,003125	0,00004249	0,00001172	0,99219	0,99297
MODAL	Mode	289	0,003077	0,00049	0,00273	0,99268	0,9957
MODAL	Mode	290	0,003033	0,00289	0,00046	0,99557	0,99615
MODAL	Mode	291	0,002527	0,00021	0,00229	0,99578	0,99844
MODAL	Mode	292	0,002479	0,00246	0,00018	0,99824	0,99862
MODAL	Mode	293	0,002389	0,00002126	3,892E-09	0,99827	0,99862
MODAL	Mode	294	0,002056	0,00003936	0,00123	0,99831	0,99985
MODAL	Mode	295	0,001996	0,0015	0,00002296	0,9998	0,99988
MODAL	Mode	296	0,001868	0,000004068	1,234E-08	0,99981	0,99988
MODAL	Mode	297	0,001661	0,00001462	0,00012	0,99982	0,99999
MODAL	Mode	298	0,001627	0,00018	0,000005116	1	1
MODAL	Mode	299	0,001165	1,809E-09	1,276E-11	1	1
MODAL	Mode	300	0,000047	2,881E-11	3,295E-13	1	1







The background of the page is a detailed architectural drawing of a classical building facade. The drawing shows a pedimented structure with a large circular window (oculus) in the center of the pediment. Below the pediment, there are two doorways. The doorway on the right is a large, arched entrance supported by two columns. The doorway on the left is a smaller, arched window. The entire facade is rendered in a light, sketchy style with fine lines and shading to indicate texture and depth. The text 'Αναφορές - Βιβλιογραφία' is overlaid on a dark horizontal band across the middle of the drawing.

Αναφορές - Βιβλιογραφία

- Papadopoulos G, Karastathis, Ganas, Pavlides. (2003). The Lefkada, ionian Sea (Greece), shock MW6.2 of 14 August 2003: Evidence for the characteristic earthquake from seismicity and ground failures. *Earth Planets Space* (55), σσ. 713-718.
- Τουλιάτος Π., Βιντζηλαίου Ε. (n.d.). Σεισμική συμπεριφορά του δομικού συστήματος στον ιστορικό οικισμό της πόλης της Λευκάδας.
- Apostolopoulos Ch., Sotiropoulos P. (2008). Venetian Churches of Lefkada, Greece Construction documentation and seismic behaviour "Virgin Mary of the Strangers". *Construction and Building Materials*, σ. 434-443.
- Benetatos. (2005). The 14 August 2003 Lefkada Island (Greece) earthquake: focal mechanisms of the mainshock and of the aftershock sequence. *J. Seismology*, 9, σσ. 171-190.
- Blume, J., & Proulx, J. (1968). Shear in grouted brick masonry wall elements. San Francisco, California: Western States Clay Products Association.
- Borchelt, J. (1970, April). Analysis on brick walls subject to axial compression and in-plane shear. *Proceedings of Second International Brick Masonry conference*.
- CSI. Reference Manual SAP2000. Berkeley, California: Computers and Structures, Inc.
- Karakostas Ch, Lekidis V, Makarios T, Salonikios Th, Sous I, Demosthenous M. (2005). Seismic Response of structures and on infrastructure facilities during the Lefkada Earthquake of 14/8/2003. *Engineering Structures Journal*, σσ. 213-227.
- Karakostas VG, P. E. (2004). Properties of the 2003 Lefkada, Ionian Islands, Greece, earthquake Seismic Sequence and Seismicity Triggering. *Bulletin of the Seismological Society of America* 94(5).
- Margaris B., Papaioannou C., Theodulidis N., Savvaidis A., Anastasiadis A., Klimis N., Makra K., Demosthenous M., Karakostas C., Lekidis V., Makarios T., Salinikios T., Sous S., Carydis P., Lekkas E., Lozios S., Skourtsos E., and Danamos G. (2003, November). Preliminary Observations on the August 14, 2003 Lefkada Island (Western Greece) Earthquake. *EERI Special Earthquake Report*.
- Vintzileou, E., & Miltiadiou - Fezans, A. (2008). Mechanical properties of three-leaf stone masonry grouted with ternary or hydraulic lime-based grouts. *Engineering Structures* (30), σσ. 2265-2276.
- Αναστασιάδης Α. (2008). Ο Σεισμός της Λευκάδας της 14ης Αυγούστου 2003 (Mw = 6.2). Η απόκριση των κατασκευών και οι επιπτώσεις του στο Νησί της Λευκάδας. 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής & Τεχνικής Σεισμολογίας.
- Αργυρός, Π. (n.d.). Προσωπικές Σημειώσεις - Τεχνικές Εκθέσεις.
- Βιντζηλαίου Ε., Τουλιάτος Π., Ζέρης Χ., Ρεπαπής Κ., Αδάμη Χ.-Ε., Ζαγκότσης Α., Παλιεράκη Β., Αποτίμηση και σύνταξη οδηγιών για την αποκατάσταση των κτηρίων του παραδοσιακού οικισμού της Λευκάδας, Τελική Εκθεση Ερευνητικού Προγράμματος. ΕΜΠ.
- Βιντζηλαίου, Ε. (2010). Σημειώσεις Μαθήματος "Προχωρημένη Μηχανική της Τοιχοποιίας". Αθήνα: ΔΠΜΣ "Δομοστατικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Κατασκευών".
- Ζαμπέλης, Δ. Ι. (n.d.). Εκκλησιαστικό Μουσείο Ιεράς Μονής Φανερωμένης Λευκάδος: Σταυροδρόμι τοπικής ιστορίας και Εκκλησιαστικής Τέχνης.
- ΙΤΣΑΚ - Θεσσαλονίκη. (2004). Ο σεισμός της Λευκάδας (M=6.2, 14 Αυγούστου 2003). Στο *Τεχνικά Χρονικά* (σ. 56). Αθήνα: ΤΕΕ.

- Καραγκούνη, Μ. (2009). Η Κιβωτιοειδής Χωρική υπόσταση των Παραδοσιακών κατασκευών και η Σεισμοφόρα της στη Σεισμική Αντίσταση. (Τ. Π. Εφεσίου Ε., Επιμ.) Αθήνα: ΕΜΠ, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.
- Καραντώνη, Φ. (2004). Κατασκευές από Τοιχοποιία. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Κρεβαϊκάς, Θ. (2005). Διδακτορική Διατριβή: " Συμβολή στην Αναλυτική και Πειραματική Μελέτη Φέρουσας Τοιχοποιίας ενισχυμένης με σύνθετα υλικά". Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών, Πολυτεχνική Σχολή Τμήμα Πολ.Μηχ-Τομέας Κατασκευών.
- Μακάριος, Τ., & Δημοσθένους, Μ. (2008, Νοέμβριος 5-7). Τα Παραδοσιακά Κτίρια της Λευκάδας με το Διπλό Δομικό Σύστημα και η Αντισεισμική του Συμπεριφορά. 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής & Τεχνικής Σεισμολογίας .
- Μαλακάσης, Δ. (2000). Τα παλιά σπίτια της Λευκάδας. Αθήνα: Fagotto.
- Μαχαιράς, Κ. (1951). Η Λευκας επί Ενετοκρατίας (1684 -1797). Αθήνα.
- Μαχαιράς, Κ. (1957). Ναοί και Μοναί Λευκάδος. Αθήνα: Βιβλιοθήκη Ιστορικών μελετών.
- ΟΑΣΠ. (2001). Συστάσεις για Προσεισμικές και Μετασεισμικές Επεμβάσεις σε Κτίρια, Μέρος Β'. Ενημερωτικό Δελτίο ΤΕΕ .
- Παπαδάτου - Γιαννοπούλου, Χ. (1999). Λευκάδα Ερευνώντας. Πάτρα: Αχαϊκές Εκδόσεις.
- Παπαζάχος Β., Παπαζάχου Κ. (2003). Οι σεισμοί της Ελλάδας. Εκδόσεις Ζήτη.
- Πασπαλλής, Χ., & Γεωργακόπουλος, Α. (2000). ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ. Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ - ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ / ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ.
- Πετριτσόπουλος, Δ. Memorie intorno alla fondazione, successive variazioni ed ogni oggetto relativo delle chiese della Citta e contorni di Santa Maura - inedito. Αρχείο οικογένειας Μαχαιρά.
- Ροντογιάννης, Π. (1980). Η ιστορία της νήσου Λευκάδος. Εταιρεία Λευκαδικών Μελετών .
- Σταματέλος, Ι. (1870, Ιανουάριος 24). Αι δεκατρείς μνημονευόμεναι καταστροφαί της Λευκάδος από του 1612 μέχρι του 1869. Εφημερίς των Φιλομαθών .
- Τάσιος, Θ. (2006). Αξιολογικά Προβλήματα κατά τη Δομητική Αποκατάσταση των Μνημείων. Αθήνα: Λύχνος.
- Τάσιος, Θ. (1992). Η Μηχανική της Τοιχοποιίας. Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.
- Tassios T.P. 2004, «Rehabilitation of three-leaf masonry. In Evoluzione nella sperimentazione per le costruzioni», Seminario Internazionale, 26 Sept-3 Oct., Centro Internazionale di Aggiornamento Sperimentale – Scientifico (CIAS)
- Τσακανίκα, Ε. (n.d.). Μεθοδολογία Αποκατάστασης Ιστορικών Κτιρίων - Εφαρμογές στο Τούρκικο Αρχοντικό και στο τέμενος Hagi Mehmet Αγά στην μεσαιωνική πόλη της Ρόδου.

Σχέδια αποτύπωσης Π.Αργυρός

Επεξεργασία σχεδίων παθολογίας Μ.Παλαιολόγου, Μ.Καραγκούνη