



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ**

**Αποτύπωση, αποτίμηση και πρόταση αποκατάστασης
ιστορικού λιθόδητου κτιρίου στις Πινακάτες Πηλίου**



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ ΧΡΥΣΟΥΛΑ**

**Επιβλέπουσα: Ε. Βιντζηλαίου, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.
Αθήνα, Ιούλιος 2015**

Στον πατέρα μου,

Γιώργο

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας αυτή τη διπλωματική εργασία που συμπίπτει με την ολοκλήρωση της φοίτησης μου στη σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου επιθυμώ να εκφράσω θερμές ευχαριστίες σε μια σειρά ανθρώπων που ήταν δίπλα μου τόσο κατά την εκπόνηση της εργασίας αυτής, αλλά και γενικότερα καθ'όλη τη διάρκεια των ακαδημαϊκών μου χρόνων.

Ξεκινώντας θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα της διπλωματικής μου εργασίας, κυρία Ελισάβετ Βιντζηλαίου, καθηγήτρια Ε.Μ.Π., για την καθοδήγηση, τη βοήθεια και το χρόνο που αφιέρωσε κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω τη Χρυσή-Ελπίδα Αδάμη, διδάκτορα Ε.Μ.Π., για τη συνεισφορά της στη διεξαγωγή των πειραματικών δοκιμών, καθώς και στη συνολική πορεία της εργασίας.

Ευχαριστώ, ακόμα, τη μεταπτυχιακή φοιτήτρια Δαγαλάκη Μαρία, για τη βοήθεια και τις συμβουλές του σχετικά με τη χρήση του λογισμικού SAP2000.

Ένα ειδικό ευχαριστώ απευθύνω στον πατέρα μου, Γιώργο Ευαγγέλου, χωρίς τη βοήθεια του οποίου δε θα μπορούσαν να γίνουν οι μετρήσεις για την αποτύπωση του κτηρίου.

Δε θα μπορούσα, βέβαια, να ξεχάσω και τους φίλους που απέκτησα κατά τη διάρκεια των σπουδών μου, τους οποίους θέλω να ευχαριστήσω πολύ για όλες τις υπέροχες στιγμές που περάσαμε και που πάντα θα θυμάμαι με ένα τεράστιο χαμόγελο.

Φυσικά το μεγαλύτερο ευχαριστώ το χρωστάω στην οικογένειά μου, στους γονείς μου, Γιώργο και Ειρήνη, και στον αδερφό μου, Βασίλη, που πάντοτε είναι δίπλα μου, με συμβουλεύουν και με στηρίζουν σε κάθε μου βήμα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ιστορία της τοιχοποιίας, δηλαδή της κατασκευής τοίχων, ξεκινάει από πολύ παλιά και αποτελεί και τον αρχαιότερο τρόπο δόμησης, με εξαίρεση κάποιες κατασκευές από ξύλο. Ως τοιχοποιία, ορίζεται η πλήρωση (το γέμισμα) των κατακόρυφων στοιχείων του εξωτερικού περιβλήματος, καθώς και των εσωτερικών χωρισμάτων των κτιρίων. Τα αρχαία χρόνια, για να κατασκευάσει κάποιος έναν τοίχο χρησιμοποιούσε πέτρες, χωρίς κανένα συνδετικό κονίαμα (όπως π.χ. λάσπη). Η τεχνική αυτή, βέβαια υστερούσε σε αντοχή, αλλά αν οι πέτρες είχαν τοποθετηθεί με σωστό τρόπο, το τοίχιο μπορούσε να σηκώσει αρκετά φορτία. Με τη χρήση της λάσπης σαν συνδετικό εργαλείο, ο τοίχος άρχισε να αποκτά μεγαλύτερες αντοχές και αντιστάσεις. Η σωστή τοποθέτηση των υλικών βέβαια, τόσο της λάσπης όσο και των λίθων, διαδραμάτιζαν σημαντικό ρόλο σε αυτό. Με το πέρασμα του χρόνου στην τοιχοποιία άρχισαν να χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για να φτάσουμε στα σύγχρονα χρόνια που γίνεται χρήση δομικών στοιχείων (όπως τούβλα, τσιμεντόλιθοι κ.λπ.), τσιμεντοκονίας, χάλυβα αλλά και χαλύβδινων ινών (διαφόρων ειδών).

Η γνώση των πολιτικών μηχανικών σχετικά με τις μηχανικές ιδιότητες της τοιχοποιίας και τη συμπεριφορά κτηρίων από φέρουσα τοιχοποιία ήταν μέχρι τη δεκαετία του '70 ανεπαρκής και επιφανειακή, καθώς μέχρι τότε δεν είχε γίνει ουσιαστική έρευνα για αυτό το δομικό υλικό. Η έρευνα της μηχανικής συμπεριφοράς της τοιχοποιίας υπαγορεύτηκε από την ανάγκη αποκατάστασης και ενίσχυσης των υφιστάμενων κτηρίων από τοιχοποιία. Συγκεκριμένα αναζωπυρώθηκε τα τελευταία χρόνια από τη διεθνώς έντονη ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης για τη συντήρηση και την ανάδειξη της οικιστικής πολιτιστικής κληρονομιάς, καθώς η συντριπτική πλειοψηφία των μνημείων και των διατηρητέων κτηρίων είναι κτίσματα από φέρουσα τοιχοποιία. Παράλληλα άρχισαν να ανακαλύπτονται ξανά τα ξεχασμένα προτερήματα της τοιχοποιίας όπως: θερμομόνωση, πυρασφάλεια, αντοχή στο χρόνο και αισθητική υπεροχή.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η αποτύπωση, η διερεύνηση της σεισμικής συμπεριφοράς, η αποτίμηση καθώς και οι προτεινόμενες επεμβάσεις σε κτήριο με βλάβες από φέρουσα τοιχοποιία στις Πινακάτες Πηλίου. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται γενικές πληροφορίες για τον οικισμό στον οποίο βρίσκεται το κτήριο μελέτης. Στο δεύτερο κεφάλαιο δίνονται στοιχεία για το ιστορικό του κτηρίου και γίνεται μια γενική περιγραφή του, ενώ στο τρίτο περιγράφεται αναλυτικά ο φέρον οργανισμός του. Στο τέταρτο κεφάλαιο καταγράφονται οι βλάβες και οι φθορές που εμφανίζονται στο κτήριο. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι εργαστηριακές δοκιμές που εκτελέστηκαν σε

λιθοσώματα και κονίαμα του κτηρίου και προσδιορίζεται η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας. Στο έκτο κεφάλαιο διαμορφώνεται το υπολογιστικό ομοίωμα της κατασκευής με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων με το πρόγραμμα SAP2000. Στο έβδομο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της υπολογιστικής ανάλυσης και στη συνέχεια αξιολογούνται και συγκρίνονται με την αποτυπωμένη παθολογία του κτηρίου μελέτης. Στο όγδοο κεφάλαιο προτείνονται κατάλληλες επεμβάσεις και εξετάζεται η αποτελεσματικότητά τους και τέλος στο ένατο εξάγονται συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

ABSTRACT

Masonry is one of the oldest structural materials. The majority of construction works until the beginning of the 20th was constructed of masonry, with almost empirical design. However, the appearance of new, strong and workable structural materials has limited the masonry to the role of body filler.

The knowledge of civil engineers related to the mechanical properties of masonry and the behavior of masonry buildings was up to '70s inadequate, as until then there had been no substantial research on this building material. The investigation of the mechanical behavior of masonry was dictated by the need for restoration and reinforcement of existing masonry buildings. The investigation was rekindled in recent years by strong international awareness for the preservation and enhancement of cultural heritage, as the vast majority of the monuments and listed buildings are built of masonry. At the same time, the forgotten benefits of masonry, such as insulation, fire safety, durability, aesthetic excellence began to be rediscovered.

The present thesis focuses on the investigation, the evaluation of the seismic behavior, and the proposed interventions to a damaged building of masonry in Pinakates of Pilion. The first chapter presents general information about the location of the examined building. The second chapter provides information on the history of the building and gives a general description of the building. The third chapter describes in detail the structural system and the framework of the building. The fourth chapter emphasizes on the damages and cracks which exist on the building. The fifth chapter presents the laboratory tests which were carried out in natural stone and mortar of the building, and provides calculation of the compressive strength of masonry. The sixth chapter is dedicated to the formation of the computational model of the structure with the finite element method using SAP2000. The seventh chapter presents the results of the analysis with SAP2000, which are evaluated and compared with the existing pathology of the building. In the eighth chapter the alternative methods of intervention are presented and their effectiveness is examined. Finally, the ninth chapter ends with conclusions which emerged from the preparation of this thesis.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	3
Περίληψη	5
Abstract	7
Κεφάλαιο 1 : Γενικές πληροφορίες για τον οικισμό	13
1.1 Γεωγραφικά και ιστορικά στοιχεία οικισμού.....	13
1.2 Τοπικά χαρακτηριστικά του οικιστικού συνόλου.....	15
1.3 Σεισμικότητα περιοχής.....	21
Κεφάλαιο 2 : Ιστορικό και γενική περιγραφή του κτηρίου	23
2.1 Θέση και περιβάλλον χώρος κτηρίου.....	23
2.2 Χρονικό και φάσεις κατασκευής του κτηρίου.....	23
2.3 Γεωμετρία και μορφή του κτηρίου.....	25
2.4 Χαρακτηριστικά όψεων.....	29
2.5 Εσωτερική διαρρύθμιση χώρου.....	30
2.6 Κατασκευαστικά στοιχεία.....	33
Κεφάλαιο 3 : Περιγραφή φέροντος οργανισμού	37
3.1 Εισαγωγή.....	37
3.2 Οριζόντια στοιχεία.....	38
3.3 Κατακόρυφα στοιχεία.....	43
Κεφάλαιο 4 : Καταγραφή παθολογίας κτηρίου	49
4.1 Εισαγωγή	49
4.2 Οριζόντια στοιχεία	49
4.3 Κατακόρυφα στοιχεία	51
Κεφάλαιο 5 : Χαρακτηριστικά τοιχοποιίας και εκτέλεση εργαστηριακών δοκιμών	61
5.1 Υλικά και τρόπος δόμησης της τοιχοποιίας.....	61
5.2 Εκτέλεση εργαστηριακών δοκιμών στα λιθοσώματα	61
5.3 Εκτέλεση εργαστηριακών δοκιμών στο κονίαμα	68
5.4 Προσδιορισμός της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας	70
Κεφάλαιο 6 : Προσομοίωση κτηρίου στο SAP2000	73
6.1 Τύποι στοιχείων προσομοίωσης	73
6.2 Υλικά προσομοίωσης	74
6.3 Διαμόρφωση στηρίξεων	75
6.4 Συμβάσεις τοπικών αξόνων και διευθύνσεις εντατικών μεγεθών	75

6.5 Μόνιμα και κινητά επιβαλλόμενα φορτία	77
Κεφάλαιο 7 : Έλεγχοι για την αποτίμηση της συμπεριφοράς του κτηρίου	85
7.1 Εισαγωγή	85
7.2 Διάτμηση εντός επιπέδου της τοιχοποιίας (F12)	86
7.3 Έλεγχος σε κάμψη εκτός επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης κάθετο στους αρμούς	99
7.4 Έλεγχος σε κάμψη εκτός επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης παράλληλο στους αρμούς	110
7.5 Σύνοψη αποτελεσμάτων ανάλυσης κτηρίου με το SAP20000 και σύγκρισή τους με την υφιστάμενη παθολογία	120
Κεφάλαιο 8 : Προτεινόμενες επεμβάσεις	129
8.1 Εισαγωγή	129
8.2 Τεχνικές επισκευής και ενίσχυσης	129
8.3 Προσομοίωση ενισχυμένου κτηρίου με το λογισμικό SAP2000 και έλεγχοι.....	135
8.3.1 Έλεγχος σε διάτμηση εντός επιπέδου της τοιχοποιίας	110
Κεφάλαιο 9 : Συμπεράσματα	149
Βιβλιογραφία.....	151
Παράρτημα Σχεδίων	153

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΟΙΚΙΣΜΟ

1.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΙΚΙΣΜΟΥ

Το κτήριο που θα μελετήσουμε βρίσκεται στις Πινακάτες. Οι Πινακάτες είναι ένα από τα πιο γραφικά χωριά του Πηλίου. Το χωριό με προεδρικό διάταγμα από το 1979, γνωστό και ως διάταγμα Πηλίου, μαζί με δύο ακόμα χωριά (Βυζίτσα, Μακρυνίτσα) ανακηρύχθηκε διατηρητέος οικισμός στην πρώτη ζώνη απόλυτης προστασίας. Έχει έντονο παραδοσιακό χρώμα και παλιά καλοδιατηρημένα αρχοντικά που του προσδίδουν έναν αέρα μοναδικό. Απέχει 26 χλμ. από το Βόλο, έχει θέα στον Παγασητικό κόλπο και υψόμετρο 580 μ.



Σχ. 1.1.1 Χάρτης της ευρύτερης περιοχής

Η πρώτη αναφορά στις Πινακάτες γίνεται στη *Γεωγραφία Νεωτερική* περί της Ελλάδος του Δανιήλ Φιλιππίδη και του Γρηγορίου Κωνσταντά (Βιέννη,1791). Εκεί

σημειώνεται πως το χωριό είχε τότε περίπου 100 σπίτια, γεγονός που σημαίνει πως το χωριό ιδρύθηκε πολύ πιο πριν. Κατά την περίοδο της Τουρκοκρατίας οι Πινακάτες ανήκαν στον Άγιο Γεώργιο Νηλείας, η οποία υπαγωγή έληξε το 1774. Μέχρι το 2001 αποτελούσαν ξεχωριστή κοινότητα ενώ σήμερα υπάγονται στο δήμο Μηλεών.

Σύμφωνα με πηγές από τη Βιβλιοθήκη Μηλεών οι Πινακάτες αρχικά βρίσκονταν λίγο νοτιότερα από τη σημερινή τους τοποθεσία. Κατά τα μεταβυζαντινά χρόνια οι πειρατές που εισέρχονταν από τον Παγασητικό κόλπο καθώς πλησίαζαν στην ακτή μπορούσαν και εντόπιζαν με ευκολία το χωριό καθώς είχαν άμεση οπτική επαφή. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να αναγκάσει τους κατοίκους να μεταφέρουν το χωριό τους σε μία άλλη τοποθεσία η οποία δε θα ήταν ορατή. Έτσι σήμερα το χωριό είναι κρυμμένο πίσω από ένα λόφο, όπου στην είσοδο του Παγασητικού κόλπου μεν είναι ορατό αλλά όσο κανείς πλησιάζει την ακτή το χωριό χάνεται πίσω του.

Κατά την περίοδο της Τουρκοκρατίας οι Πινακάτες αποτελούσαν «Χάσια», δηλαδή ιδιοκτησία του Σουλτάνου. Κατά τον ίδιο ήταν κόσμημα για την περιοχή και γι' αυτό το λόγο τις δώρισε στη μητέρα του Βαλιντέ. Οι κάτοικοι είχαν την εύνοια της και το προνόμιο να μην καταβάλουν φόρους. Έτσι το χωριό αναπτύχθηκε οικονομικά και γνώρισε μεγάλες στιγμές δόξας χάρη στο εμπόριο. Κάποια στιγμή όμως η εύνοια αυτή σταμάτησε, με αποτέλεσμα οι κάτοικοι να αναγκαστούν να καταβάλουν μια δυσβάσταχτη για πολλούς φορολογία . Έτσι λοιπόν επαναστάτησαν και έκαψαν το χωριό ολοσχερώς.

Ύστερα από χρόνια κάτοικοι της ανατολικής Ρωμυλίας κατέφτασαν στο χωριό και το ξαναέχτισαν. Γι' αυτό το λόγο και σήμερα πάρα τις ιστορικές αναφορές που υπάρχουν σε πηγές για την ύπαρξη του χωριού πριν το 1700, δεν υπάρχει κανένα κτήριο που να τις επιβεβαιώνει εκτός από μια κρήνη.

Κατά μία εκδοχή, η ονομασία Πινακάτες προέρχεται από κάποιον από τους πρώτους κατοίκους του χωριού ο οποίος ονομάζονταν πινακάς, δηλαδή κατασκευαστής πήλινων ή ξύλινων πιάτων που στην ηλιεροείτικη διάλεκτο αποκαλούνταν «πινάκια». Η κατάληξη -άτες θεωρείται πως είναι τοπωνυμικός σχηματισμός της αρβανίτικης γλώσσας.

Οι κύριες ασχολίες των Πινακιωτών ήταν η κτηνοτροφία, και αργότερα η καλλιέργεια ελαιών, η αμπελοργία και η οινοποιία, η καλλιέργεια «σουκαμινιών» (μουριές) και η παραγωγή μεταξιού, κ.λπ. Προπολεμικά, η καλλιέργεια της ελιάς είχε δώσει μεγάλη οικονομική άνθηση στις Πινακάτες. Ο πινακιώτης έμπορος Ιωάννης Γ. Σαραφόπουλος, ο οποίος είχε πλουτίσει στην Αίγυπτο, ίδρυσε το 1900 το πρώτο ατμοκίνητο ελαιοτριβείο και σαπωνοποιείο στην περιοχή του Πηλίου. Το συγκεκριμένο εργοστάσιο απασχολούσε περίπου 300 εργάτες και ήταν εγκατεστημένο στα Καλά Νερά, που τότε ήταν το επίγειο των Πινακατών.

Στα 1860, το χωριό είχε 160 οικογένειες και 800 κατοίκους. Ωστόσο, παρά την πληθυσμιακή του ανάπτυξη στο χωριό δεν λειτουργούσε σχολείο μέχρι την απελευθέρωση της Θεσσαλίας. Στις αρχές του 20ού αι. στο χωριό λειτουργούσε σχολείο με 56 μαθητές. Συγκεκριμένα, μετά το 1950 πολλοί από τους κατοίκους εγκατέλειψαν το χωριό και μετανάστευσαν στην πρωτεύουσα ή σε άλλες πόλεις της Ελλάδος προκειμένου να βελτιώσουν την οικονομική τους κατάσταση. Η τάση μετανάστευσης αυτή συνεχίστηκε για αρκετές δεκαετίες, με αποτέλεσμα σήμερα οι μόνιμοι κάτοικοι να ανέρχονται περίπου στους 200. Τέλος, ο οικισμός σήμερα διατηρεί τον παραδοσιακό του χαρακτήρα, προσπαθώντας να εναρμονιστεί με τις καινούριες τάσεις της εποχής και αποτελεί ένα αγαπημένο ταξιδιωτικό προορισμό Ελλήνων και ξένων επισκεπτών.

1.2 ΤΟΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΟΙΚΙΣΤΙΚΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ

Οι Πινακάτες είναι ένα από τα γραφικότερα ορεινά χωριά του Πηλίου και πλήρως εναρμονισμένο με το περιβάλλον. Διαθέτει μία όμορφη πλακόστρωτη πλατεία με έναν γιγαντιαίο γέρο πλάτανο, χαρακτηριστικό της οποίας είναι η πολύ εντυπωσιακή μαρμάρινη κρήνη Τσιρογιάννη, με τις δύο λεοντοκεφαλές και τους δύο δωρικούς κίονες. Η βρύση αυτή χτίστηκε το 1894, με δωρεά ντόπιων μεταναστών της Αιγύπτου στη μνήμη των γονέων τους.



Σχ. 1.2.1 Φωτογραφία του οικισμού

Είναι ένα από τα πιο αυθεντικά χωριά του Πηλίου καθώς η παραδοσιακή πηλιορείτικη αρχιτεκτονική διατηρείται εδώ στο ακέραιο, χωρίς αλλοιώσεις, με πλήθος πέτρινων αρχοντικών και παλιών σπιτιών, πολλά λιθόστρωτα στενά δρομάκια και καλντερίμια, μαρμάρινες βρύσες, όλα πραγματικά στολίδια

μοναδικής αισθητικής για την περιοχή. Στη διατήρηση της γραφικότητάς του βοήθησε πολύ και η σχετική απομόνωσή του καθώς μέχρι πρόσφατα υπήρχε ένας μόνο οδικός άξονας που οδηγούσε στο χωριό, χωρίς να υπάρχει άλλη πρόσβαση σε αυτό. Όταν ο δρόμος που σταματούσε στη Βυζίτσα ασφαλτοστρώθηκε και συνεχίστηκε μέχρι τις Πινακάτες, αυτό ήταν μια ευκαιρία για να γνωρίσει το χωριό τουριστική ανάπτυξη. Πολλά από τα αρχοντικά έχουν ανακαινιστεί και λειτουργούν ως ξενώνες, εστιατόρια και μουσεία. Όλα αυτά ταξιδεύουν τον επισκέπτη στο ένδοξο παρελθόν ενώ αποπνέουν και έναν αέρα αρχοντιάς και μοναδικότητας.

Η πλέον κλασική κατασκευή ενός σπιτιού του οικισμού ήταν διώροφη ή τριώροφη, όπου το κάτω τμήμα ήταν πέτρινο με μικρά παράθυρα και ανοίγματα, ενώ οι πάνω όροφοι κατασκευάζονταν από ελαφρύ σκελετό τον "τσατμά". Ο πάνω όροφος συνήθως εξείχε των κάτω ορόφων, δημιουργώντας τα "σαχνισιά" που χαρακτηρίζουν την πηλιορείτικη αρχιτεκτονική. Το κάτω πάτωμα χρησίμευε σύμφωνα με τις ανάγκες της εποχής σαν αποθηκευτικός χώρος. Στο μεσοπάτωμα όπου υπήρχε η κουζίνα ζούσε κυρίως η οικογένεια, ενώ ο τελευταίος όροφος χρησιμοποιείτο σαν χώρος υποδοχής των ξένων αλλά και σαν κατοικία τους μήνες του καλοκαιριού. Όλη η κατασκευή καλυπτόταν με τις πηλιορείτικες πλάκες αριστοτεχνικά τοποθετημένες.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των πηλιορείτικων σπιτιών ήταν οι πολύχρωμοι φεγγίτες πάνω από τα παράθυρα του τελευταίου ορόφου. Τα πλουσιόσπιτα κατασκευάζανε φεγγίτες με πολύχρωμα τζάμια τεχνοτροπίας βιτρώ,



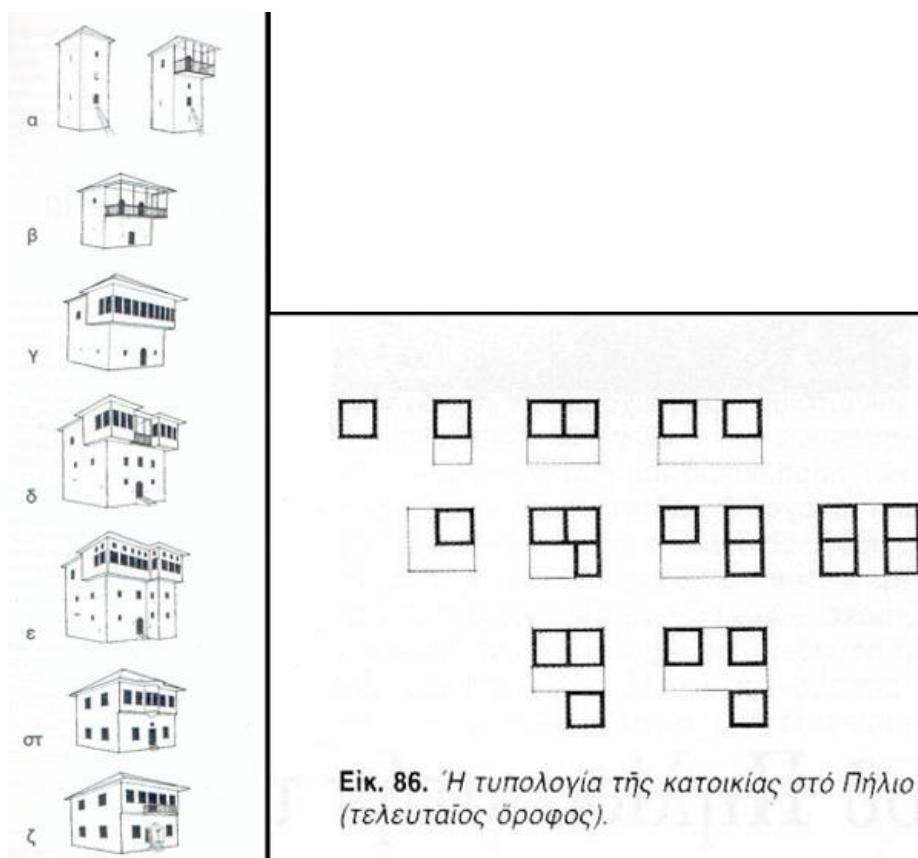
σε αντίθεση με τα φτωχότερα σπίτια που τα μιμούντο χρωματικά.



Σχ. 1.2.2 Φωτογραφίες φεγγιτών

Από τα μέσα του 18ου αιώνα οι κύριες σάλες των αρχοντικών τοιχογραφούνταν με πολυποίκιλα θέματα. Οι περισσότερες των τοιχογραφιών αυτών έχει πλέον καταστραφεί και με τη συμβολή των Γερμανών που κάψανε πολλά σπίτια από τις Πινακάτες και τους γύρω οικισμούς.

Η αρχιτεκτονική της πηλιορείτικης κατοικίας χωρίζεται σε τρεις μεγάλες ενότητες και εποχές, μέσα στο σύνολο των τριών αιώνων οικοδομικής δραστηριότητας από τον 18ο μέχρι και τον 20ο αιώνα.



Εικ. 86. Η τυπολογία της κατοικίας στο Πήλιο (τελευταίος όροφος).

Σχ. 1.2.3 Η τυπολογική εξέλιξη της πηλιορείτικης αρχιτεκτονικής

- Η πρώτη αρχιτεκτονική περίοδος ή περίοδος της «πρώιμης ηλιορευίτικης αρχιτεκτονικής» περιλαμβάνει κτίρια που χτίστηκαν μέχρι τα μέσα του 18ου αιώνα και χαρακτηρίζουν μια περίοδο δημιουργικής προεργασίας. Αυτήν την περίοδο χτίζονται πύργοι, οι πρώτοι από τους οποίους ήταν επηρεασμένοι από τα πυργόσπιτα των Τούρκων τσιφλικάδων της Θεσσαλίας και ορισμένοι από τους οποίους σώζονται μέχρι τις μέρες μας αλλά με αλλοιώσεις. Είναι τριώροφα ή τετράωροφα κτίσματα με τετράγωνη κάτοψη, χτισμένα με λίθους ενώ στα πατώματα αναμειγνύεται η πέτρα με το ξύλο. Η οχυρωμένη κατασκευή, ο συμπαγής και μεγάλης έκτασης πέτρινος κορμός τους, οι διπλοί τοίχοι, οι πολεμότρυπες, η υπερυψωμένη είσοδος με την ειδική καταπακτή από πάνω («ζεματίστρα»), τα λίγα και μικρά συμμετρικά παράθυρα και οι εξώστες ή «εξώστεγα» στον τελευταίο όροφο, που στηρίζονται σε ξύλινες αντηρίδες, είναι μερικά μόνο από τα χαρακτηριστικά των σπιτιών εκείνης της εποχής. Ελάχιστοι τέτοιοι πύργοι διασώζονται μέχρι τις μέρες μας ενώ πολλοί από αυτούς έχουν δεχτεί μεταγενέστερες επεμβάσεις που έχουν αλλοιώσει την αρχική τους φυσιογνωμία.
- Η δεύτερη αρχιτεκτονική περίοδος ή «κλασική περίοδος», με οικήματα βορειοελλαδίτικου τύπου, καλύπτει τους χρόνους μεταξύ του 1750 και του 1850 και εδώ κάνει την εμφάνισή του το αστικό αρχοντικό. Τώρα τα αρχοντικά χτίζονται από Ηπειρώτες και Μακεδόνες πρόσφυγες που έχουν εγκατασταθεί στο Πήλιο, ξέρουν καλά τα μυστικά της οικοδομικής τέχνης και επηρεάζουν την αρχιτεκτονική της περιόδου. Από αυτούς ξεχωρίζουν οι Ζουπανιώτες μαστόροι, με καταγωγή από την περιοχή του Πεντάλοφου Κοζάνης, που ονομαζόταν τότε Ζουπάνι, με πρωτοστάτη τον ξακουστό Δήμο Ζηπανιώτη. Το πλήθος των αρχοντικών που κατασκευάζονται τώρα διαθέτει πέτρινη βάση που σχηματίζει ορθή και κάθετη γωνία (Γ) και δύο ή τρεις ορόφους, ενώ η κατασκευή του θυμίζει πολύ τους πρώιμους πύργους. Είναι σπίτια με ειδικά διαμορφωμένους χώρους για διάφορες χρήσεις, ενισχυμένα με ξυλοδεσιές ανά διαστήματα και με τους πάνω ορόφους κατασκευασμένους από ελαφρύ υλικό, τον τσατμά. Το ισόγειο των σπιτιών αυτών, γνωστό ως «κατώι», διαθέτει λίγα και μικρά παράθυρα και χοντρούς πέτρινους τοίχους που διατηρούν χαμηλή και σταθερή τη θερμοκρασία ενώ χρησιμεύει ως αποθηκευτικός χώρος. Ακολουθεί από πάνω ο α΄ όροφος ή μεσοπάτωμα, με το χαμηλό ταβάνι και τα τζάκια του, ο οποίος χρησιμοποιείται για τη χειμερινή διαμονή. Στον τρίτο και τελευταίο όροφο ελαφριάς κατασκευής, που χρησιμοποιείται για την καλοκαιρινή διαμονή, υπάρχει η κύρια είσοδος του κτιρίου καθώς και πολλά και μεγάλα παράθυρα, πάνω από τα οποία υπάρχουν πολύχρωμοι φεγγίτες. Στον όροφο αυτόν συναντά κανείς και το «δοξάτο», έναν μεγάλο χώρο που καταλαμβάνει την πρόσοψη του κτιρίου και επικοινωνεί με τα υπόλοιπα

δωμάτια και τον «καλόν οντά» ή «μουσαφίρ οντά», τον κύριο χώρο υποδοχής. Ο πάνω όροφος συνήθως εξέχει των κάτω ορόφων, δημιουργώντας τα «σαχνισιά». Η στέγη σκεπάζεται με πηλιορείτικες σχιστολιθικές πλάκες ενώ προεξέχει και προστατεύει έτσι το οίκημα από διάφορες καιρικές συνθήκες. Στον εσωτερικό χώρο του σπιτιού υπάρχει πλούσιος ζωγραφικός διάκοσμος και τοιχογραφίες, ειδικότερα στον καλόν οντά, και ξυλόγλυπτες πόρτες και ντουλάπια. Στον εξωτερικό διάκοσμο των κτιρίων ξεχωρίζουν τα λιθανάγλυφα, τα διακοσμητικά μοτίβα και οι επιγραφές.



Σχ. 1.2.4 Σπίτια της κλασσικής αρχιτεκτονικής περιόδου

- Η τρίτη αρχιτεκτονική περίοδος ή «ύστερη πηλιορείτικη αρχιτεκτονική» χαρακτηρίζει την τριακονταετία 1860-1890, οπότε εμφανίζονται κάποια

μνημειακού χαρακτήρα νεοκλασικά κτίσματα, έργα των πλούσιων και επαναπατρισμένων από την Αίγυπτο Πηλιορείτών. Είναι πιο σύγχρονα και καινοτόμα, εμπλουτισμένα με «ακαδημαϊκά στοιχεία» και επηρεασμένα από αιγυπτιώτικες αρχιτεκτονικές μορφές της εποχής, ενώ σηματοδοτούν το πέρασμα από την παραδοσιακή στη νεοκλασική αρχιτεκτονική. Και αυτά τα αρχοντικά διαθέτουν δύο ή τρεις ορόφους ενώ χαρακτηρίζονται από τις λιτές γραμμές, τις μαρμάρινες λεπτομέρειες και τις απόλυτα συμμετρικές όψεις. Περίτεχνες ξύλινες εξώπορτες, μεγάλα και συμμετρικά παράθυρα, σιδερόφρακτα μπαλκόνια, μεγάλες σκάλες και τρίβολα τόξα συμπληρώνουν την κατασκευή ενώ τώρα η κεντρική είσοδος συνδέεται απευθείας με την μακρόστενη σάλα.



Σχ. 1.2.5 Κτίσμα της ύστερης πηλιορείτικης αρχιτεκτονικής

Κάτι που πρέπει ακόμη να αναφερθεί είναι η εκκλησία του χωριού που ξεχωρίζει για την ιδιότυπη αρχιτεκτονική της και την εντυπωσιακή εσωτερική της διακόσμηση και συμπληρώνει με την ομορφιά της το ιδιαίτερο τοπίο. Τέλος μπροστά από την εκκλησία βρίσκεται ένα χαρακτηριστικό δείγμα της πηλιορείτικης αρχιτεκτονικής, η κρήνη, η οποία κτίστηκε το 1894 με δωρεά των ντόπιων μεταναστών στην Αίγυπτο αδελφών Τσιρογιάννη και ως σήμερα δροσίζει τους επισκέπτες με το νερό από την πηγή «Δόκανα».

1.3 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Ο νομός της Μαγνησίας έχει υποστεί έντονα και συχνά τη σεισμική δράση τους τελευταίους αιώνες. Ανήκει στις περιοχές της Ελλάδας με υψηλή σεισμικότητα και κατατάσσεται στην κατηγορία III των ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας, σύμφωνα με τον Νέο Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΝΕΑΚ, ΦΕΚ 613Β/12-10-92).

Στον πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά όλοι οι γνωστοί σεισμοί με επίκεντρα στην περιοχή της Μαγνησία και μέγεθος $\geq 6,0$

Πίνακας: Ισχυροί σεισμοί Μαγνησίας

Ημερ/νία	Μέγεθος	Ένταση	Εστιακό βάθος	Πλειόσειστη περιοχή
1743 (12 Φεβρ.)	6,8	VIII	n	Αλμυρός
1773 (16 Μαρτ.)	6,6	VIII	n	Αλμυρός
1868 (3 Οκτωβρ.)	6,2	VIII	n	Σκιάθος
1905 (20 Ιαν.)	6,3	VIII	n	Κεραμίδι
1911 (22 Οκτωβ.)	6,0	VII	n	Κεραμίδι
1930 (23 Φεβρ.)	6,0	VIII	n	Κεραμίδι
1930 (31 Μαρτ.)	6,1	VIII	n	Πουρί
1955 (19 Απριλ.)	6,2	VIII+	n	Λεχώνια
1957 (8 Μαρτ.)	6,8	IX+	n	Βελεστίνο
1965 (9 Μαρτ.)	6,1	IX+	n	Αλόνησος (Πατητήρι)
1980 (9 Ιουλίου)	6,5	VIII+	n	Αλμυρός

Πηγή: ΧΣΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

2.1 ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΩΝ ΧΩΡΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το κτήριο με το οποίο θα ασχοληθούμε βρίσκεται εντός του οικισμού, σε μικρή απόσταση από την πλατεία στην οποία βρίσκεται και η εκκλησία καθώς και στο σχολείο του χωριού. Το κτήριο δεν εφάπτεται με άλλα κτήρια και η οικοπεδική έκταση εντός της οποίας βρίσκεται δεν περιφράσσεται. Η μικρή πλευρά του κτηρίου (ανατολική όψη) στρέφεται προς το καλντερίμι στην οποία βρίσκεται η αυλόπορτα, ενώ η δύο κεντρικές εισοδοί βρίσκονται στη μεγάλη πλευρά (νότια όψη).



2.2 ΧΡΟΝΙΚΟ ΚΑΙ ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Η ανέγερση του κτηρίου χρονολογείται περίπου τα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Κατασκευάστηκε εμπειρικά από τεχνίτες της εποχής, χωρίς την ύπαρξη στατικής μελέτης με υπολογισμούς και σχέδια κατασκευής. Το κτήριο χρησιμοποιήθηκε ως κατοικία και χώρος εργασίας δύο οικογενειών καθώς είναι χωρισμένο στη μέση με μια μεσοτοιχία. Συγκεκριμένα στην ανατολική μεριά το ισόγειο αποτέλεσε το κρεοπωλείο του χωριού ενώ στην δυτική χρησιμοποιήθηκε ως χώρος φύλαξης των

ζών. Οι επάνω δύο όροφοι ήταν ο χώρος όπου ζούσαν οι άνθρωποι. Σήμερα το κτήριο είναι εγκαταλελειμμένο περίπου από το 1970 λόγω μετανάστευσης των κατοίκων σε μεγαλύτερα αστικά κέντρα.



Σχ. 2.2.1 Γενική φωτογραφία του κτηρίου μελέτης (νοτιοδυτική οπτική)

Οι φυσικές φθορές, η γήρανση των υλικών και οι βλάβες από εξωτερικούς παράγοντες σε συνδυασμό με την έλλειψη συντήρησης το καθιστούν μη κατοικήσιμο και επισφαλές έως επικίνδυνο για τους επισκέπτες. Οι επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν αποκλειστικά για την ανατολική μεριά του κτηρίου τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά (ανατολική και νότια όψη) με επίχρισμα για την κάλυψη των επιφανειακών φθορών.

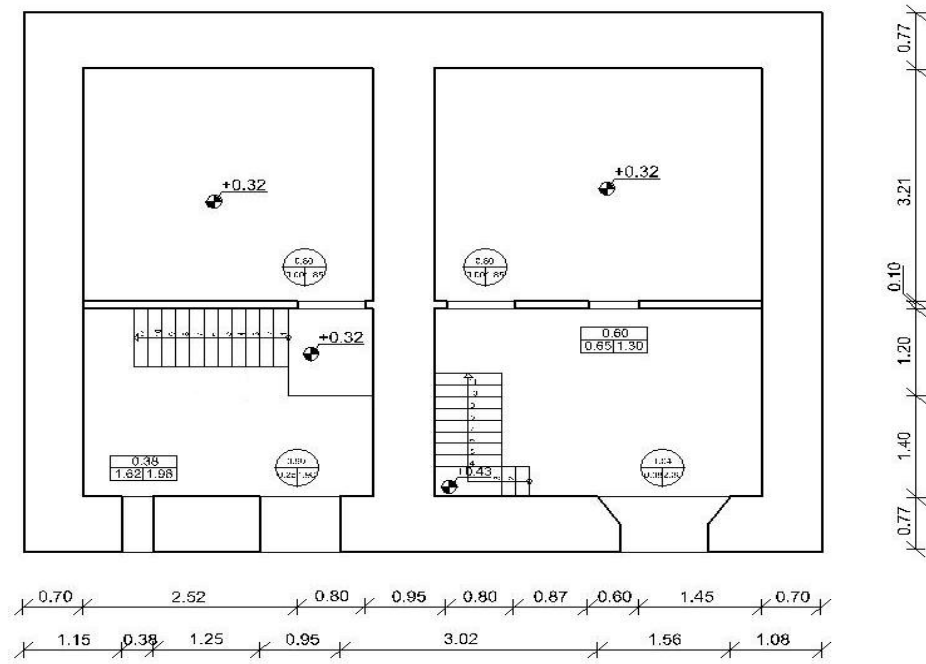




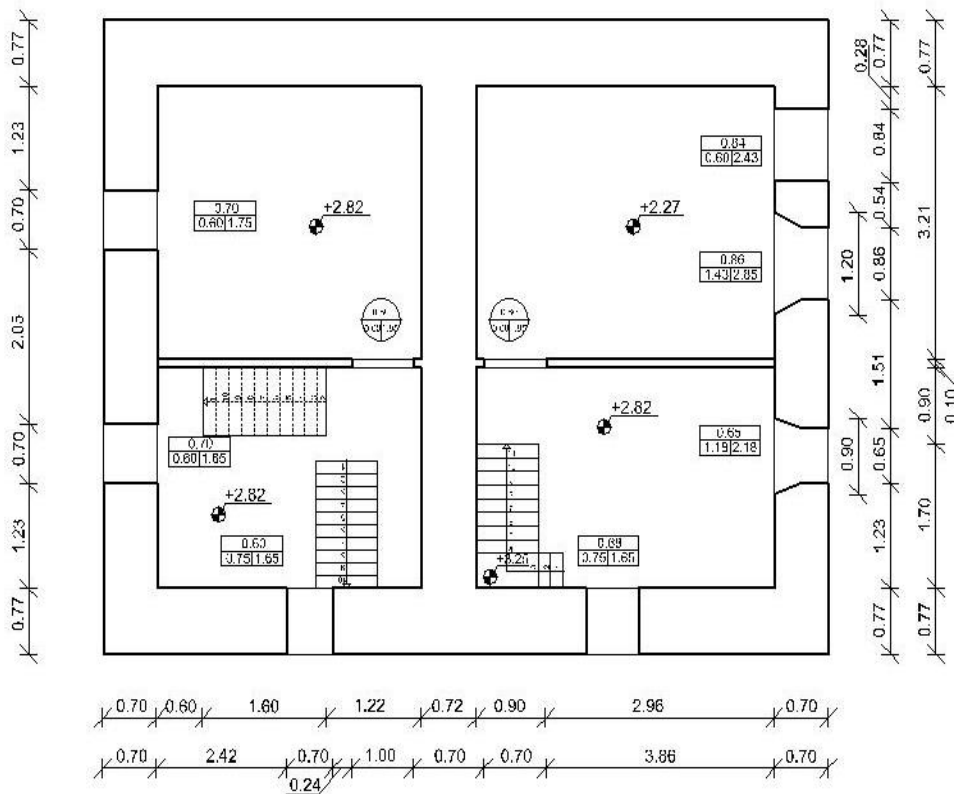
Σχ. 2.2.2 Επεμβάσεις με επίχρυσμα στην ανατολική και νότια όψη αντίστοιχα

2.3 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΜΟΡΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

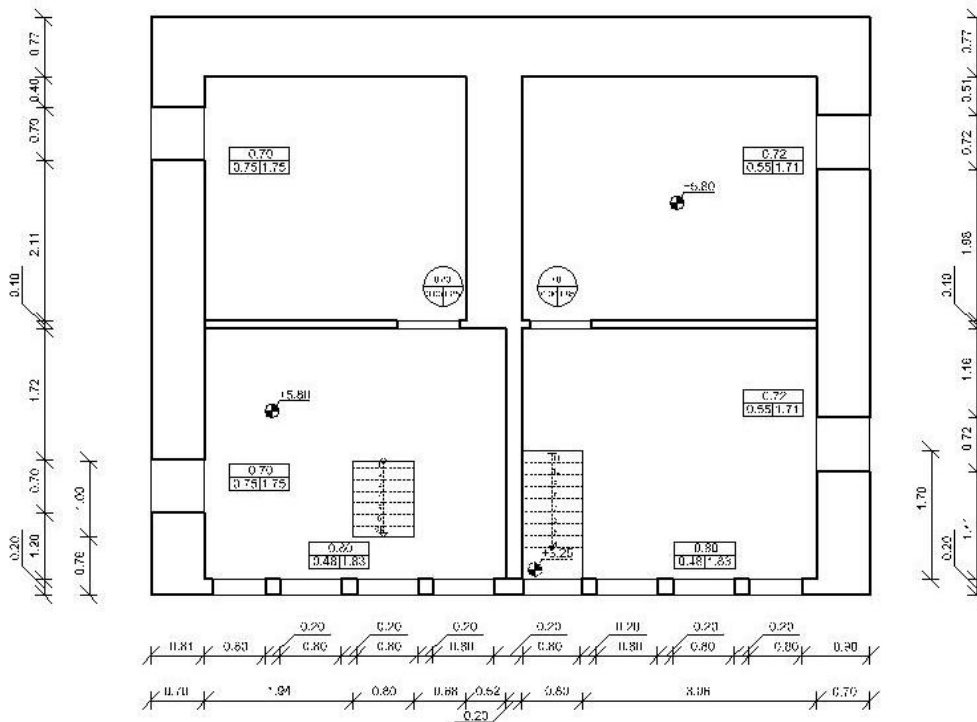
Το κτήριο έχει χτιστεί σύμφωνα με τη δεύτερη αρχιτεκτονική περίοδο -«κλασική περίοδος». Αποτελείται από ισόγειο και δύο ορόφους και δε διαθέτει υπόγειο. Συγκεκριμένα διαθέτει πέτρινη βάση που σχηματίζει ορθή και κάθετη γωνία (Γ) ενώ ο πάνω όροφος είναι κατασκευασμένος από ελαφρύ υλικό, τον τσατμά. Η στέγασή του υλοποιείται με μια τετράριστη ξύλινη στέγη με σανίδωμα, το οποίο σκεπάζεται με πηλιορείτικες σχιστολιθικές πλάκες ενώ προεξέχει και προστατεύει έτσι το οίκημα από διάφορες καιρικές συνθήκες. Η κατακόρυφη επικοινωνία μεταξύ των τριών επιπέδων εξασφαλίζεται από εσωτερικά κλιμακοστάσια και για τις δύο μεριές του κτηρίου. Η κάτοψή του είναι ορθογωνική διαστάσεων 9.40m x 7,45m. Το ύψος του ισόγειου είναι 2.80m, του πρώτου ορόφου 2.70m και του δευτέρου 3.10m.



Σχ. 2.3.1 Κάτοψη ισογείου



Σχ. 2.3.2 Κάτοψη πρώτου ορόφου



Σχ. 2.3.3 Κάτοψη δευτέρου ορόφου

Στην ανατολική όψη λόγω της ύπαρξης καλντεριμιού δεν είναι εμφανής ο εξωτερικός τοίχος από τη στάθμη 0,00 της αριστερής γωνίας έως τη στάθμη +2,80m της δεξιάς.



Σχ. 2.3.1 Ανατολική όψη



Σχ. 2.3.2 Βόρεια όψη



Σχ. 2.3.3 Δυτική όψη



Σχ. 2.3.4 Νότια όψη

2.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΨΕΩΝ

Οι όψεις του κτηρίου είναι λιτές και δεν έχουν κάποια ιδιαίτερη διακόσμηση. Εξωτερικά στο μεγαλύτερό του μέρος είναι ανεπίχριστο, ενώ η λάξευση των λιθοσωμάτων δε χαρακτηρίζεται από κάποια ιδιαίτερη επιμέλεια με εξαίρεση τους γωνιόλιθους και τους λίθους διαμόρφωσης των ανοιγμάτων. Στις συμβολές των τοίχων έχει γίνει επιμελημένο κτίσιμο με ισχυρούς ημιλαξευτούς λίθους, τα λεγόμενα αγκωνάρια. Τα ανοίγματα διαθέτουν ξύλινο ή πέτρινο πρέκι, όπως και οι λαμπάδες τους που διαμορφώνονται είτε από ξύλα είτε από ημιλαξευτούς λίθους.



Σχ. 2.4.1 Ξύλινα πρέκια ανοιγμάτων

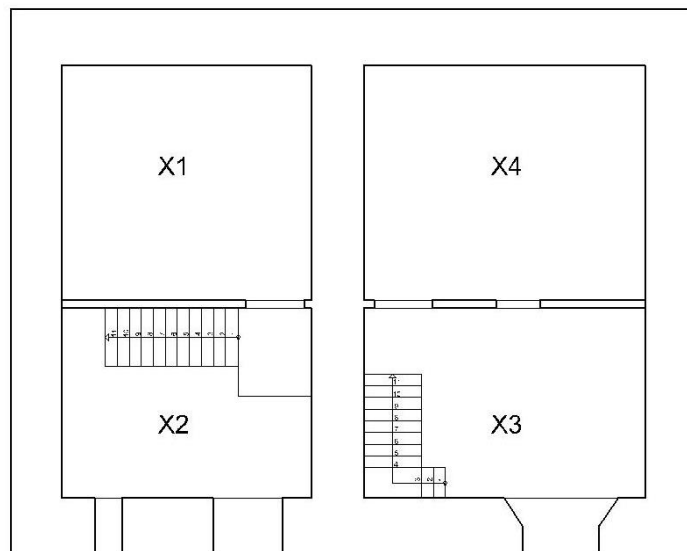


Σχ. 2.4.2 Πέτρινα πρέκια ανοιγμάτων

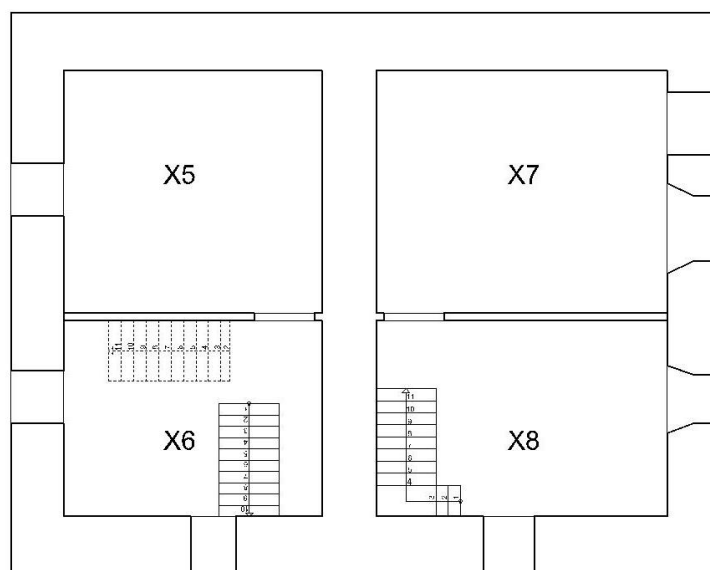
2.5 ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΡΡΥΘΜΗΣΗ ΧΩΡΟΥ

Το κτήριο έχει χτιστεί σύμφωνα με τη δεύτερη αρχιτεκτονική περίοδος -«κλασική περίοδος». Δηλαδή, το ισόγειο χρησίμευε ως αποθηκευτικός χώρος και χώρος φύλαξης των ζώων καθώς και οι όροφοι ως κατοικήσιμοι χώροι. Όπως ήδη αναφέρθηκε το κτήριο χωρίζεται με τη μεσοτοιχία σε δύο σχεδόν όμοια μέρη. Και στις δύο μεριές το ισόγειο χωρίζεται σε δύο χώρους, Χ1: αποθηκευτικός χώρος διαστάσεων 3,42m x 3,21m , Χ2: χώρος φύλαξης ζώων διαστάσεων 3,42m x 2,60m για τη δυτική μεριά και Χ3: προθάλαμος διαστάσεων 2,86m x 2,60m, Χ4: αποθηκευτικός χώρος διαστάσεων 3,86m x 3,21m για την ανατολική μεριά. Ομοίως ο πρώτος όροφος χωρίζεται σε δύο χώρους, Χ5: χειμωνιάτικο δωμάτιο διαστάσεων

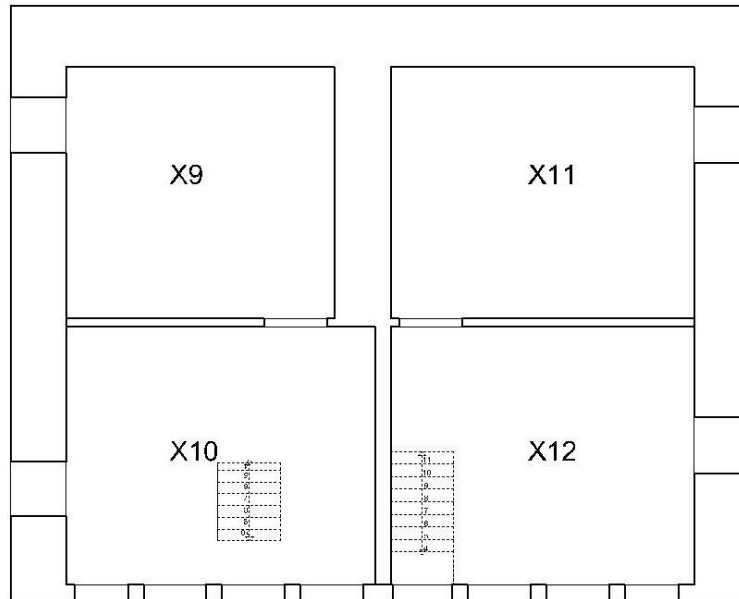
3,42m x 3,21m, X6: προθάλαμος διαστάσεων 3,42m x 2,60m στη δυτική μεριά και X7: κρεοπωλείο διαστάσεων 3,86m x 3,21m, X8: σάλα διαστάσεων 3,86m x 2,60m στην ανατολική μεριά. Τέλος, ο δεύτερος όροφος χωρίζεται και πάλι σε δύο χώρους, X9: κοιτώνας διαστάσεων 3,42m x 3,21m, X10: σάλα διαστάσεων 3,94m x 3,29m στη δυτική μεριά και X11: κοιτώνας διαστάσεων 3,86m x 3,21m, X12: σάλα διαστάσεων 3,86m x 3,29m στην ανατολική μεριά αντίστοιχα.



Σχ. 2.5.1 Σκαρίφημα αρχιτεκτονικής κάτοψης ισογείου



Σχ. 2.5.2 Σκαρίφημα αρχιτεκτονικής κάτοψης πρώτου ορόφου



Σχ. 2.5.3 Σκαρίφημα αρχιτεκτονικής κάτοψης δευτέρου ορόφου

Τα εσωτερικά χωρίσματα είναι μη φέροντα, έχουν πάχος 10cm και είναι κατασκευασμένα από ξύλινες κολώνες πάνω στις οποίες έχουν καρφωθεί ξύλινα σανίδι.



Σχ. 2.5.4 Εσωτερικός διαχωριστικός τοίχος στο ισόγειο της ανατολικής μεριάς

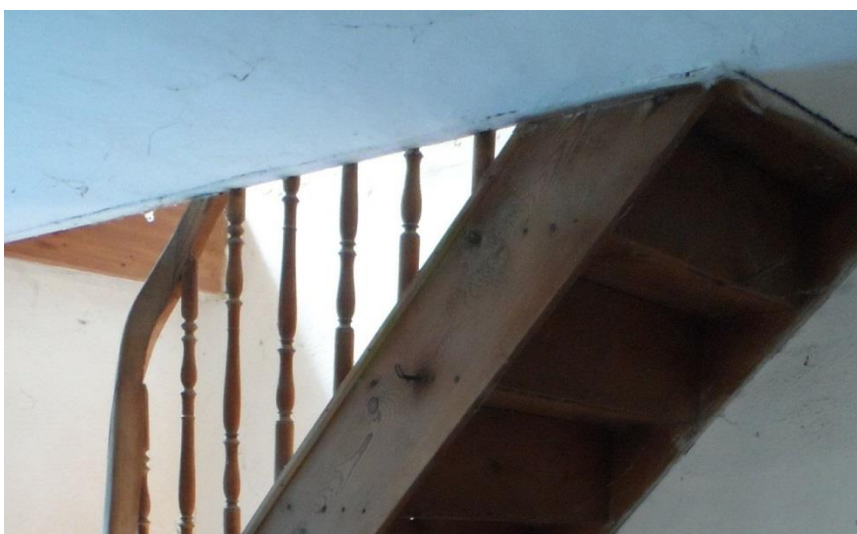
2.6 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

➤ Οροφές

Στη δυτική μεριά του κτηρίου σε κανένα από τους ορόφους δεν είχε κατασκευαστεί ταβάνι. Συγκεκριμένα, στο ισόγειο και στον πρώτο όροφο είναι εμφανές το πάτωμα του άνωθεν ορόφου καθώς επίσης και τα δοκάρια στα οποία στηρίζεται, ενώ στο δεύτερο όροφο φαίνεται ο σκελετός της στέγης. Αντιθέτως, στην ανατολική μεριά σε όλους τους ορόφους έχει κατασκευαστεί μετέπειτα ταβάνι καλύπτοντας έτσι να δοκάρια και τα σανίδια του άνωθεν πατώματος.



Σχ. 2.6.1 Εμφανές το πάτωμα και τα δοκάρια του πρώτου ορόφου λόγω απουσίας ταβανιού στο ισόγειο της δυτικής μεριάς



Σχ. 2.6.2 Ταβάνι πρώτου ορόφου της ανατολικής μεριάς

➤ **Δάπεδα**

Το δάπεδο του ισογείου έχει κατασκευαστεί από συμπυκνωμένο χώμα πάνω στο οποίο έχουν τοποθετηθεί πλάκες ενώ αυτό των ορόφων είναι ξύλινο (ξύλινα σανίδια).

➤ **Επιχρίσματα**

Οι επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν αποκλειστικά για την ανατολική μεριά του κτηρίου τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά (ανατολική και νότια όψη) με επίχρισμα για την κάλυψη των επιφανειακών φθορών. Συγκεκριμένα, εσωτερικά οι τοίχοι έχουν επιχριστεί με κονίαμα από άμμο και ασβέστη ενώ εξωτερικά στην ανατολική όψη έχουμε κάλυψη του τοίχου μέχρι την αρχή του δευτέρου ορόφου από εκτοξευόμενο τσιμεντοκονίαμα πάχους 3cm. Τέλος, στη νότια όψη έχουμε μερική επιφανειακή κάλυψη του τοίχου από ασβεστοκονίαμα, το οποίο λόγω των εξωτερικών φθορών έχει αλλοιωθεί σε διάφορα σημεία.



Σχ. 2.6.3 Εσωτερικοί τοίχοι ανατολικής μεριάς



Σχ. 2.6.3 Εξωτερικός τοίχος-ανατολική όψη



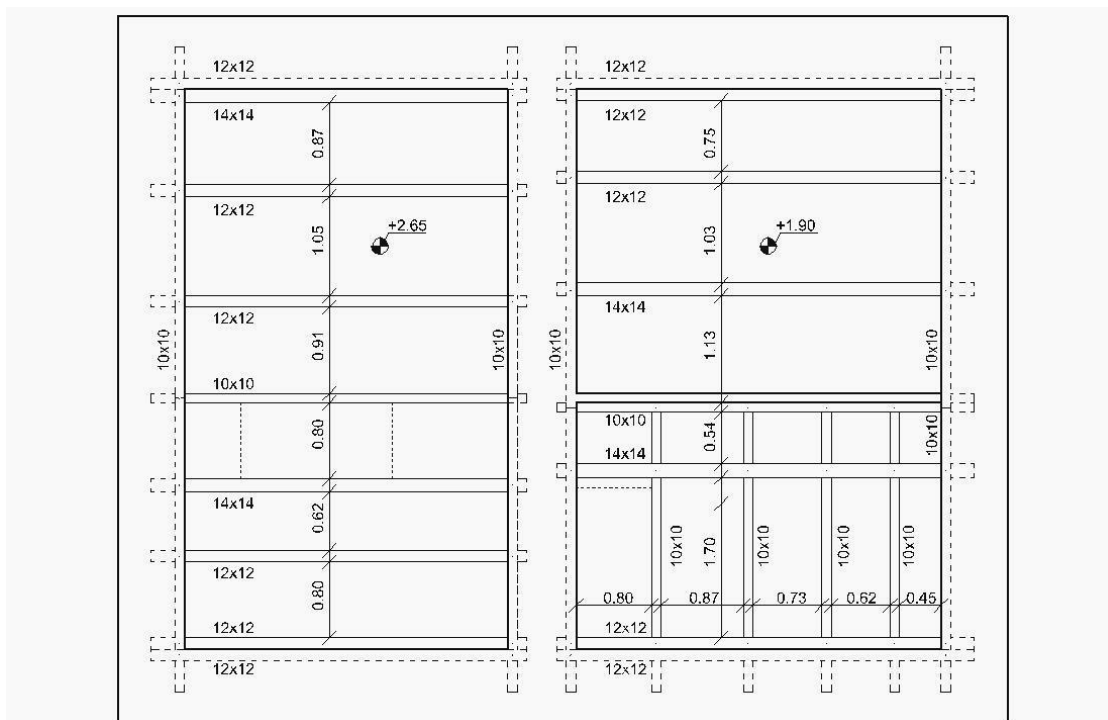
Σχ. 2.6.4 Εξωτερικός τοίχος-νότια όψη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

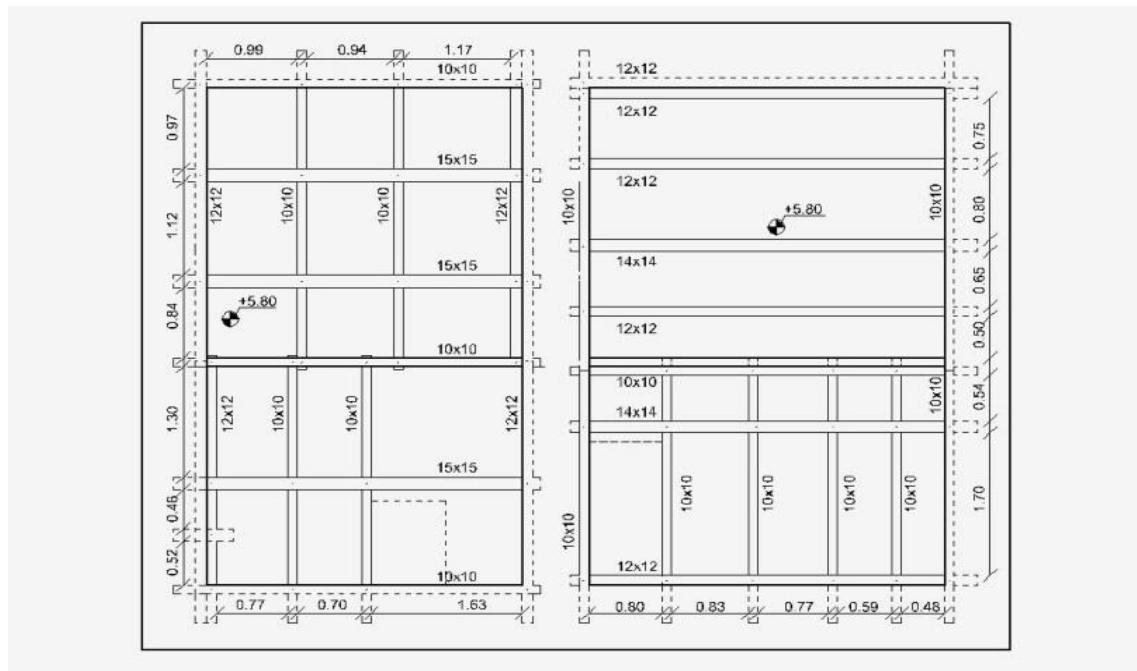
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κατανόηση της λειτουργίας του φέροντος οργανισμού αποτελεί προϋπόθεση για την αξιόπιστη αποτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης και της σεισμικής συμπεριφοράς, καθώς και για την πρόταση των κατάλληλων επεμβάσεων. Στο κτήριο μελέτης, τα στοιχεία που συνθέτουν το φέροντα οργανισμό είναι η ξύλινη στέγη, τα ξύλινα πατώματα, τα εσωτερικά ξύλινα κλιμακοστάσια και η εξωτερική περιμετρική λιθοδομή. Στις επόμενες ενότητες θα γίνει αναλυτική περιγραφή καθενός από τα παραπάνω φέροντα στοιχεία.



Σχ. 3.1.1 Φέρων οργανισμός πρώτου ορόφου



Σχ. 3.1.2 Φέρων οργανισμός δευτέρου ορόφου

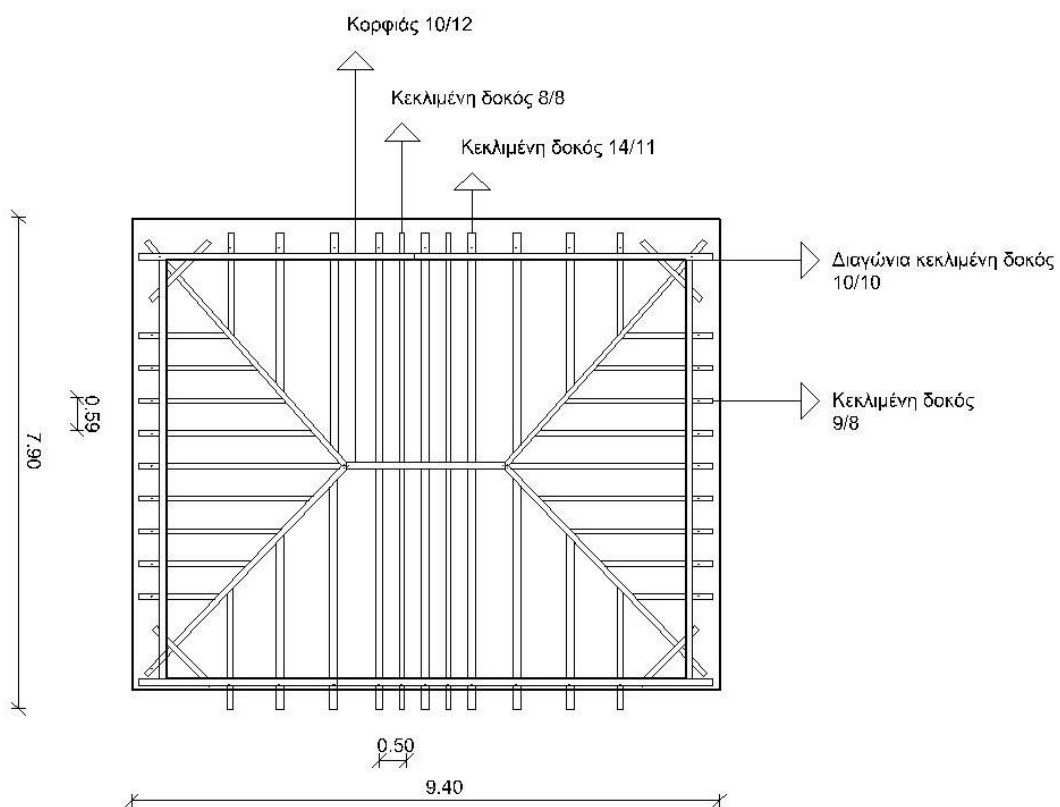
3.2 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

✓ Στέγη

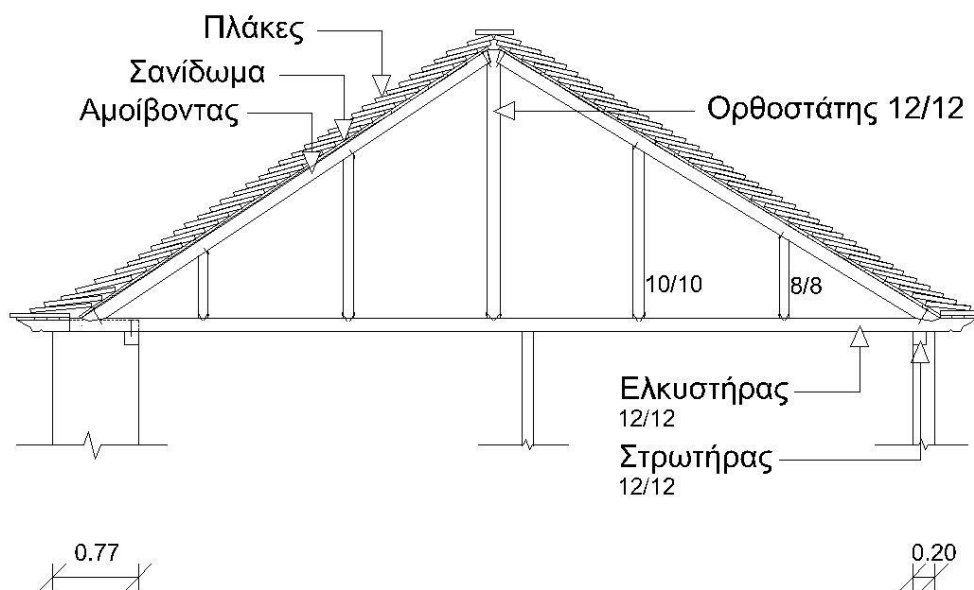
Η στέγη είναι τετράριχτη επί ορθογωνικής κάτοψης. Το κατακόρυφο ύψος μετρώντας από τον κορφιά είναι 2,40m. Από τα άκρα του κορφιά ορθογωνικής διατομής 10x12cm εκτείνονται διαγώνιες κεκλιμένες δοκοί τετραγωνικής διατομής 10x10cm που καταλήγουν στις γωνίες του κτηρίου. Περιμετρικοί ξύλινοι στρωτήρες τετραγωνικής διατομής 12x12cm είναι τοποθετημένοι πάνω στην τοιχοποιία. Στους στρωτήρες αυτούς στηρίζονται ξύλινοι ελκυστήρες επίσης τετραγωνικής διατομής 12x12cm, οι οποίοι εισέρχονται 42cm εσωτερικά της τοιχοποιίας. Οι ορθοστάτες διαφόρων διατομών, όπως φαίνονται στα σχήματα, καρφώνονται στον κορφιά και στο μέσο των ελκυστήρων με δύο μεταλλικά καρφιά. Ακόμη, οι αμείβοντες ορθογωνικής διατομής διαστάσεων 14x10cm για τη βόρεια και νότια όψη και 9x8cm για την ανατολική και δυτική όψη αντίστοιχα, στηρίζονται στον κορφιά και τον ελκυστήρα με τη βοήθεια συγκεκριμένων εγκοπών και δύο μεταλλικών καρφιών αντίστοιχα. Τέλος, υπάρχουν τέσσερα οριζόντια και διαγώνια ξύλα διαστάσεων 8x8cm στις γωνίες, τα οποία είναι καρφωμένα πάνω στους δύο μεταξύ τους κάθετους στρωτήρες. Στους αμείβοντες εδράζεται το σανίδωμα πάχους 2cm. Τα ξύλα από τα οποία είναι κατασκευασμένη η στέγη προέρχονται από άγρια καστανιά, η οποία είναι σκληρή ξυλεία.



Σχ. 3.2.1 Φωτογραφία σκελετού στέγης



Σχ. 3.2.2 Άνοψη στέγης



Σχ. 3.2.3 Λεπτομέρεια στέγης

✓ Πάτωμα

Το πάτωμα είναι κατασκευασμένο από ξύλινες σανίδες, πάχους 3cm και πλάτους 12cm, καρφωμένες κάθετα επί ισχυρών ξύλινων δοκών. Οι ξύλινες δοκοί είναι ακανόνιστης μεταβλητής διατομής και προσομοιάζονται με ορθογωνικές διατομές. Είναι καρφωμένες στους στρωτήρες που υπάρχουν περιμετρικά στους τοίχους του κάθε χώρου με μήκος έδρασης 20cm. Επίσης, είναι τοποθετημένες παράλληλα μεταξύ τους ανά αποστάσεις που ποικίλουν από 62cm έως 1.63cm. Τέλος, και εδώ τα ξύλα προέρχονται από τις άγριες καστανιές που βρίσκονται σε αφθονία στην περιοχή.



Σχ. 3.2.4 Φωτογραφία ξύλινων δοκών πατώματος

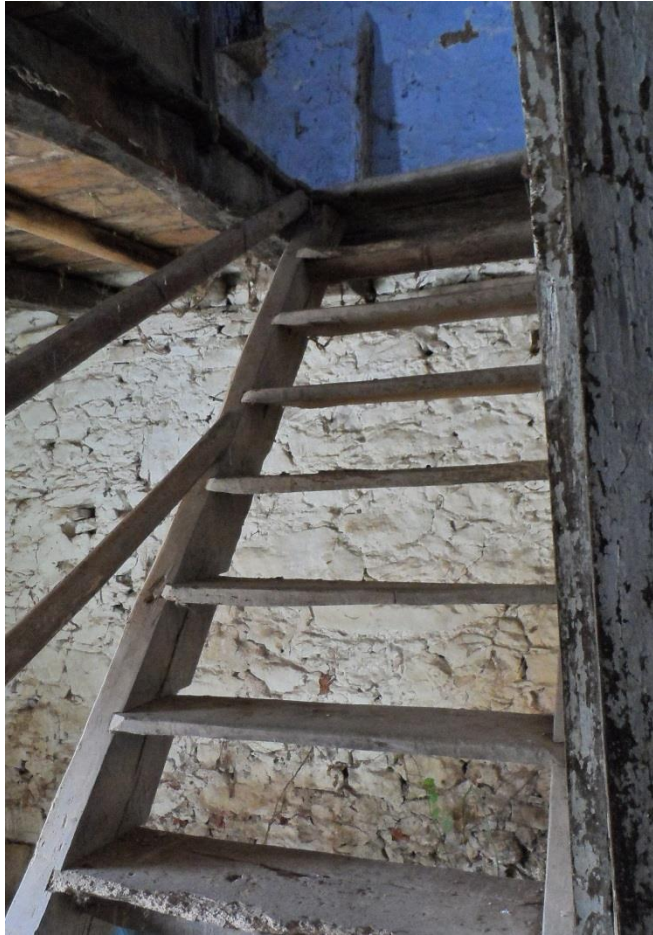


Σχ. 3.2.6 Φωτογραφία δοκού και σανίδων πατώματος

✓ Κλιμακοστάσια

Το κτήριο μελέτης διαθέτει τέσσερις εσωτερικές ξύλινες σκάλες, δύο σε κάθε μεριά. Και οι τέσσερις έχουν φτιαχτεί από ξύλο άγριας καστανιάς και είναι τοποθετημένες με τον ίδιο τρόπο. Να σημειωθεί εδώ ότι οι δύο που βρίσκονται στην ανατολική μεριά έχουν αντικατασταθεί σε μεταγενέστερη φάση.

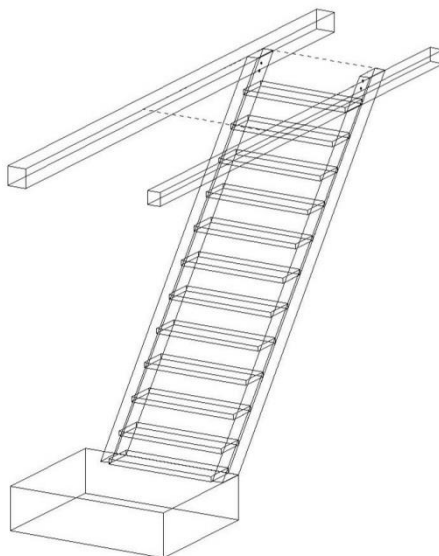
Διαμορφώνονται από 10 και 11 βαθμίδες για το δυτικό τμήμα και από 8 και 11 για το ανατολικό τμήμα για κάθε επίπεδο αντίστοιχα. Αποτελούνται από δύο παράλληλους δοκούς ορθογωνικής διατομής 16x16cm, στις οποίες έχουν δημιουργηθεί κατάλληλες εγκοπές για την τοποθέτηση των πατημάτων. Επίσης, είναι καρφωμένες η κάθε μια με δύο μεταλλικά καρφιά στις οριζόντιες δοκούς του άνωθεν πατώματος που βρίσκονται εκατέρωθεν ενώ ακουμπάνε στο πάτωμα κάτωθεν. Τέλος, το ρίχτι και το πάτημα ποικίλει για τις βαθμίδες της κάθε σκάλας. Συγκεκριμένα, το ρίχτι από 23cm μέχρι 26cm ενώ το πάτημα από 15cm μέχρι 17cm.



Σχ. 3.2.7 Σκάλα ισογείου δυτικής μεριάς



Σχ. 3.2.8 Φωτογραφία στήριξης σκάλας στις δοκούς του πατώματος

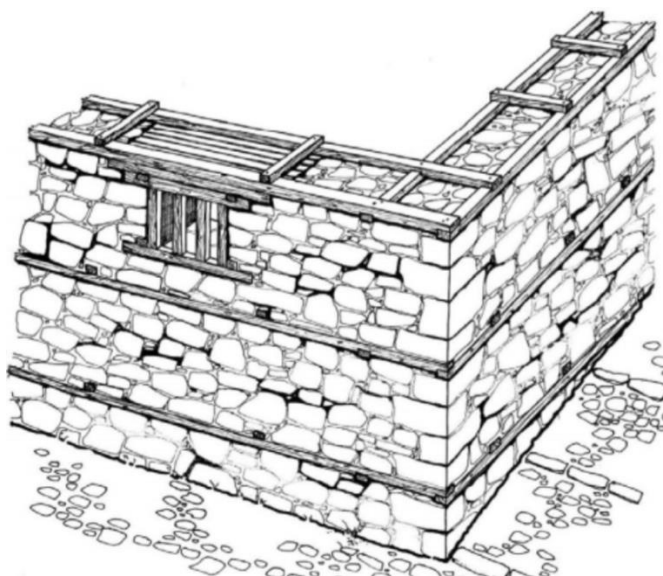


Σχ. 3.2.9 Λεπτομέρεια σκάλας σε 3D

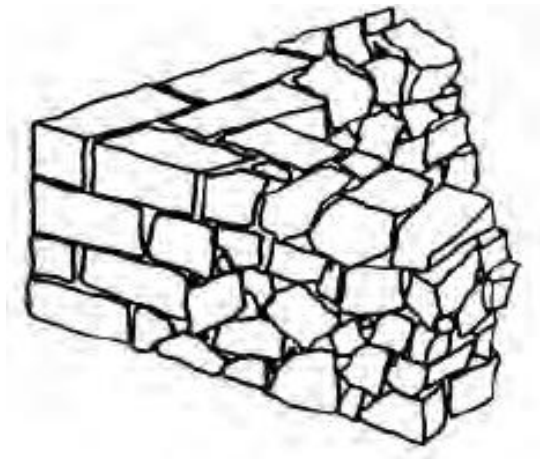
3.3 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

✓ Φέρουσα τοιχοποιία

Οι τέσσερις περιμετρικοί τοίχοι καθώς επίσης και η μεσοτοιχία που χωρίζει το κτήριο μελέτης σε δύο επιμέρους είναι φέροντες. Πρόκειται για τριστρωτη τοιχοποιία, όπου η λιθοδομή εξωτερικά και εσωτερικά είναι αργολιθοδομή. Στο κτήριο μελέτης, όπως επίσης και στην πλειοψηφία των σπιτιών της εποχής στο συγκεκριμένο οικισμό, στις θέσεις των γωνιών έχει γίνει χρήση ακρογωνιαίων λίθων (αγκωνάρια). Επίσης, η τοιχοποιία είναι ενισχυμένη με ξύλα όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα.



Σχ. 3.3.1 Ενισχυμένη τοιχοποιία με ξύλα

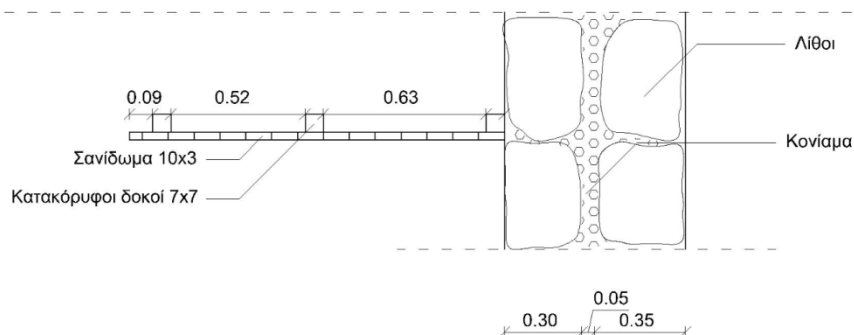


Σχ. 3.3.2 Διαμόρφωση διασταυρώσεων αργολιθοδομών

Το πάχος του ανατολικού και δυτικού είναι 70cm καθ' όλο το ύψος ενώ του βόρειου 77cm. Ο νότιος τοίχος είναι λιθόδητος στο ισόγειο και τον πρώτο όροφο με πάχος 77cm, στον δεύτερο όμως αποτελείται από «τσατμά», μια πιο ελαφριά κατασκευή με πάχος 20cm. Τέλος, η μεσοτοιχία έχει ενιαίο πάχος 72cm στο ισόγειο και τον πρώτο όροφο, ενώ στο δεύτερο η μισή συνεχίζει με το ίδιο πάχος και η άλλη μισή με πάχος 20cm.

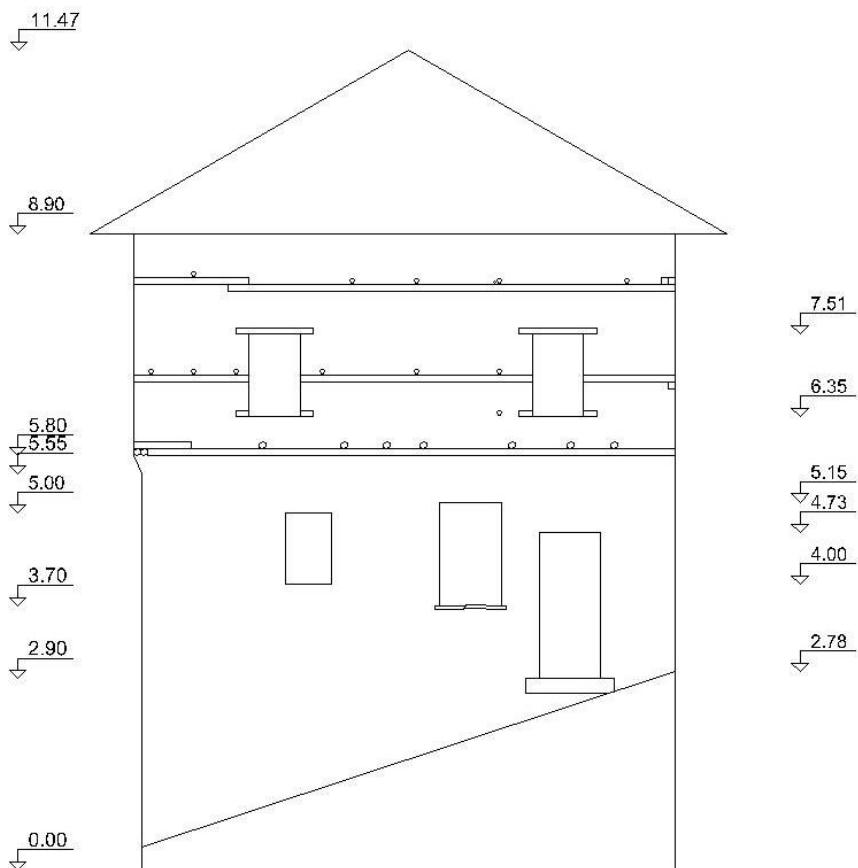
Μ Ε Σ Α

Ε Ξ Ω

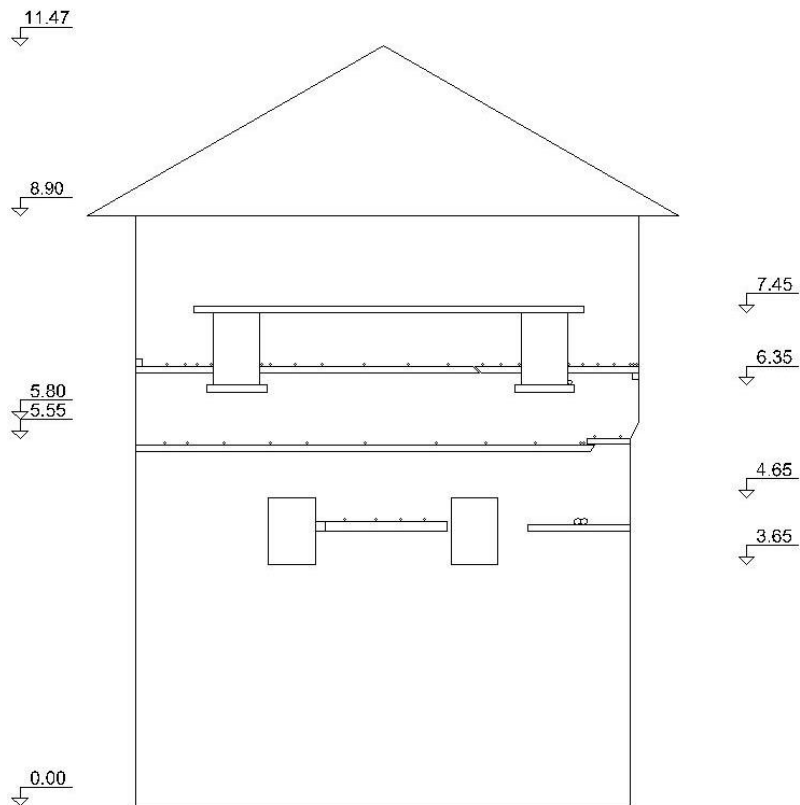


Σχ. 3.3.3 Λεπτομέρεια τοιχοποιίας

Η τοιχοποιία έχει αρκετά ανοίγματα, τα οποία μειώνουν αρκετά τη δυσκαμψία της. Τα ανοίγματα του κτηρίου έχουν γενικά μικρές διαστάσεις. Συγκεκριμένα, τα ανοίγματα των παραθύρων κυμαίνονται από 60cm έως 86cm ενώ το ύψος από 90cm έως 145cm. Αντίστοιχα, τα ανοίγματα των θυρών κυμαίνονται από 84cm έως 114cm ενώ το ύψος από 173cm έως 230cm.

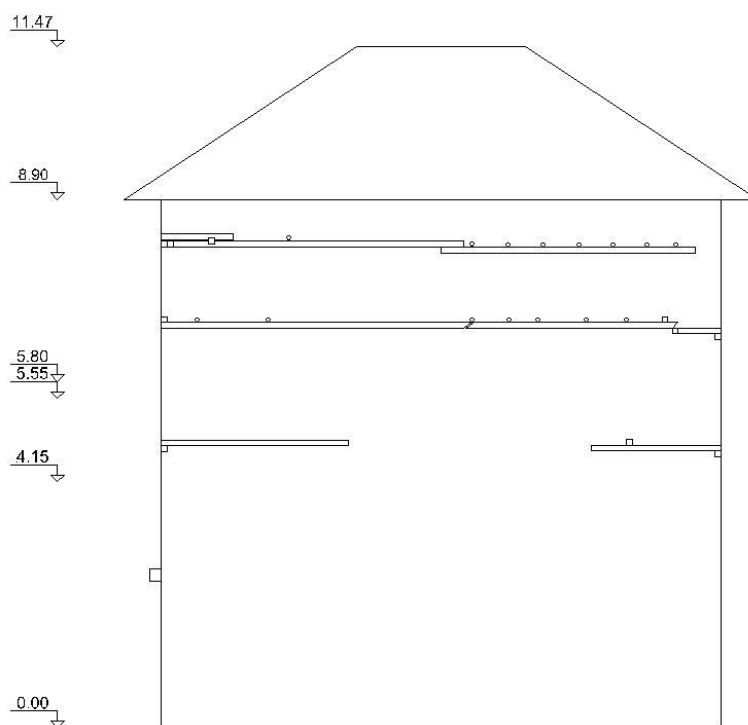


Σχ. 3.3.4 Ανατολική όψη

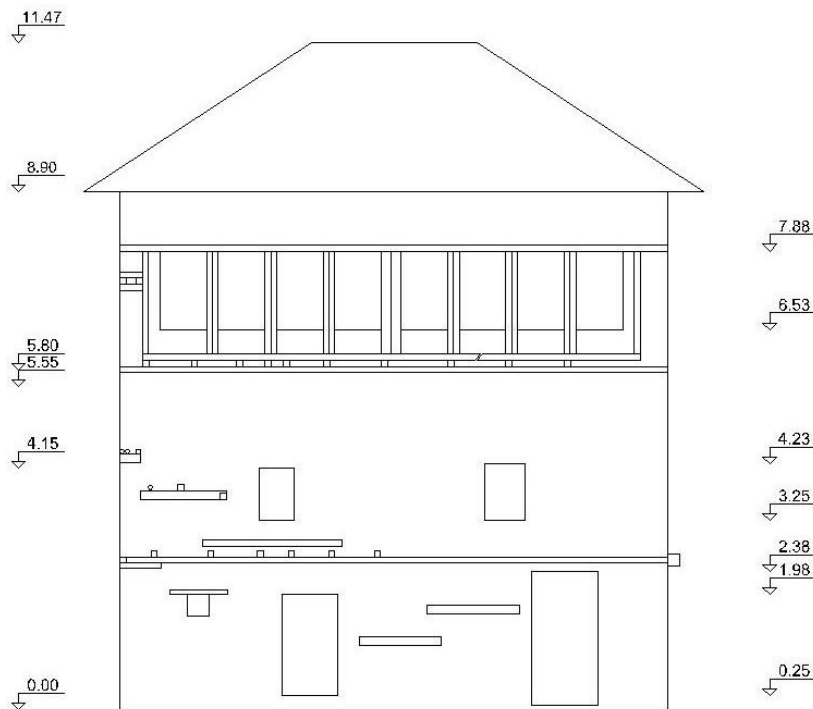


Σχ. 3.3.5 Δυτική όψη

Ο βορινός τοίχος είναι αυτός που δεν έχει κανένα άνοιγμα, σε αντίθεση με το νότιο που έχει τα περισσότερα με συνολικό αριθμό 13. Συγκεκριμένα έχει στο ισόγειο δύο θύρες διαστάσεων 95cmx 173cm και 114cmx 230cm και ένα μικρό παράθυρο διαστάσεων 36cmx38cm, στον πρώτο όροφο δύο παράθυρα διαστάσεων 60cmx 90cm και 68cmx98cm και τέλος στο δεύτερο όροφο οκτώ παράθυρα διαστάσεων 80cmx135cm. Ο δυτικός τοίχος δεν έχει κανένα άνοιγμα στο ισόγειο σε αντίθεση με τους άλλους δύο ορόφους που έχει ο καθένας από δύο παράθυρα διαστάσεων 70cmx100cm και 70cmx110cm αντίστοιχα. Ο ανατολικός τοίχος από την άλλη μεριά, διαθέτει στον πρώτο όροφο μια θύρα διαστάσεων 84cmx205cm και δύο παράθυρα διαστάσεων 86cmx 145cm και 65cmx 100cm, ενώ στο δεύτερο δύο παράθυρα διαστάσεων 72cmx 116cm.



Σχ. 3.3.6 Βόρεια όψη



Σχ. 3.3.7 Νότια όψη

Συνοψίζοντας, τα ανοίγματα της τοιχοποιίας στη νότια όψη φτάνουν σε ποσοστό 17%, στη δυτική 4,4% και στην ανατολική 8%. Τα ανοίγματα του δευτέρου ορόφου στην κάτοψη είναι συμμετρικά ως προς τον οριζόντιο κεντρικό άξονα που είναι παράλληλος στη μικρή διάσταση ενώ ως προς τον οριζόντιο κεντρικό άξονα που είναι παράλληλος στη μεγάλη διάσταση είναι ασύμμετρα. Τέλος, τα ανοίγματα του ισογείου και του πρώτου ορόφου είναι γενικά ασύμμετρα.

✓ Θεμέλια

Η μορφή και το βάθος θεμελίωσης είναι γενικά άγνωστα. Σε κανένα χώρο δε διακρίνονται ίχνη θεμελίωσης. Σύμφωνα με τα κατασκευαστικά πρότυπα της εποχής ο τοίχος θεμελίου και ο υπόλοιπος τοίχος έχουν το ίδιο πάχος, ενώ το βάθος θεμελίωσης εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους. Στο κτήριο μελέτης πιθανολογούμε ότι η θεμελίωση δεν εισχωρεί σε πολύ μεγάλο βάθος, διότι το έδαφος είναι γενικά σκληρό και καλής ποιότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κτήριο μελέτης αποτελεί μια κατασκευή στην οποία σήμερα είναι εμφανείς οι βλάβες λόγω των εξωτερικών και σεισμικών δράσεων στις οποίες υποβλήθηκε με το πέρασμα των χρόνων. Αυτό, όμως, είχε ως αποτέλεσμα την απώλεια μέρους της λειτουργικότητας της κατασκευής καθώς και της ευστάθειας της. Μερικοί από τους παράγοντες που κατέστησαν το κτήριο μελέτης τρωτό είναι η έλλειψη σχεδιασμού και συγκεκριμένα η απουσία πλήρους διαφραγματικής λειτουργίας καθώς και η ασυμμετρία των ανοιγμάτων στην κάτοψη του κτηρίου. Τέλος, η βαρύτητα πέφτει ακόμα και στη γήρανση των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την κατασκευή και η έλλειψη συντήρησής τους με αποτέλεσμα τη χαλάρωση της συνάφειας μεταξύ τους.

Στο κτήριο μας διακρίνονται αρκετές φθορές και βλάβες, οι οποίες καταγράφηκαν λεπτομερώς και παρουσιάζονται στις ενότητες που ακολουθούν. Επίσης θα γίνει και μια εκτίμηση των αιτιών από τις οποίες ενδέχεται να προκλήθηκαν. Πρέπει ωστόσο να επισημανθεί ότι τις περισσότερες φορές μια βλάβη αποτελεί το συσσωρευτικό αποτέλεσμα περισσότερων του ενός αιτιών, γεγονός που δυσχεραίνει τον προσδιορισμό των πραγματικών. Στο παράρτημα στο τέλος της διπλωματικής εργασίας παρατίθενται όλα τα σχέδια αποτύπωσης του κτηρίου.

4.2 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

✓ Στέγη

Σε γενικές γραμμές η στέγη διατηρείται δε ικανοποιητική κατάσταση και δεν παρουσιάζει σοβαρά προβλήματα. Ο ξύλινος σκελετός της έχει υποστεί μικρή επιφανειακή φθορά λόγω της υγρασίας και της έλλειψης συντήρησης. Επίσης, στο σανίδωμα της στέγης έχουν παρατηρηθεί σε ορισμένα τμήματα κάποια κενά μεταξύ των σανίδων από τα οποία είναι εμφανείς οι πλάκες άνωθεν. Τέλος, εξωτερικά η στέγη έχει υποστεί μεγαλύτερη φθορά καθώς παρατηρείται μετακίνηση και θραύση των πλακών.



Σχ. 4.2.1 Εμφανείς οι πλάκες άνωθεν

✓ Οροφές

Οι ξυλοδοκοί και το σανίδωμα τόσο στην ανατολική όσο και στη δυτική μεριά προέρχεται από ξυλεία άγριας καστανιάς. Ωστόσο, στην ανατολική μεριά το πάτωμα είναι αποτέλεσμα μεταγενέστερης παρέμβασης και γι αυτό το λόγο διατηρείται σε μια πολύ ικανοποιητική κατάσταση. Αντιθέτως, το πάτωμα της δυτικής μεριάς του κτηρίου, εξαιτίας της απουσίας συντήρησης, της γήρανσης του ξύλου και της υγρασίας , είναι πλέον ακατάλληλο με κάποια σημεία υπό κατάρρευση.



Σχ. 4.2.2 Μερική κατάρρευση οροφής

✓ Κλιμακοστάσια

Ομοίως με τα πατώματα, οι σκάλες της ανατολικής μεριάς του κτηρίου έχουν αντικατασταθεί μεταγενέστερα και βρίσκονται σε πλήρως λειτουργική κατάσταση, σε αντίθεση με αυτές της δυτικής μεριάς. Συγκεκριμένα, η απουσία συντήρησης και η γήρανση του ξύλου, προκάλεσαν διάβρωση στις βαθμίδες και τη συνδεσμολογία των σκαλών με αποτέλεσμα την απώλεια της ευστάθειας των.



Σχ. 4.2.3 Εμφανής η γήρανση του ξύλου στη σκάλα του πρώτου ορόφου της δυτική μεριάς

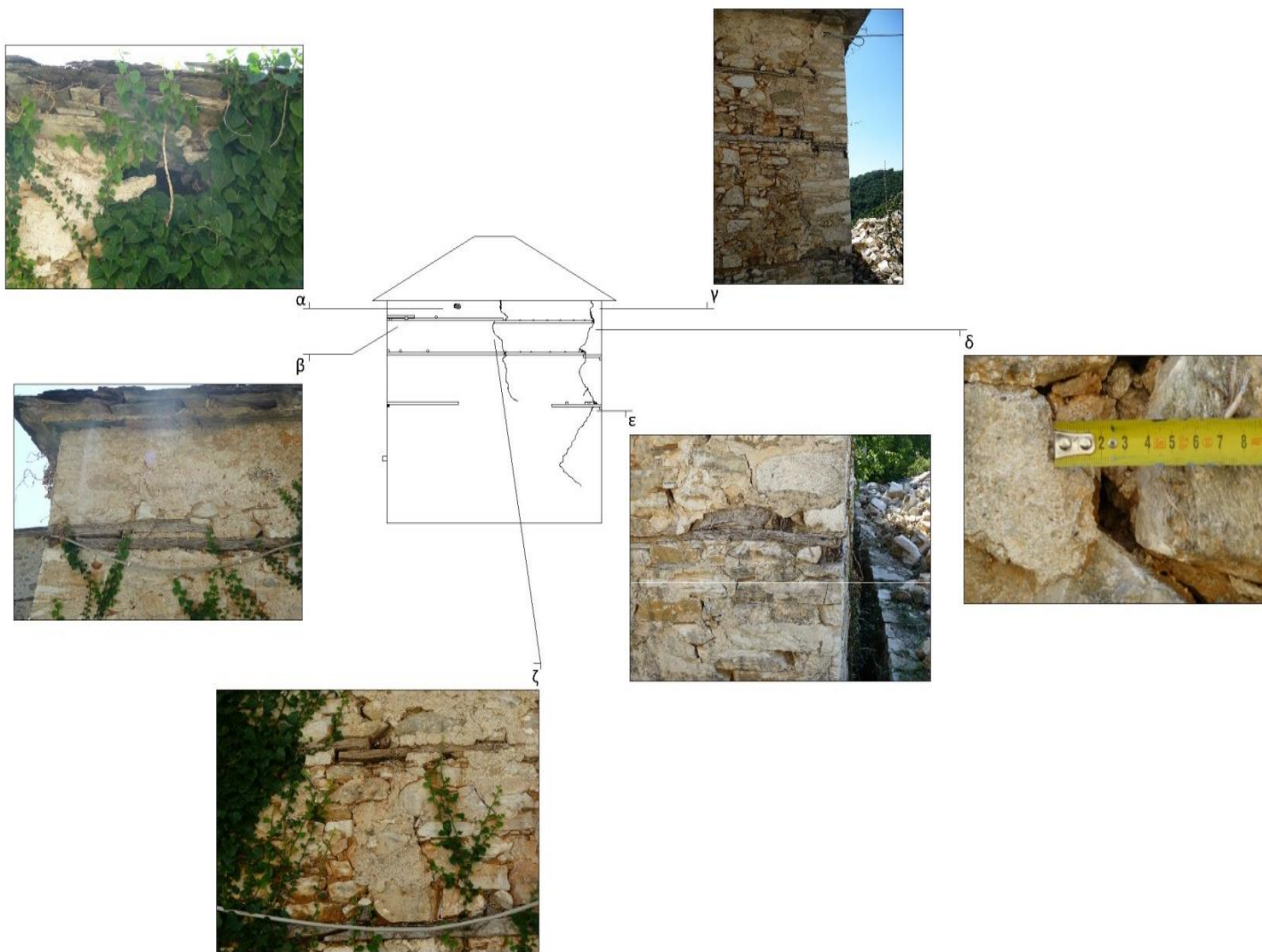
4.3 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

✓ Ρωγμές

Οι ρωγμές που παρατηρούνται είναι εξωτερικές σε όλους τους φέροντες τοίχους, με το δυτικό τοίχο να έχει το μεγαλύτερο αριθμό ρωγμών. Οι περισσότερες ρωγμές είναι κατακόρυφες ή περίπου κατακόρυφες καθ' όλο το ύψος του κτηρίου μελέτης και εμφανίζονται τόσο κοντά στο σημείο ένωσης των δύο κάθετων τοίχων όσο και στις γωνίες των ανοιγμάτων. Επιπλέον συναντιούνται ορισμένες λοξές ρωγμές κυρίως σε υπέρθυρα και ποδιές παραθύρων, ενώ δεν παρατηρούνται πουθενά οριζόντιες ρωγμές. Το εύρος των ρωγμών κυμαίνεται από 5mm-8cm. Οι λοξές ρωγμές οφείλονται κυρίως σε διατμητική αστοχία εντός του επιπέδου των στοιχείων, ενώ οι κατακόρυφες ή σχεδόν κατακόρυφες ρωγμές οφείλονται κυρίως σε εκτός επιπέδου καμπτική αστοχία των στοιχείων με επίπεδο θραύσεως κάθετο στους οριζόντιους αρμούς.



Σχ. 4.3.1 Παθολογία τοιχοποιίας στην ανατολική πλευρά της οικίας στη σημερινή κατάσταση (α.φθορά επιχρίσματος και επιφανειακές ρηγματώσεις- γεμίματα αρμών, β.ρηγμάτωση στην εξωτερική παρειά του τοίχου, γ.ρηγμάτωση στην εξωτερική παρειά του τοίχου, δ.εκτοξευόμενο επίχρισμα με επιφανειακές ρηγματώσεις, ε.σπασμένο πρεβάζι λόγω πιθανής ρηγμάτωσης του τοίχου)



Σχ. 4.3.2 Παθολογία τοιχοποιίας στη βόρεια πλευρά της οικίας στη σημερινή κατάσταση (α.εμφανής οπή, β.φθορά επιχρίσματος και αποκόλληση του από το ξύλο, γ.κατακόρυφη ρωγμή σε όλο το ύψος της παρειάς του τοίχου, δ.διαμετρής ρηγμάτωση ανοίγματος 2-3cm, ε.αποκόλληση κονιάματος και λίθων καθώς και θραύση λίθου, ζ.ρηγμάτωση εξωτερικής παρειάς και μερική κάλυψή της με επίχρισμα)



Σχ. 4.3.3 Παθολογία τοιχοποιίας στη δυτική πλευρά της οικίας στη σημερινή κατάσταση (α.κατακόρυφη ρωγή στο υπέρθυρο στην εξωτερική και εσωτερική παρειά του τοίχου, β.διαγώνια ρωγή στο κατώφλι στην εξωτερική και εσωτερική παρειά του τοίχου, γ.αποκόλληση λίθων και επιχρίσματος στο υπέρθυρο, δ.διαμπερής διαγώνια ρωγή στο κατώφλι ανοίγματος 6-8cm, ε.κατακόρυφες ρωγμές στην εξωτερική παρειά του τοίχου)



Σχ. 4.3.4 Παθολογία τοιχοποιίας στη νότια πλευρά της οικίας στη σημερινή κατάσταση (α.κατκόρυφη ρωγμή καθ' ύψος του δευτέρου ορόφου και ολική αποκόλληση του δυτικού τοίχου, β.διαγώνια ρωγμή και μεταγενέστερη επικάλυψη με ασβεστοκονίαμα, γ.κατακόρυφη ρωγμή καθ' ύψος του τοίχου, δ.μεταγενέστερο απαλειφόμενο επίχρισμα και ασβεστοκονίαμα για επιφανειακή κάλυψη φθορών)

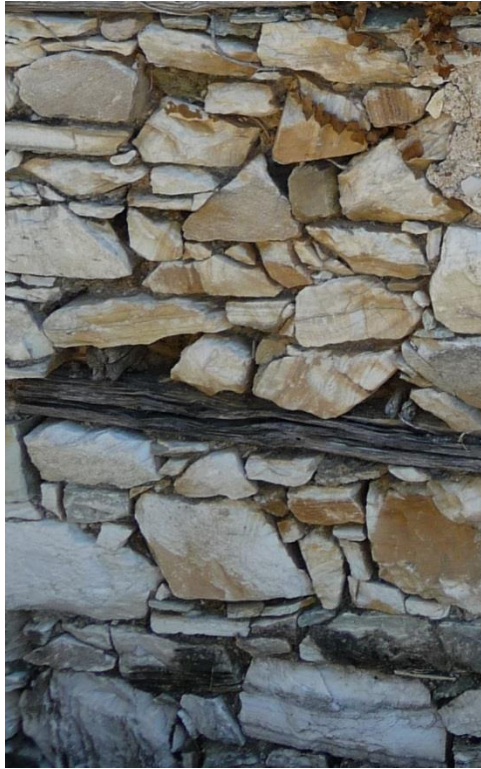
✓ Αποκόλληση λίθων

Στη δυτική όψη παρατηρείται πτώση λιθοσώματος σε υπέρθυρο παραθύρου. Αυτό οφείλεται στην κακή κατασκευή στο συγκεκριμένο σημείο, καθώς έχουν τοποθετηθεί ακριβώς άνωθεν του ξύλινου πρεκιού μικρές και θρυμματισμένες πέτρες. Επίσης, η έλλειψη συντήρησης και η γήρανση των υλικών, είχε ως αποτέλεσμα στο συγκεκριμένο σημείο τη χαλάρωση των δεσμών συνάφειας που προσέφερε αρχικά το συνδετικό κονίαμα.

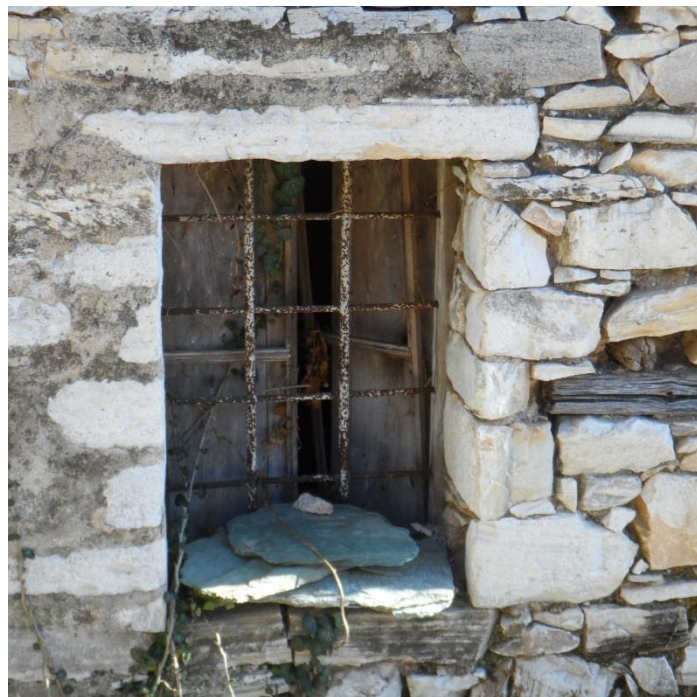


Σχ. 4.3.3 Τοπική κατάρρευση τοιχοποιίας σε υπέρθυρο παραθύρου της δυτικής όψης

Για τους ίδιους λόγους που αναφέρθηκαν πιο πάνω παρατηρούνται σε όλες τις όψεις πλην της ανατολικής αποκόλληση των πλακοειδών λίθων. Συγκεκριμένα, παρατηρείται μερική αποκόλληση των λαξευμένων λίθων στη λαμπάδα του παραθύρου του πρώτου ορόφου στη δυτική όψη , αλλά και στην τοιχοποιία των τριών όψεων.



Σχ. 4.3.4 Μερική αποκόλληση των λίθων στην τοιχοποιία της ανατολικής όψης



Σχ. 4.3.5 Αποκόλληση λίθων στη λαμπάδα του παραθύρου του πρώτου ορόφου στην ανατολική όψη

✓ Διάβρωση από ανερχόμενη υγρασία

Στη βόρεια και δυτική όψη το κτήριο μελέτης περιορίζεται περιμετρικά από το έδαφος. Μεταξύ των εξωτερικών τοίχων των δύο όψεων και του επιχώματος πάνω στον οποίο είναι διαμορφωμένο ένα μονοπάτι υπάρχει ένας κενός χώρος πάχους 30cm. Το επίχωμα υψώνεται έως τη στάθμη του πατώματος του πρώτου ορόφου, με αποτέλεσμα καθ' όλο αυτό το ύψος ο εξωτερικός τοίχος να έχει υποστεί διάβρωση λόγω της ανερχόμενης υγρασίας. Παρατηρείται στο τμήμα του ισογείου των δύο όψεων αλλαγή του χρώματος της τοιχοποιίας και διάβρωση του συνδετικού κονιάματος. Λόγω λοιπόν της απώλειας σύνδεσης των τοιχοσωμάτων έχουμε σαν αποτέλεσμα τη δραστική μείωση της αντοχής του τοίχου.



Σχ. 4.3.6 Εμφανής η διάβρωση της τοιχοποιίας του ισογείου στη βόρεια όψη

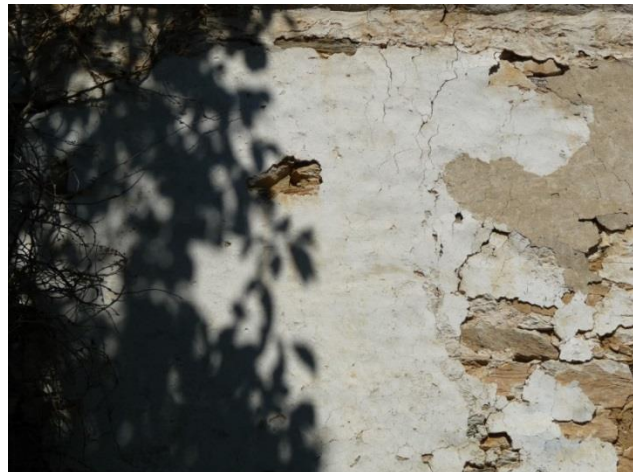
✓ Επιχρίσματα

Όλες οι όψεις του κτηρίου μελέτης έχουν υποστεί μεταγενέστερη επέμβαση με τη χρήση διαφόρων ειδών επιχρισμάτων για την επιφανειακή κάλυψη διαφόρων ρωγμών και φθορών. Συγκεκριμένα, τόσο στη βόρεια όσο και στη δυτική όψη είναι εμφανής η σημειακή χρήση τσιμεντοκονιάματος για την επούλωση των φθορών, ενώ στη νότια όψη έχουμε χρήση ασβεστοκονιάματος. Όσον αφορά την ανατολική όψη, εδώ έχουμε και την εκτενέστερη χρήση κονιαμάτων. Από την κεκλιμένη γραμμή που δημιουργείται νοητά λόγω του καλντεριμιού μέχρι και τη στάθμη του

πατώματος του δευτέρου ορόφου έχει γίνει χρήση εκτοξευόμενου τσιμεντοκονιάματος που καλύπτει όλη την επιφάνεια. Τέλος, στο δεύτερο όροφο της ανατολικής όψης οι φθορές έχουν σημειακά καλυφθεί από τσιμεντοκονίαμα. Λόγω, όμως, της έλλειψης συντήρησης του κτηρίου αλλά και της γήρανσης των υλικών παρατηρείται διάβρωση αλλά και αποκόλληση των σημειακών επιχρισμάτων σε όλες τις όψεις. Τέλος, στο εκτοξευόμενο τσιμεντοκονίαμα της ανατολικής όψης είναι εμφανείς τριχοειδείς μικρορηγματώσεις.



Σχ. 4.3.7 Φθορά επιχρίσματος



Σχ. 4.3.8 Αποκόλληση επιχρίσματος

Ομοίως και εσωτερικά οι τοίχοι του ανατολικού μέρους που έχουν καλυφθεί με επίχρισμα όπως έχει ήδη αναφερθεί έχουν υποστεί διάβρωση με αποκόλληση του επιχρίσματος σε διάφορα σημεία αλλά και είναι εμφανείς τριχοειδείς μικρορηγματώσεις.



Σχ. 4.3.9 Ρηγμάτωση επιχρίματος



Σχ. 4.3.10 Αποκόλληση επιχρίματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

5.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΔΟΜΙΣΗΣ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Λιθοσώματα

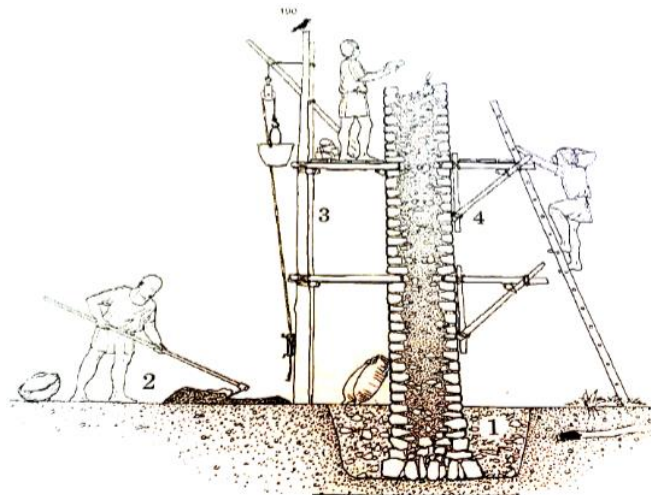
Τα λιθοσώματα της τοιχοποιίας είναι ντόπιοι φυσικοί λίθοι διαφόρων διαστάσεων. Στην εσωτερική παρειά των τοίχων οι λίθοι είναι αργοί (δεν έχουν υποστεί πρακτικώς καμία επεξεργασία), το ίδιο συμβαίνει και στην εξωτερική παρειά με τη διαφορά ότι έχουν επέλθει πιο πλακοειδείς και λιγότερο ακανόνιστοι λίθοι.

Κονίαμα

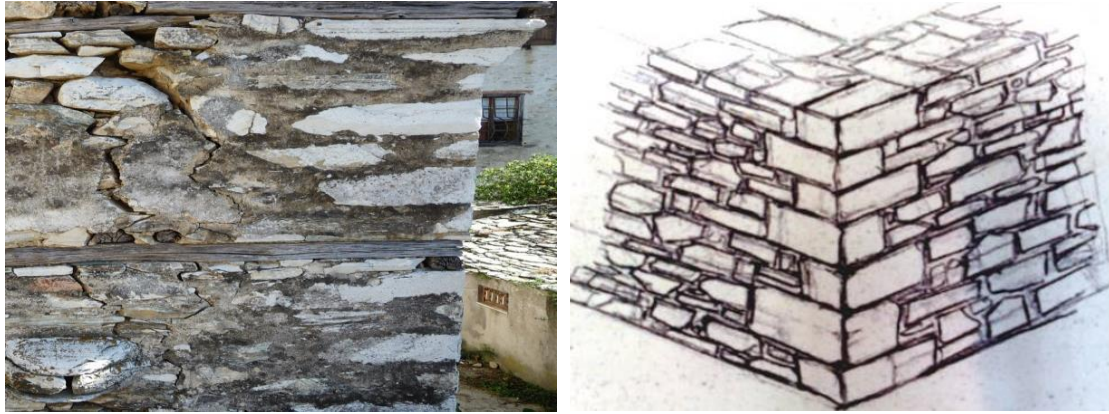
Το κονίαμα το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή αποτελεί μίγμα χρώματος και διακρίνονται άσβεστα τεμάχια ασβέστη. Το χρώμα του είναι λευκό, ανοιχτό φαιό.

Τρόπος δόμησης της τοιχοποιίας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η λιθοδομή εξωτερικά και εσωτερικά είναι αργολιθοδομή. Στο κτήριο μελέτης, όπως επίσης και στην πλειοψηφία των σπιτιών της εποχής στο συγκεκριμένο οικισμό, στις θέσεις των γωνιών έχει γίνει χρήση ακρογωνιαίων λίθων. Πρόκειται για τρίστρωτη τοιχοποιία, η εξωτερική και η εσωτερική στρώση της οποίας κατατάσσονται στις αργολιθοδομές, με μόνη διαφορά ότι στην εξωτερική στρώση παρατηρούμε τη χρήση λιγότερου κονιάματος. Στην ενδιάμεση στρώση συναντούμε κατά κύριο λόγο κονίαμα και κάποια λιθοσώματα μικρότερου μεγέθους. Το πάχος κάθε στρώσης μεταβάλλεται ανάλογα με το πάχος του τοίχου.



Σχ. 5.1.1 Απεικόνιση κατασκευαστικής διαδικασίας



Σχ. 5.1.2 Ακρογωνιαίοι λίθοι και αργολιθοδομή εξωτερικής παρειάς

5.2 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ ΣΤΑ ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΑ

Σε δύο λιθόσωματα του κτηρίου μελέτης εκτελέστηκαν δοκιμές στο Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος του ΕΜΠ. Το λιθόσωμα Λ1 είναι ένας από τους λίθους που έχουν καταρρεύσει εξαιτίας της τοπικής αποδιοργάνωσης της τοιχοποιίας στο υπέρθυρο του παραθύρου του πρώτου ορόφου στη δυτική όψη (Σχ. 4.3.3). Το λιθόσωμα Λ2 αφαιρέθηκε από τη δεξιά γωνία της βόρειας όψης (Σχ. 5.2.1). Η συντριπτική πλειοψηφία των λιθόσωμάτων του κτηρίου μελέτης είναι τύπου όπως το λιθόσωμα Λ1.



Σχ. 5.2.1 Θέση από την οποία αφαιρέθηκε το λιθόσωμα Λ2

Με τη χρήση τροχού από το λιθόσωμα Λ1 προέκυψαν δύο δοκίμια Δ1 και Δ2 και από το λιθόσωμα Λ2 προέκυψε το δοκίμιο Δ3. Τα δοκίμια υποβλήθηκαν σε δοκιμή θλίψης.



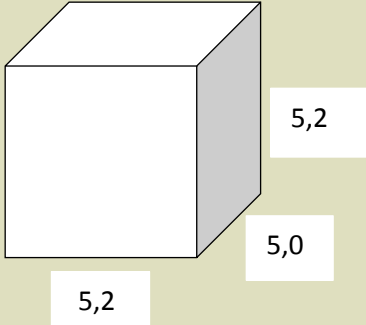
Σχ. 5.2.2 Το λιθόσωμα Λ1 κατά τη διαδικασία κοπής στον τροχό



Σχ. 5.2.3 Μηχάνημα επιβολής θλιπτικής δύναμης

Παρατηρήθηκε ότι το λιθόσωμα Λ1 είναι ασβεστόλιθος και το λιθόσωμα Λ2 μάρμαρο. Το λιθόσωμα Λ1 χαρακτηρίζεται από ασυνέχειες και διαστρωματώσεις αργιλικής σύστασης, ενώ το λιθόσωμα Λ2 είναι συμπαγές λευκού χρώματος. Επίσης κατά τη διαδικασία της κοπής με τον τροχό, ο οποίος ταυτοχρόνως καταβρέχει τους λίθους, και τα δύο λιθοσώματα δε διακρίνονται από έντονη απορροφητικότητα νερού.

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται για κάθε δοκίμιο (Δ1, Δ2, Δ3) η τιμή της μάζας του, οι διαστάσεις του, η τιμή του φορτίου για το οποίο αστόχησε καθώς και οι φωτογραφίες του δοκιμίου πριν και μετά τη δοκιμή.



Δοκίμιο	Μάζα (gr)	Διαστάσεις (cm)	Φορτίο αστοχίας (kN)
Δ1	340		30,80

Σχ. 5.2.4 Πίνακας στοιχείων δοκιμίου Δ1

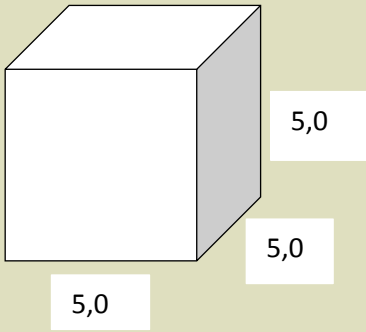
Τη στιγμή που η δύναμη επιβολής ήταν 21,60kN παρατηρήθηκε αποφλοίωση μιας γωνίας του δοκιμίου.

Το εμβαδόν της φορτιζόμενης επιφάνειας είναι $E1=5,0*5,2=26,0 \text{ cm}^2$

Η θλιπτική αντοχή του δοκιμίου Δ1 είναι $f_{cb1}=30,80 \text{ kN} / 26,0 \text{ cm}^2=11,85\text{MPa}$

Δοκίμιο	Πριν τη δοκιμή	Μετά τη δοκιμή
Δ1		

Σχ. 5.2.5 Φωτογραφίες δοκιμίου Δ1 πριν και μετά τη δοκιμή

Δοκίμιο	Μάζα (gr)	Διαστάσεις (cm)	Φορτίο αστοχίας (kN)
Δ2	283,5		26,89

Σχ. 5.2.6 Πίνακας στοιχείων δοκιμίου Δ2

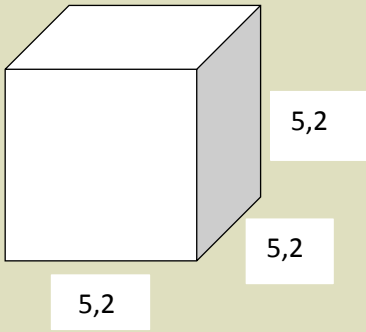
Τη στιγμή που η δύναμη επιβολής ήταν 18,50kN παρατηρήθηκε αποφλοίωση μιας γωνίας του δοκιμίου.

Το εμβαδόν της φορτιζόμενης επιφάνειας είναι $E2=5,0*5,0=25,0 \text{ cm}^2$

Η θλιπτική αντοχή του δοκιμίου Δ2 είναι $f_{cb2}=26,89 \text{ kN} / 25,0 \text{ cm}^2=10,76\text{MPa}$

Δοκίμιο	Πριν τη δοκιμή	Μετά τη δοκιμή
Δ2		

Σχ. 5.2.7 Φωτογραφίες δοκιμίου Δ2 πριν και μετά τη δοκιμή

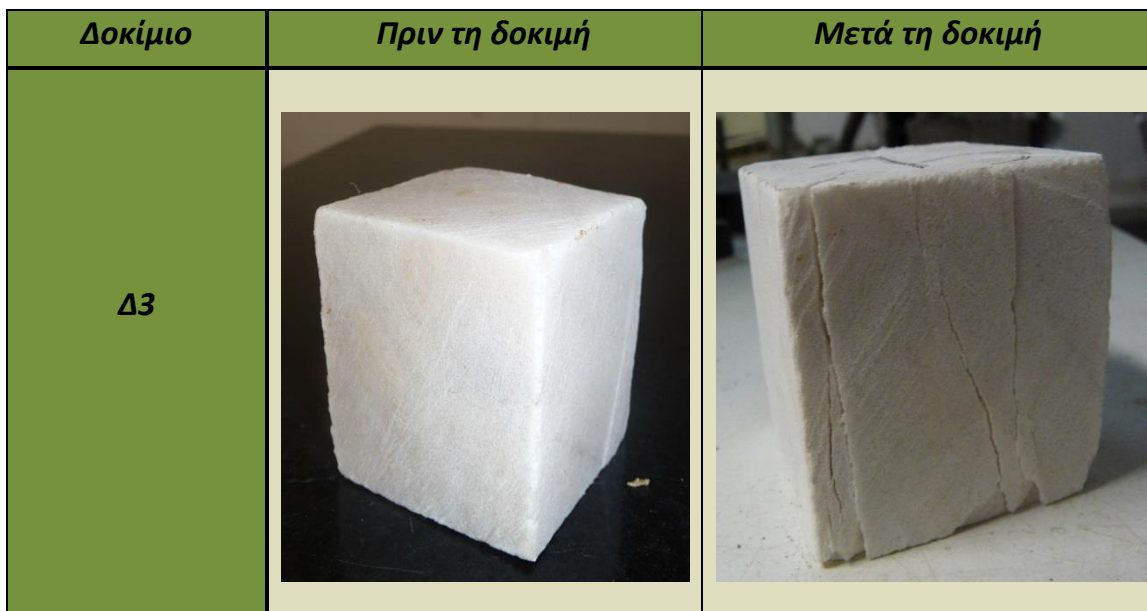
Δοκίμιο	Μάζα (gr)	Διαστάσεις (cm)	Φορτίο αστοχίας (kN)
Δ3	385,85		76,60

Σχ. 5.2.8 Πίνακας στοιχείων δοκιμίου Δ3

Τη στιγμή που η δύναμη επιβολής ήταν 62,10kN παρατηρήθηκε αποφλοίωση μιας γωνίας του δοκιμίου.

Το εμβαδόν της φορτιζόμενης επιφάνειας είναι $E3=5,2*5,2=27,04 \text{ cm}^2$

Η θλιπτική αντοχή του δοκιμίου Δ1 είναι $f_{cb1}=76,60 \text{ kN} / 27,04 \text{ cm}^2=28,33\text{MPa}$



Σχ. 5.2.9 Φωτογραφίες δοκιμίου Δ3 πριν και μετά τη δοκιμή

Η ανηγμένη θλιπτική αντοχή του λιθοσώματος f_b δίδεται από τη σχέση:

$$f_b = \delta * f_{bc} \text{ όπου:}$$

f_{bc} : η μέση θλιπτική αντοχή του λιθοσώματος

δ : συντελεστής αναγωγής συναρτήσει του ύψους και της ελάχιστης από τις άλλες δύο διαστάσεις του

Ύψος λιθοσώματος (mm)	Ελάχιστη οριζόντια διάσταση (mm)				
	50	100	150	200	≥250
50	0.85	0.75	0.70	-	-
65	0.95	0.85	0.75	0.70	0.60
100	1.15	1.00	0.90	0.80	0.75
150	1.30	1.20	1.10	1.00	0.95
200	1.45	1.35	1.25	1.15	1.10
≥250	1.55	1.45	1.35	1.25	1.15

Σχ. 5.2.10 Πίνακας συντελεστών αναγωγής λιθοσωμάτων

Από τον παραπάνω πίνακα και τις διαστάσεις κάθε δοκιμίου προέκυψε ο συντελεστής αναγωγής δ και πολλαπλασιάζοντας με τη θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων λαμβάνουμε την ανηγμένη θλιπτική αντοχή τους.

Δοκίμιο	Ύψος (mm)	Ελάχιστη οριζόντια διάσταση (mm)	Συντελεστής αναγωγής δ	Θλιπτική αντοχή λιθοσώματος f_{bc} (MPa)	Ανηγμένη θλιπτική αντοχή λιθοσώματος f_b (MPa)
Δ1	52	Min(50,52)=50	0.86	11,85	10,19
Δ2	50	Min(50,50)=50	0.85	10,76	9,15
Δ3	52	Min(52,52)=52	0.856	28,33	24,25

5.3 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ ΣΤΟ ΚΟΝΙΑΜΑ

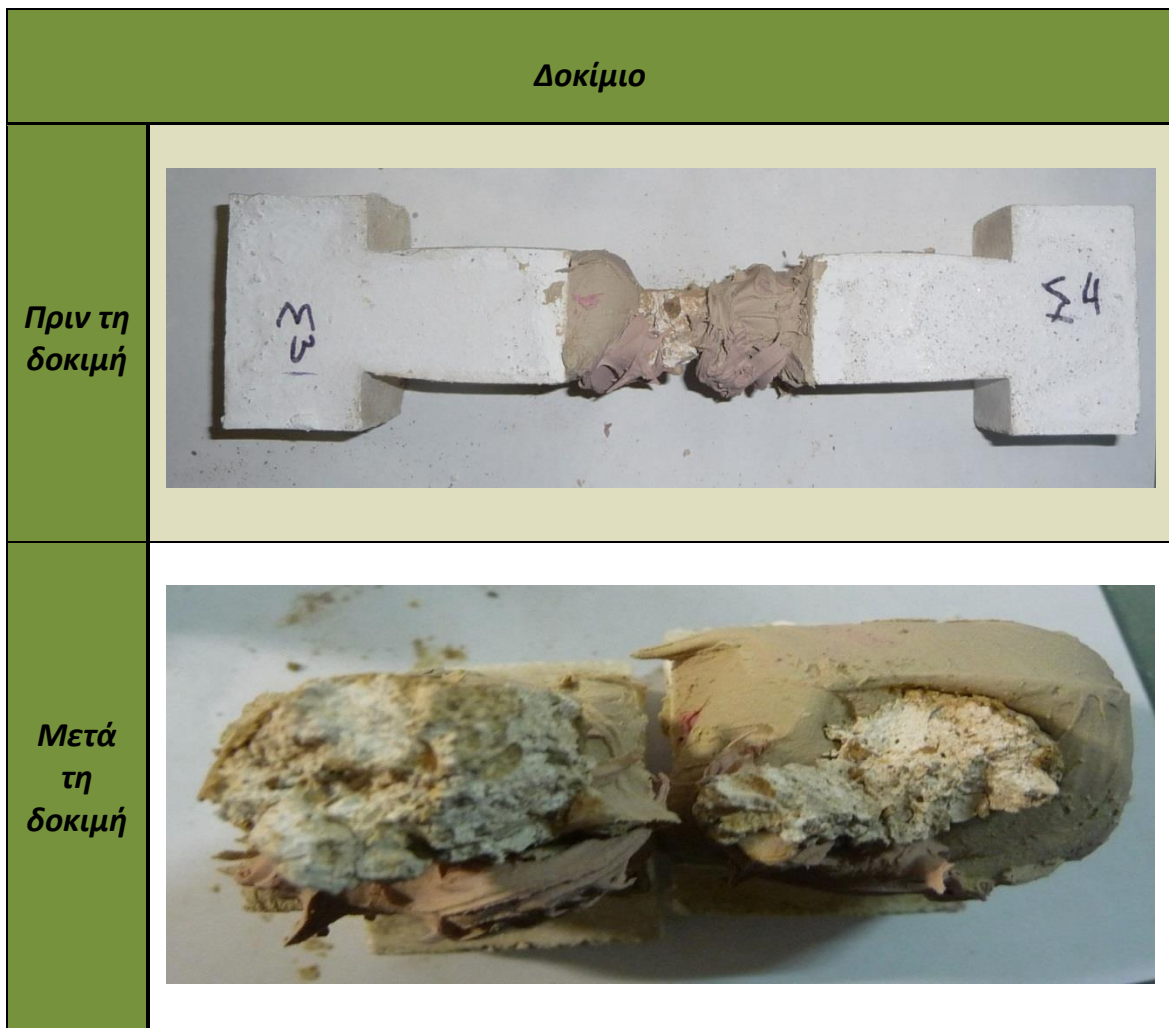
Από το κτήριο μελέτης αφαιρέθηκε κομμάτι κονιάματος ώστε να εκτελεστεί εργαστηριακή δοκιμή. Το κομμάτι αυτό (σφράγισμα αρμών) αφαιρέθηκε από την ανατολική όψη. Αποτελεί μίγμα χύματος και διακρίνονται άσβεστα τεμάχια ασβέστη. Το χρώμα του είναι λευκό, ανοιχτό φαιό.

Τα μηχανικά χαρακτηριστικά του κομματιού του κονιάματος εκτιμώνται μέσω της μεθόδου των θραυσμάτων. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται όταν τα κομμάτια κονιάματος που έχουν αφαιρεθεί από την τοιχοποιία δεν είναι επαρκούς αντοχής ή διαστάσεων, ώστε να είναι δυνατή η μόρφωση δοκιμίων. Η μέθοδος των θραυσμάτων εφαρμόζεται με τον ακόλουθο τρόπο: κατασκευάζεται ένα δοκίμιο το οποίο αποτελείται από δύο στοιχεία σκυροδέματος τα οποία συνδέονται μεταξύ τους μέσω του θραύσματος κονιάματος. Το δοκίμιο υποβάλλεται σε εφελκυσμό και τη στιγμή της αστοχίας επέρχεται θραύση του κονιάματος. Διαιρώντας τη δύναμη που απαιτείται για την αστοχία του δοκιμίου με το εμβαδόν της επιφάνειας της ρωγμής έχουμε μια εκτίμηση της εφελκυστικής αντοχής του κονιάματος.



Σχ. 5.3.1 Μηχάνημα επιβολής εφελκυστικής δύναμης στο δοκίμιο

Μετά την πραγματοποίηση της δοκιμής το δοκίμιο έσπασε σε δύο κομμάτια.

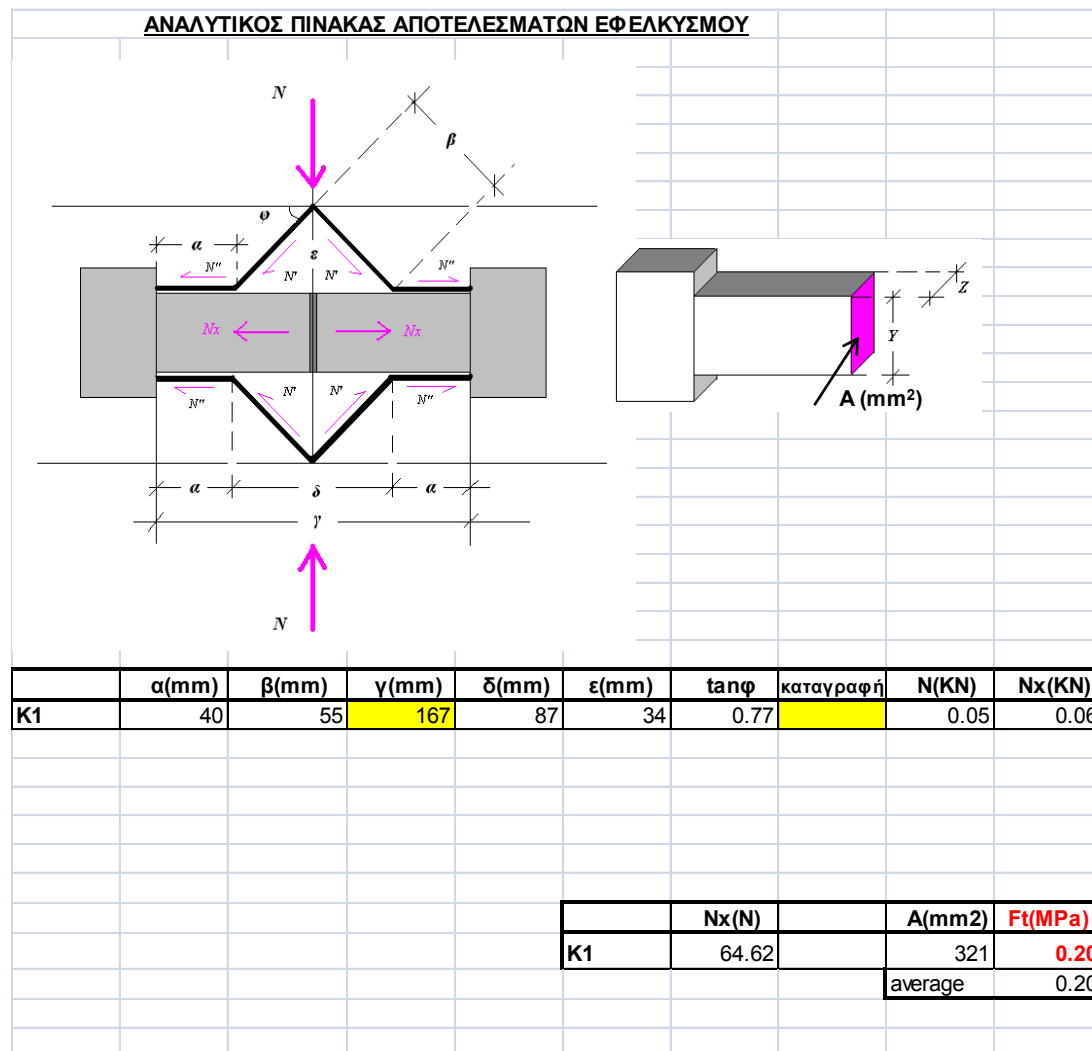


Σχ. 5.3.2 Φωτογραφίες δοκιμίου πριν και μετά τη δοκιμή

Δοκίμιο	Ύψος κορμού (cm)	Εμβαδόν επιφάνειας θραύσης (mm ²)	Εφελκυστική αντοχή (MPa)	Θλιπτική αντοχή (MPa)
K1	16,7	321	0,20	0,80

Σχ. 5.3.3 Πίνακας μηχανικών χαρακτηριστικών δοκιμών κονιάματος

Η θλιπτική αντοχή του κονιάματος έχει θεωρηθεί το τετραπλάσιο της εφελκυστικής αντοχής τους.



Σχ. 5.3.4 Αναλυτικός πίνακας αποτελεσμάτων εφελκυσμού

5.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο που προτείνει ο Θ.Π.Τάσιος για τρίστρωτη τοιχοποιία:

$$f_{wc,0} = (2\lambda_e * \delta * f_{wc,e} + \lambda_i * f_{wc,i}) : (1 + 2\delta)$$

όπου

$$\lambda_i = 1$$

$$f_{w,c,e} = (\frac{2}{3}Vf_{bc} + k_1f_{mc} - k_2) : [1 + 3,5(V_m/V_w - 0,3)]$$

f_{bc} : θλιπτική αντοχή λιθοσωμάτων εξωτερικής στρώσης

f_{mc} : θλιπτική αντοχή κονιάματος (από εργαστηριακές δοκιμές)

$k_1=0,60$, για αργολιθοδομή

$k_2=2,00$, για αργολιθοδομή

V_m/V_w : όγκος κονιάματος/όγκος τοίχου

Ο υπολογισμός του f_{bc} προκύπτει από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών στα λιθοσώματα. Ορίζουμε, αρχικά, σε τι ποσοστό συμβάλλει το κάθε πέτρωμα στην αντοχή σύμφωνα με το πόσο συχνά εμφανίζεται στο σώμα της τοιχοποιίας. Στο κτήριο μας θεωρήσαμε ότι ο ασβεστόλιθος (Λ1, Λ2) συμβάλλει κατά 85% στην αντοχή ενώ το μάρμαρο (Λ3) κατά 15%.

Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα:

f_{bc} (MPa)	14,32
f_{mc} (MPa)	0,80
k_1	0,60
k_2	2,50
V_m/V_w	0,35
$f_{w,c,e}$ (MPa)	0,63

$$f_{w,c,i} = f_0 e^{-10n_i \xi} = 0,50 \text{ MPa}$$

$f_0=10\text{MPa}$ για κονιάματα χαμηλής αντοχής ($f_{mc}\approx 1\text{MPa}$)

$\xi=1$, σε περιπτώσεις, όπως εδώ, όπου η ενδιάμεση στρώση αποτελείται από μικρού μεγέθους λιθοσώματα και αρκετή ποσότητα κονιάματος

$n_i=0,30$ λόγος ανοιχτών πόρων εσωτερικής στρώσης

$$\delta = t_e/t_i$$

t_e : πάχος εξωτερικής στρώσης

t_i : πάχος ενδιάμεσης στρώσης

$$\lambda_e \approx 1 - 0,06 \zeta_e t_e h_w^{-4/3}$$

h_w : ύψος τοίχου

$\zeta_e=500$, για αργολιθοδομή

Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι σε κάθε όψη οι τοίχοι έχουν το ίδιο πάχος και τρόπο δόμησης καθ' όλο το ύψος τους. Επομένως, η αντοχή κάθε όψη υπολογίζεται:

$$f_{w,c}=0,63 \text{ MPa}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ SAP2000 v17.0.0

6.1 ΤΥΠΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Η προσομοίωση του κτιρίου αποτελεί ίσως το πιο σημαντικό και κρίσιμο σκέλος της όλης διαδικασίας, αφού για την απόκτηση σωστών αποτελεσμάτων από τις αναλύσεις που διενεργούνται, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η δημιουργία ενός άρτιου υπολογιστικού μοντέλου της πραγματικής κατασκευής. Η αρτιότητα του προσομοιώματος επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων. Εξ αυτών δε ο σημαντικότερος είναι η ικανότητα του μελετητή να κάνει σωστά τις απαραίτητες παραδοχές και απλοποιήσεις για τη συμπεριφορά της κατασκευής και μάλιστα σε τέτοιο βαθμό ώστε οι απλοποιήσεις αυτές να μην επιδρούν δυσμενώς στα τελικά αποτελέσματα. Συνεπώς, η απόκλιση του προκύπτοντος προσομοιώματος από την πραγματική κατασκευή αποτελεί αναπόφευκτη συνέπεια. Ωστόσο όμως επιδιώκεται από το μελετητή να είναι η μικρότερη δυνατή.

Για την προσομοίωση του φορέα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων. Οι τύποι των στοιχείων που εισήχθησαν στο προσομοίωμα είναι οι παρακάτω:

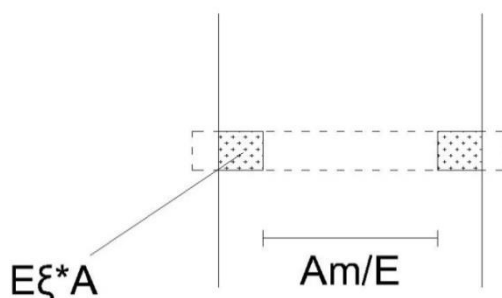
- Η εισαγωγή των τοίχων στο SAP2000 και η προσομοίωσή τους έγινε με τη χρήση του μέσου επιπέδου τους, οπότε η διαμόρφωση του φορέα στο χώρο επετεύχθη με τον προσδιορισμό των συντεταγμένων των σημείων τομής των παραπάνω επιπέδων. Συγκεκριμένα, οι φέροντες τοίχοι προσομοιώθηκαν με επιφανειακά στοιχεία τύπου Shell-Thick. Δημιουργήθηκαν έτσι διαφορετικές κατηγορίες για όλα τα πάχη και τις αντοχές των τοίχων του κτηρίου. Αν και το πάχος των τοίχων μεταβάλλεται συνεχώς καθ' ύψος και κατά μήκος τους, θεωρήθηκε ότι αυτό παραμένει σταθερό σε όλο το μήκος και ύψος τους στο ισόγειο και στους ορόφους. Η διακριτοποίηση έγινε με τετράκομβρα πεπερασμένα στοιχεία σε όλες τις επιφάνειες, εκτός από το δεύτερο όροφος της νότιας όψης (ξυλόπηκτη τοιχοποιία) όπου αναγκαστικά χρησιμοποιήθηκαν και τρίκομβρα στοιχεία για τη σχεδιάσή του.
- Όλες οι ξύλινες δοκοί των πατωμάτων προσομοιώθηκαν με ραβδωτά στοιχεία (frame elements) κατά μήκος του κεντροβαρικού τους άξονα, δημιουργώντας έτσι διαφορετικές κατηγορίες για κάθε τύπο διατομής. Το σανίδωμα των πατωμάτων προσομοιώνεται με λεπτά επιφανειακά στοιχεία (Shell-Thin)
- Όμοια, οι αμείβοντες, οι ελκυστήρες, οι ορθοστάτες και ο κορφιάς της στέγης προσομοιώνονται με ραβδωτά στοιχεία διαφορετικών διατομών κατά μήκος του κεντροβαρικού τους άξονα.

6.2 ΥΛΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Στο κτήριο συναντώνται τρία υλικά, τα μηχανικά χαρακτηριστικά των οποίων προκύπτουν είτε από πειραματικές δοκιμές, όπως στην περίπτωση της τοιχοποιίας, είτε από εύλογες παραδοχές. Πιο συγκεκριμένα ορίσαμε τα παρακάτω υλικά:

- Τοιχοποιία κτιρίου με μέτρο ελαστικότητας $E=1000\text{MPa}$ και ειδικό βάρος $\gamma=22\text{kN/m}^3$
- Ξύλινα στοιχεία με $E=10\text{GPa}$ και $\gamma=5\text{kN/m}^3$
- Τοιχοποιία με ξύλινα στοιχεία με μέτρο ελαστικότητας $E=2706\text{MPa}$ και ειδικό βάρος $\gamma=16\text{kN/m}^3$

Παρατήρηση: Για την τοιχοποιία με τα ξύλινα στοιχεία υπολογίστηκε ένα ισοδύναμο μέτρο ελαστικότητας. Συγκεκριμένα, κρατώντας σταθερό το λόγο των εμβαδών όπως φαίνεται στο σχήμα 6.2.1 και με τον τύπο $E_{\text{τοιχ}}+(E_{\text{ξυλ}}*A_{\text{ξ}})/A_{\text{τοιχ}}$ υπολογίσαμε το E_{eff} . Στη συνέχεια ορίσαμε στο πρόγραμμα SAP2000 ένα νέο υλικό με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, το οποίο εφαρμόστηκε για τα πεπερασμένα στοιχεία στις διάφορες θέσεις των ξύλων της τοιχοποιίας. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι τα ξύλινα στοιχεία δεν έχουν ληφθεί υπόψη στους ελέγχους που ακολουθούν, καθώς είναι μη συνεχή και οι ρωγμές συνεχίζονται διαμέσω των ασυνεχειών όπως φαίνεται στη εικόνα 6.2.2.



Σχ. 6.2.1 Κατακόρυφη τομή τοιχοποιίας

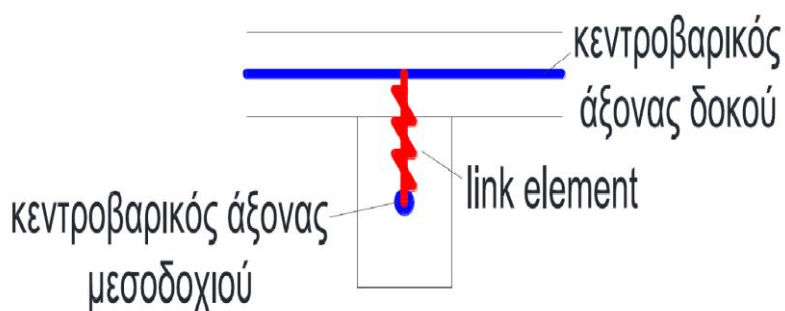


Σχ. 6.2.2 Ρωγμή που περνά μέσω της ασυνέχειας των ξύλων

6.3 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ

Για τη διαμόρφωση των στηρίξεων έγιναν οι εξής παραδοχές:

- Οι συνδέσεις των ξύλινων δοκών με την τοιχοποιία θεωρήθηκαν αρθρώσεις.
- Υποθέσαμε βάθος θεμελίωσης ίσο με 0,50m και την τοιχοποιία πακτωμένη στη στάθμη αυτή.
- Επειδή υπάρχει απόσταση μεταξύ των κεντροβαρικών αξόνων των δοκών απαιτείται η σύνδεσή τους με link elements, προκειμένου να αντιληφθεί το πρόγραμμα την έδραση μεταξύ των (Σχ.6.1). Τα στοιχεία αυτά έχουν οριστεί, ούτως ώστε να έχουν μηδενικό βάρος, μεγάλη δυσκαμψία και να είναι δεσμευμένες οι μετακινήσεις τους προς τις 3 διευθύνσεις.



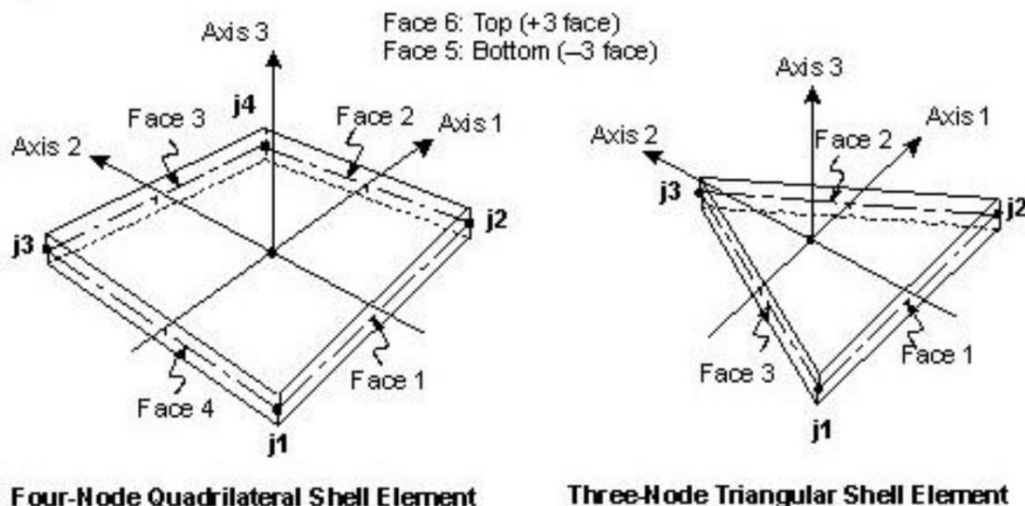
Σχ. 6.3.1 Link Elements

6.4 ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΞΟΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

Το σύστημα αξόνων ορίστηκε ούτως ώστε ο άξονας Y να είναι παράλληλος στην ανατολική όψη (διεύθυνση Βορράς-Νότος), ο άξονας X κάθετος σε αυτόν (διεύθυνση Ανατολή-Δύση), ενώ ο άξονας Z είναι κάθετος στο επίπεδο XY και αποτελεί τον άξονα των υψομέτρων.

Το τοπικό σύστημα συντεταγμένων κάθε επιφανειακού στοιχείου ορίστηκε ως εξής:

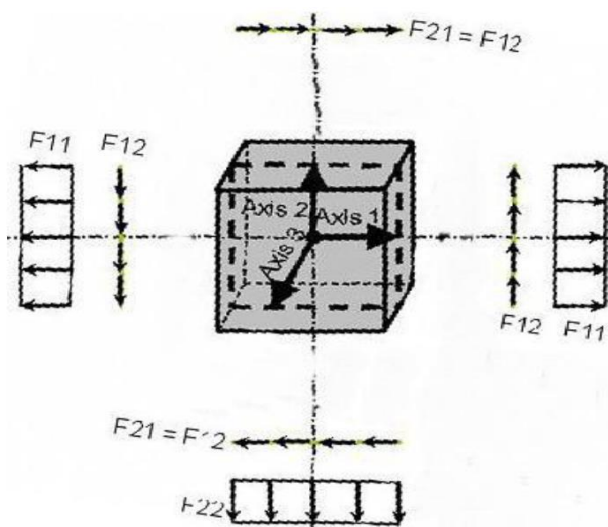
- Το τοπικό επίπεδο 2-3 είναι κατακόρυφο, δηλαδή παράλληλο στον άξονα Z
- Ο τοπικός άξονας 2 έχει την ίδια φορά με τον άξονα Z
- Ο τοπικός άξονας 1 είναι οριζόντιος, δηλαδή ανήκει στο καθολικό επίπεδο XY



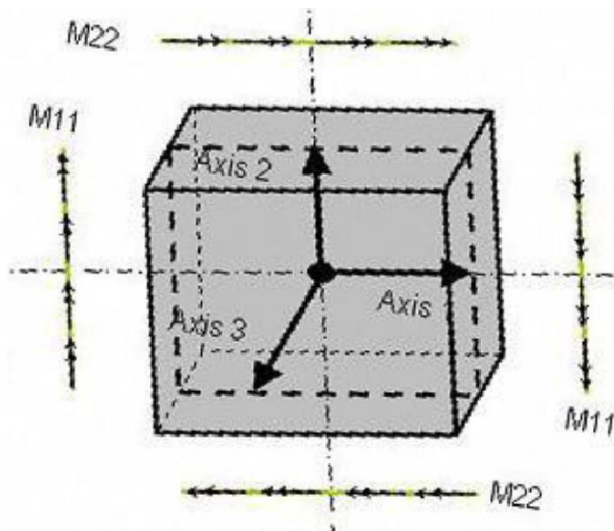
Σχ. 6.4.1 Συμβάσεις τοπικών αξόνων πεπερασμένων στοιχείων στο SAP2000

Για τις διευθύνσεις εφαρμογής των τάσεων παρατηρούμε τα παρακάτω:

- Οι S11 και S22 είναι οι αξονικές τάσεις εντός επιπέδου, η S12 είναι η διατμητική τάση εντός επιπέδου και η SMAX είναι κύρια εφελκυστική τάση.
- Η F11 είναι η οριζόντια αξονική δύναμη ανά μονάδα μήκους, η F22 είναι η κατακόρυφη αξονική δύναμη ανά μονάδα μήκους και η F12 είναι η τέμνουσα εντός επιπέδου ανά μονάδα μήκους(Σχ.6.2).
- Η M11 είναι η ροπή εκτός επιπέδου με επίπεδο θραύσεως κάθετο στους οριζόντιους αρμούς ανά μονάδα μήκους και η M22 είναι η ροπή εκτός επιπέδου με επίπεδο θραύσεως παράλληλο στους αρμούς ανά μονάδα μήκους(Σχ.6.3).



Σχ. 6.4.2 Συμβολισμός των ορθών αξονικών και διατμητικών δυνάμεων για ένα επιφανειακό στοιχείο σύμφωνα με το SAP2000



Σχ. 6.4.3 Συμβολισμός των ροπών εκτός επιπέδου για ένα επιφανειακό στοιχείο σύμφωνα με το SAP2000

6.5 ΜΟΝΙΜΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΑ ΕΠΙΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ

Τα φορτία (Load Patterns) που λαμβάνονται υπόψη στο προσομοίωμα της κατασκευής περιλαμβάνουν όλα τα στατικά κατακόρυφα φορτία, δηλαδή τα ίδια βάρη της κατασκευής και τα εξωτερικά ασκούμενα μόνιμα και ωφέλιμα φορτία. Πιο αναλυτικά έχουμε τα εξής:

- *Ίδια βάρη κατασκευής*

Το ίδιο βάρος της τοιχοποιίας υπολογίζεται αυτόματα από το SAP2000, λαμβάνοντας υπόψη το ειδικό βάρος της λιθοδομής – το οποίο προσδιορίζεται κατά τον ορισμό του υλικού της τοιχοποιίας – και το συνολικό όγκο των στοιχείων που την απαρτίζουν. Το ίδιο συμβαίνει και για το ίδιο βάρος των ξυλοδοκών και του σανιδώματος των πατωμάτων. Επίσης, το σανίδωμα της στέγης φέρει ως μόνιμο φορτίο το ίδιο βάρος των πλακών της στέγης (όπου Ι.β.πλάκων=3,92kN/m²). Τέλος, το σανίδωμα του πατώματος φέρει ως μόνιμο φορτίο το ίδιο βάρος του ξυλόπηκτου διαχωριστικού τοίχου. Ο διαχωριστικός τοίχος έχει πάχος 10cm, ύψος 2,9m και ειδικό βάρος 1,6kN/m³. Επομένως, το μόνιμο κατανεμημένο φορτίο που φέρει το σανίδωμα στις θέσεις του διαχωριστικού τοίχου είναι: $w=0,1*2,9*1,6=0,47\text{kN/m}$. Στο SAP2000 τα φορτία αυτά συμπεριλαμβάνονται στα φορτία που χαρακτηρίζονται ως DEAD (G).

- *Μόνιμα φορτία*

Πρόκειται για τα μόνιμα φορτία του δαπέδου του α' και του β' ορόφου και της στέγης. Σύμφωνα με το EN1991-1-1, το εξεταζόμενο κτίριο ανήκει στην κατηγορία A

με κριτήριο την χρήση του, αφού πρόκειται για χώρο διαμονής. Συνεπώς, προβλέπεται ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο $2,0 \text{ kN/m}^2$ στο δάπεδο του α' και β' ορόφου. Στο SAP2000 τα φορτία αυτά μαζί με τα ίδια βάρη χαρακτηρίζονται ως DEAD (G).

- *Ωφέλιμα φορτία*

Αντίστοιχα, πρόκειται για τα κινητά φορτία των δαπέδων των ορόφων και της στέγης. Έτσι για το δάπεδο του α' και β' ορόφου θεωρήθηκε κινητό φορτίο $2,5 \text{ kN/m}^2$. Στο SAP2000 τα φορτία αυτά χαρακτηρίστηκαν ως LIVE (Q).

- *Φορτία λόγω σεισμού*

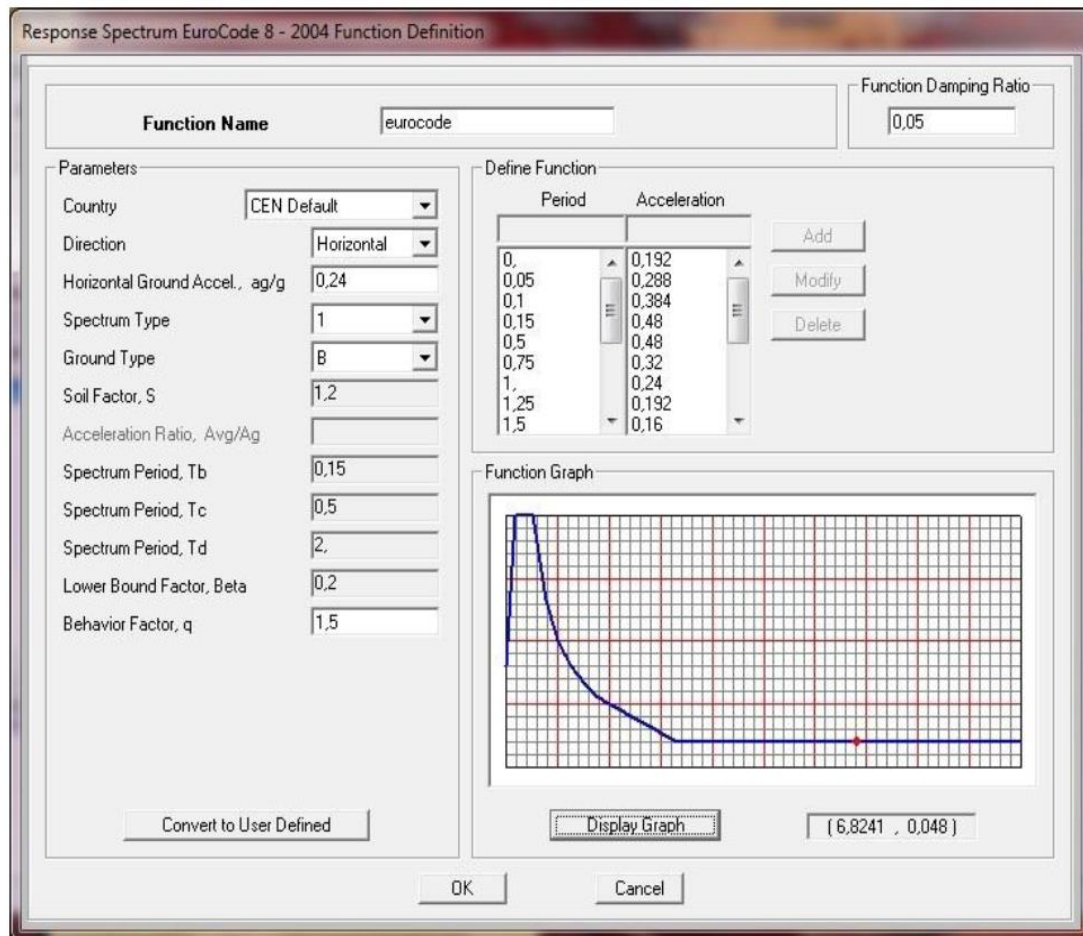
Πρόκειται για τις σεισμικές δράσεις σχεδιασμού, δηλαδή για τις ταλαντωτικές κινήσεις του εδάφους που είναι υπεύθυνες για την ανάπτυξη σημαντικών δυνάμεων και παραμορφώσεων λόγω της αδράνειας των μαζών της κατασκευής. Οι σεισμικές κινήσεις συνίστανται από δύο οριζόντιες και μια κατακόρυφη συνιστώσα (η οποία στη συγκεκριμένη μελέτη αγνοήθηκε) και καθορίζονται με τα φάσματα επιταχύνσεων σχεδιασμού, τα οποία δίνουν τη μέγιστη τιμή της φασματικής επιτάχυνσης που υφίσταται ένας απλός ταλαντωτής με ιδιοπερίοδο T κατά τη διάρκεια του σεισμού.

Σε πλαίσιακές κατασκευές το μεγαλύτερο μέρος της μάζας είναι συγκεντρωμένο στις στάθμες των δαπέδων. Λόγω της μεγάλης δυσκαμψίας των δαπέδων μέσα στο επίπεδό τους, οι αδρανειακές δυνάμεις των ορόφων κατανέμονται στα στοιχεία πλευρικής δυσκαμψίας, δηλαδή στα πλαίσια και στα τυχόν τοιχώματα, ανάλογα με τη δυσκαμψία τους. Αντίθετα με τα προηγούμενα, στις λιθοδομές με ξύλινα δάπεδα και στέγη, το ίδιο βάρος της τοιχοποιίας ξεπερνά το 90% του συνολικού κατακόρυφου φορτίου της κατασκευής. Αυτή η κατανομή των φορτίων επηρεάζει φυσικά και την κατανομή των συμβατικών σεισμικών φορτίων καθ' ύψος της κατασκευής. Επομένως, η ανάλυση χρειάζεται να γίνει για αδρανειακές δυνάμεις κατανεμημένες καθ' ύψος των τοίχων και όχι για συγκεντρωμένες στις στάθμες των ορόφων όπως γίνεται στους πλαίσιακούς φορείς.

Στην παρούσα κατασκευή έγινε χρήση του φάσματος σχεδιασμού του Ευρωκώδικα, με βάση τα στοιχεία του παρακάτω πίνακα:

Οριζόντια σεισμική εδαφική επιτάχυνση (για Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II)	$A_g=0,24$
Είδος Φάσματος (Spectrum Type)	1
Κατηγορία Εδάφους	B
Συντελεστής Συμπεριφοράς (q)	1,5

Σχ. 6.5.1 Στοιχεία σεισμικού φάσματος σχεδιασμού



Σχ. 6.5.2 Εισαγωγή φάσματος σχεδιασμού του Ευρωκώδικα στο SAP2000

Στη συνέχεια ορίστηκαν οι συνιστώσες του σεισμού SEISMOS X και SEISMOS Y αντίστοιχα, ώστε η σεισμική επιτάχυνση να επιβληθεί και κατά τις δύο διευθύνσεις. Πρέπει να σημειωθεί ότι χρησιμοποιήθηκε ένας πολλαπλασιαστικός συντελεστής 9,81 με σκοπό να μετατρέψει τις τιμές του φάσματος σε m/s^2 , αφού αρχικά το φάσμα εκφράζεται σε g.

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: SEISMOS X Set Def Name Notes: Modify/Show... Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:

- CQC
- SRSS GMC f1: 1. GMC f2: 0.
- Absolute
- GMC Periodic + Rigid Type: SRSS
- NRC 10 Percent
- Double Sum

Directional Combination:

- SRSS
- CQC3
- Absolute Scale Factor:

Modal Load Case: Use Modes from this Modal Load Case: MODAL X

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	eurocode	9.81
Accel	U1	eurocode	9.81

Add Modify Delete

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters: Modal Damping: Constant at 0,05 Modify/Show...

OK Cancel

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: SEISMOS Y Set Def Name Notes: Modify/Show... Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:

- CQC
- SRSS GMC f1: 1. GMC f2: 0.
- Absolute
- GMC Periodic + Rigid Type: SRSS
- NRC 10 Percent
- Double Sum

Directional Combination:

- SRSS
- CQC3
- Absolute Scale Factor:

Modal Load Case: Use Modes from this Modal Load Case: MODAL Y

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U2	eurocode	9.81
Accel	U2	eurocode	9.81

Add Modify Delete

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters: Modal Damping: Constant at 0,05 Modify/Show...

OK Cancel

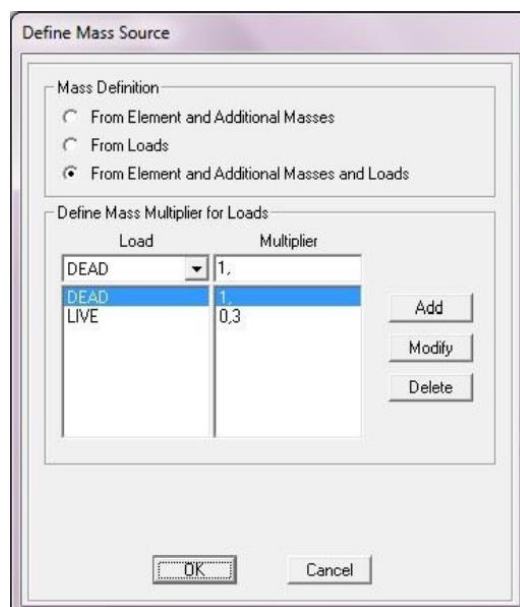
Σχ. 6.5.3 Ορισμός των δύο κάθετων σεισμικών συνιστωσών SEISMOS X και SEISMOS Y

Δυναμική Φασματική Μέθοδος - Ιδιομορφική Ανάλυση-Ισοδύναμη στατική ανάλυση

Για την εκτίμηση της σεισμικής απόκρισης του κτηρίου χρησιμοποιήσαμε την ισοδύναμη στατική ανάλυση, η οποία προκύπτει από τη δυναμική φασματική ανάλυση λαμβάνοντας υπόψη μόνο τη θεμελιώδη ιδιομορφή ταλάντωσης του κτηρίου ανά κατεύθυνση. Με τη δυναμική φασματική μέθοδο υπολογίζονται οι πιθανές ακραίες τιμές τυχόντος μεγέθους απόκρισης με τετραγωνική επαλληλία των ιδιομορφικών τιμών του υπόψη μεγέθους (SRSS κανόνας). Για κάθε συνιστώσα της σεισμικής διέγερσης λαμβάνεται υποχρεωτικά υπόψη ένας αριθμός ιδιομορφών, έως ότου το άθροισμα των δρώσων μαζών ΣMi φθάσει στο 90% της συνολικής ταλαντούμενης μάζας M του συστήματος. Έτσι, βάσει των προαναφερθέντων προκύπτουν οι ιδιομορφές ταλάντωσης του συστήματος και οι αντίστοιχες ιδιοπερίοδοι και ιδιοσυχνότητες.

Αρχικά ορίστηκε η ταλαντούμενη μάζα του συστήματος στο SAP2000 από το συνδυασμό φορτίων G+0,3Q (Define → Mass → Source From Element and Additional Masses and Loads), όπως φαίνεται στην εικόνα 31.

Στη συνέχεια, έγινε η ιδιομορφική ανάλυση του προσομοιώματος της κατασκευής. Ορίστηκε λοιπόν το είδος της φόρτισης (Define → Load Cases → Modal) με μηδενικές αρχικές συνθήκες και με μέγιστο αριθμό ιδιομορφών 300. Έγινε χρήση των ιδιοδιανυσμάτων Eigen, μέθοδος η οποία παρά το γεγονός ότι υστερεί έναντι των ιδιοδιανυσμάτων Ritz ως προς το βαθμό ενεργοποίησης της δρώσας μάζας και κατά συνέπεια και ως προς την ταχύτητα επίλυσης μοντέλων με πολλούς δυναμικούς βαθμούς ελευθερίας, υπερτερεί ωστόσο σε ακρίβεια αποτελεσμάτων.



Σχ. 6.5.4 Ορισμός της ταλαντούμενης μάζας του κτιρίου

Παρατηρώντας τις ιδιομορφές της κατασκευής καθώς και το ποσοστό συμμετοχής της μάζας του κτιρίου σε κάθε μια από αυτές προκύπτουν τα εξής σημαντικά συμπεράσματα:

1. Χρειάστηκαν 127 ιδιομορφές για να ενεργοποιηθεί το 90% της μάζας κατά Χ και 106 ιδιομορφές κατά Υ.
2. Οι κύριες ιδιομορφές του κτιρίου είναι οι εξής:

Υπάρχουσα κατασκευή ($T_1= 0,193 \text{ sec}$)			
Διεύθυνση	Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδος (sec)	Ποσοστό δρώσας ιδιομορφικής μάζας
x	8η	0,072	47,17%
y	4η	0,085	48,84%
z	65η	0,023	11,16%

Σχ.6.5.5. Ποσοστό δρώσας ιδιομορφικής μάζας

Τέλος, για την ισοδύναμη στατική ανάλυση οι δύο οριζόντιες συνιστώσες του σεισμού λαμβάνονται παράλληλες με τις δύο κύριες διευθύνσεις του κτηρίου και τα ισοδύναμα σεισμικά φορτία εφαρμόζονται κατανεμημένα καθ' ύψος της κατασκευής. Σε κάθε πεπερασμένο στοιχείο εφαρμόζεται ισοδύναμο στατικό φορτίο ίσο με $M \cdot S_d(T)$, όπου M η μάζα του και $S_d(T)$ η φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού.

Για τον υπολογισμό της επιτάχυνσης σχεδιασμού, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, χρησιμοποιήσαμε το ελαστικό φάσμα σχεδιασμού($\alpha=1$) του Ευρωκώδικα 8, καθώς δε μπορούμε να δεχθούμε ότι η τοιχοποιία του κτηρίου έχει περιθώρια εκδήλωσης πλάστιμης συμπεριφοράς έστω και στο ελάχιστο.

Σύμφωνα με την ιδιομορφική ανάλυση του προγράμματος προκύπτει $T=0,193\text{sec}$, συνεπώς για $T_B < T < T_C$ λαμβάνουμε $S_d(T) = 2.5 \cdot a_g \cdot s \cdot \eta = 2.5 \cdot 0.24g \cdot 1.20 \cdot 1.00 = 0.72g$

Φορτικοί συνδυασμοί

Οι συνδυασμοί που επιλέχθηκαν και εισήχθησαν στο πρόγραμμα κατά την επίλυση του προσομοιώματος παρατίθενται στη συνέχεια (Load Combinations):

- $1,35G_k + 1,5Q_k$
- $G_k + 0,3Q_k + \text{SEISMOS X} + 0,3 \text{ SEISMOS Y}$
- $G_k + 0,3Q_k + \text{SEISMOS X} - 0,3 \text{ SEISMOS Y}$
- $G_k + 0,3Q_k - \text{SEISMOS X} + 0,3 \text{ SEISMOS Y}$
- $G_k + 0,3Q_k - \text{SEISMOS X} - 0,3 \text{ SEISMOS Y}$
- $G_k + 0,3Q_k + 0,3 \text{ SEISMOS X} + \text{SEISMOS Y}$
- $G_k + 0,3Q_k + 0,3 \text{ SEISMOS X} - \text{SEISMOS Y}$
- $G_k + 0,3Q_k - 0,3 \text{ SEISMOS X} + \text{SEISMOS Y}$
- $G_k + 0,3Q_k - 0,3 \text{ SEISMOS X} - \text{SEISMOS Y}$

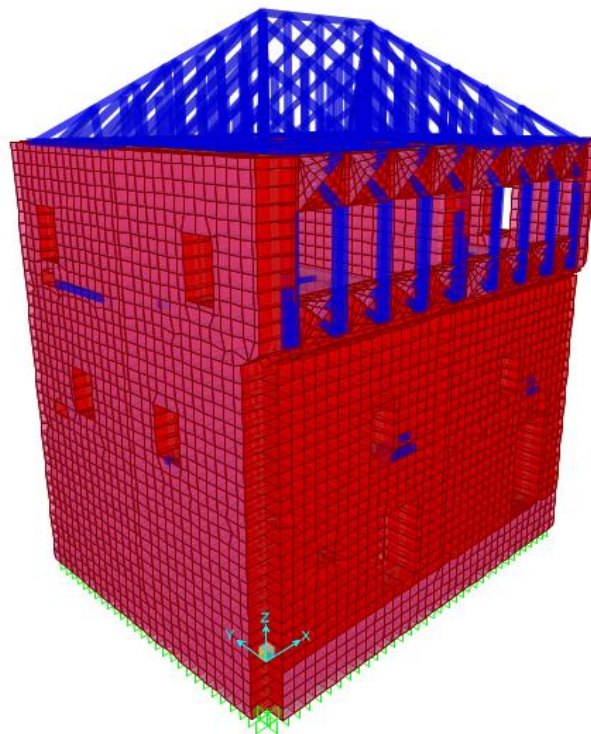
όπου

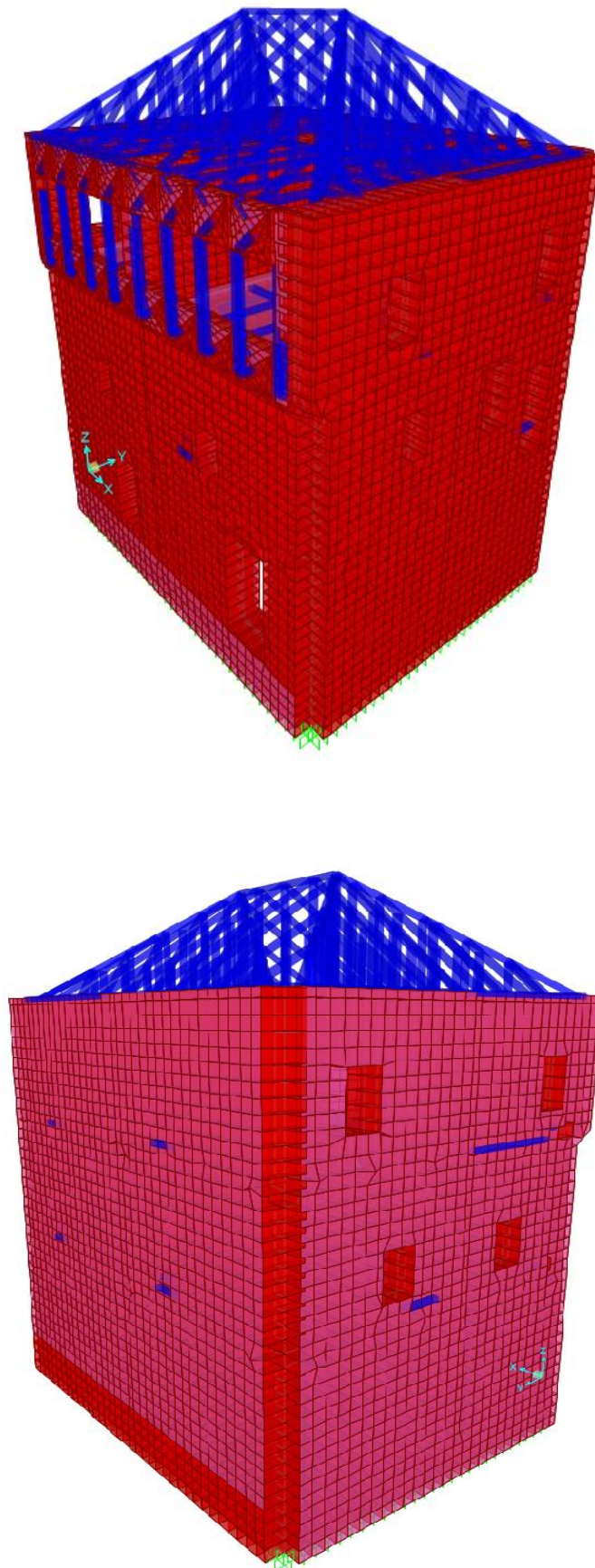
G_k : μόνιμα φορτία

Q_k : κινητά φορτία

SEISMOS X: σεισμικά φορτία κατά τη διεύθυνση X

SEISMOS Y: σεισμικά φορτία κατά τη διεύθυνση Y





Σχ. 6.5.6 Προσομοίωση κτηρίου στο SAP2000

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΕΛΕΓΧΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

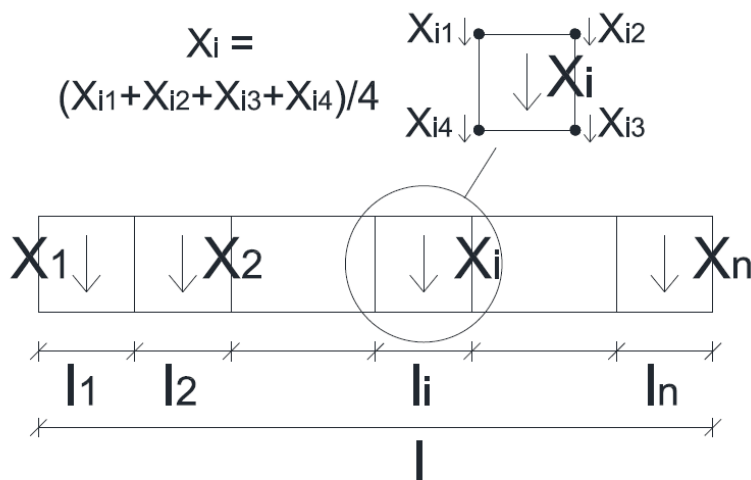
Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να εντοπίσουμε τις αιτίες των βλαβών του κτηρίου και τις περιοχές που είναι επιρρεπείς σε ψαθυρές αστοχίες (αστοχία λόγω κάμψης εκτός επιπέδου ή διάτμησης εντός επιπέδου). Στους ελέγχους συγκρίνουμε τα δρώντα εντατικά μεγέθη (M_S, V_S) με τις αντίστοιχες αντοχές (M_R, V_R) κι όχι τις κύριες τάσεις με τη θλιπτική και εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας. Αυτό γίνεται διότι οι κύριες τάσεις προκύπτουν από το συνδυασμό ορθών και διατμητικών μεγεθών και, συνεπώς, δεν είναι εύκολη η διαπίστωση της συμμετοχής κάθε εντατικού μεγέθους στη διαμόρφωσή τους. Πρέπει να τονίσουμε, τέλος, ότι ελέγχουμε κάθε φορά τους κρίσιμους πεσσούς και τα κρίσιμα υπέρθυρα στο σύνολό τους, καθώς η υπέρβαση της αντοχής τους μόνο σε κάποια πεπερασμένα στοιχεία δεν οδηγεί απαραίτητα και σε συνολική αστοχία τους. Οι τιμές των δρώντων εντατικών μεγεθών ($F_{11}, F_{22}, F_{12}, M_{11}, M_{22}$) προκύπτουν κάθε φορά από το σταθμισμένο μέσο όρο, δηλαδή:

$$X = \Sigma(X_i * l_i) / l, \text{ όπου}$$

X_i : η τιμή του εξεταζόμενου μεγέθους στο στοιχείο i όπως προκύπτει από το μέσο όρο των τιμών του μεγέθους αυτού στους 4 κόμβους του

l_i : το μήκος του στοιχείου i

l : το συνολικό μήκος της εξεταζόμενης διατομής



Σχ. 7.1.1 Υπολογισμός δρώντων εντατικών μεγεθών διατομής

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα εντατικά μεγέθη που αναπτύσσονται στην τοιχοποιία για καθένα από τους οκτώ σεισμικούς συνδυασμούς φορτίσεως, ελέγχονται στους κρίσιμους πεσσούς και στα κρίσιμα υπέρθυρα, τα οποία προκύπτουν για κάθε συνδυασμό. Για το συνδυασμό $1,35 \cdot G + 1,5Q$ δεν ελέγχονται τα εντατικά μεγέθη λόγω των μικρών τιμών τους, σε σύγκριση με τις τιμές που προκύπτουν για τους σεισμικούς συνδυασμούς. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται είναι οι ακόλουθοι:

- Έλεγχοι έναντι διατμήσεως εντός του επιπέδου της τοιχοποιίας.
- Έλεγχος έναντι κάμψεως με επίπεδο θραύσεως κάθετο προς τους οριζόντιους αρμούς.
- Έλεγχος έναντι κάμψεως με επίπεδο θραύσεως παράλληλο προς τους οριζόντιους αρμούς.

Δεν πραγματοποιείται έλεγχος έναντι θλίψεως της τοιχοποιίας καθώς προκύπτει από τις αναλύσεις ότι οι αναπτυσσόμενες θλιπτικές τάσεις είναι πολύ μικρότερες από την αντοχή της τοιχοποιίας σε μονοαξονική θλίψη, όπως προέκυψε από τις πειραματικές δοκιμές.

7.2 ΔΙΑΤΜΙΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ (F12)

Η διάτμηση των τοίχων εντός του επιπέδου τους υπό ταυτόχρονη δράση κατακόρυφων θλιπτικών (ίδια βάρη) και οριζόντιων αξονικών (σεισμική ένταση) φορτίων είναι μια από τις κύριες εντάσεις των οποίων ελέγχεται η τοιχοποιία, αφού κατά τη διάρκεια σεισμικών διεγέρσεων οι τοίχοι ενός κτηρίου οι οποίοι βρίσκονται παράλληλα με τη διεύθυνση του σεισμού καταπονούνται με αυτό τον τρόπο. Οι πιθανοί τρόποι αστοχίας ενός διατεμνόμενου τοίχου είναι οι παρακάτω:

- α) διατμητική ολίσθηση περί το μέσον του τοίχου με τη δημιουργία βαθμιδωτών ρωγμών διαμέσου των αρμών του κονιάματος
- β) θραύση των λιθοσωμάτων περί το μέσον του τοίχου εξαιτίας δυσμενούς συνδυασμού θλιπτικών και διατμητικών τάσεων
- γ) καμπτική αστοχία με την εκδήλωση καμπτικής ρωγμής στη βάση του τοίχου (περίπτωση μικρής κατακόρυφης θλιπτικής τάσης)
- δ) σύνθλιψη της θλιβόμενης ζώνης πριν την ανάπτυξη καμπτικών ρωγμών (περίπτωση μεγάλης κατακόρυφης θλιπτικής τάσης)

Για τη συνήθη περίπτωση κατά την οποία η θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων είναι μεγαλύτερη από τη θλιπτική αντοχή του κονιάματος, ο πιθανότερος τρόπος αστοχίας ενός τοίχου υποβαλλόμενου σε τέμνουσα υπό θλίψη είναι η εμφάνιση διαγώνιας κλιμακωτής ρωγμής στον τοίχο.

Η διατμητική αντοχή μπορεί να υπολογιστεί θεωρώντας τη σχέση Coulomb για την τριβή, δηλαδή ότι η διατμητική αντοχή του αρμού οφείλεται στη συνάφεια των δύο

υλικών αυξημένη με τη διατμητική τριβή που λαμβάνεται ως υποπολλαπλάσιο της ορθής τάσης.

$$f_{wvk} = f_{vko} + 0,40 * \sigma_d < 0,065 * f_b , \text{ όπου}$$

f_{vko} : η χαρακτηριστική τιμή της συνοχής, την οποία λαμβάνουμε 0,10MPa (ελάχιστη τιμή) υπέρ της ασφαλείας

σ_d : η θλιπτική τάση σχεδιασμού κάθετη προς την τέμνουσα του στοιχείου (αφορά το θλιβόμενο τμήμα της διατομής, αφού το εφελκυσμένο αδυνατεί να παραλάβει διατμητικά φορτία)

f_b : η ανηγμένη θλιπτική αντοχή των τοιχοσωμάτων

Η θλιπτική τάση υπολογίζεται από τον τύπο $\sigma_d = F22/t$ για κατακόρυφα στοιχεία (πεσσούς) ή από τον τύπο $\sigma_d = F11/t$ για οριζόντια στοιχεία (υπέρθυρα), όπου:

F22: είναι η κατακόρυφη αξονική δύναμη ανά μονάδα μήκους (όπως προκύπτει από τις αναλύσεις του προσομοιώματος με το SAP2000 και λαμβάνονται ως η μέση τιμή των αρνητικών τιμών της κατακόρυφης αξονικής δύναμης στην εξεταζόμενη στάθμη)

F11: η οριζόντια αξονική δύναμη ανά μονάδα μήκους (όπως προκύπτει από τις αναλύσεις του προσομοιώματος με το SAP2000 και λαμβάνονται ως η μέση τιμή των αρνητικών τιμών της οριζόντιας αξονικής δύναμης στην εξεταζόμενη θέση)

Η δρώσα τέμνουσα δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$V_s = F12 * l , \text{ όπου}$$

F12: η δρώσα τέμνουσα ανά μονάδα μήκους, όπως προκύπτει από τις αναλύσεις του προσομοιώματος με το λογισμικό SAP2000

l: το μήκος της εξεταζόμενης διατομής

Η τέμνουσα αντοχής δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$V_R = f_{wvk} * t * l_c , \text{ όπου}$$

f_{vk} : η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας

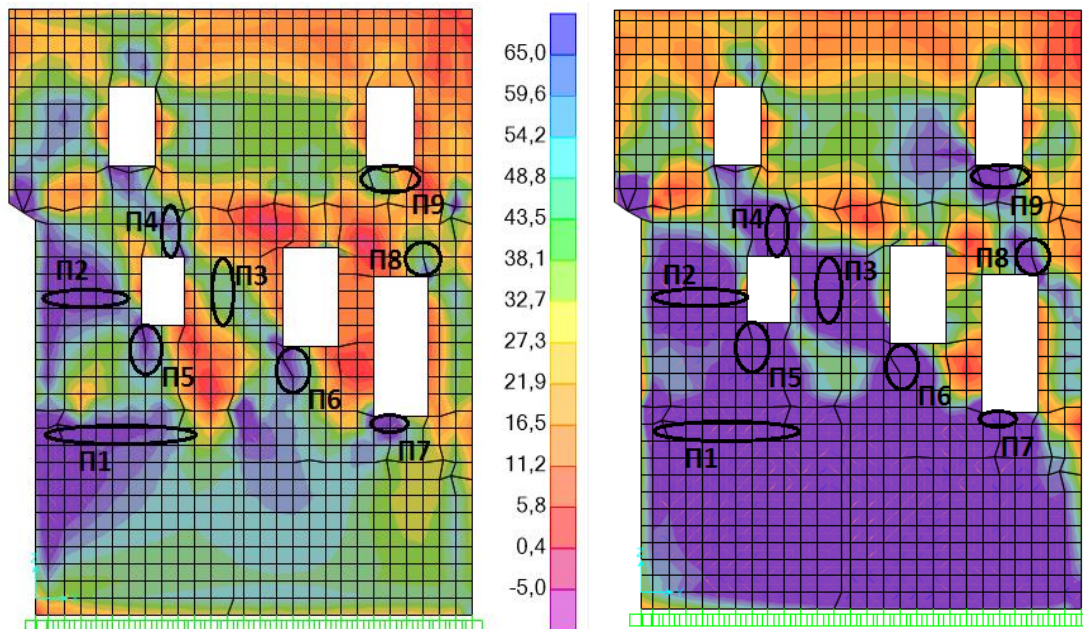
t: το πάχος της τοιχοποιίας στην εξεταζόμενη διατομή

l_c : το θλιβόμενο μήκος της διατομής

Ανατολική όψη

Στον τοίχο της νότιας όψης παρατηρούμε ότι τη μεγαλύτερη ένταση δέχονται οι πεσσοί του ορόφου και του ισογείου. Στους πίνακες (Πιν. 7.1) που ακολουθούν παρουσιάζονται οι έλεγχοι των τριών επιλεγμένων διατομών για όλους τους σεισμικούς συνδυασμούς, από τους οποίους προκύπτει ότι ο πεσσοί στην περιοχή Π1 επαρκεί, στην περιοχή Π2 αστοχεί για δύο σεισμικούς συνδυασμούς, ενώ στην περιοχή Π3 ο πεσσοί αστοχεί όταν η κύρια διεύθυνση του σεισμού είναι κατά Υ. Παρακάτω παραθέτουμε, ακόμα, εικόνες της κατανομής της F12 για δύο σεισμικούς συνδυασμούς, όπου έχουμε σημειώσει και τις περιοχές ελέγχου (Σχ. 7.2.1).

Παρατήρηση: Τα υπέρθυρα Π4 και Π8, τα κατώφλια Π5 , Π6 και Π9 καθώς και το κατώφλι της θύρας Π7 παρόλο που στην κατανομή F12 για τους διαφορετικούς συνδυασμούς εμφανίζονται να έχουν μεγάλη ένταση, δεν ελέγχονται. Οι περιοχές αυτές δεν μπορούν να αναλάβουν τέμνουσα δύναμη, αφού σύμφωνα με τις αντίστοιχες κατανομές F11 η οριζόντια δύναμη, η οποία είναι κάθετη στην τέμνουσα, είναι θετική. Επομένως οι περιοχές Π4, Π5, Π6, Π7, Π8 και Π9 αστοχούν λόγω τέμνουσας.



Σχ. 7.2.1 Κατανομή F12 για τους συνδυασμούς $G+0.30Q+EX+0.30EY$ και $G+0.3Q+0.3EX+EY$ στην ανατολική όψη αντίστοιχα

Περιοχή 1 : t=0,70				
Συνδυασμός	V_R (kN)	V_S (kN)	V_S/V_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	100,61	71,09	0,71	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	101,45	73,24	0,72	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	100,16	76,65	0,77	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	98,41	74,03	0,75	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	103,58	100,42	0,97	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	104,41	94,63	0,91	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	103,15	91,45	0,89	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	103,57	102,40	0,99	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

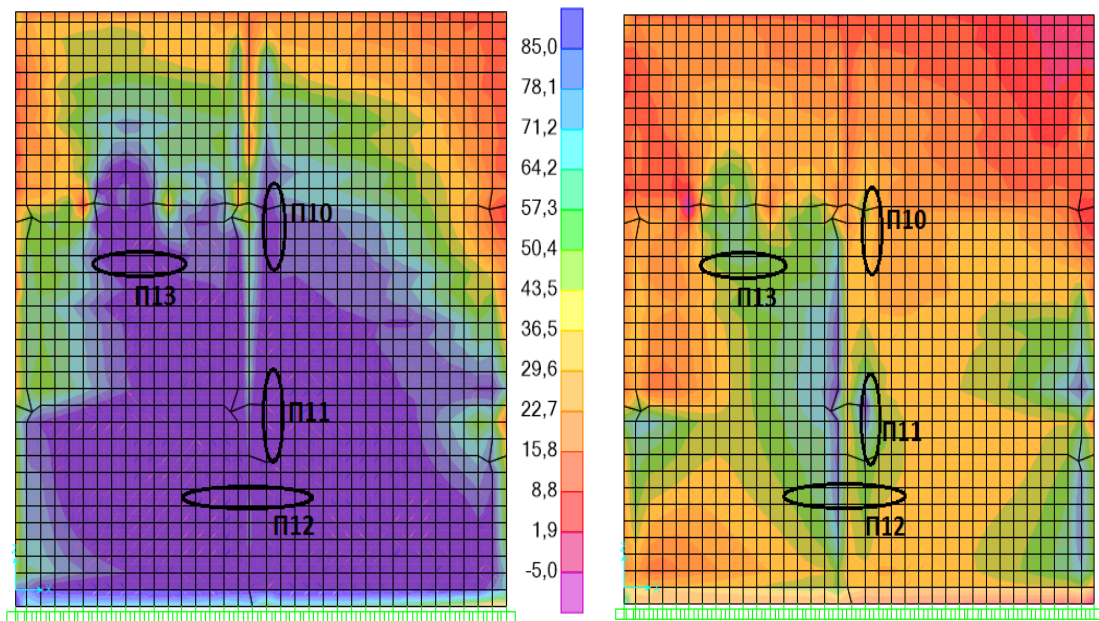
Περιοχή 2 : t=0,70				
Συνδυασμός	V_R (kN)	V_S (kN)	V_S/V_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	105,37	64,15	0,61	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	105,34	68,80	0,65	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	105,46	65,85	0,62	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	105,37	65,90	0,63	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	102,75	100,70	0,98	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	104,72	105,63	1,01	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	103,73	103,23	1,00	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	103,70	102,93	0,99	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 3 : t=0,70				
Συνδυασμός	V_R (kN)	V_S (kN)	V_S/V_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	107,67	46,57	0,43	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	108,00	47,63	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	107,47	49,04	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	107,59	43,79	0,41	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	110,40	112,98	1,02	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	109,53	120,86	1,10	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	111,40	115,70	1,04	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	110,20	110,49	1,00	ΑΣΤΟΧΙΑ

Πιν. 7.1 Έλεγχοι ανατολικής όψης έναντι διάτμησης εντός επιπέδου της τοιχοποιίας

Βόρεια όψη

Στη βόρεια όψη του κτηρίου η ένταση λόγω τέμνουσας συγκεντρώνεται στο ισόγειο και σε μικρές περιοχές τοθ πρώτου και δεύτερου ορόφου. Παρακάτω παραθέτουμε εικόνες (Σχ. 7.2.3) της κατανομής της F12 για δύο σεισμικούς συνδυασμούς και τον πίνακα (Πιν.7.2) με τους ελέγχους των κρίσιμότερων διατομών. Αστοχία προκύπτει για τους σεισμικούς συνδυασμούς της περιοχής Π10, όταν η κύρια διεύθυνση του σεισμού είναι κατά Χ, καθώς και σε ένα σεισμικό συνδυασμό για την περιοχή Π11.



Σχ. 7.2.2 Κατανομή F12 για τους συνδυασμούς $G+0,3Q-EX+0,3EY$ και $G+0,3Q-0,3EX-EY$ στη βόρεια όψη αντίστοιχα

Περιοχή 10 : $t=0,77$				
Συνδυασμός	V_R (kN)	V_S (kN)	V_S/V_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	99,32	104,61	1,05	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	98,55	126,38	1,28	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	98,14	119,51	1,22	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	95,39	125,52	1,32	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	102,69	43,54	0,42	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	102,16	58,36	0,57	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	101,13	60,62	0,60	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	103,04	55,94	0,54	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 11 : t=0,77				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	120,33	137,18	1,14	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	118,88	123,78	1,04	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	111,41	133,06	1,19	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	122,00	120,10	0,98	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	107,87	73,13	0,68	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	106,74	67,21	0,63	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	109,94	74,52	0,68	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	107,98	69,86	0,65	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 12 : t=0,77				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	123,46	111,56	0,90	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	126,54	98,53	0,78	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	122,47	100,28	0,82	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	125,26	103,69	0,83	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	106,80	54,09	0,51	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	110,26	54,32	0,49	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	110,23	49,25	0,45	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	110,12	50,98	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

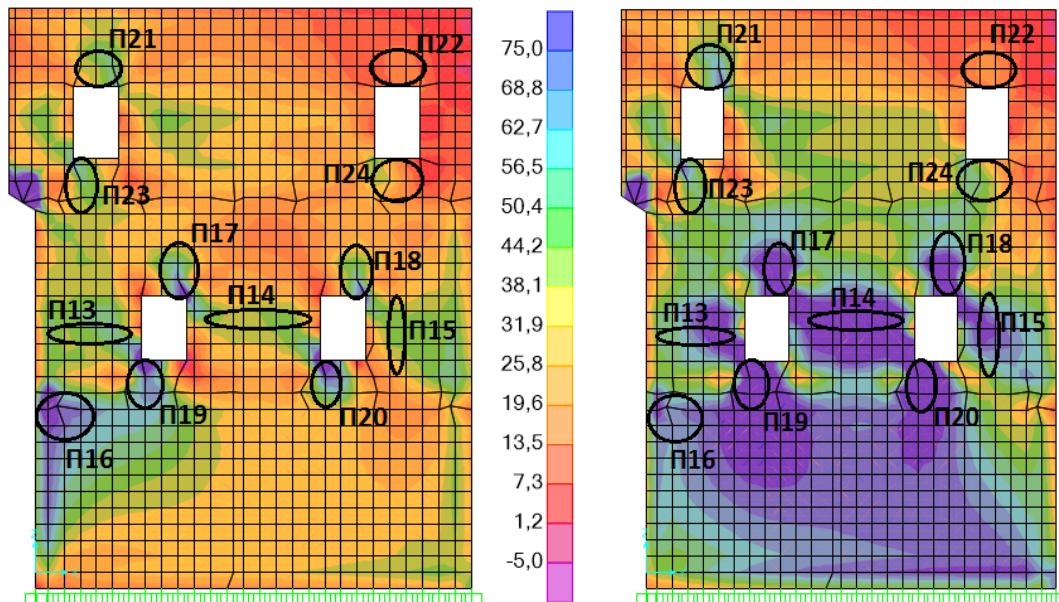
Περιοχή 13 : t=0,77				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	103,05	96,78	0,94	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	102,83	92,14	0,90	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	104,44	94,55	0,91	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	102,51	98,81	0,96	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	103,68	57,26	0,55	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	104,68	54,30	0,52	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	105,04	53,12	0,51	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	104,02	59,24	0,57	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πιν. 7.2 Έλεγχοι βόρειας όψης έναντι διάτμησης εντός επιπέδου της τοιχοποιίας

Δυτική όψη

Στον τοίχο της δυτικής όψης παρατηρούμε ότι τη μεγαλύτερη ένταση δέχονται οι πεσσοί του ορόφου και του ισογείου καθώς και τα υπέρθυρα και κατώφλια του πρώτου ορόφου . Στους πίνακες (Πιν. 7.3) που ακολουθούν παρουσιάζονται οι έλεγχοι των οκτώ επιλεγμένων διατομών για όλους τους σεισμικούς συνδυασμούς, από τους οποίους προκύπτει ότι όλοι οι πεσσοί επαρκούν, ενώ τα υπέρθυρα και κατώφλια αστοχούν όταν η κύρια διεύθυνση του σεισμού είναι κατά τη διεύθυνση Υ. Παρακάτω παραθέτουμε, ακόμα, εικόνες της κατανομής της F12 για δύο σεισμικούς συνδυασμούς, όπου έχουμε σημειώσει και τις περιοχές ελέγχου (Σχ. 7.2.3).

Παρατήρηση: Τα υπέρθυρα Π21 και Π22 και τα κατώφλια Π23 και Π24 παρόλο που στην κατανομή F12 για τους διαφορετικούς συνδυασμούς δεν εμφανίζονται να έχουν μεγάλη ένταση, ελέγχονται. Οι τέσσερις περιοχές δεν μπορούν να αναλάβουν τέμνουσα δύναμη, αφού σύμφωνα με τις αντίστοιχες κατανομές F11 η οριζόντια δύναμη, η οποία είναι κάθετη στην τέμνουσα, είναι θετική. Επομένως οι περιοχές Π21, Π22, Π23 και Π24 αστοχούν λόγω τέμνουσας.



Σχ. 7.2.3 Κατανομή F12 για τους συνδυασμούς $G+0,3Q+EX-0,3EY$ και $G+0,3Q+0,3EX-EY$ στη δυτική όψη αντίστοιχα

Περιοχή 13 : t=0,70				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	107,32	51,43	0,48	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	104,41	59,87	0,57	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	106,39	57,68	0,54	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	104,23	48,96	0,47	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	104,13	72,89	0,70	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	105,94	76,14	0,72	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	107,19	79,23	0,74	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	106,42	70,63	0,66	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 14 : t=0,70				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	104,31	43,68	0,42	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	103,20	50,85	0,49	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	104,37	47,72	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	102,20	41,42	0,41	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	109,68	97,05	0,88	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	111,61	101,86	0,91	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	110,14	99,21	0,90	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	110,18	96,49	0,88	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 15 : t=0,70				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	92,94	56,70	0,61	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	91,47	60,93	0,67	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	93,12	58,13	0,62	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	90,39	52,88	0,59	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	95,83	70,09	0,73	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	96,96	77,86	0,80	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	95,07	73,17	0,77	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	95,58	69,49	0,73	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 16 : t=0,70				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	98,80	75,87	0,77	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	97,25	76,33	0,78	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	98,67	80,67	0,82	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	98,74	77,82	0,79	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	99,63	71,50	0,72	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	97,53	77,21	0,79	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	94,20	71,47	0,76	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	95,41	74,53	0,78	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 17 : t=0,70				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	75,32	61,00	0,81	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	75,19	62,14	0,83	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	75,34	63,90	0,85	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	75,49	62,87	0,83	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	74,64	83,01	1,11	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	74,57	92,12	1,24	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	74,53	101,68	1,36	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	74,72	98,54	1,32	ΑΣΤΟΧΙΑ

Περιοχή 18 : t=0,70				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	73,41	54,27	0,74	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	73,59	55,64	0,76	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	73,46	56,32	0,77	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	73,19	52,97	0,72	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	71,83	94,40	1,31	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	71,87	96,32	1,34	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	71,74	95,25	1,33	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	71,68	94,87	1,32	ΑΣΤΟΧΙΑ

Περιοχή 19 : t=0,70				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	75,38	67,44	0,89	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	74,97	68,32	0,91	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	74,73	70,20	0,94	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	74,62	69,11	0,93	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	72,65	101,63	1,40	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	73,05	103,47	1,42	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	73,89	100,73	1,36	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	73,46	104,31	1,42	ΑΣΤΟΧΙΑ

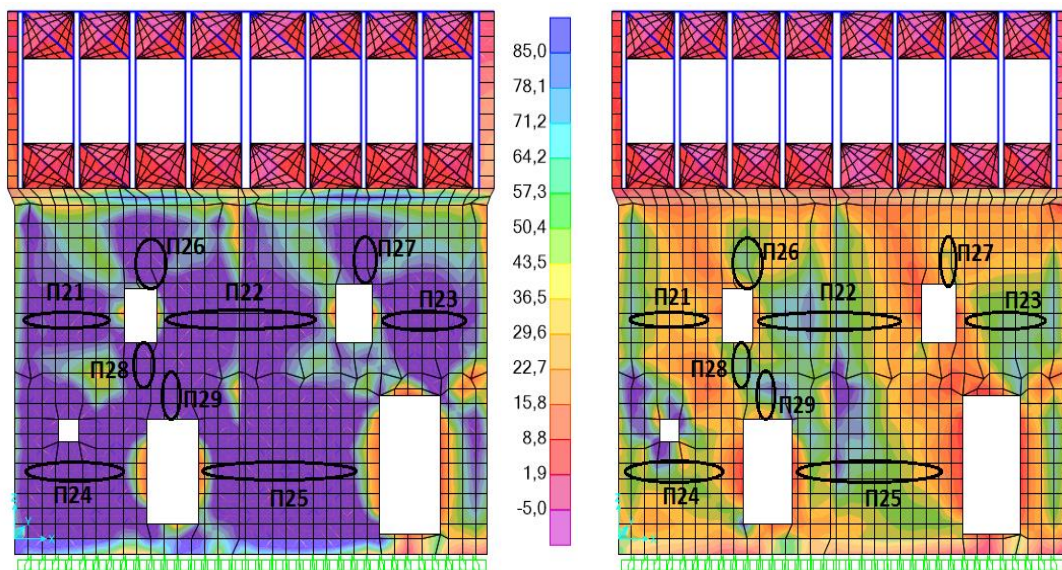
Περιοχή 20 : t=0,70				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	74,31	58,50	0,79	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	74,79	57,67	0,77	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	74,51	58,38	0,78	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	74,20	59,22	0,80	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	74,95	103,40	1,38	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	75,15	101,74	1,35	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	74,92	99,91	1,33	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	74,66	100,12	1,34	ΑΣΤΟΧΙΑ

Πιν. 7.3 Έλεγχοι δυτικής όψης έναντι διάτμησης εντός επιπέδου της τοιχοποιίας

Νότια όψη

Στον τοίχο της νότιας όψης παρατηρούμε ότι τη μεγαλύτερη ένταση δέχονται οι πεσσοί του ορόφου και του ισογείου, καθώς και κάποια υπέρθυρα. Στους πίνακες (Πιν.7.4) που ακολουθούν παρουσιάζονται οι έλεγχοι των πέντε επιλεγμένων διατομών για όλους τους σεισμικούς συνδυασμούς, από τους οποίους προκύπτει ότι μόνο ο πεσσός Π21 επαρκεί, ενώ όλοι οι υπόλοιποι αστοχούν όταν η κύρια διεύθυνση του σεισμού είναι κατά Χ. Παρακάτω παραθέτουμε, ακόμα, εικόνες της κατανομής της F12 για δύο σεισμικούς συνδυασμούς, όπου έχουμε σημειώσει και τις περιοχές ελέγχου (Σχ. 7.2.3).

Παρατήρηση: Τα υπέρθυρα Π26, Π27 και Π29 και το κατώφλι Π28 στην κατανομή F12 για τους διαφορετικούς συνδυασμούς εμφανίζονται να έχουν μεγάλη ένταση. Σύμφωνα με τους ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν (όμοια με τη δυτική όψη, αλλά δεν παρουσιάζονται) και οι τέσσερις περιοχές αστοχούν διατμητικά όταν η κύρια διεύθυνση του σεισμού είναι κατά Χ.



Σχ. 7.2.3 Κατανομή F12 για τους συνδυασμούς G+0,3Q-EX-0,3EY και G+0,3Q-0,3EX+EY στη νότια όψη αντίστοιχα

Περιοχή 21 : t=0,77				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	103,52	96,11	0,93	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	99,76	89,19	0,89	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	98,56	95,75	0,97	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	100,19	94,02	0,94	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	96,13	44,17	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	93,86	40,23	0,43	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	95,33	42,38	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	94,30	46,72	0,50	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 22 : t=0,77				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	98,04	111,32	1,14	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	98,01	112,27	1,15	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	97,79	113,00	1,16	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	97,24	113,36	1,17	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	90,00	51,45	0,57	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	89,05	49,62	0,56	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	89,58	55,04	0,61	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	90,46	43,98	0,49	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 23 : t=0,77				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	92,78	107,22	1,16	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	92,13	102,46	1,11	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	92,69	108,45	1,17	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	92,44	107,98	1,17	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	90,56	43,42	0,48	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	91,08	40,12	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	88,91	43,00	0,48	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	87,95	46,71	0,53	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

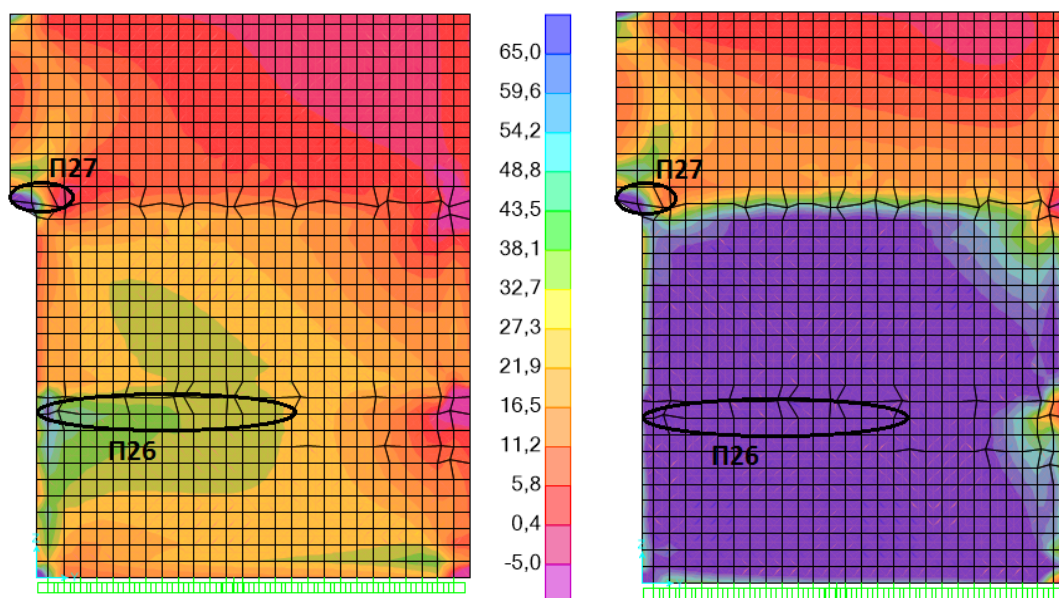
Περιοχή 24 : t=0,77				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	103,28	129,93	1,26	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	103,35	122,50	1,19	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	103,54	129,88	1,25	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	104,68	126,32	1,21	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	93,20	44,49	0,48	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	94,86	42,57	0,45	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	94,00	41,29	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	92,99	46,18	0,50	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 25 : $t=0,77$				
Συνδυασμός	V_R (kN)	V_S (kN)	V_S/V_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	113,80	146,19	1,28	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	113,19	147,98	1,31	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	114,86	145,54	1,27	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	113,89	144,24	1,27	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	93,38	45,80	0,49	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	94,09	48,32	0,51	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	94,45	44,75	0,47	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	92,26	47,21	0,51	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πιν. 7.4 Έλεγχοι νότιας όψης έναντι διάτμησης εντός επιπέδου της τοιχοποιίας

Εσωτερική Μεσοτοιχία

Στην εσωτερική μεσοτοιχία του κτηρίου η ένταση λόγω τέμνουσας συγκεντρώνεται στη στάθμη του πρώτου ορόφου και σε μικρή περιοχή του δευτέρου. Παρακάτω παραθέτουμε την κατανομή της F12 για δύο σεισμικό συνδυασμό (Εικ.7.2.5) και τον πίνακα (Πιν.7.5) με τον έλεγχο των κρισιμότερων διατομών, οι οποίες τελικά επαρκούν.



Σχ. 7.2.5 Κατανομή F12 για τους συνδυασμούς $G+0.30Q+EX-0.30EY$ και $G+0.30Q+0.3EX+EY$ στη μεσοτοιχία αντίστοιχα

Περιοχή 26 : t=0,72				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	111,15	36,14	0,33	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	109,74	42,63	0,39	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	111,18	38,45	0,35	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	107,73	34,85	0,32	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	101,39	87,32	0,86	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	103,76	98,24	0,95	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	112,26	99,32	0,88	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	119,83	98,32	0,82	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 27 : t=0,72				
Συνδυασμός	V _R (kN)	V _S (kN)	V _S /V _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	107,89	23,09	0,21	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	106,98	37,35	0,35	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	109,06	37,63	0,34	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	106,64	34,12	0,32	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	102,05	37,56	0,37	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	102,81	44,84	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	106,24	49,63	0,47	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	104,90	46,33	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πιν. 7.5 Έλεγχοι εσωτερικής μεσοτοιχίας έναντι διάτμησης εντός επιπέδου της τοιχοποιίας

Παρατηρήσεις

Σε όλες τις όψεις και τον εσωτερικό τοίχο η ένταση λόγω διάτμησης εντός επιπέδου της τοιχοποιίας συγκεντρώνεται στο ισόγειο και στον όροφο και κατά κύριο λόγο περί το μέσον του ύψους των πεσσών.

Σε όλες, ωστόσο, τις περιπτώσεις τα υπέρθυρα είναι εκείνα που δείχνουν να είναι πιο επιρρεπή από τους πεσσούς. Συγκεκριμένα, κατά τον έλεγχο των κρισίμων διατομών στα υπέρθυρα των θυρών και των παραθύρων προκύπτει αστοχία, ακόμα και για μικρές τιμές της δρώσας τέμνουσας, εξαιτίας της εφελκυστικής τάσης που αναπτύσσεται στο μεγαλύτερο ή και σε ολόκληρο το μήκος της διατομής και μειώνει ή μηδενίζει αντίστοιχα την αντοχή τους.

7.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΘΡΑΥΣΗΣ ΚΑΘΕΤΟ ΣΤΟΥΣ ΑΡΜΟΥΣ

Ο έλεγχος έναντι ροπής εκτός επιπέδου με επίπεδο θραύσεως κάθετο στους οριζόντιους αρμούς (M11) πραγματοποιείται μέσω του ελέγχου της τιμής της ορθής οριζόντιας τάσης που αναπτύσσεται λόγω της ροπής M11. Δηλαδή, ελέγχουμε αν η παραπάνω τάση υπερβαίνει την εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας λόγω κάμψεως f_{wt} . Προκειμένου να μην έχουμε αστοχία πρέπει:

$$\sigma < f_{wt} \quad \rightarrow \quad M11/h < f_{wt} * t_w^2 / 6$$

αφού, $\sigma = M11/W = M11 / (h * t_w^2 / 6)$ και

$$f_{wt} = \lambda * f_{mc} / 5$$

- Για τον υπολογισμό της εφελκυστικής τάσης λοιπόν έχουμε:

M11: η ροπή εκτός επιπέδου που προκαλεί αστοχία σε επίπεδο κάθετο στους αρμούς όπως προκύπτει από τις αναλύσεις του προσομοιώματος με το λογισμικό SAP2000

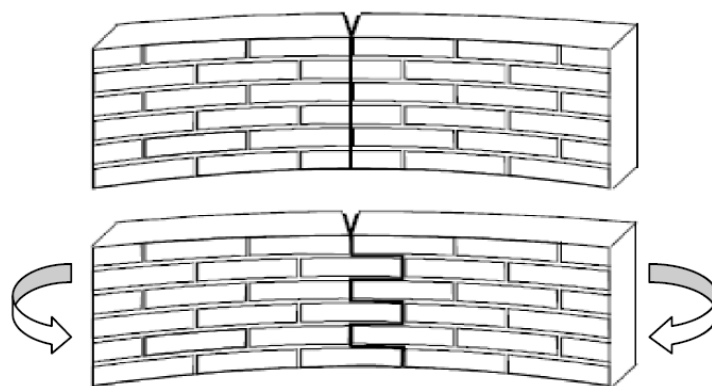
h: το ύψος της εξεταζόμενης διατομής

t_w : το πάχος της εξεταζόμενης διατομής

- Για τον υπολογισμό της εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας για αστοχία κάθετα στους αρμούς του κονιάματος θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο που προτείνει ο Θ.Π.Τάσιος, σύμφωνα με τον οποίο:

$$f_{wt} = \lambda * f_{mc} / 5, \text{ όπου } \lambda = 1 - 0,2\sqrt{f_{mc}}$$

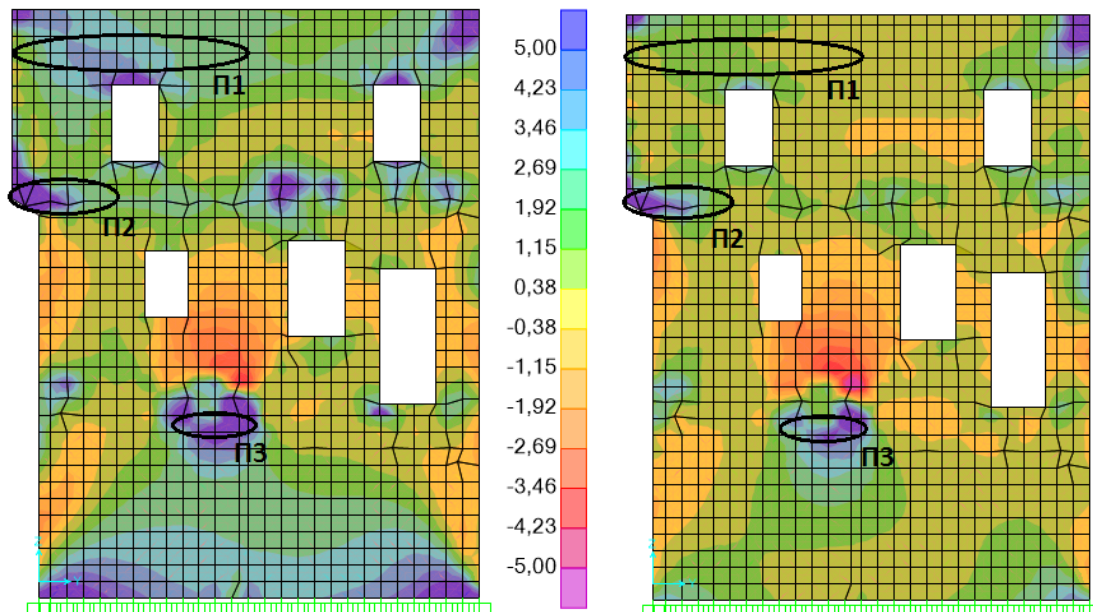
Για f_{mc} (θλιπτική αντοχή κονιάματος)= 1,20MPa όπως προέκυψε από τις πειραματικές δοκιμές για όλα τα τμήματα του κτηρίου, υπολογίζουμε $\lambda=0,78$ και $f_{wt}=187\text{kPa}$.



Σχ. 7.3.1 Κάμψη τοιχοποιίας εκτός επιπέδου με επίπεδο θραύσης κάθετο στους αρμούς του κονιάματος

Ανατολική όψη

Στην ανατολική όψη παρατηρούμε συγκέντρωση υψηλών τιμών της M11 στο ισόγειο και στο δεύτερο όροφο. Παρακάτω παραθέτουμε την κατανομή της M11 για δύο σεισμικό συνδυασμό (Εικ.7.3.2) και τον πίνακα (Πιν.7.6) με τους ελέγχους των τριών κρισιμότερων διατομών. Αστοχία προκαλείται στην περιοχή Π2 για κύρια διεύθυνση σεισμού κατά Χ, ενώ η περιοχή Π3 αστοχεί για όλους τους συνδυασμούς.



Σχ. 7.3.2 Κατανομή M11 για τους συνδυασμούς $G+0.30Q-EX+0.30EY$ και $G+0.30Q-0.3EX-EY$ στην ανατολική όψη αντίστοιχα

Περιοχή 1 : $t=0,70$				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	10,70	8,54	0,80	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	10,70	8,88	0,83	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	10,70	8,49	0,79	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	10,70	8,24	0,77	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	10,70	6,44	0,60	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	10,70	6,16	0,58	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	10,70	6,36	0,59	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	10,70	6,12	0,57	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

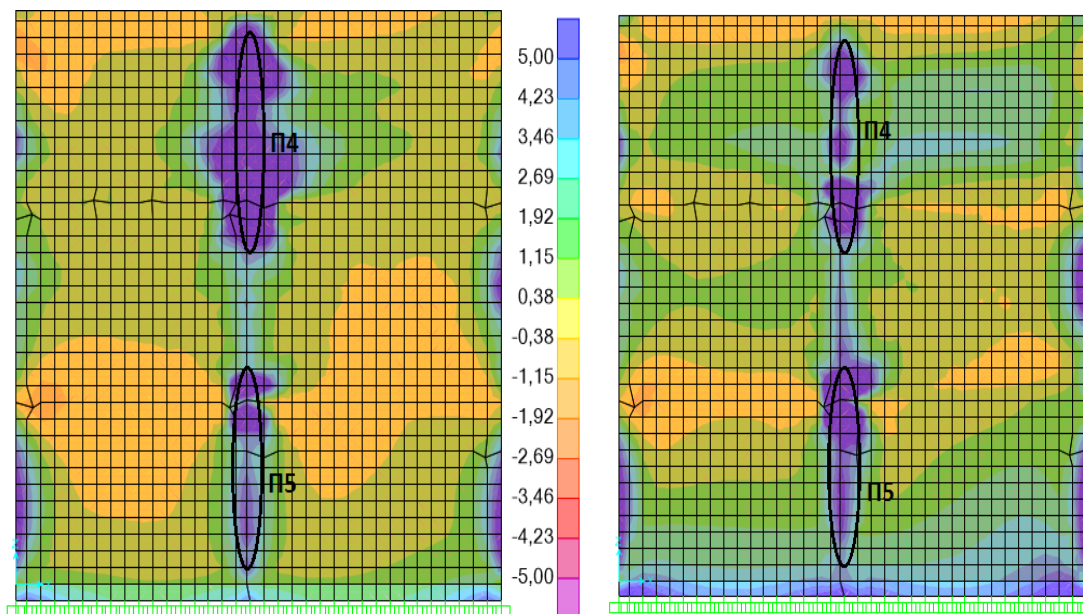
Περιοχή 2 : t=0,70				
Συνδυασμός	M_R (kNm/m)	M_S (kNm/m)	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	10,70	12,83	1,20	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	10,70	12,49	1,17	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	10,70	12,18	1,14	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	10,70	12,03	1,12	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	10,70	5,99	0,56	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	10,70	5,49	0,51	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	10,70	5,76	0,54	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	10,70	6,09	0,57	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 3 : t=0,70				
Συνδυασμός	M_R (kNm/m)	M_S (kNm/m)	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	10,70	20,92	1,96	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	10,70	21,90	2,05	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	10,70	20,94	1,96	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	10,70	20,28	1,90	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	10,70	20,95	1,96	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	10,70	20,52	1,92	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	10,70	20,22	1,89	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	10,70	20,58	1,92	ΑΣΤΟΧΙΑ

Πιν. 7.6 Έλεγχοι ανατολικής όψης έναντι κάμψης εκτός του επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης κάθετο στους αρμούς

Βόρεια όψη

Στη βόρεια όψη παρατηρούμε συγκέντρωση υψηλών τιμών της M11 στο ισόγειο και στο δεύτερο όροφο. Παρακάτω παραθέτουμε την κατανομή της M11 για δύο σεισμικό συνδυασμό (Εικ.7.3.3) και τον πίνακα (Πιν.7.7) με τους ελέγχους των δύο κρισιμότερων διατομών. Η περιοχή Π4 αστοχεί για ένα σεισμικό συνδυασμό, για τον οποίο η κύρια διεύθυνση είναι κατά Χ.



Σχ. 7.3.2 Κατανομή M11 για τους συνδυασμούς G+0.30Q-EX+0.30EY και G+0.3Q+0.3EX-EY στη βόρεια όψη αντίστοιχα

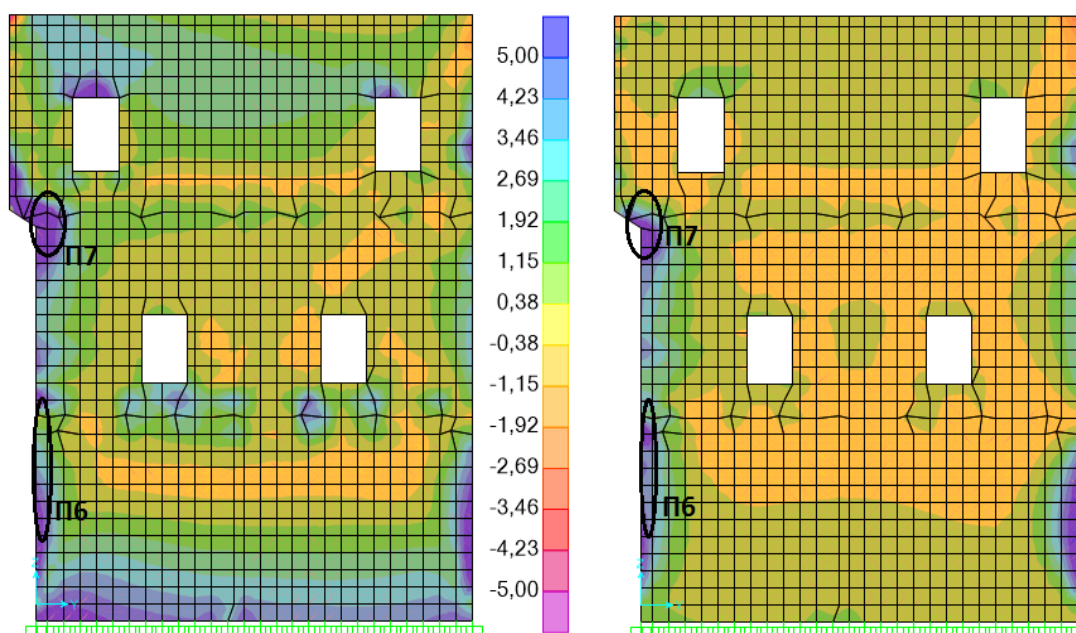
Περιοχή 4 : t=0,77				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	12,44	12,98	1,00	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	12,14	11,22	0,87	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	11,45	12,32	0,95	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	12,94	11,31	0,87	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	12,94	5,02	0,39	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	12,94	5,04	0,39	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	12,94	5,06	0,39	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	12,94	4,86	0,38	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 5 : t=0,77				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	12,94	5,64	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	12,94	5,46	0,42	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	12,94	5,40	0,42	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	12,94	5,70	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	12,94	8,34	0,64	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	12,94	8,17	0,63	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	12,94	8,34	0,64	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	12,94	7,96	0,61	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πιν. 7.7 Έλεγχοι βόρειας όψης έναντι κάμψης εκτός του επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης κάθετο στους αρμούς

Δυτική όψη

Στη δυτική όψη παρατηρούμε συγκέντρωση υψηλών τιμών της M_{11} στο ισόγειο και στο δεύτερο όροφο. Παρακάτω παραθέτουμε την κατανομή της M_{11} για ένα σεισμικό συνδυασμό (Εικ.7.3.3) και τον πίνακα (Πιν.7.8) με τους ελέγχους των δύο κρισιμότερων διατομών. Και οι δύο περιοχές επαρκούν για όλους τους σεισμικούς συνδυασμούς.



Σχ. 7.3.3 Κατανομή M_{11} για τους συνδυασμούς $G+0.30Q-EX+0.30EY$ και $G+0.30Q-0.3EX-EY$ στη δυτική όψη αντίστοιχα

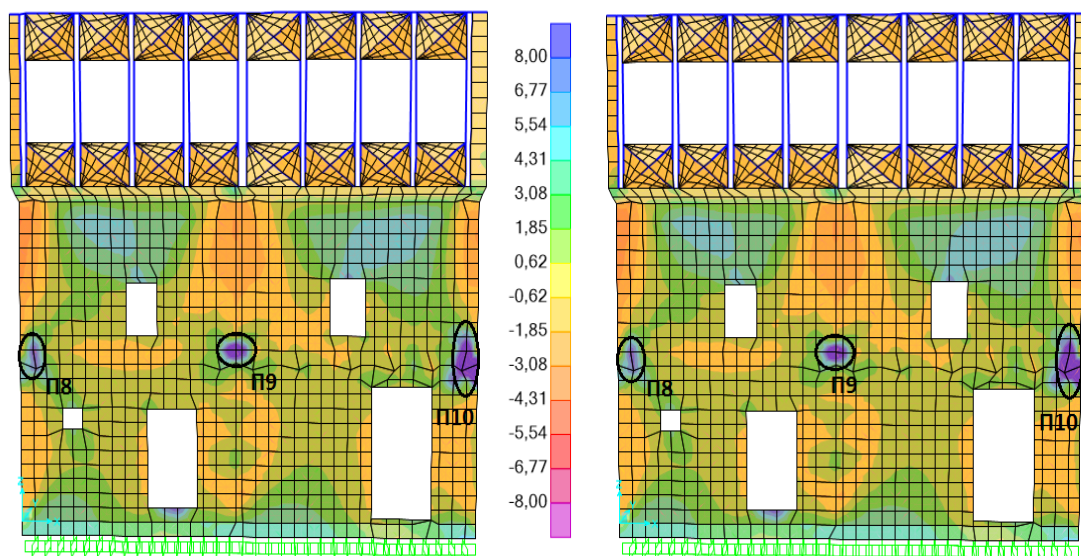
Περιοχή 6 : t=0,70				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	10,70	4,70	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	10,70	4,10	0,38	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	10,70	4,58	0,43	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	10,70	4,82	0,45	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	10,70	4,31	0,40	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	10,70	3,87	0,36	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	10,70	4,41	0,41	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	10,70	4,62	0,43	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 7 : t=0,70				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	10,70	5,85	0,55	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	10,70	5,58	0,52	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	10,70	5,87	0,55	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	10,70	6,10	0,57	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	10,70	3,27	0,31	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	10,70	3,10	0,29	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	10,70	3,42	0,32	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	10,70	3,50	0,33	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πιν. 7.8 Έλεγχοι δυτικής όψης έναντι κάμψης εκτός του επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης κάθετο στους αρμούς

Νότια όψη

Στη βόρεια όψη παρατηρούμε συγκέντρωση υψηλών τιμών της M11 στη στάθμη του πρώτου ορόφου και στο δεύτερο όροφο. Παρακάτω παραθέτουμε την κατανομή της M11 για δύο σεισμικούς συνδυασμούς (Εικ.7.3.4) και τον πίνακα (Πιν.7.9) με τους ελέγχους των πέντε κρισιμότερων διατομών. Και οι πέντε περιοχές επαρκούν για όλους τους σεισμικούς συνδυασμούς.



Σχ. 7.3.4 Κατανομή M11 για τους συνδυασμούς G+0.3Q_k-EX-0.3EY και G+0.3Q_k+0.3EX+EY στη νότια όψη αντίστοιχα

Περιοχή 8 : t=0,77				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	12,94	7,81	0,60	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	12,94	8,49	0,66	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	12,94	8,64	0,67	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	12,94	7,96	0,61	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	12,94	9,32	0,72	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	12,94	9,35	0,72	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	12,94	9,52	0,74	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	12,94	9,04	0,70	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

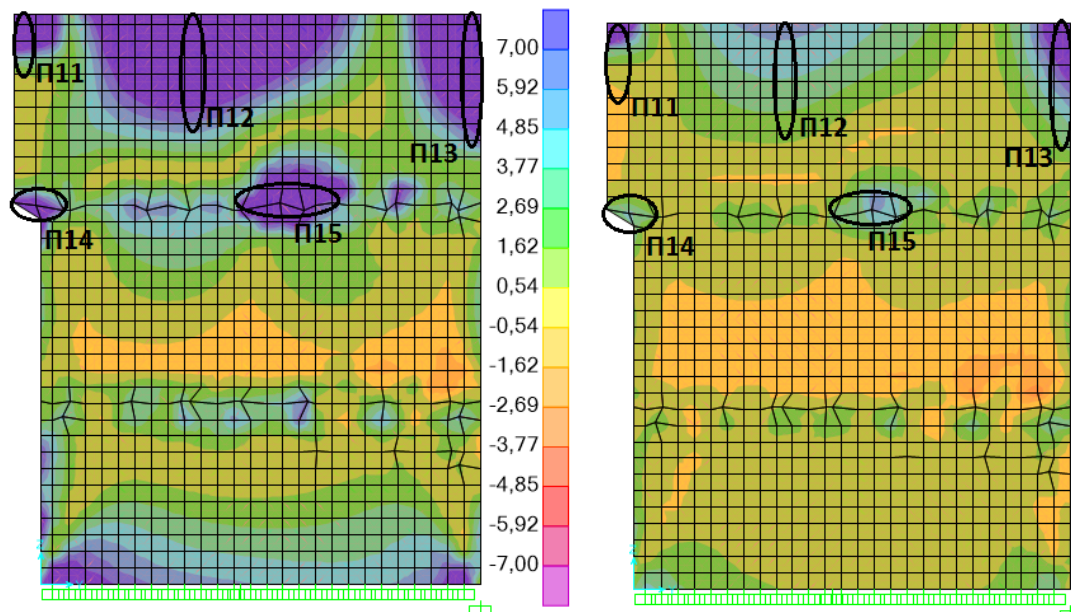
Περιοχή 9 : t=0,77				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	12,94	7,00	0,54	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	12,94	6,73	0,52	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	12,94	6,64	0,51	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	12,94	5,97	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	12,94	7,73	0,60	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	12,94	8,19	0,63	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	12,94	8,31	0,64	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	12,94	7,88	0,61	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 10 : t=0,77				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	12,94	9,87	0,76	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	12,94	10,07	0,78	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	12,94	10,08	0,78	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	12,94	11,34	0,88	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	12,94	11,06	0,85	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	12,94	11,24	0,87	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	12,94	11,59	0,90	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	12,94	10,94	0,85	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πιν. 7.9 Έλεγχοι νότιας όψης έναντι κάμψης εκτός του επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης κάθετο στους αρμούς

Εσωτερική μεσοτοιχία

Στην εσωτερική μεσοτοιχία παρατηρούμε συγκέντρωση υψηλών τιμών της M11 κυρίως στο δεύτερο όροφο. Παρακάτω παραθέτουμε την κατανομή της M11 για δύο σεισμικούς συνδυασμούς (Εικ.7.3.5) και τον πίνακα (Πιν.7.10) με τους ελέγχους των πέντε κρισιμότερων διατομών. Και οι τρεις από τις πέντε περιοχές αστοχούν για τους συνδυασμούς στους οποίους η κύρια διεύθυνση είναι κατά τον άξονα Χ.



Σχ. 7.3.5 Κατανομή M11 για τους συνδυασμούς G+0.30Q+EX+0.30EY και G+0.3Q+0.3EX+EY στη μεσοτοιχία αντίστοιχα

Περιοχή 11 : t=0,72				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	11,32	12,63	1,12	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	11,32	13,25	1,17	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	11,32	12,60	1,11	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	11,32	11,97	1,06	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	11,32	4,14	0,37	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	11,32	4,43	0,39	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	11,32	4,25	0,38	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	11,32	3,96	0,35	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 12 : t=0,72				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	11,32	7,75	0,68	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	11,32	8,02	0,71	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	11,32	7,69	0,68	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	11,32	7,38	0,65	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	11,32	2,59	0,23	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	11,32	2,81	0,25	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	11,32	2,51	0,22	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	11,32	2,61	0,23	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 13 : t=0,72				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	11,32	14,90	1,32	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	11,32	15,34	1,36	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	11,32	15,07	1,33	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	11,32	14,72	1,30	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	11,32	5,34	0,47	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	11,32	5,61	0,50	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	11,32	5,53	0,49	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	11,32	5,20	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 14 : t=0,72				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	11,32	18,36	1,62	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	11,32	18,42	1,63	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	11,32	18,64	1,65	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	11,32	17,94	1,59	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	11,32	3,54	0,31	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	11,32	4,64	0,41	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	11,32	7,36	0,65	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	11,32	5,68	0,50	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 15 : t=0,72				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	11,32	7,67	0,68	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	11,32	8,02	0,71	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	11,32	7,80	0,69	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	11,32	8,78	0,78	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	11,32	2,85	0,25	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	11,32	3,10	0,27	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	11,32	3,23	0,29	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	11,32	3,02	0,27	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πιν. 7.10 Έλεγχοι εσωτερικής μεσοτοιχίας έναντι κάμψης εκτός του επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης κάθετο στους αρμούς

Παρατηρήσεις

Στις περισσότερες περιπτώσεις που ελέχθησαν η ένταση λόγω κάμψης εκτός επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης κάθετο στους αρμούς του κονιάματος δε συγκεντρώνεται μόνο στους ορόφους ή μόνο στο ισόγειο, αλλά μοιράζεται και στα τρία.

Στις κατανομές της M11 εμφανίζεται υψηλή ένταση στις περιοχές όπου κάθε τοίχος συναντά κάποιον εγκάρσιό του στις περιοχές όπου κάθε τοίχος συναντά κάποιον εγκάρσιό του (συνήθως στα άκρα) και στην περιοχή των πατωμάτων. Αυτό οφείλεται στη μειωμένη διαφραγματική λειτουργία που προσφέρουν κυρίως το πάτωμα του πρώτου και δεύτερου ορόφου.

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα των ελέγχων, κρίσιμη είναι μόνο η μία διεύθυνση του σεισμού κάθε φορά, η κάθετη στο επίπεδό του τοίχου.

7.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΘΡΑΥΣΗΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΣΤΟΥΣ ΑΡΜΟΥΣ

Ο έλεγχος έναντι ροπής εκτός επιπέδου με επίπεδο θραύσεως παράλληλο στους οριζόντιους αρμούς (M22) πραγματοποιείται μέσω ενός απλοποιημένου προσομοιώματος με την παραδοχή ότι η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας είναι μηδενική, ενώ θεωρείται δυνατή η πλαστικοποίηση της θλιβόμενης ζώνης. Η σχέση από την οποία υπολογίζεται η ροπή αντοχής ανά μονάδα μήκους είναι η ακόλουθη:

$$M_R = 0.5 * \sigma_0 * I * t_w^2 / (1 - \sigma_0/f_{wc}) , \text{ όπου}$$

M_R : η ροπή αντοχής της τοιχοποιίας για κάμψη εκτός του επιπέδου της με επίπεδο θραύσης παράλληλο στους αρμούς

σ_0 : η κατακόρυφη θλιπτική τάση στη στάθμη ελέγχου ($=F22/t_w$)

I : το μήκος της εξεταζόμενης διατομής

t_w : το πάχος της τοιχοποιίας στην εξεταζόμενη διατομή

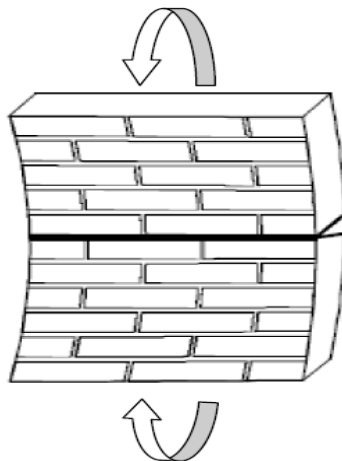
f_{wc} : η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας

Προκειμένου να μην έχουμε αστοχία πρέπει:

$$M22 < M_R/I , \text{ όπου}$$

$M22$: η ροπή εκτός επιπέδου που προκαλεί αστοχία σε επίπεδο παράλληλο στους αρμούς όπως προκύπτει από τις αναλύσεις του προσομοιώματος με το λογισμικό SAP2000

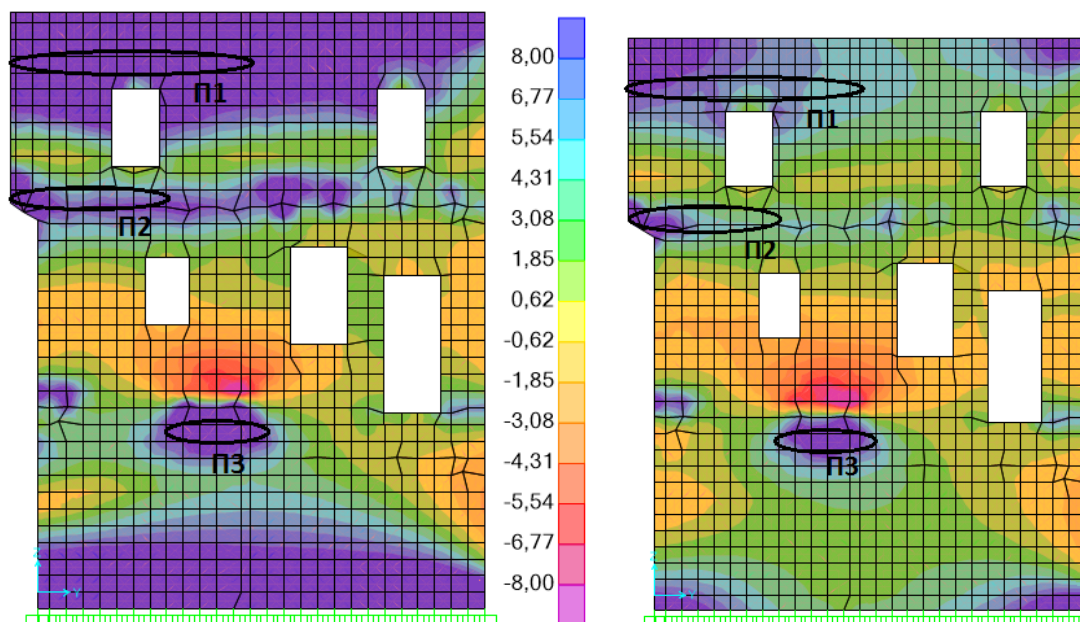
I : το μήκος της εξεταζόμενης διατομής



Σχ. 7.4.1 Κάμψη τοιχοποιίας εκτός επιπέδου με επίπεδο θραύσης παράλληλο στους αρμούς του κονιάματος

Ανατολική όψη

Στην ανατολική όψη παρατηρούμε συγκέντρωση υψηλών τιμών της M22 στη στάθμη του πατώματος του πρώτου και του δεύτερου ορόφου, καθώς και στον πεσσό πάνω από το αριστερό παράθυρο του δεύτερου ορόφου. Παρακάτω παραθέτουμε την κατανομή της M22 για δύο σεισμικό συνδυασμό (Εικ.7.4.2) και τον πίνακα (Πιν.7.11) με τους ελέγχους των τριών κρισιμότερων διατομών. Και οι δύο από τις τρεις περιοχές ελέγχου αστοχούν όταν η κύρια διεύθυνση του σεισμού είναι κατά Χ.



Σχ. 7.4.2 Κατανομή M22 για τους συνδυασμούς G+0.30Q-EX-0.30EY και G+0.3Q-0.3EX-EY στην ανατολική όψη αντίστοιχα

Περιοχή 1 : t=0,70				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	9,05	13,87	1,53	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	8,85	14,23	1,61	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	9,84	13,15	1,34	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	9,34	13,41	1,44	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	7,93	6,62	0,83	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	8,91	7,10	0,80	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	7,86	6,74	0,86	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	7,57	7,14	0,94	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

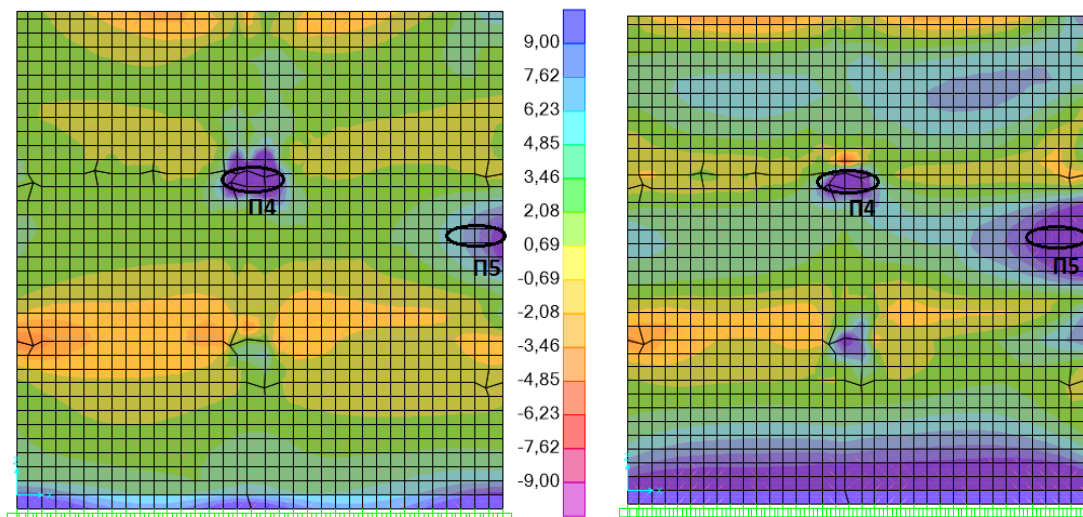
Περιοχή 2 : t=0,70				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	7,43	18,98	2,56	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	7,56	18,86	2,49	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	8,20	18,58	2,27	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	8,04	17,53	2,18	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	17,18	8,12	0,47	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	16,50	8,19	0,50	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	15,89	7,70	0,48	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	18,54	7,65	0,41	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 3 : t=0,70				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	36,13	15,96	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	39,22	15,25	0,39	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	39,41	14,67	0,37	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	36,61	16,96	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	48,30	12,26	0,25	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	45,60	12,38	0,27	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	47,02	13,76	0,29	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	48,52	11,01	0,23	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πιν. 7.11 Έλεγχοι ανατολικής όψης έναντι κάμψης εκτός του επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης παράλληλο στους αρμούς

Βόρεια όψη

Στη βόρεια όψη παρατηρούμε συγκέντρωση υψηλών τιμών της M22 στη στάθμη του πατώματος του δευτέρου ορόφου και στο μέσο του πρώτου ορόφου. Παρακάτω παραθέτουμε την κατανομή της M22 για δύο σεισμικούς συνδυασμούς (Εικ.7.4.3) και τον πίνακα (Πιν.7.12) με τους ελέγχους των δύο κρίσιμότερων διατομών. Και οι δύο περιοχές επαρκούν για όλους τους σεισμικούς συνδυασμούς.



Σχ. 7.4.3 Κατανομή M22 για τους συνδυασμούς $G+0.30Q+EX+0.30EY$ και $G+0.3Q+0.3EX+EY$ στη βόρεια όψη αντίστοιχα

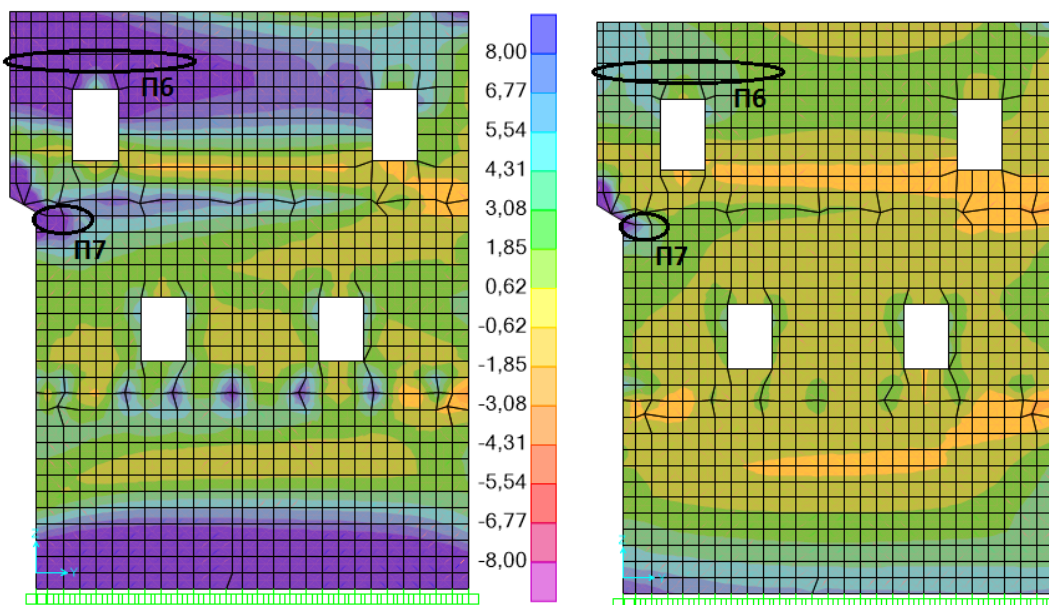
Περιοχή 4 : $t=0,77$				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	28,98	12,08	0,42	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	31,42	11,98	0,38	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	29,92	12,47	0,42	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	32,44	11,61	0,36	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	42,36	10,47	0,25	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	41,29	10,20	0,25	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	43,32	9,87	0,23	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	42,66	10,03	0,24	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 5 : t=0,77				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	31,86	7,24	0,23	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	30,39	7,01	0,23	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	31,13	7,36	0,24	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	32,10	6,78	0,21	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	35,47	12,99	0,37	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	35,78	12,64	0,35	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	36,65	12,27	0,33	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	36,13	13,01	0,36	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πιν. 7.12 Έλεγχοι βόρειας όψης έναντι κάμψης εκτός του επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης παράλληλο στους αρμούς

Δυτική όψη

Στη δυτική όψη παρατηρούμε συγκέντρωση υψηλών τιμών της M22 στη στάθμη του πατώματος του δευτέρου ορόφου. Παρακάτω παραθέτουμε την κατανομή της M22 για δύο σεισμικό συνδυασμό (Εικ.7.4.4) και τον πίνακα (Πιν.7.13) με τους ελέγχους των δύο κρισιμότερων διατομών. Η περιοχή Π6 αστοχεί ενώ η Π7 επαρκεί για όλους τους σεισμικούς συνδυασμούς αντίστοιχα.



Σχ. 7.4.4 Κατανομή M22 για τους συνδυασμούς $G+0.30Q-EX+0.30EY$ και $G+0.30Q-0.3EX-EY$ στη δυτική όψη αντίστοιχα

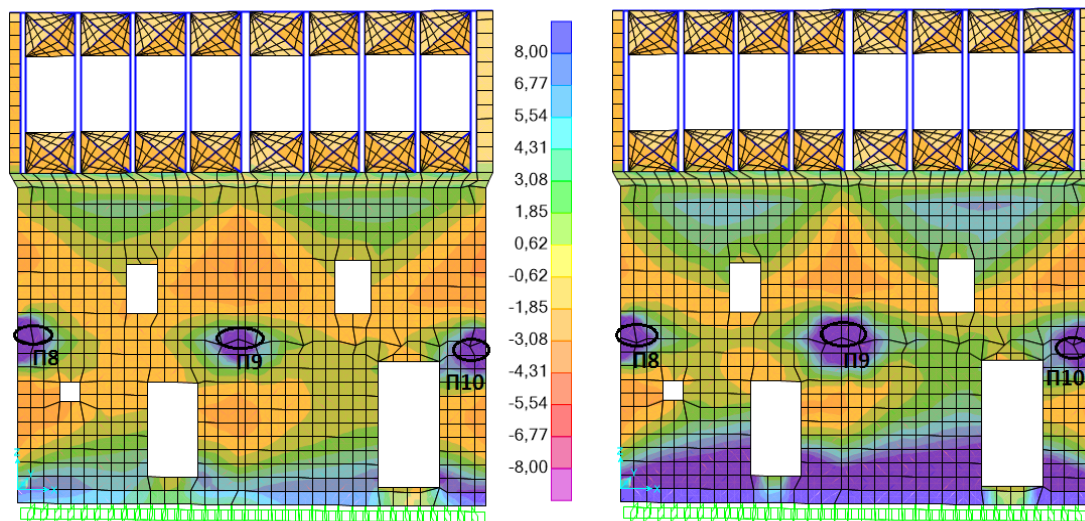
Περιοχή 6 : t=0,70				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	10,65	27,20	2,55	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	11,79	24,34	2,06	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	12,05	24,59	2,04	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	9,39	25,33	2,70	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	5,46	9,68	1,77	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	5,64	8,00	1,42	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	5,19	8,36	1,61	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	5,97	8,55	1,43	ΑΣΤΟΧΙΑ

Περιοχή 7 : t=0,70				
Συνδυασμός	$M_R(kNm/m)$	$M_S(kNm/m)$	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	14,61	6,31	0,43	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	19,02	6,32	0,33	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	15,59	6,17	0,40	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	17,40	6,02	0,35	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	18,34	3,14	0,17	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	18,59	3,50	0,19	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	18,47	3,23	0,17	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	18,16	2,90	0,16	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πιν. 7.13 Έλεγχοι δυτικής όψης έναντι κάμψης εκτός του επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης παράλληλο στους αρμούς

Νότια όψη

Στη βόρεια όψη παρατηρούμε συγκέντρωση υψηλών τιμών της M11 στη στάθμη του πρώτου ορόφου και στο δεύτερο όροφο. Παρακάτω παραθέτουμε την κατανομή της M22 για δύο σεισμικούς συνδυασμούς (Εικ.7.3.4) και τον πίνακα (Πιν.7.9) με τους ελέγχους των τριών κρισιμότερων διατομών. Η περιοχή Π9 αστοχεί για όλους τους σεισμικούς συνδυασμούς στους οποίους η κύρια διεύθυνση του σεισμού είναι κατά Υ.



Σχ. 7.4.5 Κατανομή M22 για τους συνδυασμούς G+0.30Q-EX-0.30EY και G+0.3Q+0.3EX+EY στη νότια όψη αντίστοιχα

Περιοχή 8 : t=0,77				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	20,92	7,25	0,35	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	19,21	7,36	0,38	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	19,43	6,93	0,36	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	19,32	7,01	0,36	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	13,29	7,78	0,71	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	14,33	7,38	0,65	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	14,08	7,53	0,68	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	14,28	7,51	0,67	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

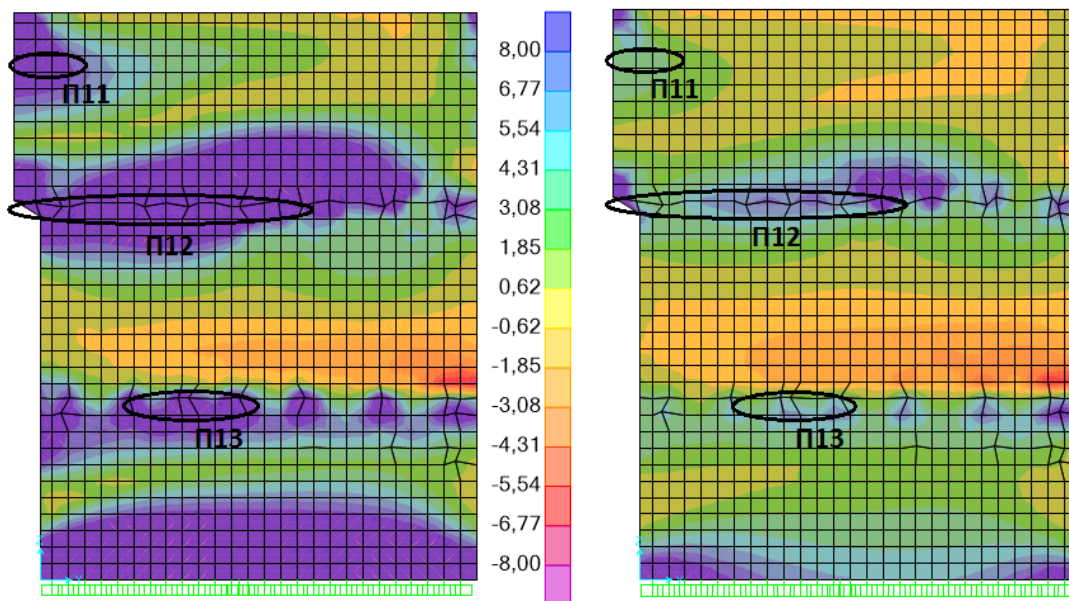
Περιοχή 9 : t=0,77				
Συνδυασμός	M_R (kNm/m)	M_S (kNm/m)	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	25,98	13,83	0,53	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	28,05	8,91	0,32	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	28,22	8,83	0,31	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	29,23	8,90	0,30	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	14,58	24,88	1,71	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	15,68	25,42	1,62	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	16,18	25,88	1,60	ΑΣΤΟΧΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	16,47	24,65	1,50	ΑΣΤΟΧΙΑ

Περιοχή 10 : t=0,77				
Συνδυασμός	M_R (kNm/m)	M_S (kNm/m)	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	28,33	13,12	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	30,04	14,00	0,47	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	30,27	11,60	0,38	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	29,21	12,62	0,43	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	28,40	15,85	0,56	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	28,67	17,05	0,59	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	28,70	17,72	0,62	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	29,12	16,12	0,55	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πιν. 7.14 Έλεγχοι νότιας όψης έναντι κάμψης εκτός του επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης παράλληλο στους αρμούς

Εσωτερική μεσοτοιχία

Στην εσωτερική μεσοτοιχία παρατηρούμε συγκέντρωση υψηλών τιμών της M11 κυρίως στο δεύτερο όροφο. Παρακάτω παραθέτουμε την κατανομή της M11 για δύο σεισμικούς συνδυασμούς (Εικ.7.3.5) και τον πίνακα (Πιν.7.10) με τους ελέγχους των πέντε κρισιμότερων διατομών. Και οι τέσσερις περιοχές (πλην της Π14) αστοχούν για τους συνδυασμούς στους οποίους η κύρια διεύθυνση είναι κατά τον άξονα Χ.



Σχ. 7.4.6 Κατανομή M22 για τους συνδυασμούς G+0.30Q+EX-0.30EY και G+0.3Q+0.3EX+EY στην εσωτερική μεσοτοιχία αντίστοιχα

Περιοχή 11 : t=0,72				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	8,85	11,45	1,29	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	9,08	11,81	1,30	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	9,57	11,70	1,22	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	9,23	11,39	1,23	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	4,14	4,61	1,11	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	4,30	4,29	1,00	ΑΣΤΟΧΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	4,22	4,15	0,98	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	4,19	4,11	0,98	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 12 : t=0,72				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	17,54	10,45	0,60	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	17,38	10,40	0,60	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	17,12	10,94	0,64	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	17,78	10,91	0,61	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	15,12	3,90	0,26	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	14,87	4,47	0,30	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	14,94	4,55	0,30	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	14,83	4,76	0,32	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 13 : t=0,72				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	24,21	5,97	0,25	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	25,13	6,23	0,25	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	25,14	6,44	0,26	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	24,85	5,86	0,24	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	17,38	1,94	0,11	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	17,35	1,69	0,10	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	17,17	2,10	0,12	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	17,69	2,42	0,14	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πιν. 7.15 Έλεγχοι εσωτερικής μεσοτοιχίας έναντι κάμψης εκτός του επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης παράλληλο στους αρμούς

Παρατηρήσεις

Οι περιοχές που η δρώσα M22 παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές της ταυτίζεται σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις με τη στάθμη του πατώματος των ορόφων.

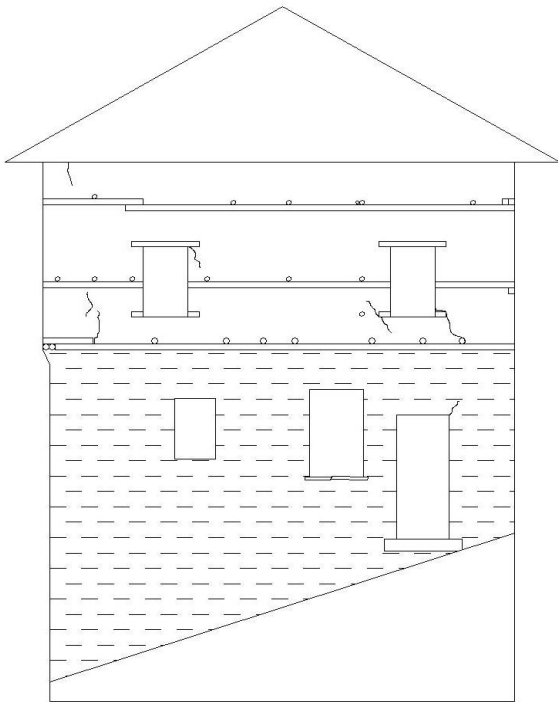
Γενικά, το κτήριο παρουσιάζει επαρκείς αντοχές σε κάμψη εκτός επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης παράλληλο στους αρμούς του κονιάματος, χάρη στις αρκετά υψηλές θλιπτικές τάσεις που αυξάνουν την αντοχή των διατομών. Έτσι, οι αστοχίες είναι πολύ λίγες και παρατηρούνται κυρίως στις περιπτώσεις που το μεγαλύτερο τμήμα ή και ολόκληρη η διατομή εφελκύεται.

Τέλος, μεγάλες τιμές της M22 παρατηρούνται και στη βάση του τοίχου, όπως είναι αναμενόμενο λόγω της χαλαρής σύνδεσης του τοίχου με τα οριζόντια στοιχεία.

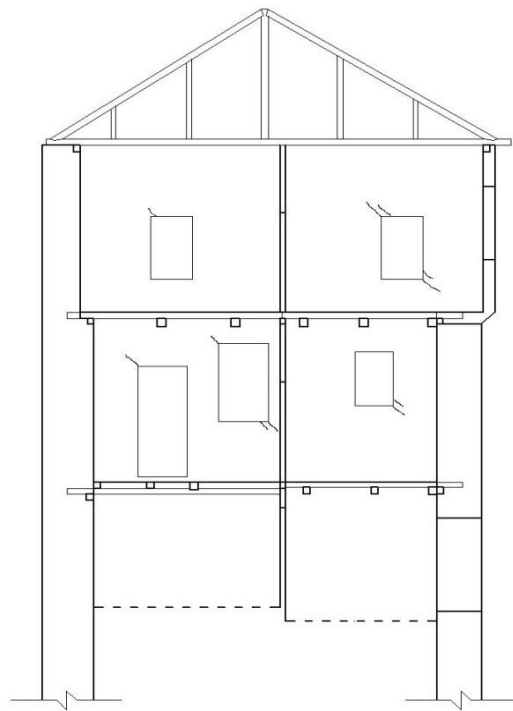
7.5 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΤΟ SAP2000 ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΗΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προγράμματος που προέκυψαν για τους συνδυασμούς φορτίσεων για τους οποίους ελέγχθηκε το κτίριο, τα προβλήματα εντοπίζονται κυρίως στον εφελκυσμό των υπερθύρων, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να αναλάβουν διάτμηση εντός του επιπέδου, και στην εκτός επιπέδου κάμψη των τοίχων με επίπεδο θραύσεως κάθετο στους οριζόντιους αρμούς. Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται με πράσινο περίγραμμα οι περιοχές που αστοχούν διατμητικά, με κόκκινο περίγραμμα αυτές που αστοχούν έναντι εκτός επιπέδου κάμψεως με επίπεδο θραύσεως κάθετο στους οριζόντιους αρμούς και τέλος με γαλάζιο αυτές που αστοχούν έναντι εκτός επιπέδου κάμψεως με επίπεδο θραύσεως παράλληλο στους οριζόντιους αρμούς σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τους ελέγχους της ανάλυσης του κτιρίου μελέτης με το SAP2000. Στα ίδια σχήματα είναι εμφανής και η παθολογία του κτιρίου όπως αυτή προέκυψε κατά την αποτύπωση.

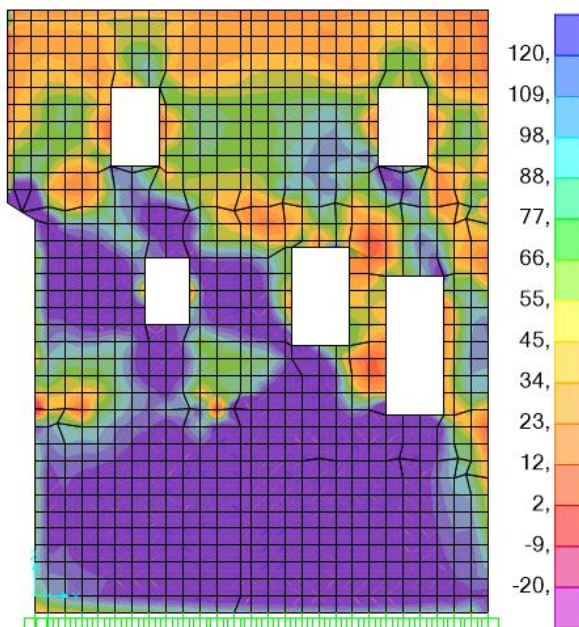
Ανατολική όψη



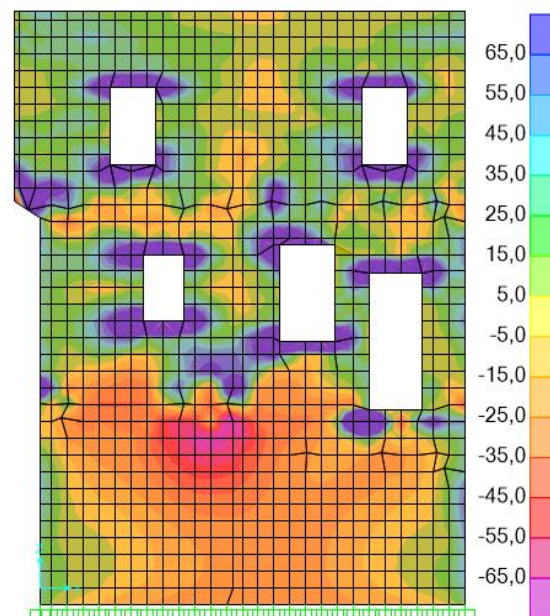
Σχ. 7.5.1 Ανατολική όψη



Σχ. 7.5.2 Τομή Δ-Δ



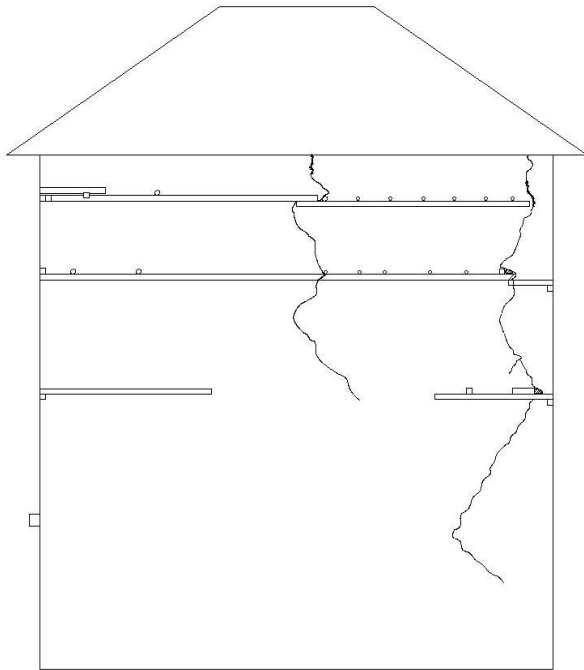
Σχ. 7.5.3 Κατανομή κύριων διατμητικών τάσεων στην ανατολική όψη για το συνδυασμό $G+0.3Q+0.3EX+EY$



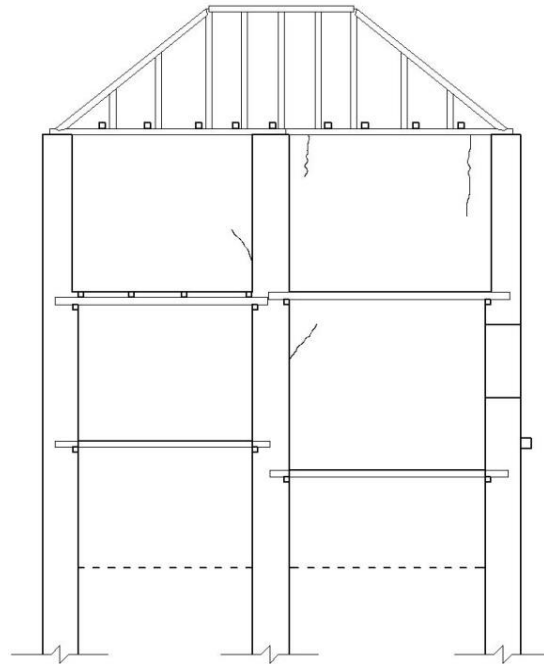
Σχ. 7.5.4 Κατανομή κύριων εφελκυστικών τάσεων στην ανατολική όψη για το συνδυασμό $G+0.3Q+0.3EX+EY$

- ✓ Στα υπέρθυρα και κατώφλια του πρώτου ορόφου σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προγράμματος προκύπτει αυξημένη διατμητική ένταση. Η κάλυψη όμως της ανατολικής όψης μέχρι τη στάθμη του πατώματος του δευτέρου ορόφου με επίχρισμα (εκτοξευόμενο τσιμεντοκονίαμα πάχους 3cm) δε μας επιτρέπει να επιβεβαιώσουμε με σιγουριά την ύπαρξη αστοχιών. Ωστόσο, η τριχοειδείς μικρορηγματώσεις του τσιμεντοκονιάματος που είναι εμφανείς στις περιοχές αυτές καθώς και το σπασμένο πρεβάζι μαρτυρούν την αυξημένη συγκέντρωση διατμητικών τάσεων. Τέλος, η διαγώνιες ρωγμές που έχουν αποτυπωθεί στην εσωτερική παρειά του τοίχου επίσης επαληθεύουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης.
- ✓ Στο κατώφλι του δεξιού παραθύρου του δευτέρου ορόφου σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προγράμματος επίσης προκύπτει αυξημένη διατμητική ένταση. Στην περιοχή αυτή οι διαγώνιες ρωγμές στην εξωτερική παρειά του τοίχου επιβεβαιώνουν τη διατμητική αστοχία που προέκυψε από την ανάλυση. Επαληθεύονται δηλαδή τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει και από τις αναλύσεις για τιμές του SAP2000.
- ✓ Οι πεσσοί του πρώτου ορόφου σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης αστοχούν διατμητικά. Παρόλα αυτά δε μπορούμε να το επαληθεύσουμε αφού όπως ήδη αναφέρθηκε οι περιοχές αυτές έχουν υποστεί μεταγενέστερη επέμβαση, η οποία έχει καλύψει τις τυχόν υπάρχουσες φθορές (ομοίως και εσωτερικά).
- ✓ Στον δεύτερο όροφο επιβεβαιώνεται η καμπτική αστοχία που προκύπτει από την ανάλυση με την ύπαρξη κατακόρυφων ρωγμών στην εξωτερική παρειά.

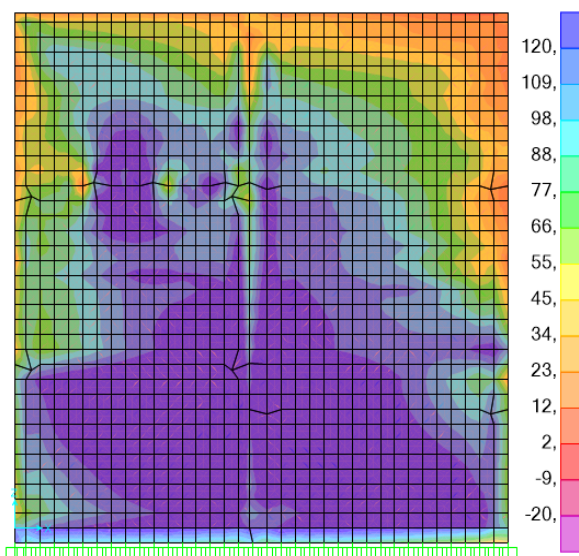
Βόρεια όψη



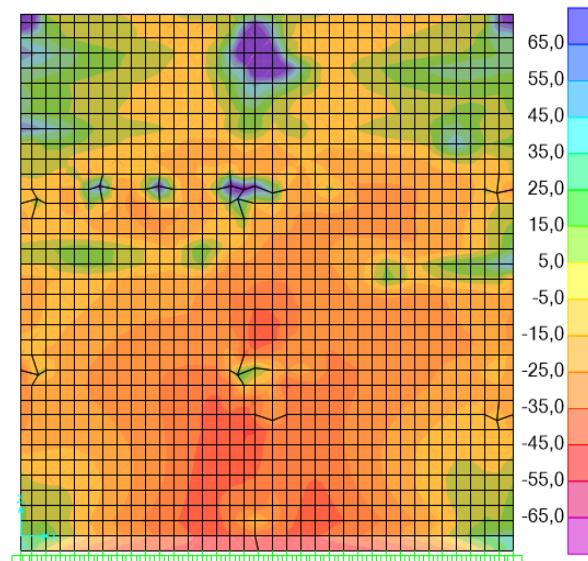
Σχ. 7.5.5 Βόρεια όψη



Σχ. 7.5.6 Τομή Β-Β



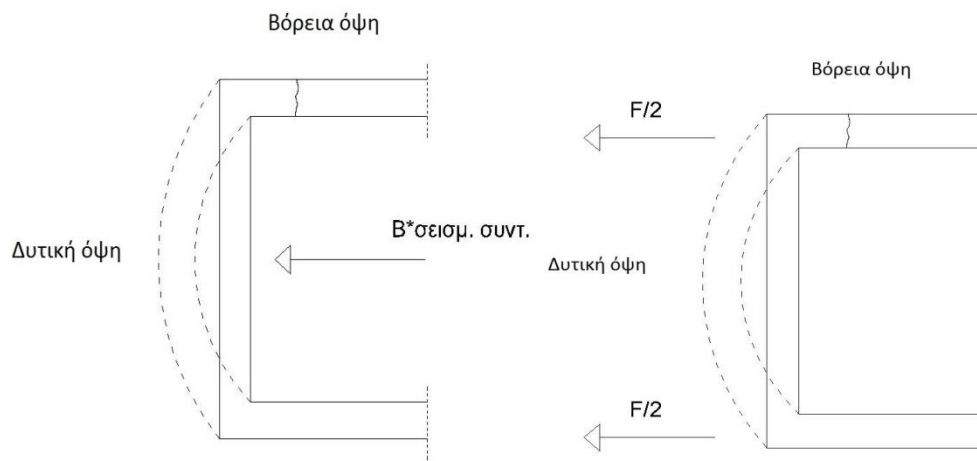
Σχ. 7.5.7 Κατανομή διαμηττικών τάσεων στη βόρεια όψη για το συνδυασμό G+0,3Q-EX+0,3EY



Σχ. 7.5.8 Κατανομή κύριων εφελκυστικών τάσεων στη βόρεια όψη για το συνδυασμό G+0,3Q-EX+0,3EY

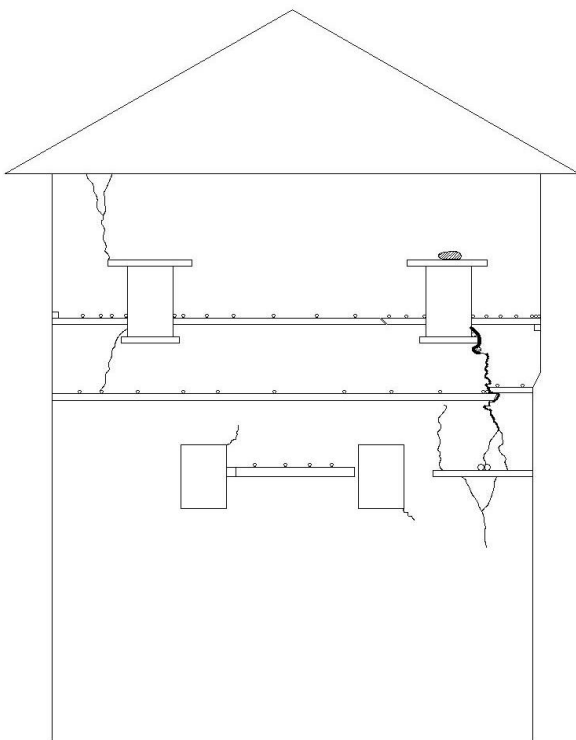
- ✓ Οι διαγώνιες ρωγμές στην εξωτερική παρειά του τοίχου στο μέσο του στέγης επιβεβαιώνουν τη διαμητική αστοχία που προέκυψε από την ανάλυση, όπως φαίνεται και από την κατανομή των κύριων εφελκυστικών τάσεων και των διαμητικών τάσεων.

- ✓ Η κατακόρυφη ρωγμή της όψης αυτής στην περιοχή συνάντησης του τοίχου της βόρειας όψης με αυτόν της δυτικής δε δικαιολογείται από τα αποτελέσματα των ελέγχων. Η περιοχή που έχει εκδηλωθεί σε καμία περίπτωση δεν αντιστοιχούσε με περιοχή συγκέντρωσης υψηλών τιμών των δρώντων εντατικών μεγεθών. Συμπεραίνουμε λοιπόν, πως η εκδήλωσή της οφείλεται στην παθολογία της δυτικής όψης, η παραμόρφωση της οποίας παρασύρει και τον τοίχο της βόρειας όψης. Συγκεκριμένα, η κάμψη εκτός επιπέδου της δυτικής όψης έχει προκαλέσει την αποκόλληση της από τον τοίχο της βόρειας όψης δημιουργώντας έτσι την κατακόρυφη ρωγμή στην οποία αναφερόμαστε. Έτσι, συγκρίναμε την τάση στη δυτική όψη λόγω της $F/2$ με την εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας στη βόρεια όψη. Από την ανισότητα αυτή προέκυψε ότι η πρώτη είναι μεγαλύτερη της δεύτερης με αποτέλεσμα να έχουμε την αστοχία που προαναφέρθηκε.

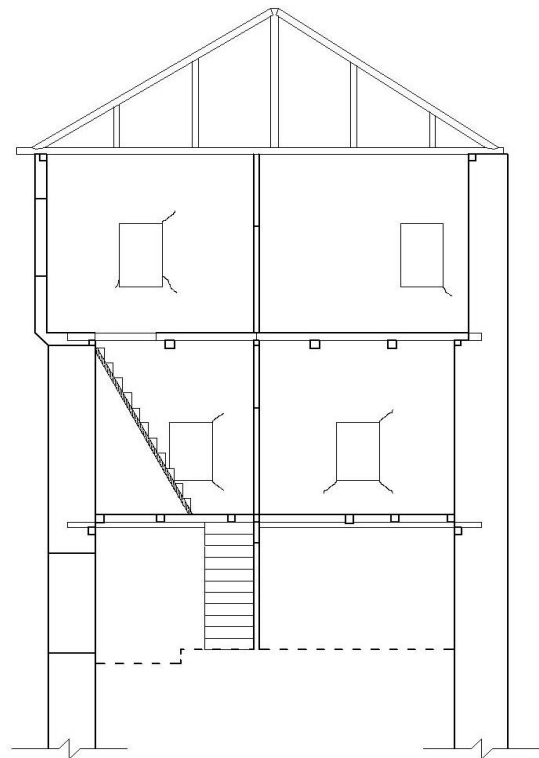


Σχ. 7.5.9 Κάμψη εκτός επιπέδου της δυτικής όψης

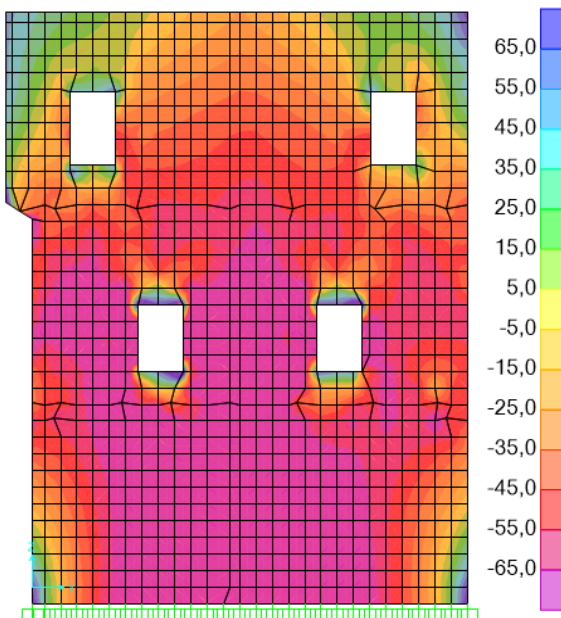
Δυτική όψη



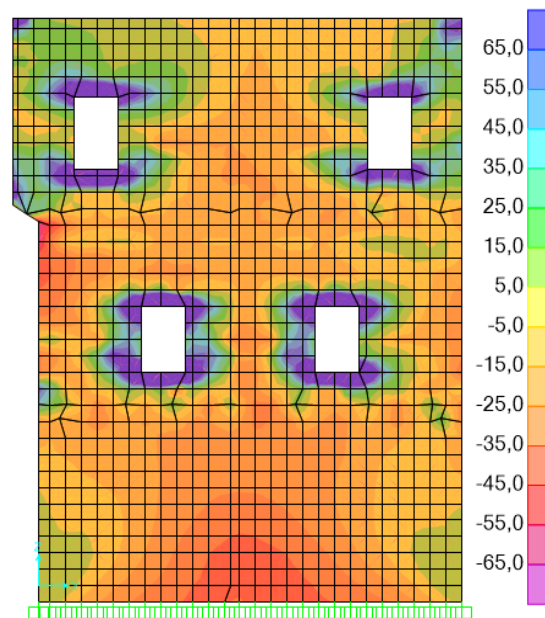
Σχ. 7.5.11 Δυτική όψη



Σχ. 7.5.12 Τομή Γ-Γ



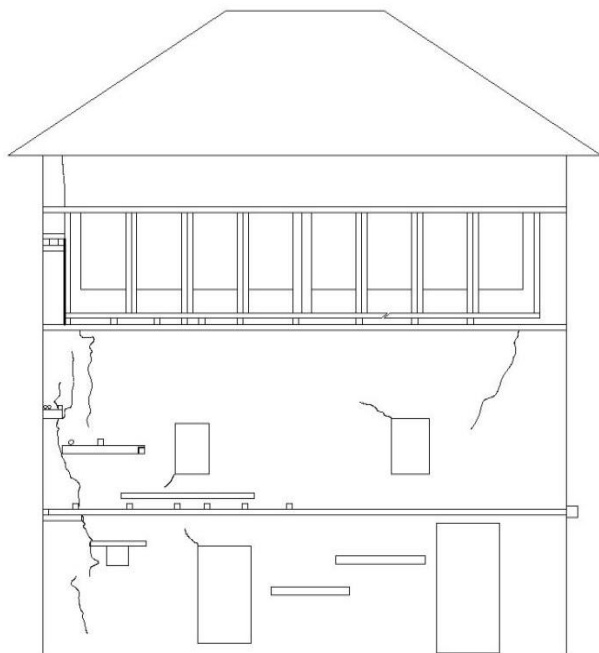
Σχ. 7.5.13 Κατανομή οριζόντιων δυνάμεων στη δυτική όψη για το συνδυασμό G+0,3Q-EX+0,3EY



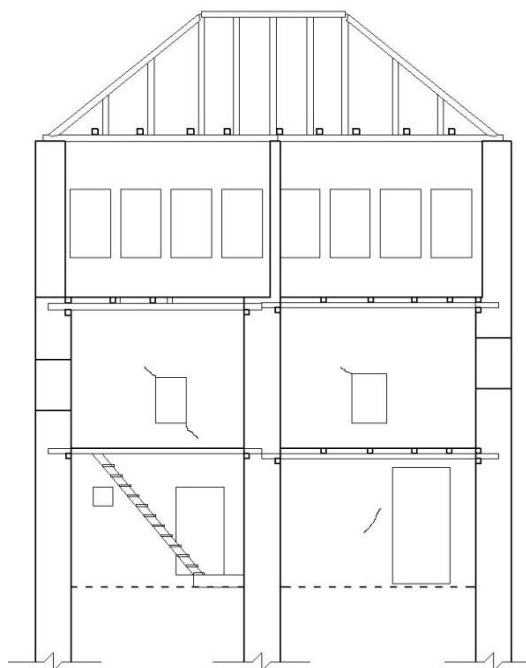
Σχ. 7.5.14 Κατανομή κύριων εφελκυστικών τάσεων στη δυτική όψη για το συνδυασμό G+0,3Q-0,3EX+EY

- ✓ Στα υπέρθυρα και κατώφλια του πρώτου ορόφου σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προγράμματος προκύπτει διατμητική αστοχία. Με τη μεταγενέστερη επέμβαση όμως που υπέστη η εξωτερική παρειά του τοίχου, διάφορες φθορές έχουν επουλωθεί. Πέρα από τις διαγώνιες ρωγμές που είναι εμφανείς, όπως έχει αποτυπωθεί και στην εικόνα (7.5.9), δεν μπορούμε να συμπεράνουμε τη διατμητική αστοχία στο σύνολο. Έτσι λοιπόν, τα αποτελέσματα της ανάλυσης επαληθεύονται μερικώς.
- ✓ Στα υπέρθυρα και κατώφλια του δευτέρου ορόφου οι διαγώνιες ρωγμές επιβεβαιώνουν τη διατμητική αστοχία που προέκυψε από την ανάλυση.
- ✓ Στον πεσσό του πρώτου ορόφου όπου υπάρχει η κατακόρυφη ρωγμή, σύμφωνα με την κατανομή οριζόντιων δυνάμεων έχουμε αυξημένη ένταση. Με τους ίδιους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν και στον τοίχο της βόρειας όψης καταλήγουμε και πάλι στο ίδιο συμπέρασμα, ότι η εφελκυστική αντοχή του δυτικού τοίχου είναι μικρότερη από την τάση που προκαλεί κάμψη εκτός επιπέδου στο νότιο τοίχο. Έτσι λοιπόν δικαιολογείται η κατακόρυφη ρωγμή στον πεσσό που ελέγχουμε.

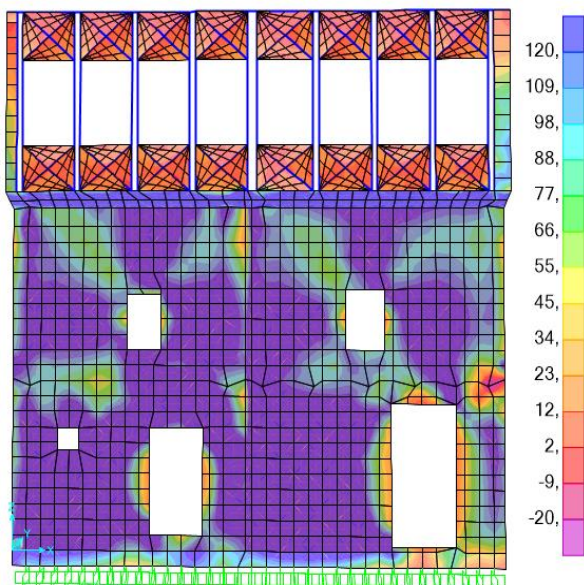
Νότια όψη



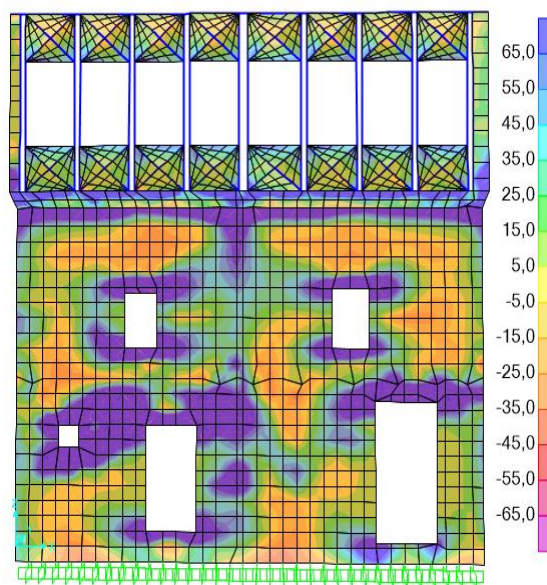
Σχ. 7.5.15 Νότια όψη



Σχ. 7.5.16 Τομή Α-Α



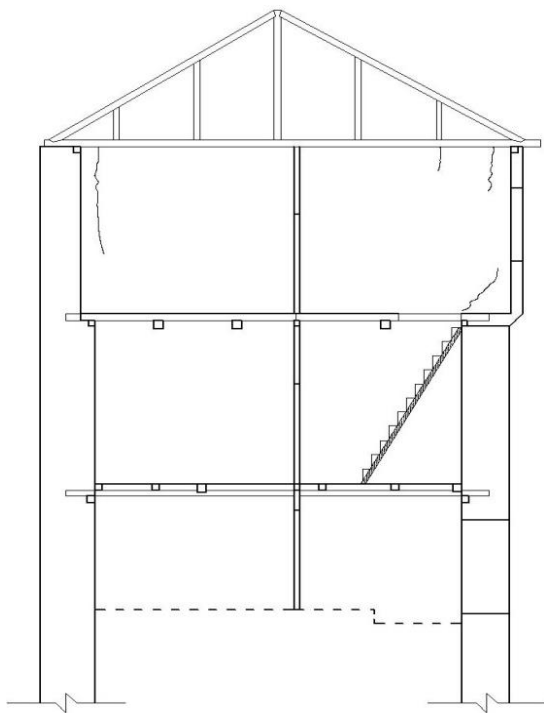
Σχ. 7.5.17 Κατανομή κύριων διατμητικών τάσεων στη νότια όψη για το συνδυασμό $G+0,3Q+EX-0,3EY$



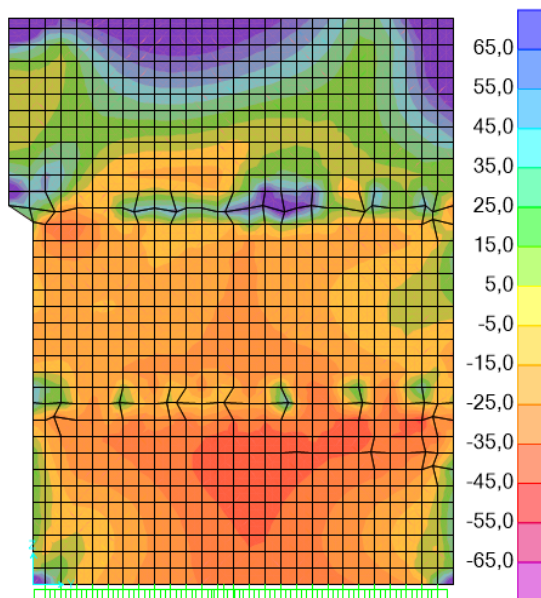
Σχ. 7.5.18 Κατανομή κύριων εφελκυστικών τάσεων στη νότια όψη για το συνδυασμό $G+0,3Q+EX-0,3EY$

- ✓ Στο υπέρθυρο της πόρτας του ισογείου σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προγράμματος προκύπτει διατμητική αστοχία, η οποία επιβεβαιώνεται με τη διαγώνια ρωγμή στην εξωτερική παρειά του τοίχου.
- ✓ Στα υπέρθυρα και κατώφλια του πρώτου ορόφου οι διαγώνιες ρωγμές στην εξωτερική και εσωτερική παρειά του τοίχου επιβεβαιώνουν τη διατμητική αστοχία που προέκυψε από την ανάλυση.
- ✓ Οι διαγώνιες ρωγμές στην εξωτερική παρειά του τοίχου επιβεβαιώνουν τη διατμητική αστοχία που προέκυψε από την ανάλυση.
- ✓ Η κατακόρυφη ρωγμή της όψης αυτής στην περιοχή συνάντησης του τοίχου της νότιας όψης με αυτόν της δυτικής δε δικαιολογείται από τα αποτελέσματα των ελέγχων. Η περιοχή που έχει εκδηλωθεί σε καμία περίπτωση δεν αντιστοιχούσε με περιοχή συγκέντρωσης υψηλών τιμών των δρώντων εντατικών μεγεθών. Συμπεραίνουμε λοιπόν, πως η εκδήλωσή της οφείλεται στην παθολογία της δυτικής όψης, η παραμόρφωση της οποίας παρασύρει και τον τοίχο της νότιας όψης. Συγκεκριμένα, η κάμψη εκτός επιπέδου της δυτικής όψης έχει προκαλέσει την αποκόλληση της από τον τοίχο της νότιας όψης δημιουργώντας έτσι την κατακόρυφη ρωγμή στην οποία αναφερόμαστε. Έτσι, συγκρίναμε την τάση στη δυτική όψη λόγω της $F/2$ με την εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας στη νότια όψη. Από την ανισότητα αυτή προέκυψε ότι η πρώτη είναι μεγαλύτερη της δεύτερης με αποτέλεσμα να έχουμε την αστοχία που προαναφέρθηκε.

Εσωτερική μεσοτοιχία



Σχ. 7.5.17 Τομή Ε-Ε



Σχ. 7.5.18 Κατανομή κύριων εφλυστικών τάσεων στη μεσοτοιχία για το συνδυασμό G+0,3Q+0,3EX-EY

- ✓ Στις περιοχές Π12, Π13 και Π14 επιβεβαιώνεται η εκτός επιπέδου καμπτική αστοχία που προκύπτει από την ανάλυση με την ύπαρξη των σχεδόν κατακόρυφων ρωγμών στην εξωτερική παρειά του τοίχου.

Συμπερασματικά, μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

- Σε όλους τους ελέγχους παρατηρείται συγκέντρωση της έντασης στη στάθμη του πατώματος του ορόφου, μάλλον λόγω της μειωμένης διαφραγματικής λειτουργίας που προσφέρουν οι ξύλινες δοκοί.
- Το κτήριο είναι κατά κύριο λόγο επιρρεπές σε ένταση λόγω εντός επιπέδου διάτμησης και ιδίως τα υπέρθυρα. Όσον αφορά την εκτός επιπέδου κάμψη, όταν το επίπεδο θραύσης είναι παράλληλο στους αρμούς οι πεσοοί εμφανίζουν σχεδόν πάντα επάρκεια, ενώ όταν είναι κάθετο αστοχούν στην περίπτωση που η κύρια διεύθυνση του σεισμού είναι κάθετη στο επίπεδο του τοίχου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΑΜΒΑΣΕΙΣ

8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται παρουσίαση των τεχνικών ενίσχυσης του κτιρίου μελέτης, με στόχο την άρση των αιτιών που προκάλεσαν τις βλάβες. Επίσης, θα επιδιώξουμε την γενικότερη αύξηση της αντοχής της κατασκευής μας έναντι των σεισμικών δράσεων.

Οι προτεινόμενες επεμβάσεις στοχεύουν στα τρωτά σημεία της κατασκευής, όπως αυτά προκύπτουν από την υπάρχουσα παθολογία και τους ελέγχους που έγιναν. Για την επιτυχή αποκατάσταση της κατασκευής επιβάλλεται η ταυτόχρονη εφαρμογή διαφόρων τεχνικών επισκευής και ενίσχυσης κατάλληλα συνδεδεμένων μεταξύ τους. Το τελικό σχήμα επεμβάσεων που θα προταθεί, θα πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω βασικές απαιτήσεις:

- Διασφάλιση επαρκούς αντοχής και ασφάλειας της κατασκευής για τους κατοίκους και τους επισκέπτες και λειτουργικότητα του κτηρίου
- Σεβασμός στο πρωτότυπο ως σύνολο και ως επιμέρους στοιχεία, κατά τρόπο που να μην αλλοιώνεται η αρχική αρχιτεκτονική του φυσιογνωμία και να διατηρείται η ιστορικότητα και οι μνημειακές του αξίες
- Αναστρεψιμότητα των προτεινόμενων επεμβάσεων, ώστε σε περίπτωση αντικατάστασης των μέτρων από πιο σύγχρονα και αποτελεσματικά, να ελαχιστοποιούνται οι ανεπιθύμητες βλάβες στην κατασκευή
- Συμβατότητα υφιστάμενων και νέων υλικών κατά τρόπο που να ελαχιστοποιούνται ανεπιθύμητες βλάβες στο κτίριο
- Οικονομικότητα στην εφαρμογή των επεμβάσεων και ανθεκτικότητά τους στο χρόνο, ώστε να ελαχιστοποιείται το κόστος επισκευής και μετέπειτα συντήρησης του κτηρίου

8.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

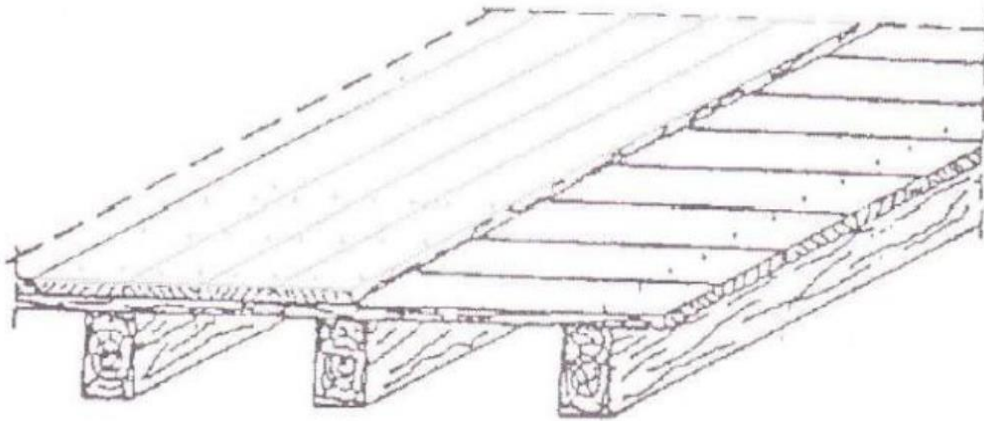
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Ενίσχυση διαφραγματικής λειτουργίας πατωμάτων και στέγης

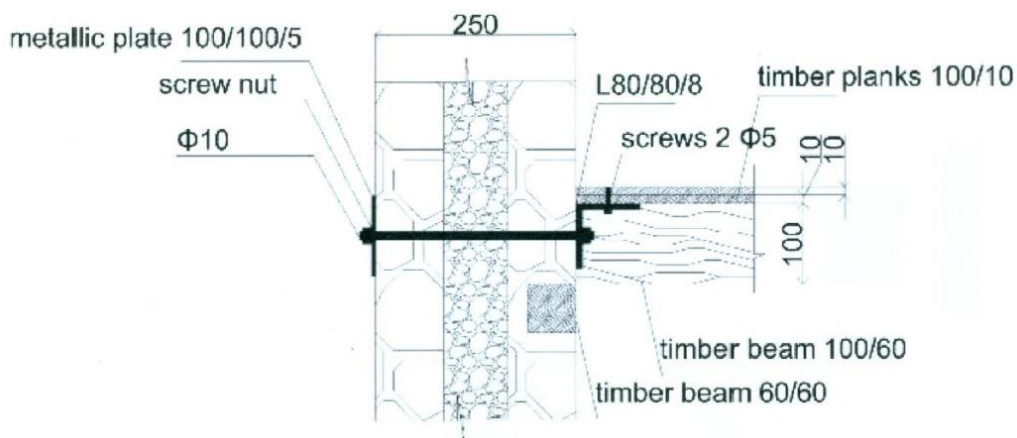
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα SAP2000 παρατηρήθηκε, όπως έχει ήδη αναφερθεί, συγκέντρωση μεγάλων τιμών έντασης σε σημεία όπως η στάθμη των πατωμάτων και της στέγης αλλά και στις περιοχές ένωσης των κατακόρυφων τοίχων. Τα αποτελέσματα αυτά

αποδεικνύουν τη μειωμένη διαφραγματική λειτουργία που προσφέρουν οι ξύλινες δοκοί των πατωμάτων και της στέγης. Έτσι λοιπόν με την αύξηση της διαφραγματικής λειτουργίας των παραπάνω αναμένουμε η κατασκευή μας να έχει μια πιο βελτιωμένη συμπεριφορά έναντι όλων των ειδών έντασης και θα εκδηλώνει πολύ μικρότερες παραμορφώσεις.

Έτσι, προτείνεται η τοποθέτηση διπλού πετσώματος, δεύτερου δηλαδή σανιδώματος πάνω από το ήδη υπάρχον σανίδωμα της στέγης και των πατωμάτων. Το δεύτερο σανίδωμα του πατωματος τοποθετείται κάθετα στο υπάρχον και παράλληλα στις ξυλοδοκούς. Το δεύτερο σανίδωμα της στέγης τοποθετείται κάθετα στο υπάρχον και παράλληλα στους αμείβοντες. Αυτή η επέμβαση αποσκοπεί όχι μόνο στην ενίσχυση της διαφραγματικής λειτουργίας των παραπάνω αλλά και στην αύξηση της δυσκαμψίας τους.



Σχ. 8.2.1 Τοποθέτηση δεύτερου πετσώματος πάνω από το ήδη υπάρχον για την ενίσχυση της διαφραγματικής λειτουργίας των πατωμάτων



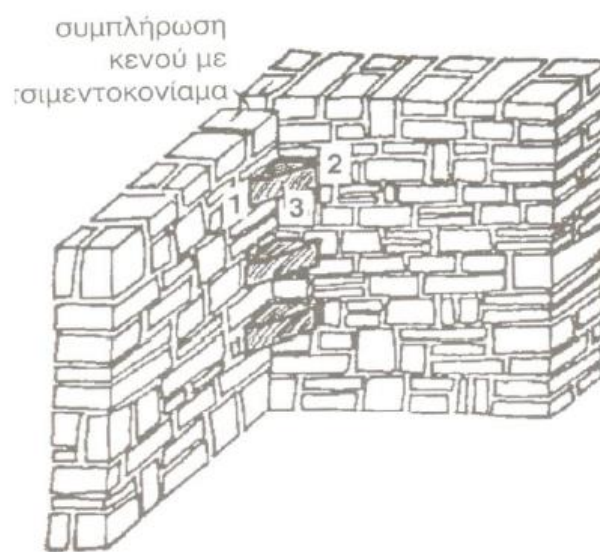
Σχ. 8.2.2 Κατασκευαστική λεπτομέρεια σύνδεσης διπλού πετσώματος με τον περιμετρικό τοίχο

(Dynamic tests of three leaf stone masonry building model before and after interventions, Mouzakis Ch., Vintzileou E., Adami Ch.-E., Karapitta L.)

- **Λιθοσυρραφή διασταυρούμενων αποκολλημένων τοίχων**

Τόσο στο βόρειο και νότιο τοίχο όσο και στον εσωτερικό οι κατακόρυφες ρωγμές που παρατηρούνται στις άκρες των τοίχων έχουν προκληθεί από τη μερική αποκόλλησή τους με τον τοίχο με τον οποίο διασταυρώνονται. Για το λόγο αυτό την τεχνική της εσωτερικής λιθοσυρραφής των τοίχων στα σημεία αυτά.

Σύμφωνα με την τεχνική αυτή αφαιρούνται «συζυγείς» λίθοι από τον κάθε τοίχο και προστίθενται νέα κοινά στοιχεία με πλούσιο τσιμεντοκονίαμα. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται κάθε 70cm περίπου εσωτερικά. Τέλος, πραγματοποιείται συμπλήρωση του κενού ανάμεσα στους τοίχους με ισχυρό τσιμεντοκονίαμα.



Σχ. 8.2.3 Παράδειγμα λιθοσυρραφής

- **Άλλες εργασίες**

Ακόμα θα πρέπει να αντικατασταθούν οι δοκοί που έχουν υποστεί έντονη βιολογική φθορά ή έχουν καταστραφεί, καθώς και το υπάρχουν σανίδωμα στις περιοχές που έχουν φθαρεί ή υποχωρήσει. Τέλος, πρέπει να γίνουν τα κατάλληλα αποστραγγιστικά έργα προς αποφυγή της συγκέντρωσης υγρασίας.

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- **Ενέματα**

Για την ενίσχυση της τοιχοποιίας θα εφαρμοστούν ενέματα ώστε να ομογενοποιηθεί η μάζα. Με την εφαρμογή των ενεμάτων αποβλέπουμε στην αύξηση της αντοχής της τοιχοποιίας μέσω της πλήρωσης των υπαρχόντων κενών και

την εξασφάλιση της ανάληψης δυνάμεων μέσω τριβής χάρη στη συγκόλληση των χαλαρών τμημάτων της. Επειδή, όμως, η μέθοδος αυτή δεν είναι αναστρέψιμη, θα πρέπει η επιλογή των υλικών και η εφαρμογή της να γίνει με ιδιαίτερη προσοχή. Ακόμη είναι απαραίτητη αν πρόκειται να ενισχυθούν διαφραγματικά τα πατώματα και οι στέγες καθώς σε διαφορετική περίπτωση η διαφραγματική λειτουργία ενδέχεται να μας οδηγήσει σε αστοχία και να καταστρέψει την τοιχοποιία.



Στη συγκεκριμένη περίπτωση προτείνεται τριμερές ένεμα (τσιμέντο, υδράσβεστος, ποζολάνη) με θλιπτική αντοχή $f_{gr,c}=10\text{MPa}$ και εφελκυστική αντοχή $f_{gr,t}=3\text{MPa}$. Το τσιμέντο μπορεί να είναι οποιουδήποτε τύπου, αν και προτιμάται το Portland, η ποζολάνη λειτουργεί και ως filler που αυξάνει τόσο το εργάσιμο και τη ροή του ενέματος, όσο και την αντοχή του και, τέλος, το νερό που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι καθαρό και αν είναι δυνατόν πόσιμο. Η συνήθης αναλογία κατ' όγκο στερεού μείγματος : νερού είναι 1.0 : 1.2.

Η νέα αντοχή της τοιχοποιίας υπολογίζεται, σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο που προτείνει ο Θ.Π.Τάσιος:

$$f_{wc,s} = [2\lambda_e' * \delta * f_{wc,e} (1 + 0,01 * (100G_{gr}/G_w)^3) + \lambda_i' (f_{wc,i} + n_i * f_{gr,c})] / (1+2\delta)$$

όπου,

$f_{wc,e}(1 + 0,01*(100G_{gr}/G_w)^3)$: η θλιπτική αντοχή της εξωτερικής στρώσης μετά την εφαρμογή των ενεμάτων ($f_{wc,e,s}$)

G_{gr}/G_w : το βάρος του ενέματος που εισπιέζεται στην εξωτερική στρώση προς το αρχικό βάρος της στρώσης αυτής

$(f_{wc,i} + n_i * f_{gr,c})$: η θλιπτική αντοχή της ενδιάμεσης στρώσης μετά την εφαρμογή των ενεμάτων ($f_{wc,i,s}$)

$f_{gr,c}$: η θλιπτική αντοχή του ενέματος (ίση με 10MPa στην περίπτωσή μας)

$$\lambda_e' = 0,75\lambda_e + 0,25$$

$$\lambda_i' = 1,0, \quad f_{wc,i,s}/R_{wc,e,s} < 0,80$$

$$2/3, \quad 0,80 < f_{wc,i,s}/R_{wc,e,s} < 1,20$$

$$1/2, \quad 1,20 < f_{wc,i,s}/R_{wc,e,s}$$

$$\text{όπου } R_{wc,e,s} = \lambda_e' * f_{wc,e}$$

$f_{wc,e}$, $f_{wc,i}$, n_i , λ_i , λ_e , δ όπως υπολογίστηκαν στο κεφάλαιο 5.4

Εφαρμόζοντας τους παραπάνω τοίχους έχουμε:

θλιπτική αντοχή της εξωτερικής στρώσης:

$$\begin{array}{ccc} f_{wc,e} = 0.63 \text{ MPa} & \rightarrow & f_{wce,s} = 0.80 \text{ MPa} \\ G_{gr}/G_w = 0.03 & & \end{array}$$

θλιπτική αντοχή της ενδιάμεσης στρώσης:

$$\begin{array}{ccc} f_{wc,i} = 0.50 \text{ MPa} & \rightarrow & f_{wc,i,s} = 3.50 \text{ MPa} \\ n_i = 0.30 & & \\ f_{gr,c} = 10 \text{ MPa} & & \end{array}$$

θλιπτική αντοχή της ενδιάμεσης στρώσης:

$$\begin{array}{ccc} \delta = 2.71 & & \\ \lambda_e = 1.00 & & \\ \lambda_e' = 1.00 & \rightarrow & f_{wc,s} = 1.23 \text{ MPa} \\ R_{wc,e,s} = 3.19 & & \\ \lambda_i' = 2/3 & & \end{array}$$

Παρατηρείται σημαντική αύξηση της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας κατά ~50%. Επίσης αυξημένη μπορεί πλέον να θεωρηθεί η συνοχή και μπορεί να ληφθεί ως $f_{vko} = 0.15$ αντί 0.10 MPa που ήταν πριν την ενίσχυση. Συνεπώς, με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται και η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας.

Η διαδικασία εφαρμογής των ενεμάτων είναι η παρακάτω:

- 1) Καθολική καθαίρεση του επιχρίσματος
- 2) Βαθύ ξύσιμο των αρμών του κονιάματος και διεύρυνση των χειλιών των ρωγμών, ώστε να απομακρυνθούν τα σπασμένα τμήματα των λίθων και τα σαθρά τμήματα του κονιάματος
- 3) Πλύσιμο με νερό υπό πίεση και σφράγισμα των χειλιών των ρωγμών με τσιμεντοκονία ή ειδικό στόκο
- 4) Διάνοιξη οπών μεταξύ των λίθων σε βάθος τουλάχιστον ίσο με το μισό πάχος του τοίχου σε σχήμα ρομβοειδούς καννάβου (συνήθως αποστάσεις 30-60cm είναι αρκετές για συνήθεις αργολιθοδομές)

5) Τοποθέτηση μικρών ελαστικών σωλήνων στις οπές σε βάθος αρκετών εκατοστών και στερέωσή τους μεταξύ των λίθων

6) Εισαγωγή ενέματος ως εξής: Από τον χαμηλότερο σωληνίσκο εισάγεται το ένεμα λεπτόρρευστο στην αρχή (μικρή πίεση) και παχύρρευστο στη συνέχεια (μεγάλη πίεση), έως ότου το υλικό αρχίσει να τρέχει καθαρό από το σωληνίσκο που βρίσκεται αμέσως πιο πάνω. Η οπή που γινόταν η ένεση σφραγίζεται και η ίδια εργασία γίνεται από την αμέσως πιο πάνω οπή. Η μέγιστη ταχύτητα δε πρέπει να ξεπερνά το 1m την ημέρα, ώστε οι αναπτυσσόμενες υδροστατικές πιέσεις να μην καταπονήσουν την τοιχοποιία, ενώ η πίεση στο ακροφύσιο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,1MPa προς αποφυγή βλάβης εξαιτίας υψηλής εσωτερικής πίεσης.

- **Επισκευές βλαβών και φθορών**

Όλες οι βλάβες και οι φθορές που παρουσιάζονται στο κτήριο οφείλουν να επισκευαστούν. Η επισκευή τους, όμως, θα πρέπει να αναφερθεί πως δεν συμβάλλει στην αύξηση της αντοχής της τοιχοποιίας. Οι εργασίες επιδιόρθωσης που πρέπει να γίνουν είναι:

- ✓ Αρμολόγημα, δηλαδή επιφανειακή αντικατάσταση του κονιάματος με ισχυρότερο κονίαμα καθώς ενδέχεται να έχει διαβρωθεί
- ✓ Έμφραξη και σφράγιση του ανοίγματος των ρωγμών με τσιμεντένεμα
- ✓ Συμπλήρωση των κενών στις περιοχές με αποκολλημένους λίθους
- ✓ Επιδιόρθωση υπερθύρων

Σημείωση: Θα βελτίωνε ακόμη περισσότερο την εξωτερική εμφάνιση του κτηρίου η καθαίρεση και η αντικατάσταση του ξύλινου εξώστη στο δεύτερο όροφο της νότιας όψης.

8.3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ SAP2000 ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Προκειμένου να διαπιστώσουμε την αποτελεσματικότητα των προτεινόμενων μέτρων πρέπει να προσομοιώσουμε εκ νέου το κτήριο στο SAP2000 και να πραγματοποιήσουμε και πάλι τους ίδιους ελέγχους (εντός επιπέδου διάτμηση, εκτός επιπέδου κάμψη) στα σημεία όπου δεν παρουσιάστηκε επάρκεια.

Το νέο προσομοίωμα θα διαφέρει από το προηγούμενο στα εξής σημεία:

➤ Αντοχές υλικών

Θα χρησιμοποιήσουμε τη θλιπτική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας $f_{wc,s}=1,23\text{MPa}$.

➤ Διαφραγματική λειτουργία

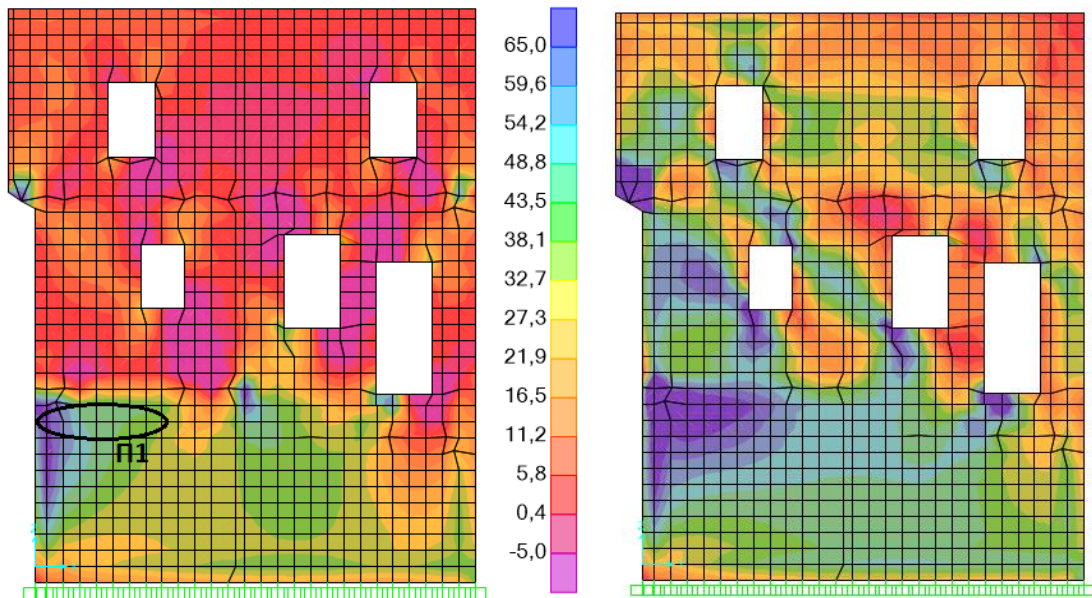
Στη στάθμη του πατώματος του πρώτου και δευτέρου ορόφου ορίζουμε ότι έχουμε διαφραγματική λειτουργία.

Οι κύριες ιδιομορφές του ενισχυμένου κτιρίου συγκριτικά με το υφιστάμενο διαμορφώνεται όπως παρακάτω:

Υπάρχουσα κατασκευή ($T_1= 0,193 \text{ sec}$)				Ενισχυμένη κατασκευή ($T_1= 0,176 \text{ sec}$)		
Διεύ- θυνση	Ιδιομορ- φή	Ιδιοπερίοδος (sec)	Ποσοστό δρώσας ιδιομορφικής μάζας	Ιδιομορ- φή	Ιδιοπερίοδος (sec)	Ποσοστό δρώσας ιδιομορφικής μάζας
x	8η	0,072	47,17%	11η	0,058	41,26%
y	4η	0,085	48,84%	6η	0,063	50,84%
z	65η	0,023	11,16%	64η	0,020	8,36%

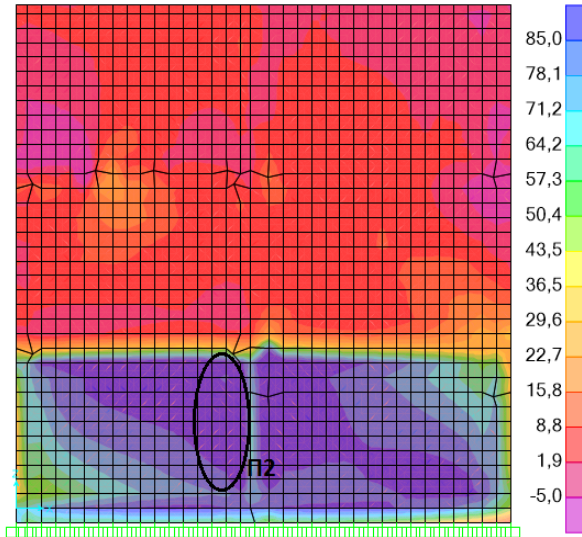
Έλεγχος σε διάτμηση εντός επιπέδου της τοιχοποιίας

Για τον έλεγχο έναντι διάτμησης εντός επιπέδου της τοιχοποιίας θα ακολουθήσουμε την ίδια διαδικασία με την παράγραφο 7.2, με μόνη διαφορά την αύξηση της τιμής του f_{vko} , το οποίο θα θεωρήσουμε ίσο με 0,15MPa, όπως έχει ήδη αναφερθεί, χάρη στην εφαρμογή των ενεμάτων. Παρακάτω παραθέτουμε εικόνες της κατανομής της F12 στους τοίχους πριν (Εικ.8.3.1-8.3.5) και μετά την ενίσχυση (Εικ.8.3.6-8.3.10) επισημαίνοντας περιοχές που δεν επαρκούσαν και στη συνέχεια παρουσιάζουμε τον πίνακα με τους ελέγχους στα σημεία αυτά (Πιν.8.3.1). Πρέπει να σημειωθεί ότι για τα υπέρθυρα που αστοχούσαν στις διάφορες όψεις πριν την ενίσχυση του κτιρίου έχουν γίνει έλεγχοι, οι οποίοι όμως δεν παρουσιάζονται καθώς προκύπτει ότι επαρκούν.

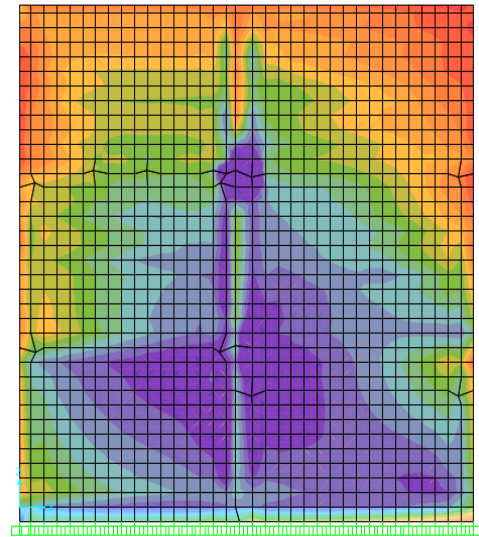


Σχ. 8.3.1 Κατανομή F12 για το συνδυασμό G+0.30Q-0.30EX+EY στην ανατολική όψη μετά την ενίσχυση

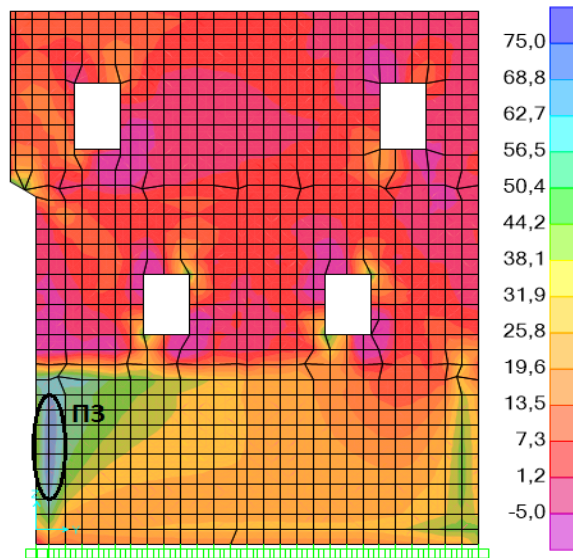
Σχ. 8.3.6 Κατανομή F12 για το συνδυασμό G+0.30Q+EX+0.30EY στην ανατολική όψη πριν την ενίσχυση



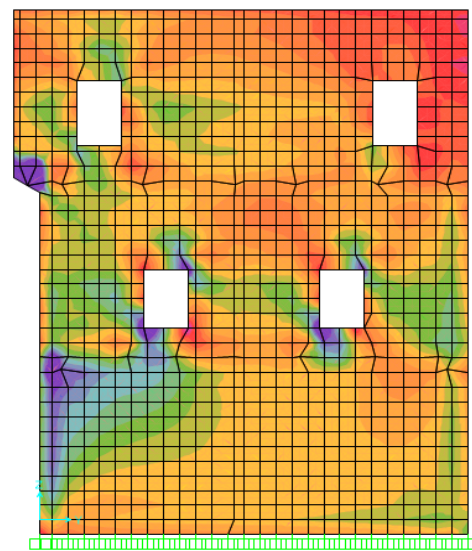
Σχ. 8.3.2 Κατανομή F12 για το συνδυασμό $G+0.30Q+EX+0.30EY$ στη βόρεια όψη μετά την ενίσχυση



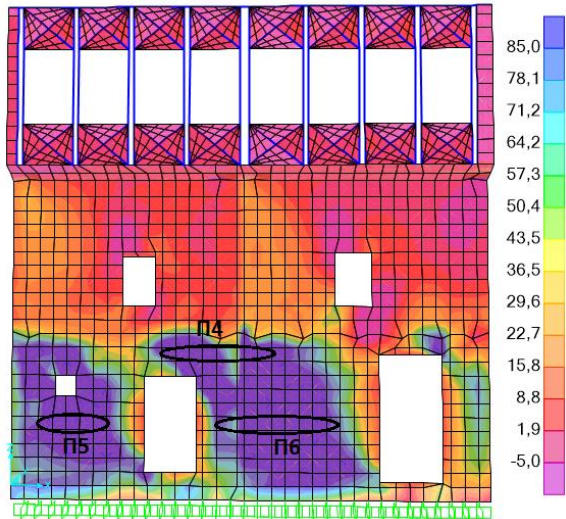
Σχ. 8.3.7 Κατανομή F12 για το συνδυασμό $G+0.30Q+EX+0.30EY$ στη βόρεια όψη πριν την ενίσχυση



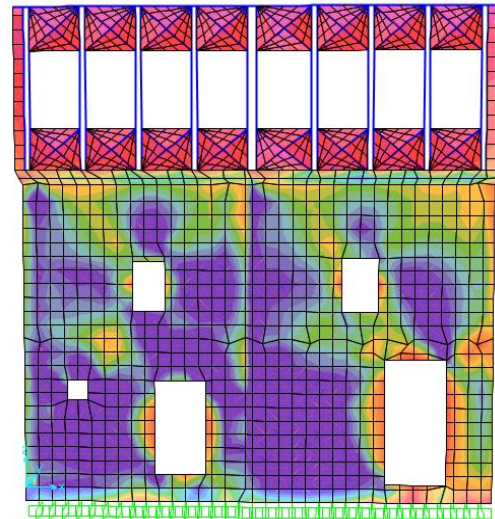
Σχ. 8.3.3 Κατανομή F12 για το συνδυασμό $G+0.30Q+EX+0.30EY$ στη δυτική όψη μετά την ενίσχυση



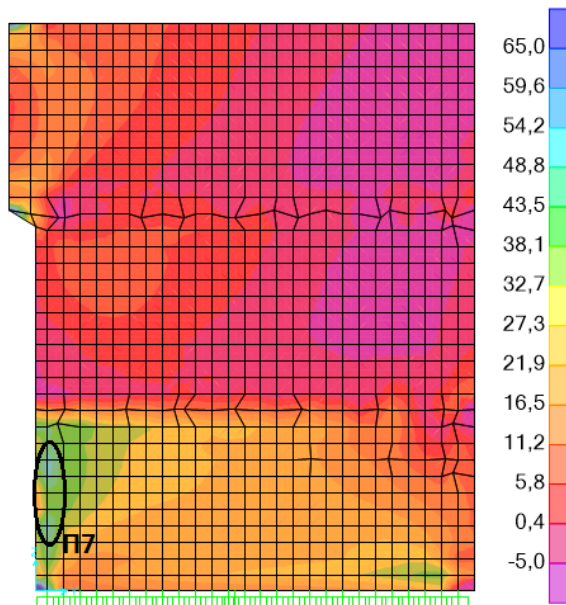
Σχ. 8.3.8 Κατανομή F12 για το συνδυασμό $G+0.30Q+EX+0.30EY$ στη δυτική όψη πριν την ενίσχυση



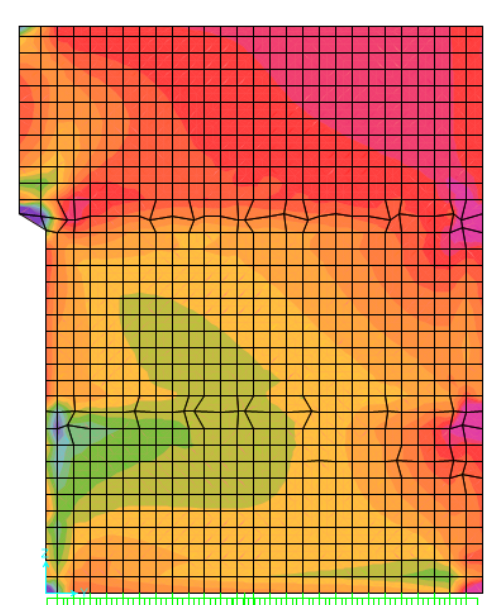
Σχ. 8.3.4 Κατανομή F12 για το συνδυασμό $G+0.30Q+EX-0.30EY$ στη νότια όψη μετά την ενίσχυση



Σχ. 8.3.9 Κατανομή F12 για το συνδυασμό $G+0.30Q+EX-0.30EY$ στη νότια όψη πριν την ενίσχυση



Σχ. 8.3.5 Κατανομή F12 για το συνδυασμό $G+0.30Q-EX-0.30EY$ στη μεσοτοιχεία μετά την ενίσχυση



Σχ. 8.3.10 Κατανομή F12 για το συνδυασμό $G+0.30Q-EX-0.30EY$ στη μεσοτοιχεία πριν την ενίσχυση

Περιοχή 1 : $t=0,70$

Συνδυασμός	V_R (kN)	V_S (kN)	V_S/V_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	151,57	52,49	0,35	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	151,26	51,16	0,34	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	151,63	52,47	0,35	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	151,89	53,27	0,35	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	151,74	80,58	0,53	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	151,94	79,14	0,52	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	151,78	79,72	0,53	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	151,39	80,12	0,53	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 2 : t=0,77

Συνδυασμός	V_R (kN)	V_S (kN)	V_S/V_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	176,32	107,96	0,61	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	175,88	103,71	0,59	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	176,44	104,23	0,59	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	176,76	105,86	0,60	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	172,77	61,14	0,35	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	172,15	63,78	0,37	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	172,76	61,88	0,36	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	172,52	62,39	0,36	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 3 : t=0,70

Συνδυασμός	V_R (kN)	V_S (kN)	V_S/V_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	141,61	67,91	0,48	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	143,94	67,13	0,47	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	148,93	68,16	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	145,19	68,79	0,47	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	144,77	68,15	0,47	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	145,94	70,32	0,48	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	145,68	69,99	0,48	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	148,46	68,41	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 4 : t=0,77

Συνδυασμός	V_R (kN)	V_S (kN)	V_S/V_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	144,76	110,69	0,76	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	144,45	109,66	0,76	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	144,21	111,23	0,77	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	143,58	110,72	0,77	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	152,19	64,23	0,42	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	152,81	61,87	0,40	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	154,34	63,93	0,41	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	153,32	62,32	0,41	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 5 : t=0,77				
Συνδυασμός	V_R (kN)	V_S (kN)	V_S/V_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	168,71	104,45	0,62	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	167,05	102,67	0,61	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	160,24	104,85	0,65	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	167,62	103,39	0,62	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	163,13	41,44	0,25	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	162,48	40,68	0,25	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	162,96	38,67	0,24	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	161,64	39,97	0,25	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

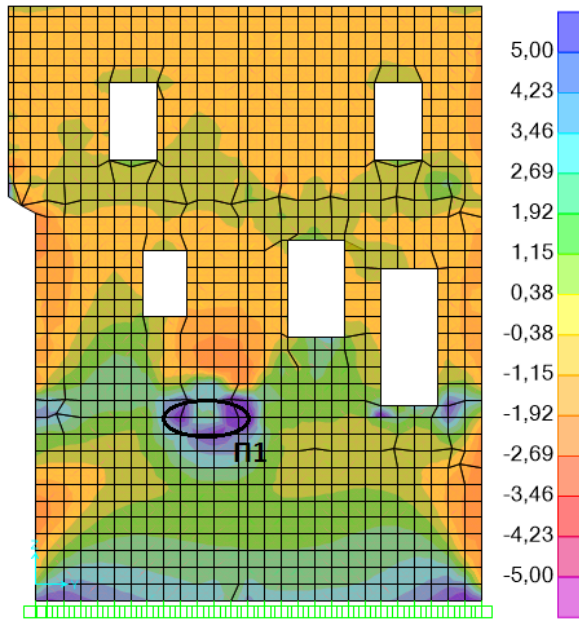
Περιοχή 6 : t=0,77				
Συνδυασμός	V_R (kN)	V_S (kN)	V_S/V_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	168,86	111,28	0,66	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	168,28	110,22	0,65	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	168,84	111,59	0,66	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	169,76	109,94	0,65	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	165,45	43,67	0,26	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	166,66	41,28	0,25	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	165,45	43,73	0,26	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	163,22	42,55	0,26	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 7 : t=0,72				
Συνδυασμός	V_R (kN)	V_S (kN)	V_S/V_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	155,38	47,09	0,30	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	157,09	45,75	0,29	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	156,12	47,14	0,30	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	155,94	46,31	0,30	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	152,21	89,74	0,59	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	152,12	87,52	0,58	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	152,57	89,51	0,59	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	151,86	88,67	0,58	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

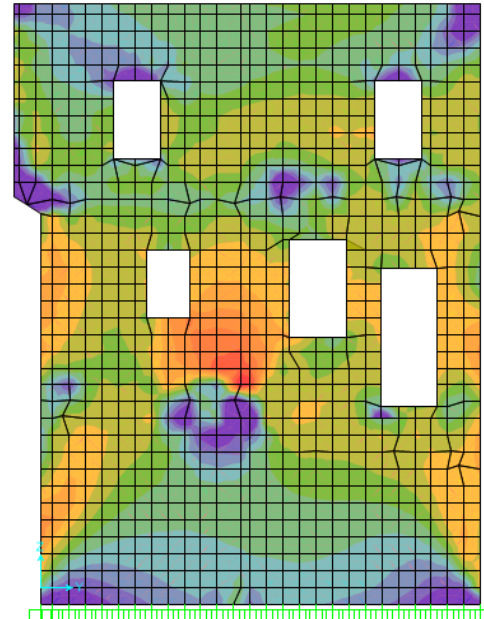
Πιν. 8.3.1 Έλεγχοι σε διάτμηση εντός επιπέδου της τοιχοποιίας

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΜΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΘΡΑΥΣΗΣ ΚΑΘΕΤΟ ΣΤΟΥΣ ΑΡΜΟΥΣ

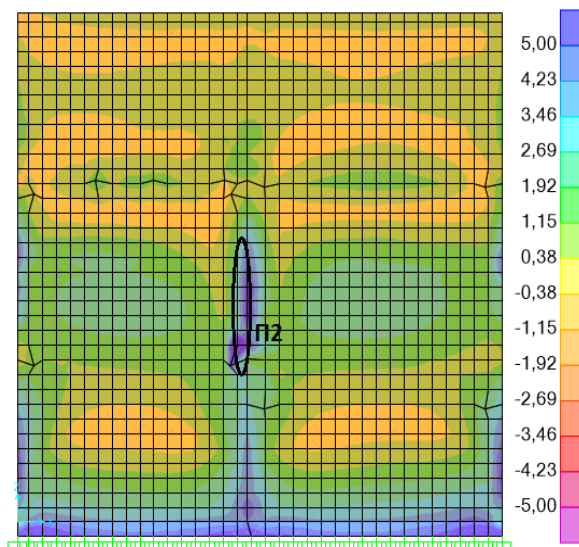
Για τον έλεγχο έναντι κάμψης εντός επιπέδου της τοιχοποιίας θα ακολουθήσουμε την ίδια διαδικασία με την παράγραφο 7.3. Παρακάτω παραθέτουμε εικόνες της κατανομής της M11 στους τοίχους πριν (Εικ.8.3.11-8.3.15) και μετά την ενίσχυση (Εικ.8.3.16-8.3.20) επισημαίνοντας περιοχές που δεν επαρκούσαν και στη συνέχεια παρουσιάζουμε τον πίνακα με τους ελέγχους στα σημεία αυτά (Πιν.8.3.2).



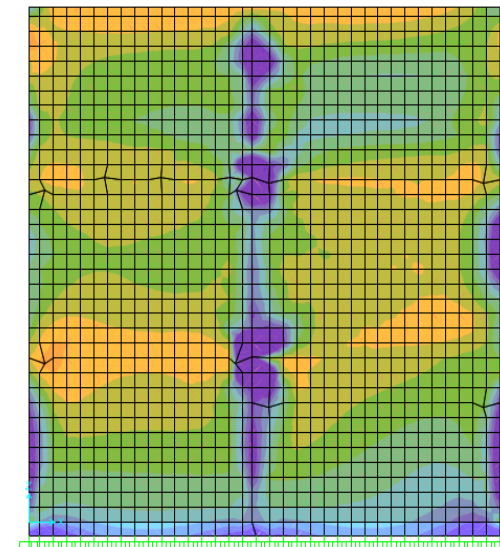
Σχ. 8.3.11 Κατανομή M11 για το συνδυασμό G+0.30Q-EX+0.30EY στην ανατολική όψη μετά την ενίσχυση



Σχ. 8.3.16 Κατανομή M11 για το συνδυασμό G+0.30Q-EX+0.30EY στην ανατολική όψη πριν την ενίσχυση

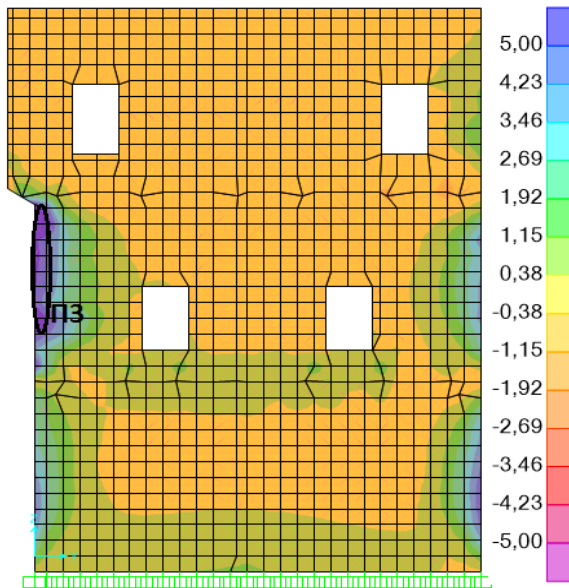


Σχ. 8.3.12 Κατανομή M11 για το συνδυασμό G+0.30Q+0.30EX+EY στη



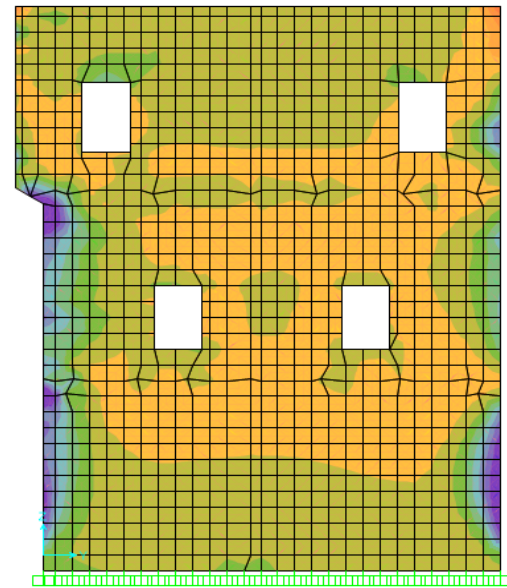
Σχ. 8.3.17 Κατανομή M11 για το συνδυασμό G+0.30Q+0.30EX+EY στη

βόρεια όψη μετά την ενίσχυση

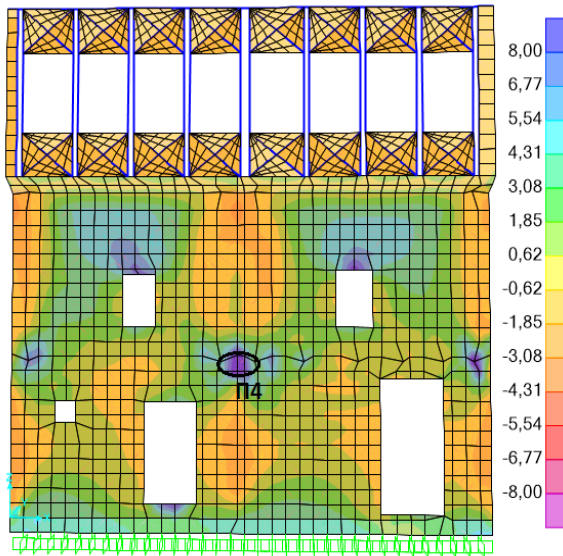


Σχ. 8.3.13 Κατανομή M11 για το συνδυασμό G+0.30Q-0.30EX-EY στη δυτική όψη μετά την ενίσχυση

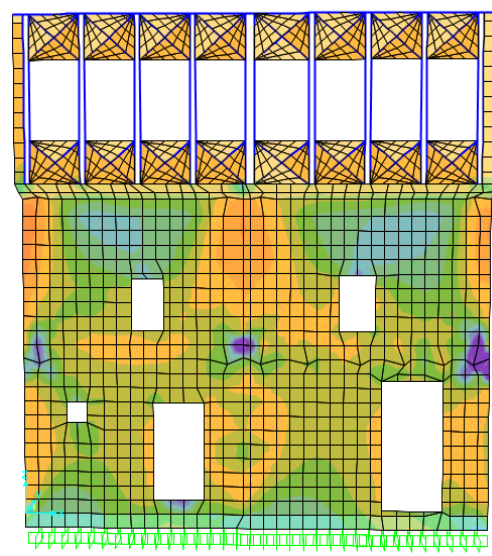
βόρεια όψη πριν την ενίσχυση



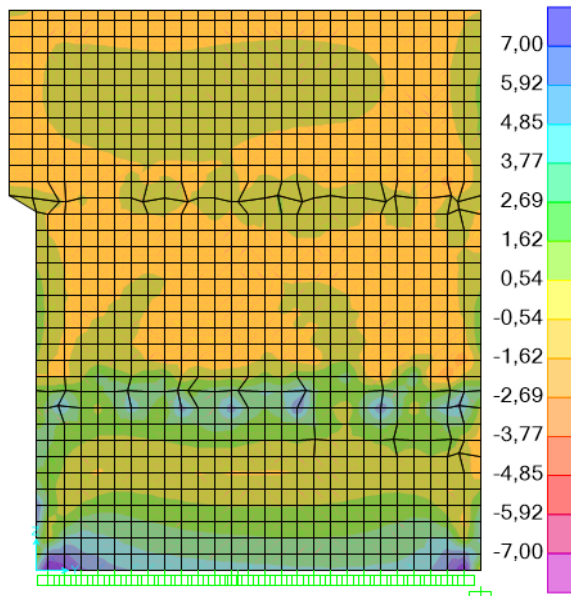
Σχ. 8.3.18 Κατανομή M11 για το συνδυασμό G+0.30Q-0.30EX-EY στη δυτική όψη πριν την ενίσχυση



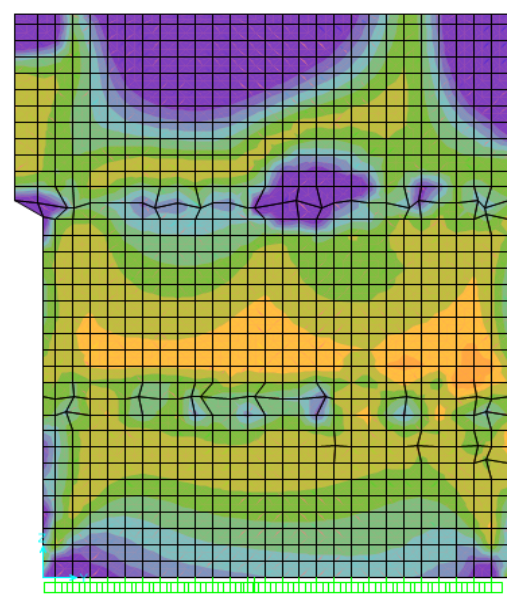
Σχ. 8.3.14 Κατανομή M11 για το συνδυασμό G+0.30Q+0.30EX-EY στη νότια όψη μετά την ενίσχυση



Σχ. 8.3.19 Κατανομή M11 για το συνδυασμό G+0.30Q+0.30EX-EY στη νότια όψη πριν την ενίσχυση



Σχ. 8.3.15 Κατανομή M11 για το συνδυασμό G+0.30Q-EX-0.30EY στη μεσοτοιχεία μετά την ενίσχυση



Σχ. 8.3.20 Κατανομή M11 για το συνδυασμό G+0.30Q-EX-0.30EY στη μεσοτοιχεία πριν την ενίσχυση

Περιοχή 1 : t=0,70

Συνδυασμός	M_R (kNm/m)	M_S (kNm/m)	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	10,70	4,84	0,45	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	10,70	4,88	0,46	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	10,70	4,61	0,43	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	10,70	4,72	0,44	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	10,70	3,01	0,28	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	10,70	3,00	0,28	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	10,70	3,34	0,31	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	10,70	3,27	0,31	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 2 : t=0,77

Συνδυασμός	M_R (kNm/m)	M_S (kNm/m)	M_S/M_R	Κατάσταση
$G_k+0,3Q_k+EX+0,3EY$	12,94	1,43	0,11	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+EX-0,3EY$	12,94	1,76	0,14	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX+0,3EY$	12,94	1,64	0,13	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-EX-0,3EY$	12,94	1,41	0,11	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX+EY$	12,94	2,71	0,21	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k+0,3EX-EY$	12,94	2,81	0,22	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX+EY$	12,94	2,93	0,23	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
$G_k+0,3Q_k-0,3EX-EY$	12,94	2,63	0,20	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

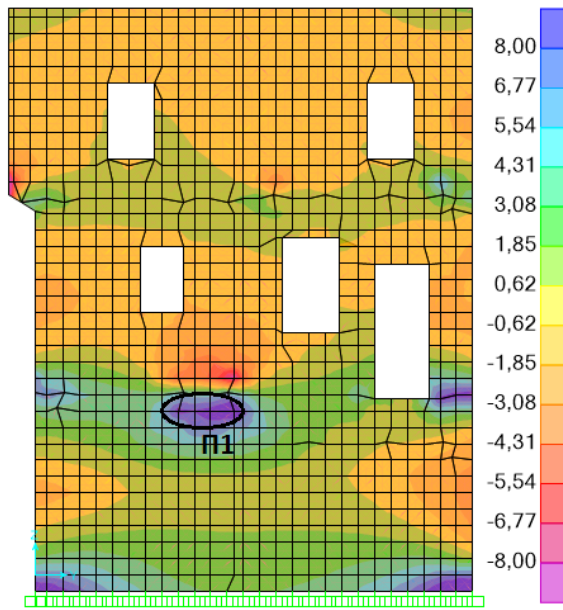
Περιοχή 3 : t=0,70				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	10,70	2,24	0,21	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	10,70	2,35	0,22	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	10,70	2,56	0,24	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	10,70	2,43	0,23	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	10,70	2,89	0,27	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	10,70	2,92	0,27	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	10,70	3,01	0,28	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	10,70	2,74	0,26	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 4 : t=0,77				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	12,94	4,27	0,33	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	12,94	4,44	0,34	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	12,94	4,85	0,37	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	12,94	4,16	0,32	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	12,94	9,73	0,75	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	12,94	9,63	0,74	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	12,94	9,31	0,72	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	12,94	8,99	0,69	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

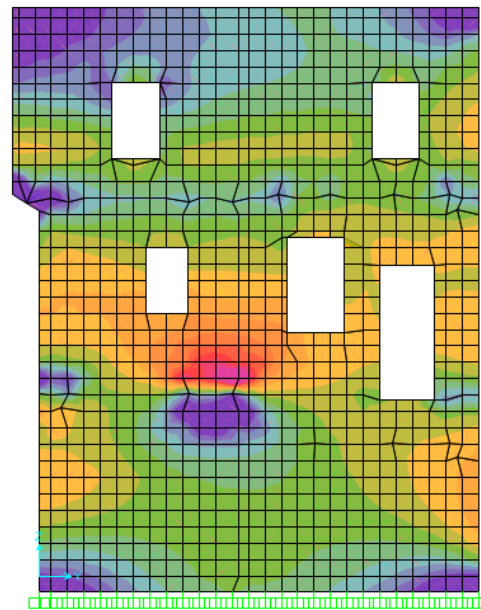
Πιν. 8.3.2 Έλεγχοι σε κάμψη εκτός επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης κάθετο στους αρμούς

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΜΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΘΡΑΥΣΗΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΣΤΟΥΣ ΑΡΜΟΥΣ

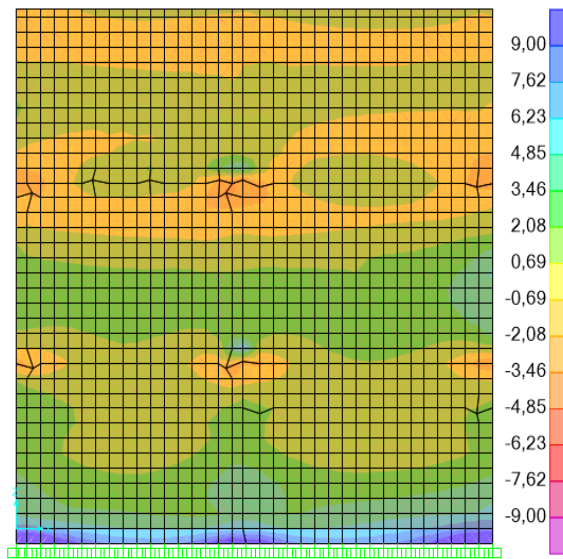
Για τον έλεγχο σε κάμψη εκτός επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης παράλληλο στους αρμούς θα ακολουθήσουμε την ίδια διαδικασία με την παράγραφο 7.4. Παρακάτω παραθέτουμε εικόνες της κατανομής της M22 στους τοίχους πριν (Εικ.8.3.21-8.3.25) και μετά την ενίσχυση (Εικ.8.3.26-8.3.30) επισημαίνοντας περιοχές που δεν επαρκούσαν και στη συνέχεια παρουσιάζουμε τον πίνακα με τους ελέγχους στα σημεία αυτά (Πιν.8.3.3).



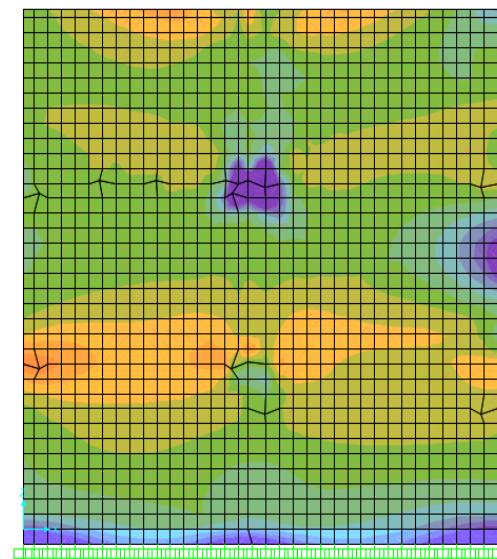
Σχ. 8.3.21 Κατανομή M22 για το συνδυασμό G+0.30Q-0.30EX+EY στην ανατολική όψη μετά την ενίσχυση



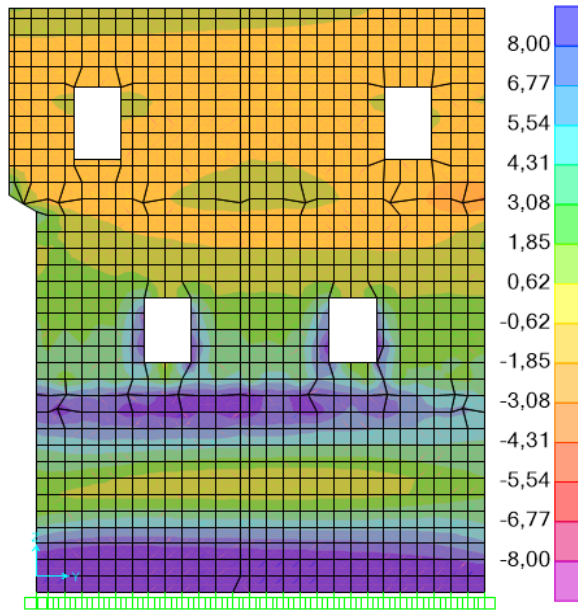
Σχ. 8.3.26 Κατανομή M22 για το συνδυασμό G+0.30Q-0.30EX+EY στην ανατολική όψη πριν την ενίσχυση



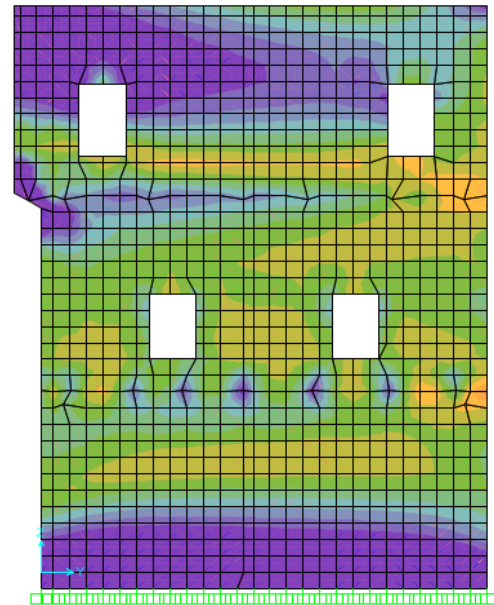
Σχ. 8.3.22 Κατανομή M22 για το συνδυασμό G+0.30Q+EX+0.30EY στη βόρεια όψη μετά την ενίσχυση



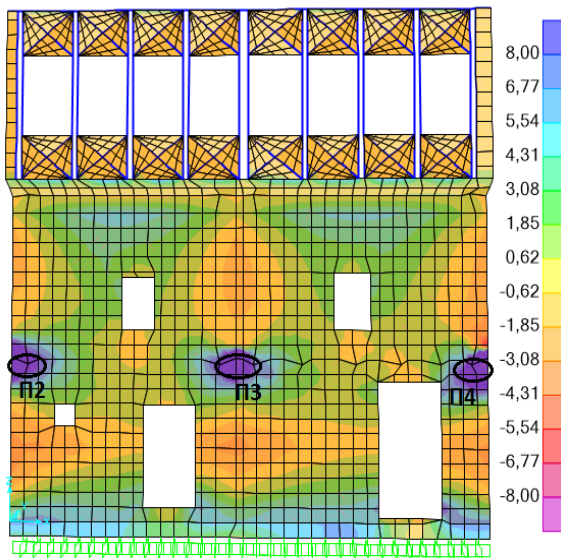
Σχ. 8.3.27 Κατανομή M22 για το συνδυασμό G+0.30Q+EX+0.30EY στη βόρεια όψη πριν την ενίσχυση



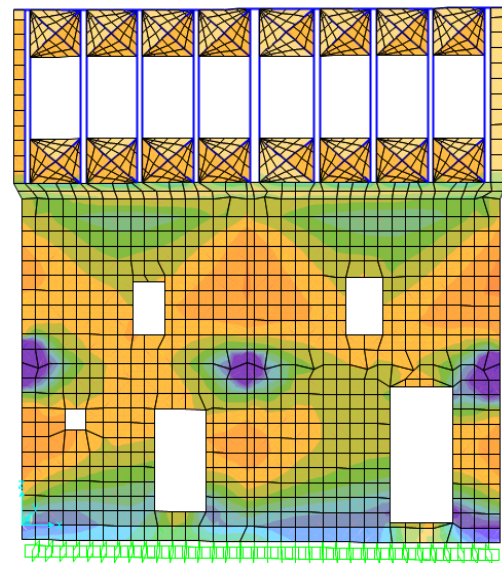
Σχ. 8.3.23 Κατανομή M22 για το συν-
δασμό G+0.30Q-EX-0.30EY στη
δυτική όψη μετά την ενίσχυση



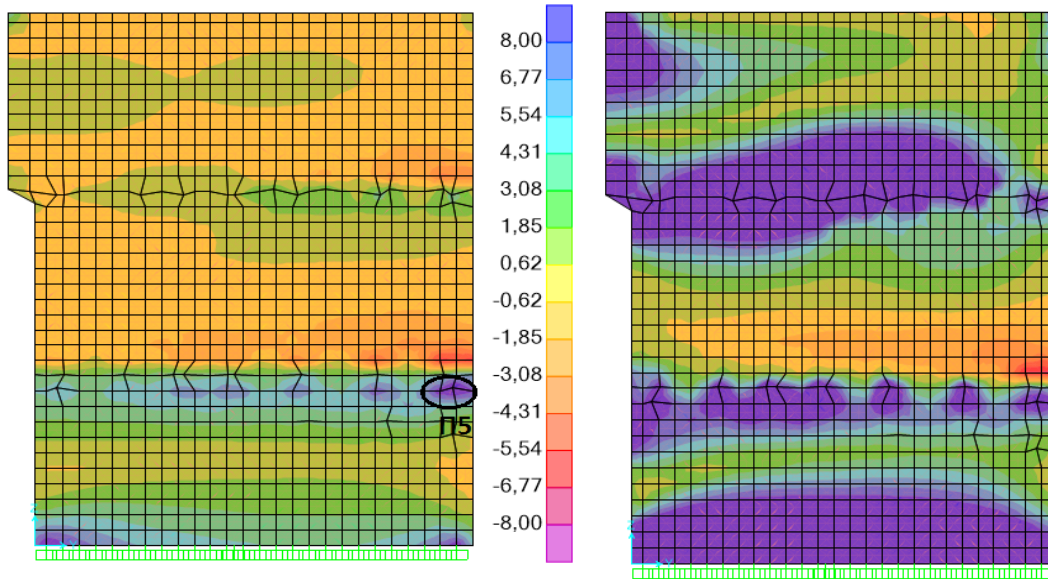
Σχ. 8.3.28 Κατανομή M22 για το συν-
δασμό G+0.30Q-EX-0.30EY στη
δυτική όψη πριν την ενίσχυση



Σχ. 8.3.24 Κατανομή M22 για το συν-
δασμό G+0.30Q+EX-0.30EY στη
νότια όψη μετά την ενίσχυση



Σχ. 8.3.29 Κατανομή M22 για το συν-
δασμό G+0.30Q+EX-0.30EY στη
νότια όψη πριν την ενίσχυση



Σχ. 8.3.25 Κατανομή M22 για το συνδυασμό G+0.30Q-EX-0.30EY στη μεσοτοιχεία μετά την ενίσχυση

Σχ. 8.3.30 Κατανομή M22 για το συνδυασμό G+0.30Q-EX-0.30EY στη μεσοτοιχεία πριν την ενίσχυση

Περιοχή 1 : t=0,70				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	59,18	19,16	0,32	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	58,46	19,55	0,33	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	59,17	19,25	0,33	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	58,38	6,60	0,11	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	60,52	10,50	0,17	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	61,01	10,84	0,18	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	60,68	10,68	0,18	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	59,42	10,26	0,17	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 2 : t=0,77				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	22,07	8,18	0,37	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	22,16	7,84	0,35	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	21,84	8,21	0,38	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	22,00	8,56	0,39	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	27,13	11,30	0,42	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	26,99	11,49	0,43	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	27,18	10,92	0,40	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	26,89	11,17	0,42	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 3 : t=0,77				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	33,48	13,50	0,40	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	33,60	13,99	0,42	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	33,33	13,66	0,41	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	33,26	13,23	0,40	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	37,90	24,20	0,64	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	38,11	24,62	0,65	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	37,99	23,84	0,63	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	37,74	23,45	0,62	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 4 : t=0,77				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	29,55	9,58	0,32	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	29,70	9,94	0,33	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	29,78	9,28	0,31	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	29,44	9,12	0,31	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	28,94	10,08	0,35	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	28,80	10,63	0,37	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	29,10	10,57	0,36	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	29,04	10,34	0,36	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Περιοχή 5 : t=0,72				
Συνδυασμός	M _R (kNm/m)	M _S (kNm/m)	M _S /M _R	Κατάσταση
G _k +0,3Q _k +EX+0,3EY	73,29	19,50	0,27	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +EX-0,3EY	73,95	19,85	0,27	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX+0,3EY	73,77	18,53	0,25	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -EX-0,3EY	73,46	19,04	0,26	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX+EY	70,87	10,73	0,15	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k +0,3EX-EY	70,56	11,08	0,16	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX+EY	70,35	10,15	0,14	ΕΠΑΡΚΕΙΑ
G _k +0,3Q _k -0,3EX-EY	70,50	9,89	0,14	ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Πιν. 8.3.3 Έλεγχοι σε κάμψη εκτός επιπέδου της τοιχοποιίας με επίπεδο θραύσης παράλληλο στους αρμούς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αξιολόγηση της μεθόδου ανάλυσης

Η μέθοδος προσομοίωσης της κατασκευής με πεπερασμένα στοιχεία καθώς και η απλουστευμένη θεώρηση ελαστικής συμπεριφοράς της τοιχοποιίας μας παρείχε με ικανοποιητική ακρίβεια την συμπεριφορά της κατασκευής στην επιβολή εξωτερικών φορτίσεων. Οι περιοχές στις οποίες παρατηρούνται ρωγμές μπόρεσαν να εντοπιστούν μέσα από το υπολογιστικό ομοίωμα ως οι περιοχές όπου αναπτύσσονται οι μέγιστες κύριες εφελκυστικές τάσεις. Επίσης με τις κατανομές των εντατικών μεγεθών έγινε δυνατός ο έλεγχος έναντι αστοχίας σε επιλεγμένες περιοχές.

Αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας του κτηρίου

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών που έγιναν σε δοκίμια λιθοσωμάτων και κονιάματος του κτηρίου έδωσαν μία ικανοποιητική τιμή της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας ($f_{wc}=0.63\text{MPa}$).

Μέσα από την ανάλυση του, προέκυψε η ευαισθησία του κτηρίου στην επιβολή σεισμικών φορτίσεων. Πιο συγκεκριμένα, μέσα από τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρατηρείται ότι:

- είναι ιδιαίτερα ευάλωτο στην εκτός επιπέδου κάμψη με επίπεδο θραύσης κάθετα στους οριζόντιους αρμούς της τοιχοποιίας λόγω της ανεπαρκούς διαφραγματικής λειτουργίας των πατωμάτων και της στέγης
- εμφανίζονται αστοχίες έναντι διάτμησης εντός του επιπέδου της τοιχοποιίας, με εντονότερη παρουσία του προβλήματος στα υπέρθυρα και κατώφλια των ανοιγμάτων όπου υπάρχει απουσία θλιπτικής αξονικής δύναμης
- υπάρχει μικρό ενδεχόμενο αστοχίας έναντι εκτός επιπέδου κάμψης με επίπεδο θραύσης παράλληλο στους οριζόντιους αρμούς της τοιχοποιίας

Εκτίμηση της παρουσίας των βλαβών

Εκτιμάται ότι οι κύριες βλάβες του κτηρίου μελέτης οφείλεται στις σεισμικές δράσεις. Συγκεκριμένα οι κατακόρυφες ή σχεδόν κατακόρυφες ρωγμές οφείλονται στην εκτός επιπέδου καμπτική ένταση των τοίχων κάθετα στους οριζόντιους αρμούς, ενώ οι διαγώνιες ρωγμές που εφαρμόζονται σε ορισμένα υπέρθυρα και κατώφλια οφείλονται σε διάτμηση εντός του επιπέδου τους.

Αξιολόγηση των προτεινόμενων επεμβάσεων

Οι μέθοδοι επεμβάσεων που προτάθηκαν συντελούν στην επιδιόρθωση της εμφάνισης του κτηρίου καθώς και στην αύξηση των μηχανικών του χαρακτηριστικών, επιδεικνύοντας ταυτόχρονα σεβασμό στην ιστορία και την αρχιτεκτονική του και διαφυλάσσοντας την αρχική του φυσιογνωμία. Πιο συγκεκριμένα:

- Έγινε εφαρμογή ενεμάτων στην τοιχοποιία: αυξήθηκε η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας κατά ~ 50% ($f_{wc,o}=0.63 \text{ MPa}$, $f_{wc,s}=1.23\text{MPa}$). Με αυτόν τον τρόπο εξαλείφθηκε το όποιο πρόβλημα υπέρβασης θλιπτικής τάσης κατά των έλεγχο έναντι ορθών τάσεων.
- Έγινε τοποθέτηση δεύτερου σανιδώματος κάθετα στο υφιστάμενο σανίδωμα της στέγης και των πατωμάτων εξασφαλίζοντας έτσι διαφραγματική λειτουργία με την οποία παρατηρήθηκαν τα παρακάτω:
 - ✓ Σημαντική μείωση της έντασης έναντι εκτός επιπέδου κάμψης με επίπεδο θραύσεως κάθετο στους οριζόντιους αρμούς της τοιχοποιίας, ειδικότερα στις διατομές που παρουσίαζαν πριν πρόβλημα (δηλαδή σε αυτές που βρίσκονται πιο κοντά στο εύρος επιρροής των διαφραγμάτων).
 - ✓ Αύξηση της αντοχής σε διάτμηση των διατομών.
 - ✓ Τοπική αύξηση της εντάσεως εκτός επιπέδου κάμψης με επίπεδο θραύσεως παράλληλο στους οριζόντιους αρμούς στις στάθμες των διαφραγμάτων. Και πάλι, όμως, δεν παρατηρείται αστοχία.

Τέλος, τα παραπάνω μέτρα σέβονται την ιστορικότητα του κτηρίου και επιτυγχάνουν το επιθυμητό αποτέλεσμα, τη θωράκισή του έναντι των διαφόρων καταπονήσεων, χωρίς να αλλοιώνουν τον χαρακτήρα του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1)Ελισάβετ Βιντζηλαίου, «Σημειώσεις για το μάθημα Μηχανική της τοιχοποιίας», Πανεπιστημιακές εκδόσεις Ε.Μ.Π., Σεπτέμβριος 2005
- 2)Ευρωκώδικας 1: Βάσεις σχεδιασμού και δράσεων στις κατασκευές
- 3)Ευρωκώδικας 6: Σχεδιασμός κατασκευών από τοιχοποιία
- 4)Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών
- 5)Φυλλίτσα Β. Καραντώνη, «Κατασκευές από τοιχοποιία: σχεδιασμός και επισκευές», Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2012
- 6)Ελισσαίος Σ. Κατσαραγάκης, «Ξύλινες κατασκευές», Πανεπιστημιακές εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 2000
- 7)Μπρουσάλη Μαγδαληνή, «Αποτύπωση, αποτίμηση και επεμβάσεις σε λιθόδομητο κτήριο στη Βλαχοκερασιά Αρκαδίας», Διπλωματική Εργασία, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., Αθήνα, Μάρτιος 2011
- 8)Βεντούρη Μαρία, «Οικία Βαφεία στο Κάστρο Κιμώλου: αποτύπωση, αποτίμηση και προτάσεις επεμβάσεων», Διπλωματική Εργασία, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.
- 9)Παναγιώτης Ι. Σπυρόπουλος, «Χρονικό των σεισμών της Ελλάδος από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα», Εκδόσεις Δωδώνη, Αθήνα-Γιάννινα 1997
- 10)CSI Reference Manual SAP2000 Berkley, California, Computers and Structures
- 11) Mouzakis Ch., Vintzileou E., Adami Ch.-E., Karapitta L., Dynamic tests of three leaf stone masonry building model before and after interventions, 8th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions
- 12)Theodosios Tassios, «Rehabilitation of three-leaf masonries»
- 13) SAHC2014 – 9th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, «STRUCTURAL ANALYSIS AND RETROFITTING OF THE “TZOTZAS” BUILDING IN KASTORIA, GREECE», C. Maraveas, K. Tasiouli, K. Miamis and Z. Fasoulakis
- 14) 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής & Τεχνικής Σεισμολογίας. «Διερεύνηση απόκρισης ξυλόπηκτων τοιχοποιιών, προτεινόμενη μεθοδολογία προσομοίωσης και ανάλυσης»
- 15) Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδος, «ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ ΜΙΚΡΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ – ΒΛΑΒΕΣ – ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΧΕΔΙΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΕΔΙΩΝ		
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ		
Αριθμός	Ονομασία	Κλίμακα
Α1	Κάτοψη ισογείου	1:75
Α2	Κάτοψη α' ορόφου	1:75
Α3	Κάτοψη β' ορόφου	1:75
Α4	Ανατολική όψη	1:75
Α5	Βόρεια όψη	1:75
Α6	Δυτική όψη	1:75
Α7	Νότια όψη	1:75
ΣΤΑΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ		
Αριθμός	Ονομασία	Κλίμακα
Σ1	Ξυλότυπος ισογείου	1:50
Σ2	Ξυλότυπος α' ορόφου	1:50
Σ3	Άνοψη στέγης	1:75
Σ4	Λεπτομέρεια στέγης 1	1:50
Σ5	Λεπτομέρεια στέγης 2	1:50
Σ6	Τομή Α-Α	1:75
Σ7	Τομή Β-Β	1:75
Σ8	Τομή Γ-Γ	1:75
Σ9	Τομή Δ-Δ	1:75
Σ10	Τομή Ε-Ε	1:75
ΣΧΕΔΙΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ		
Αριθμός	Ονομασία	
Φ1	Παθολογία ανατολικής όψης	
Φ2	Παθολογία βόρειας όψης	
Φ3	Παθολογία δυτικής όψης	
Φ4	Παθολογία νότιας όψης	

ΣΚΙΤΣΑ

Λεπτομέρειες Λ1, Λ2, Λ3
