



Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών  
ΠΑ.Δ.Α.  
Αρχιτεκτονική και Δομοστατική Αποκατάσταση  
Ιστορικών Κτιρίων και Συνόλων (Α.ΔΟ.ΑΠ.)



## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΝΕΟΚΛΑΣΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΓΙΑ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΗ



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΚΑΡΑΝΤΖΑΒΕΛΟΥ ΠΑΝΩΡΑΙΑ Α.Μ. 66

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΡΕΠΑΠΗΣ

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΚΑΘΗΓΗΤΗ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
ΡΕΠΑΠΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (Επιβλέπων)	
ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ (Εξεταστής)	
ΒΡΥΖΙΔΗΣ ΙΣΑΑΚ (Εξεταστής)	

## Δήλωση Συγγραφέα Διπλωματικής Εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Πανωραία Καραντζάβελου του Ευαγγέλου με αριθμό μητρώου 2166 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



Πανωραία Καραντζάβελου

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο μελέτης την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας και τον ανασχεδιασμό νεοκλασικού κτιρίου, κατασκευασμένο από φέρουσα τοιχοποιία, το οποίο βρίσκεται στην πόλη της Λαμίας. Πρόκειται για τριώροφο κτίριο περίπου ορθογωνικού σχήματος, με ανισοσταθμία, το οποίο κατασκευάστηκε σε δύο φάσεις.

Για το σκοπό της μελέτης συλλέχθηκαν πληροφορίες σχετικά με το ιστορικό του κτιρίου και συγκεντρώθηκαν στοιχεία που αφορούν στην αρχιτεκτονική αποτύπωση καθώς και στα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών δόμησης. Ακολούθησε η φωτογραφική τεκμηρίωση του κτιρίου και στη συνέχεια η εργασία διαρθρώθηκε σε κεφάλαια ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια γενική περιγραφή των χαρακτηριστικών των υλικών και της μηχανικής της τοιχοποιίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται τα ιστορικά και τα αρχιτεκτονικά στοιχεία του μελετώμενου κτιρίου, τα οποία πλαισιώνονται από φωτογραφική και σχεδιαστική τεκμηρίωση. Στο ίδιο κεφάλαιο περιγράφεται η δομική παθολογία του κτιρίου, όπως προέκυψε από τον οπτικό – μακροσκοπικό έλεγχο.

Στο τρίτο κεφάλαιο, για λόγους πληρότητας αλλά και κατανόησης της διαδικασίας, διενεργήθηκε για το κτίριο, δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος.

Στο τέταρτο κεφάλαιο ακολούθησε η αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας του κτιρίου, με τη διενέργεια ελαστικής στατικής ανάλυσης καθώς και ανελαστικής στατικής ανάλυσης, σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες.

Στο πέμπτο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε ανελαστική στατική ανάλυση, προκειμένου να προσδιοριστούν οι απαιτούμενες ενισχύσεις, ώστε το κτίριο να πληροί τα κριτήρια των ελέγχων για την δεδομένη οριακή κατάσταση, αναλόγως της χρήσης του, όπως αυτή υπαγορεύεται από τους ισχύοντες κανονισμούς. Στο κεφάλαιο αυτό διενεργήθηκαν βηματικές αναλύσεις ενισχύσεων και από την συγκριτική αξιολόγησή τους, προέκυψαν διάφορα συμπεράσματα, τα οποία διατυπώνονται στο έκτο κεφάλαιο της παρούσας.

Για το υπολογιστικό προσομοίωμα και τις αναλύσεις της κατασκευής, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό 3MURI, της εταιρείας ErgoCad.

## ABSTRACT

The aim of present essay is the structural assessment and rehabilitation of a neoclassical building, made of bearing masonry, which is located in Lamia city. It is about a three-story building with approximately rectangular in shape, founded on different levels, which was constructed in two phases.

For the purpose of this study, information about the historical building were collected and data were compiled that concern the architectural depiction as and at the mechanic characteristics of the building materials. A photographic documentation of the building is then presented. The essay is structured in chapters as follows:

In the first chapter an outline is done about the characteristics of the materials and the masonry's mechanic.

In the second chapter the historical and the architectural elements of the studied building are described, which are framed by the photographic and design documentation. In the same chapter the structural pathology of the building is also described, as it came up from the optical-macroscopic check.

In the third chapter, for completeness but also understanding reasons of the process, for the building, a secondary pre-seismic inspection was probed.

In the fourth chapter the structural assessment of the building is presented, using both elastic and inelastic static analysis, according to the Eurocodes.

In the fifth chapter an inelastic static analysis was held, in order to define the required strengthening options, so that the building meets the criteria of the checks for the given limit state, considering its use, like the one that is dictated by the applicable regulations. In this chapter, stepwise analyses of strengthening options were probed and by this comparative evaluation, various conclusions came up, which are formulated in the sixth chapter of this essay.

For the computing simulation and the construction's analyses, the software 3MURI, of the company ErgoCad was used.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο ολοκλήρωσης του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών μου στο τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, με τίτλο «Αρχιτεκτονική και Δομοστατική Αποκατάσταση Ιστορικών Κτιρίων και Συνόλων»

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες και την ευγνωμοσύνη μου στον Καθηγητή μου και Επιβλέπων κ. Κωνσταντίνο Ρεπαπή, για την καθοδήγησή του, για τον πολύτιμο χρόνο που μου διέθεσε, για την άψογη συνεργασία, αλλά και για τις γνώσεις που εισέπραξα, καθ' όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας του, στο πλαίσιο των μαθημάτων του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Λαμιέων για την διάθεση των αρχιτεκτονικών σχεδίων και των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών δοκιμών.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το φιλικό τεχνικό γραφείο που μου διέθεσε το λογισμικό 3MURI, με το οποίο έγιναν οι αναλύσεις.

## Περιεχόμενα

<b>Κεφάλαιο 1.....</b>	<b>11</b>
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ.....	11
1.1 Εισαγωγή .....	11
1.2 Τοιχοσώματα .....	11
1.3 Κονιάματα.....	12
1.4 Μηχανική της τοιχοποιίας .....	13
1.4.1 Θλιπτική αντοχή.....	13
1.4.2 Καμπτική αντοχή.....	18
1.4.3 Διατμητική αντοχή .....	20
1.4.4 Μέτρο ελαστικότητας και μέτρο διάτμησης .....	22
<b>Κεφάλαιο 2.....</b>	<b>24</b>
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	24
2.1 Γενικά στοιχεία για την περιοχή μελέτης .....	24
2.2 Ο νεοκλασικισμός στη Λαμία.....	25
2.2.1 Χρονικό Πλαίσιο.....	25
2.2.2 Κατανομή των νεοκλασικών κτιρίων στην πόλη.....	25
2.2.3 Η κοινωνική ομάδα των ιδιοκτητών .....	26
2.2.4 Η προέλευση των υλικών .....	26
2.3 Η θέση του κτιρίου στο πολεοδομικό περιβάλλον .....	27
2.4 Ειδικό νομικό πλαίσιο.....	31

2.5	Ιδιοκτησιακό καθεστώς – Ιστορικό χρήσεων - Χρονολόγηση .....	33
2.6	Λειτουργική διάρθρωση .....	33
2.6.1	Ισόγειο .....	39
2.6.2	Α' όροφος.....	41
2.6.3	Β' όροφος.....	43
2.7	Στοιχεία για την κατασκευή.....	45
2.8	Μορφολογικά στοιχεία κτιρίου.....	48
2.9	Περιβάλλον χώρος .....	52
2.10	Δομική παθολογία.....	54
<b>Κεφάλαιο 3.....</b>		<b>55</b>
ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΣ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ .....		55
3.1	Σκοπός δευτεροβάθμιου ελέγχου.....	55
3.2	Εκτίμηση σεισμικής επιβάρυνσης κτιρίου.....	55
3.3	Εκτίμηση σεισμικής αντίστασης κτιρίου.....	57
3.4	Εκτιμήτρια σεισμικής αντίστασης .....	64
3.5	Δείκτης προτεραιότητας ελέγχου.....	64
<b>Κεφάλαιο 4.....</b>		<b>65</b>
4.1	Προσδιορισμός χαρακτηριστικών των υλικών .....	65
4.1.1	Εκτίμηση θλιπτικής αντοχής υλικών .....	65



4.1.1.1	Εκτίμηση θλιπτικής αντοχής τοιχοσωμάτων .....	67
4.1.1.2	Εκτίμηση θλιπτικής αντοχής κονιαμάτων.....	69
4.1.2	Έλεγχοι για την ποιότητα δόμησης της τοιχοποιίας .....	70
4.1.2.1	Ομογενοποίηση τοιχοποιίας.....	71
4.1.2.2	Χημικές αναλύσεις.....	71
4.1.2.3	Φυσικές αναλύσεις.....	72
4.1.2.4	Υγρασία κονιαμάτων .....	72
4.1.3	Αποτίμηση στοιχείων ωπλισμένου σκυροδέματος .....	72
4.2	Στόχοι αποτίμησης και ανασχεδιασμού.....	76
4.3	Στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων .....	78
4.4	Παραδοχές μελέτης.....	82
4.4.1	Φορτία .....	82
4.4.2	Παράμετροι αντισεισμικού σχεδιασμού .....	83
4.5	Μέθοδοι ανάλυσης.....	83
4.6	Προσομοίωση του κτιρίου με το λογισμικό 3muri.....	84
4.6.1	Γενικά.....	84
4.6.2	Δημιουργία του προσομοιώματος του κτιρίου.....	86
4.6.3	Φορτία .....	96
4.6.4	Ελαστική στατική ανάλυση.....	98

4.6.4.1 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου.....	107
4.6.4.2 Αξιολόγηση στατικής συμπεριφοράς φορέα.....	112
4.6.5 Ανελαστική στατική ανάλυση (Pushover) .....	116
4.6.5.1 Περιγραφή ανελαστικής στατικής (pushover) ανάλυσης.....	116
4.6.5.2 Αποτελέσματα ανάλυσης pushover.....	118
<b>Κεφάλαιο 5.....</b>	<b>132</b>
ΜΕΤΡΑ ΔΟΜΗΤΙΚΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ.....	132
5.1 Γενικά.....	132
5.2 Προτεινόμενες ενισχύσεις.....	132
5.3 Δημιουργία προσομοιώματος ενισχυμένου κτιρίου .....	134
5.4 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου ενισχυμένου κτιρίου .....	136
5.5 Αξιολόγηση στατικής συμπεριφοράς ενισχυμένου φορέα .....	139
5.6 Αποτελέσματα pushover ανάλυσης .....	142
5.7 Βηματικές pushover αναλύσεις ενισχύσεων.....	146
<b>Κεφάλαιο 6.....</b>	<b>152</b>
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	152

# Κεφάλαιο 1

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ

### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τοιχοποιία από φυσικούς λίθους είναι το αρχαιότερο υλικό, που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο για την κατασκευή απλών τεχνικών έργων όπως οι κατοικίες, αλλά και ειδικών τεχνικών έργων, όπως οι ναοί, οι γέφυρες, ανάκτορα, οχυρωματικά έργα κ.λ.π. Συνέπεια της σχεδόν αποκλειστικής χρήσης της τοιχοποιίας για τις κατασκευές του παρελθόντος, είναι το γεγονός ότι ένα μεγάλο μέρος των ιστορικών κτιρίων και συνόλων, στην Ευρώπη και παγκοσμίως, αποτελείται από άοπλη τοιχοποιία.

Το ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον για την μελέτη των κτιρίων, που έχουν κατασκευαστεί από άοπλη τοιχοποιία, έγκειται στη διερεύνηση της σεισμικής συμπεριφοράς τους, καθώς ήταν σχεδιασμένες να φέρουν αποκλειστικά τα κατακόρυφα φορτία και η ανάγκη διάσωσης και διατήρησης της κτιριακής πολιτιστικής κληρονομιάς οδήγησε αντίστοιχα στη μελέτη της τρωτότητάς τους έναντι του σεισμού, καθώς και στις μεθόδους ενίσχυσης – αποκατάστασης τους. Έτσι τα έργα από άοπλη τοιχοποιία, ενώ μέχρι τη δεκαετία του '70 θεωρούνταν αντικείμενο τέχνης και εμπειρίας μετά το πέρας της δεκαετίας του '70, ξεκίνησε και το επιστημονικό ενδιαφέρον, το οποίο για την Ευρώπη κατέληξε το έτος 1989, στο πρώτο νομοθετικό πλαίσιο, τον Ευρωκώδικα 6. Ιδιαίτερα για τη χώρα μας έχει συνταχθεί και ο «Κανονισμός για Αποτίμηση και Δομητικές Επεμβάσεις Τοιχοποιίας» (ΚΑΔΕΤ), που αφορά επίσης στις κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία.

### 1.2 ΤΟΙΧΟΣΩΜΑΤΑ

Η προέλευση του τοιχοσώματος, δηλαδή εάν είναι φυσικό ή τεχνητό, διαχωρίζει τις τοιχοποιίες σε δύο βασικές κατηγορίες, σε τοιχοποιίες από φυσικούς λίθους (λιθοδομές) και σε τοιχοποιίες από τεχνητά τοιχοσώματα (πλινθοδομές). Το αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι τα χαρακτηριστικά και εν γένει η συμπεριφορά τοιχοποιιών από φυσικούς λίθους. Οι παράγοντες που συντελούν σε μιας

καλής ποιότητας λιθοδομή είναι αφενός η χρήση λίθων με μεγάλη θλιπτική αντοχή, το κατάλληλο συνδετικό κονίαμα και αφ' ετέρου ο ορθός τρόπος δόμησης. Οι λίθοι προέρχονται κυρίως από ανθεκτικά πετρώματα, τα οποία κατόπιν κατεργασίας αποκτούν κατάλληλο σχήμα, προτού χρησιμοποιηθούν στη δόμηση. Στον Πίνακα 1.1, παρατίθενται οι ελάχιστες τιμές θλιπτικής αντοχής φυσικών πετρωμάτων.

Πίνακας 1.1 Ελάχιστη θλιπτική αντοχή φυσικών πετρωμάτων (Καραντώνη, 2012)

Ομάδα	Πέτρωμα	Ελάχιστη $f_{bc}$ (MPa)
A	Ασβεστόλιθοι, τραβερτίνης, ηφαιστειακοί τόφφοι.	20
B	Μαλακοί ψαμμίτες (μετ' αργιλικής συνδετικής ύλης).	30
C	Συμπαγείς ασβεστόλιθοι και δολομίτες (περιλαμβανομένου του μαρμάρου), βασαλτική λάβα.	50
D	Χαλαζιακοί ψαμμίτες, γραουβάκης κ.λπ.	80
E	Γρανίτης, συηνίτης, διορίτης, χαλαζιακός πορφυρίτης, διαβάσης, κ.λπ.	120

### 1.3 ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

Η τοιχοποιία εκτός από τα τοιχοσώματα αποτελείται και από το συνδετικό κονίαμα, που έχει σκοπό να ενώσει τα τοιχοσώματα, ώστε να προκύψει ένας τοίχος αφενός ικανός να μεταφέρει με ασφάλεια τα φορτία για τα οποία προορίζεται και αφετέρου να είναι ανθεκτικός στη διάρκεια του χρόνου. Τα παλιά κονιάματα ήταν μείγματα ασβέστου, χώματος και σε ορισμένες περιπτώσεις και κεραμικών θραυσμάτων ή ηφαιστειακής τέφρας, όπως στο ρωμαϊκό κονίαμα (Καραντώνη, 2012). Με την πάροδο των χρόνων, το χώμα αντικαταστάθηκε από άμμο. Αργότερα προστέθηκε στο μείγμα και τσιμέντο που είχε ως συνέπεια την αύξηση της αντοχής του. Η άσβεστος εξασφαλίζει το εργάσιμο και η άμμος είναι ένα φθινό συμπληρωματικό υλικό (filler). Κατά τον EC6 διακρίνονται κονιάματα γενικής χρήσης, λεπτοκονιάματα και ελαφροβαρή κονιάματα. Η ποιότητα του κονιάματος χαρακτηρίζεται από το γράμμα M (mortar), ακολουθούμενο από την μέση θλιπτική αντοχή του.

## 1.4 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ

### 1.4.1 Θλιπτική αντοχή

Ο προσδιορισμός των μηχανικών ιδιοτήτων της τοιχοποιίας είναι δυσχερής λόγω της ανομοιογένειας και ανισοτροπίας του υλικού, καθώς και της αδυναμίας ελέγχου της ποιότητάς του. Επειδή οι κατασκευές από τοιχοποιία υπό τα συνήθη φορτία (δηλαδή απουσία φορτίων λόγω σεισμού), υπόκεινται κυρίως σε θλίψη, ο προσδιορισμός της θλιπτικής αντοχής είναι αυτός που έχει απασχολήσει περισσότερο τους ερευνητές.

Η υψηλή θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μηχανικά της χαρακτηριστικά, καθόρισε και τη χρήση της ως κυρίως θλιβόμενου φέροντος δομικού στοιχείου (Ιγνατάκης και Στυλιανίδης 2009).

Οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την θλιπτική αντοχή σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά των τοιχοσωμάτων (αντοχή, τύπος, γεωμετρία και υδατοαπορροφητικότητα), από τα χαρακτηριστικά του κονιάματος (αντοχή σύνθεση, πάχος αρμού, καθώς και από τις συνθήκες που επικρατούν στην ίδια την τοιχοποιία (εμπλοκή τοιχοσωμάτων, διεύθυνση φόρτισης, οι τοπικές αυξήσεις τάσεων, ο τρόπος επιβολής του φορτίου κ.α.)

Εργαστηριακές δοκιμές έχουν αποδείξει ότι η τοιχοποιία υπό ομοιόμορφη θλίψη αστοχεί, είτε από εφελκυστικές ρωγμές παράλληλες στο επιβαλλόμενο φορτίο, είτε από ένα είδος διατμητικής αστοχίας, ο τύπος της οποίας εξαρτάται από το ποιο υλικό (τοιχόσωμα ή κονίαμα) είναι πιο ισχυρό. Επίσης κάτι το οποίο επίσης έχει αποδειχθεί είναι ότι η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας για τους συνήθεις συνδυασμούς πλίνθων και κονιάματος είναι μικρότερη από τη θλιπτική αντοχή των πλίνθων, αλλά υπερβαίνει την αντοχή του κονιάματος (Καραντώνη, 2012).

Σύμφωνα με τον EN 1996-1-1, η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή της άοπλης τοιχοποιίας για κονιάματα γενικής εφαρμογής, εάν δεν προσδιορίζεται πειραματικά δίνεται από την εξίσωση :

$$f_{wk} = K f_b^{0.7} f_m^{0.3} \quad (1.1)$$

Για τοιχοποιία από κονιάματα λεπτής στρώσης (πάχος αρμού 0.5 – 0.3mm) και αργιλικά τοιχοσώματα ομάδων 1 και 4, δίνεται από την εξίσωση :

$$f_{wk} = K f_b^{0.85} \quad (1.2)$$

Για τοιχοποιία από αργιλικά τοιχοσώματα Ομάδων 2 και 3, δίνεται από την εξίσωση

$$f_{wk} = K f_b^{0.7} \quad (1.3)$$

όπου :

$K$  είναι συντελεστής εξαρτώμενος από τον τύπο του τοιχοσώματος και του κονιάματος και λαμβάνει τις τιμές του Πίνακα 1.2,

$f_b$  είναι η ανοιγμένη αντοχή των τοιχοσωμάτων και

$f_m$  είναι η μέση θλιπτική αντοχή του συνδετικού κονιάματος

Οι ανωτέρω εξισώσεις ισχύουν υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- η  $f_b$  δεν θα ληφθεί μεγαλύτερη από 75 MPa, όταν χρησιμοποιείται κονίαμα γενικής εφαρμογής
- η  $f_b$  δεν θα ληφθεί μεγαλύτερη από 50 MPa, όταν χρησιμοποιείται κονίαμα λεπτής στρώσης
- η  $f_m$  δεν θα ληφθεί μεγαλύτερη από 20 MPa, ούτε μεγαλύτερη από 2  $f_b$  για κονίαμα γενικής εφαρμογής
- η  $f_m$  δεν θα ληφθεί μεγαλύτερη από 10 MPa, για κονίαμα λεπτής στρώσης
- η  $f_m$  δεν θα ληφθεί μεγαλύτερη από 5 MPa, για ελαφροβαρές κονίαμα
- η τοιχοποιία κατασκευάζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κανονισμού
- ο συντελεστής μεταβλητότητας της αντοχής των τοιχοσωμάτων δεν είναι μεγαλύτερος από 25%
- οι αρμοί ικανοποιούν τις απαιτήσεις ώστε να ικανοποιούνται πληρωμένοι
- το πάχος της τοιχοποιίας σχηματίζεται έτσι ώστε να μην υπάρχει πουθενά κατακόρυφος αρμός.

Στην περίπτωση κατά την οποία υφίσταται κατακόρυφος αρμός κατά το πάχος της τοιχοποιίας, οι τιμές του  $K$  που λαμβάνονται από τον Πίνακα 1.2 πρέπει να πολλαπλασιάζονται με 0.80.

Η θλιπτική αντοχή σχεδιασμού  $f_{wd}$  δίνεται από την εξίσωση

$$f_{wd} = \frac{f_{wk}}{\gamma_m} \quad (1.4)$$

Όπου  $f_{wk}$  η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας και  $\gamma_m$  ο επιμέρους συντελεστής ασφάλειας για την τοιχοποιία, ο οποίος λαμβάνει υπόψη την επίδραση της ποιότητας της κατασκευής της τοιχοποιίας στην αντοχή της. Στο Εθνικό Προσάρτημα του EC6, ορίζονται τρεις στάθμες (Classes) ποιοτικού ελέγχου της δόμησης της τοιχοποιίας και δύο κατηγορίες ελέγχου (Categories) της παραγωγής των τοιχοσωμάτων και αναλόγως του συνδυασμού τους καθορίζεται ο επιμέρους συντελεστής ασφάλειας από τον Πίνακα 1.3. Τα φυσικά λιθοσώματα πρέπει να θεωρούνται ότι ανήκουν στην κατηγορία II (Καραντώνη, 2012)

Πίνακας 1.2 Τιμές του μειωτικού συντελεστή  $K$  κατά EC6 (EN1996, 2005) (Λάγιου, 2018)

Τοιχόσωμα		Κονίαμα γενικής χρήσης	Κονίαμα λεπτής στρώσης ( $\geq 0.5mm$ και $\leq 3mm$ )	Ελαφροβαρές κονίαμα πυκνότητας	
				$600 < \rho \leq 800$ $kg/m^3$	$800 < \rho \leq 1500$ $kg/m^3$
Αργιλικό	Ομάδα 1	0.55	0.75	0.30	0.40
	Ομάδα 2	0.45	0.70	0.25	0.30
	Ομάδα 3	0.35	0.50	0.20	0.25
	Ομάδα 4	0.35	0.35	0.20	0.25
Πυριτικού ασβεστίου	Ομάδα 1	0.55	0.80	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται
	Ομάδα 2	0.45	0.65	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται
Τσιμεντόλιθος	Ομάδα 1	0.55	0.80	0.45	0.45
	Ομάδα 2	0.45	0.65	0.45	0.45
	Ομάδα 3	0.40	0.50	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται
	Ομάδα 4	0.35	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται
Αυτόκλειστο κυψελωτό σκυρόδεμα	Ομάδα 1	0.55	0.80	0.45	0.45
Βιομηχανική πέτρα	Ομάδα 1	0.45	0.75	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται
Λαξεμένη φυσική πέτρα	Ομάδα 1	0.45	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται

Πίνακας 1.3 Επιμέρους συντελεστές ασφάλειας για την τοιχοποιία κατά EC6 (EN 1996, 2005) βάσει του Εθνικού Προσαρτήματος (Λάγιου, 2018)

Υλικό		Υ <sub>m</sub>		
		Κατηγορία		
		1	2	3
	Τοιχοποιία από:			
A	Λιθωσώματα Κατηγορίας I, κονίαμα με μελέτη σύνθεσης	1.7	2.0	2.2
B	Λιθωσώματα Κατηγορίας I, προδιαγεγραμμένο κονίαμα	2.0	2.2	2.5
Γ	Λιθωσώματα Κατηγορίας II, οποιοδήποτε κονίαμα	2.2	2.5	2.7
Δ	Συνάφεια του χάλυβα σπλισμού	2.0	2.2	2.5
E	Χάλυβας σπλισμού και χάλυβας προέντασης	1.15	1.15	1.15
ΣΤ	Δευτερεύοντα στοιχεία	2.0	2.2	2.5
Z	Υπέρθυρα σύμφωνα με EN 845-2	1.7	2.0	2.2

Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας σύμφωνα με την παρ.6.2.4 του ΚΑΔΕΤ-2021 προτείνεται σύμφωνα με τις παρακάτω εμπειρικές σχέσεις :

α) Καλοδομημένη οπτοπλινθοδομή:

$$f_{wc} = [f_{mc} + 0.40(f_{bc} - f_{mc})](1 - 0.8\sqrt[3]{\alpha}), \quad f_{bc} > f_{mc} \quad (1.5)$$

$$f_{wc} = f_{bc} (1 - 0.8\sqrt[3]{\alpha}), \quad f_{bc} < f_{mc} \quad (1.6)$$

όπου,

$f_{bc}$  και  $f_{mc}$  η θλιπτική αντοχή των λιθωσμάτων και του κονιάματος αντιστοίχως,  $\alpha = t_{jm}/h_{bm}$  ο λόγος του μέσου πάχους των οριζόντιων αρμών κονιάματος και του μέσου ύψους των λιθωσμάτων.

α) Χαμηλής αντοχής λιθοδομή:

$$f_{wc} = \xi \left[ \left\{ \frac{2}{3} \sqrt{f_{bc}} - f_0 \right\} + \lambda f_{mc} \right] \quad (1.7)$$

όπου,

$V_m$ ,  $V_w$  ο όγκος του κονιάματος και ο όγκος της τοιχοποιίας

$f_{bc}$  η θλιπτική αντοχή του λιθωσματος

$\lambda$  συντελεστής συνάφειας λιθωσματος-κονιάματος, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 0.50 για τραχείς λίθους και ίσος με 0.1 για πολύ λείους λίθους.

$f_0$  συντελεστής (σε MPa), ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη τον βαθμό λάξευσης των λίθων και παίρνει τις ακόλουθες τιμές 0.00 για λαξευτή λιθοδομή 0.50-1.00 για λιθοδομή από ημικανονικούς λίθους 1.50-2.50 για αργολιθοδομή, ανάλογα με την ποιότητα



δομήσεως  $\xi$ , συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη την δυσμενή επιρροή του πάχους των αρμών κονιάματος  $\xi=1:[1+3.5(k-k_0)]$

$k=(\text{όγκος κονιάματος}):(\text{όγκος τοιχοποιίας})= V_m/V_w \geq 0.30$

$k_0=0,30$

Εάν  $V_m/V_w \leq 0.30$ , τότε λαμβάνεται  $\xi = 1.00$ . Η σχέση του ΚΑΔΕΤ (Σ6.3) μπορεί να ισχύσει για  $f_{bc} = 25-75$  MPa και  $f_{mc} = 0.5-2.5$  MPa. Οι τιμές των θλιπτικών αντοχών λιθοσωμάτων και κονιάματος είναι αντιπροσωπευτικές τιμές.

Στην περίπτωση μονόστρωτων οπτοπλινθοδομών ή δίστρωτων οπτοπλινθοδομών με διάτονες οπτοπλίνθους, ή στην περίπτωση λαξευτών λιθοδομών, υπό τον όρο ότι οι αντοχές των λιθοσωμάτων και του κονιάματος πληρούν τους σχετικούς περιορισμούς, καθώς και όταν οι αρμοί του κονιάματος δεν υπερβαίνουν σε πάχος τα 15mm, είναι δυνατόν να εφαρμόζονται οι σχέσεις του Ευρωκώδικα 6 (παρ.3.6) για τον υπολογισμό της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας.

Για την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής των εξωτερικών παρειών τρίστρωτης τοιχοποιίας, δεδομένου ότι είναι γνωστή η γεωμετρία της τοιχοποιίας κατά τις όψεις και κατά το πάχος της, καθώς και οι θλιπτικές αντοχές τόσο των δυο παρειών, όσο και του υλικού πληρώσεως ανάμεσά τους, μπορεί να εφαρμόζεται η αξιόπιστη εμπειρική σχέση:

$$f_{wc} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} (2 \lambda_e \delta f_{c,e} + \lambda_i f_{c,i}) : (1 + 2\delta) \quad (1.8)$$

όπου,

$\delta$ : ο λόγος του πάχους της εξωτερικής παρειάς προς το πάχος του υλικού πληρώσεως,  $f_{c,e}$  και  $f_{c,i}$  : η θλιπτική αντοχή των εξωτερικών παρειών και του υλικού πληρώσεως αντιστοίχως

$\lambda_e$  (1,00): εμπειρικοί συντελεστές, οι οποίοι λαμβάνουν υπ' όψη την αλληλεπίδραση εξωτερικών παρειών και υλικού πληρώσεως.

$\gamma_{Rd}$ : δείκτης αβεβαιότητας, ο οποίος μπορεί να λαμβάνεται ίσος με 1,50.

Όταν το υλικό πληρώσεως είναι χαμηλής αντοχής και η λήψη του δεν είναι δυνατή, μπορεί να λαμβάνεται η θλιπτική αντοχή του ίση με 0.15 MPa. Η εξίσωση 1.8 ισχύει για τρίστρωτες τοιχοποιίες, στις οποίες οι εξωτερικές παρειές είναι πρακτικώς

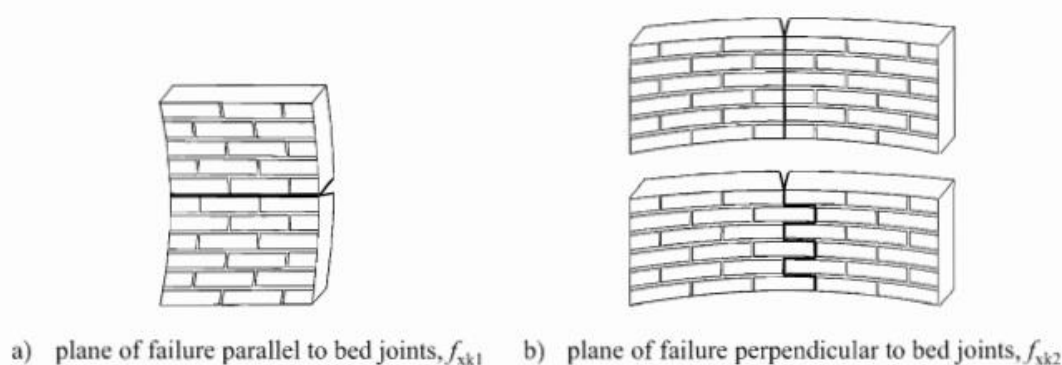
ισοπαχείς και περίπου της ίδιας θλιπτικής αντοχής. Σε αντίθετη περίπτωση, μπορεί να χρησιμοποιείται η ακόλουθη σχέση:

$$f_{wc} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} [\lambda_e (\delta_{e1} f_{c,e1} + \delta_{e2} f_{c,e2}) + \lambda_i f_{c,i} ] : (1 + \delta_{e1} + \delta_{e2}) \quad (1.9)$$

### 1.4.2 Καμπτική αντοχή

Η εφελκυστική, όπως και η διατμητική αντοχή εξαρτάται από τη συνεργασία του κονιάματος και των τοιχοσωμάτων και συγκεκριμένα από παράγοντες όπως η σύνθεση του κονιάματος και το είδος του τοιχοσώματος, καθώς επίσης από τη ροή ύδατος, τη συστολή των υλικών, το βαθμό και τη μεταβολή της ενυδάτωσης, το πορώδες, τη χημική συνεργασία και την εργασιμότητα. Εφελκυστικές περιοχές στους τοίχους των κατασκευών, δημιουργούνται είτε λόγω εκκεντρότητας των κατακόρυφων φορτίων εντός ή εκτός του επιπέδου τους, είτε λόγω της ύπαρξης οριζόντιων δυνάμεων εγκάρσιων στο επίπεδό τους (άνεμος, ωθήσεις γαιών ή σεισμός), καθώς επίσης και σε καμπτόμενα τμήματα όπως είναι τα ανώφλια. Από τα παραπάνω, προκύπτει ότι μεγαλύτερη σημασία για το σχεδιασμό των κατασκευών έχει ο προσδιορισμός της καμπτικής εφελκυστικής αντοχής και όχι της καθαρά εφελκυστικής αντοχής.

Η καμπτική εφελκυστική αντοχή συνήθως αναφέρεται ως προς τη διεύθυνση του εφελκυσμού, είτε κάθετα είτε παράλληλα στους αρμούς (Σχήμα 1.1)



Σχήμα 1.1 Επίπεδα αστοχίας τοιχοποιίας σε κάμψη (α) παράλληλα στους αρμούς ( $f_{sk1}$ ) και (β) κάθετα στους αρμούς ( $f_{sk2}$ ) (EN 1996, 2005)

Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν πειραματικά αποτελέσματα, οι χαρακτηριστικές καμπτικές αντοχές  $f_{xk1}$  και  $f_{xk2}$ , λαμβάνονται από τους Πίνακες 1.4 και 1.5, υπό την προϋπόθεση το κονίαμα λεπτής στρώσης και το ελαφροβαρές να είναι τουλάχιστον M5. Επίσης, οι τιμές της  $f_{xk1}$  αναφέρονται για τοιχοποιία ανεξαρτήτως του αν πληρούνται με κονίαμα οι κατακόρυφοι αρμοί και αυτές για την  $f_{xk2}$ , ισχύουν μόνο για τοιχοποιία με μη πληρωμένους τους κατακόρυφους αρμούς.

Ο Τάσιος (1986; Καραντώνη 2012) προτείνει όπως η καθαρά εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας εξαρτάται μόνο από τη θλιπτική αντοχή του κονιάματος

Πίνακας 1.4 Τιμές καμπτικής αντοχής για επίπεδο αστοχίας παράλληλα στους αρμούς κατά EC6 (EN1996, 2005) (Λάγιου, 2018)

Τοιχοσώματα	$f_{xk1}$ (N/mm <sup>2</sup> )			
	Κονίαμα γενικής χρήσης		Κονίαμα λεπτής στρώσης	Ελαφροβαρές κονίαμα
	$f_m < 5$ N/mm <sup>2</sup>	$f_m \geq 5$ N/mm <sup>2</sup>		
Αργιλικό	0.10	0.10	0.15	0.10
Ασβεστοπυριτικό	0.05	0.10	0.20	Δεν χρησ/ται
Τσιμεντόλιθος	0.05	0.10	0.20	Δεν χρησ/ται
Αυτόκλειστο κυψελωτό σκυρόδεμα	0.05	0.10	0.15	0.10
Βιομηχανική πέτρα	0.05	0.10	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται
Λαξεμένη φυσική πέτρα	0.05	0.10	0.15	Δεν χρησ/ται

Πίνακας 1.5 Τιμές καμπτικής αντοχής για επίπεδο αστοχίας κάθετα στους αρμούς κατά EC6 (EN1996, 2005) (Λάγιου, 2018)

Τοιχοσώματα	$f_{xk2}$ (N/mm <sup>2</sup> )			
	Κονίαμα γενικής χρήσης		Κονίαμα λεπτής στρώσης	Ελαφροβαρές κονίαμα
	$f_m < 5$ N/mm <sup>2</sup>	$f_m \geq 5$ N/mm <sup>2</sup>		
Αργιλικό	0.20	0.40	0.15	0.10
Ασβεστοπυριτικό	0.20	0.40	0.30	Δεν χρησ/ται
Τσιμεντόλιθος	0.20	0.40	0.30	Δεν χρησ/ται
Αυτόκλειστο κυψελωτό σκυρόδεμα	$\rho < 400$ kg/m <sup>3</sup>	0.20	0.40	0.20
	$\rho \geq 400$ kg/m <sup>3</sup>	0.20	0.40	0.30
Βιομηχανική πέτρα	0.20	0.40	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται
Λαξεμένη φυσική πέτρα	0.20	0.40	0.15	Δεν χρησ/ται

Η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας λαμβάνεται υπόψη στο σχεδιασμό, στην αποτίμηση και στον ανασχεδιασμό των δομημάτων, μόνο για την στάθμη επιτελεστικότητας «περιορισμός βλαβών».

### 1.4.3 Διατμητική αντοχή

Οι φέρουσες τοιχοποιίες, εκτός από τα κατακόρυφα φορτία που προκαλούν θλίψη και κάμψη, παραλαμβάνουν και τέμνουσες δυνάμεις. Καθαρή διάτμηση υπό πραγματικές συνθήκες δεν υπάρχει. Στο επίπεδο των αρμών συνυπάρχουν με τις διατμητικές ( $\tau$ ) και ορθές τάσεις ( $\sigma_n$ ) ακόμα και μόνο λόγω του ιδίου βάρους της τοιχοποιίας. Η συνύπαρξη τάσεων λόγω ορθών δυνάμεων, τεμνουσών και ροπών, μπορεί να οδηγήσουν σε αστοχία με τους παρακάτω τρόπους:

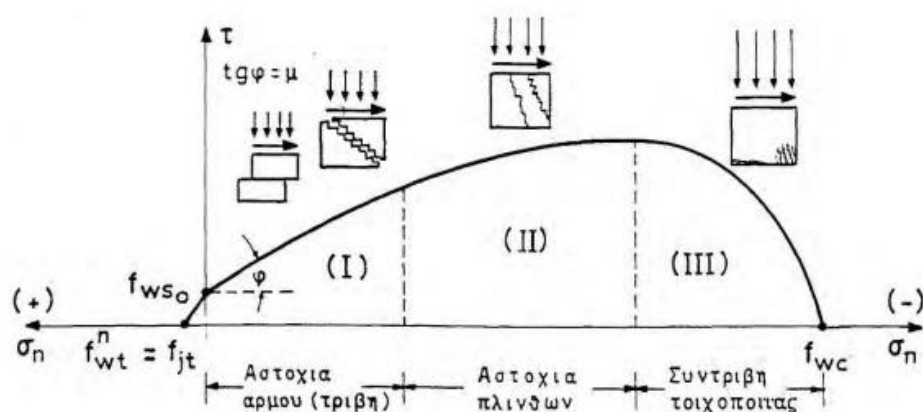
- διατμητική ολίσθηση μέσω των αρμών του κονιάματος
- διαγώνια εφελκυστική ρηγμάτωση
- θλιπτική αστοχία λόγω τέμνουσας

Στον EC6 συνιστάται η χαρακτηριστική διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας να προσδιορίζεται πειραματικά. Στην περίπτωση κατά την οποία αυτό δεν είναι εφικτό, τότε θεωρείται ότι η αστοχία επέρχεται είτε λόγω διατμητικής αστοχίας των αρμών και η διατμητική αντοχή μπορεί να υπολογιστεί θεωρώντας το γραμμικό κριτήριο αστοχίας Coulomb  $\tau_u = f_{ws} = f_{wso} + \mu \sigma_n$ , όπου η θλιπτική  $\sigma_n$  θεωρείται θετική, είτε λόγω υπέρβασης της εφελκυστικής αντοχής του τοιχοσώματος με διάδοση της ρωγμής μέσω του τοιχοσώματος, είτε λόγω υπέρβασης της συνάφειας τοιχοσώματος και κονιάματος, οπότε η ρηγμάτωση εκδηλώνεται με οριζόντια ολίσθηση κατά μήκος των αρμών.

Πολύ χρήσιμη για το σχεδιασμό υπό σεισμικά φορτία είναι η περιβάλλουσα αστοχίας τοιχοποιίας υπό συνδυασμό ( $\tau$ ,  $\sigma_n$ ) (Σχήμα 1.2). Από την τυπική αυτή καμπύλη παρατηρείται ότι χαμηλές τιμές  $\sigma_n$  (περιοχή I), οδηγούν σε αστοχία τριβής – ολίσθησης οριζόντιου αρμού (συνήθης μορφή αστοχίας τοίχων). Μέσες τιμές  $\sigma_n$  (περιοχή II) οδηγούν σε αστοχία από λοξή ρηγμάτωση που διαπερνά και πλίνθους, η οποία συνήθως εμφανίζεται σε πεσσούς μεταξύ ανοιγμάτων. Υψηλές τιμές  $\sigma_n$  (περιοχή III) οδηγούν σε αστοχία από συντριβή θλιβόμενης γωνίας, η οποία είναι αστοχία

καμπτικού τύπου που προηγείται της διατμητικής αστοχίας. Στην περιοχή εφελκυστικής ορθής τάσης ισχύει  $f_{wso} > f_{jt}$

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται τιμές του συντελεστή τριβής ( $\mu$ ) για το αρχικό, σχεδόν ευθύγραμμο, τμήμα της καμπύλης ( $\tau, \sigma_n$ ) που κυμαίνονται συνήθως από 0.4 έως 0.7. και το τμήμα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, διότι αντιστοιχεί στη συνήθη περιοχή των ορθών τάσεων λειτουργίας της τοιχοποιίας (Ιγνατάκης και Στυλιανίδης, 2009).



Σχήμα 1.2 Τυπική μορφή καμπύλης αστοχίας ( $\tau, \sigma_n$ ) (Ιγνατάκης και Στυλιανίδης, 2009)

Για τον προσδιορισμό της διατμητικής αντοχής, όταν τα τοιχοσώματα συνδέονται με κονίαμα γενικής εφαρμογής ή κονίαμα λεπτής στρώσης πάχους μικρότερου από 3mm), ισχύει η εξίσωση 1.10

$$f_{wk} = f_{vko} + 0.40\sigma_d \leq \min(0.65f_b \text{ ή } f_{vlt}) \quad (1.10)$$

όπου,

$f_{vko}$  η διατμητική αντοχή υπό μηδενικές κατακόρυφες τάσεις η οποία λαμβάνεται πειραματικά είτε από τον Πίνακα 1.6.

$\sigma_d$  η ορθή τάση σχεδιασμού στο σημείο ελέγχου για το συνδυασμό των φορτίων σχεδιασμού.

$f_b$  η ανοιγμένη θλιπτική αντοχή των τοιχοσωμάτων για διεύθυνση εφαρμογής του φορτίου κάθετα στην έδρα τους.

$f_{vlt}$  η οριακή τιμή της διατμητικής αντοχής.

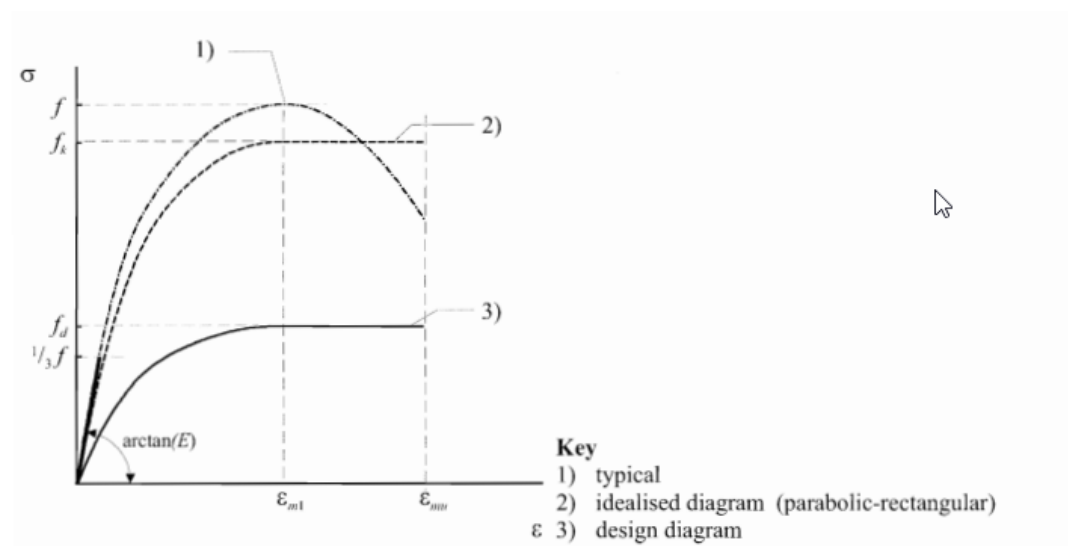
Από όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι η διατμητική αντοχή αυξάνεται με την αύξηση της θλιπτικής τάσης και η αύξηση αυτή ισχύει μέχρι επίπεδο τάσεων 40% της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας (Καραντώνη, 2012).

#### 1.4.4 Μέτρο ελαστικότητας και μέτρο διάτμησης

Το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των συνιστώντων υλικών, από το μέγεθος των λιθοσωμάτων και το πάχος των αρμών κονιάματος, καθώς και από την στάθμη της θλιπτικής τάσεως στην τοιχοποιία. Ο EC6 προτείνει τον πειραματικό προσδιορισμό της καμπύλης τάσεων παραμορφώσεων κατά το πρότυπο EN 1052-1 και καθορισμό του βραχυχρόνιου τέμνοντος μέτρου ελαστικότητας για τάση  $1/3f$  (Σχήμα 1.3). Γενικά συνιστάται να παραλείπεται το πρώτο 5% της καμπύλης καθότι επηρεάζεται έντονα από τον τρόπο επιβολής του φορτίου και τις τοπικές συνθήκες (Καραντώνη, 2012). Σε περίπτωση απουσίας πειραματικών αποτελεσμάτων, για το σχεδιασμό των κατασκευών προτείνεται η εξίσωση (1.11)

$$E = 1000f_{wk} \quad (1.11)$$

Όπου  $f_{wk}$  η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας.



Σχήμα 1.3 Σχέση τάσεων – παραμορφώσεων τοιχοποιίας σε θλίψη (EN 1996, 2005)

Για το μακροχρόνιο τέμνον μέτρο ελαστικότητας, λαμβάνεται υπόψη το φαινόμενο του ερπυσμού και ο υπολογισμός του λαμβάνεται από την εξίσωση (1.12) :

$$E_{μακρ.} = \frac{E}{1+\phi_{\infty}} \quad (1.12)$$

όπου

$E$  το βραχυχρόνιο μέτρο ελαστικότητας

$\phi_{\infty}$  ο τελικός ερπυστικός συντελεστής που δίδεται στον Πίνακα 1.6

Ωστόσο, το μακροχρόνιο μέτρο ελαστικότητας δεν λαμβάνεται υπόψη στα συνήθη κτίρια

Πίνακας 1.6 Συντελεστές ερπυσμού  $\Phi$  και θερμικής διαστολής και συστολής ξήρανσης κατά EC6 (EN1996, 2005) (Λάγιου, 2018)

Τύπος τοιχοσώματος	Τελικός συντελεστής ερπυσμού $\phi_{\infty}$	Τελική συστολή ή διαστολή ξήρανσης $mm/m$	Συντελεστής θερμικής διαστολής $a \times 10^{-6}/K$
Αργιλικό	0.5 έως 1.5	-0.2 έως +1.0	4 έως 8
Ασβεστοπυριτικό	1.0 έως 2.0	-0.4 έως -0.1	7 έως 11
Τσιμεντόλιθος και Βιομηχανικός λίθος	1.0 έως 2.0	-0.6 έως -0.1	6 έως 12
Ελαφροσκυρόδεμα	1.0 έως 3.0	-1.0 έως -0.2	6 έως 12
Αυτόκλειστο κυψελωτό σκυρόδεμα	0.5 έως 1.5	-0.4 έως +0.2	7 έως 9
Φυσικοί λίθοι	Μαγματικοί	Τιμές πρακτικά πολύ χαμηλές	5 έως 9
	Ιζηματογενείς		2 έως 7
	Μεταμορφωσιγενείς		1 έως 18

Κατά τον ΚΑΔΕΤ, το τέμνον μέτρο ελαστικότητας το οποίο αντιστοιχεί σε επιβαλλόμενη θλιπτική τάση ίση με το 30% της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας κυμαίνεται από  $300f_c$  έως  $1200f_c$ . Οι μεγαλύτερες τιμές του πολλαπλασιαστή της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας αντιστοιχούν σε μικρότερες τιμές της θλιπτικής αντοχής. Ενδεικτικώς μπορεί να εφαρμόζεται η εμπειρική σχέση:

$$E_{wc} \approx 1300 (1 - f_{wc} / 5) f_{wc} \mp 140 f_{wc}^2 [MPa] \quad (\Sigma 6.5)$$

για  $1 \text{ MPa} < f_{wc} < 3 \text{ MPa}$

Το μέτρο διάτμησης υπολογίζεται από την εξίσωση (1.13)

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (1.13)$$

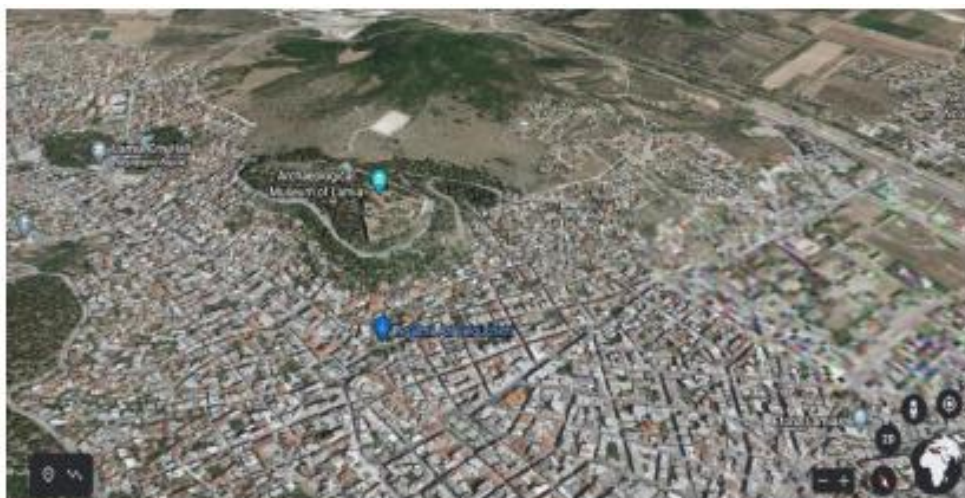
για συντελεστή Poisson  $\nu = 0.12-0.35$  και σύμφωνα με τον EC6, το μέτρο διάτμησης  $G$ , μπορεί να λαμβάνεται ως ποσοστό του 40% του μέτρου ελαστικότητας  $E$ .

## Κεφάλαιο 2

### ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ

#### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το κτίριο το οποίο θα μελετηθεί με την παρούσα εργασία βρίσκεται στην πόλη της Λαμίας. Η Λαμία (αναφερόμενη από τον 8ο μέχρι το 19ο αιώνα με την ονομασία Ζητούνι) είναι πόλη και πρωτεύουσα της Περιφερειακής Ενότητας Φθιώτιδας. Η Λαμία βρίσκεται στις πλαγιές του όρους Όθρυς, κοντά στον ποταμό Σπερχειό. Αποτελεί κέντρο εύφορης αγροτικής και κτηνοτροφικής περιοχής. Με την εφαρμογή, την 1η Ιανουαρίου του 2011, του αυτοδιοικητικού Προγράμματος «Καλλικράτης», η Λαμία παρέμεινε ως έδρα του διευρυμένου Δήμου Λαμιέων, ο οποίος έχει πληθυσμό 66.472 κατοίκους (επίσημη απογραφή 2021). Επίσης, παρέμεινε έδρα της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, συσσωρεύοντας όλες τις προβλεπόμενες υπηρεσίες.



Σχήμα 2.1 Δορυφορική εικόνα της πόλης (google earth)

Τη σημερινή της θέση κατείχε από αρχαιότατους χρόνους, από την εποχή του Χαλκού, δηλαδή από το τέλος της 3ης χιλιετίας π.Χ., όπως προκύπτει από ευρήματα εντός της περιοχής του Κάστρου. Αντίθετα, στις πλαγιές του και στα πεδινά γύρω από αυτό υπάρχουν ευρήματα της γεωμετρικής περιόδου, ήτοι του 9ου αι. π.Χ. Στο όριο του παλιού σχεδίου πόλης ανθρώπινη δραστηριότητα εντοπίζεται από τον 5ο αι. π.Χ..

Ο χρόνος ίδρυσης της πόλης κατά τους ιστορικούς χρόνους δεν είναι γνωστός με ακρίβεια, αλλά η ονομασία «Λαμία» αναφέρεται για πρώτη φορά μετά το 426 π.Χ.,



όταν καταστράφηκε από σεισμό (Στράβων Α.60). Πριν το 867μ.Χ., το όνομα της πόλης άλλαξε και έγινε «Ζητούνι». Οι Μαλιείς ανέδειξαν την πόλη σε αστικό κέντρο για λόγους στρατιωτικούς επειδή τότε οι Σπαρτιάτες έχτισαν την Ηράκλεια στη θέση της παλιάς Τραχίνας. Κατά την ανέγερση οικοδομών και δημοσίων έργων έχουν αποκαλυφθεί τμήματα του κάτω τείχους και διάφορα οικοδομήματα της αρχαίας πόλης, εκτός των τειχών έχουν εντοπιστεί τρία νεκροταφεία και τμήματα της παλαιόστρας. (Κακανά 2018)

Στη διάρκεια της Ελληνικής Επανάστασης υπήρξε ορμητήριο των Τούρκων πασάδων ενάντια στους Έλληνες αγωνιστές των γύρω περιοχών. Οι μωαμεθανοί κατοικούσαν μέσα στην Ακρόπολη και στην Κάτω πόλη, ενώ οι χριστιανοί κατοικούσαν στις πλαγιές του λόφου της Ακρόπολης. Η προσάρτησή της πόλης στο νεοσύστατο Ελληνικό κράτος έγινε αναίμακτα μέσω διπλωματικής οδού στα 1832, μετά την δολοφονία του Καποδίστρια

## **2.2 Ο ΝΕΟΚΛΑΣΙΚΙΣΜΟΣ ΣΤΗ ΛΑΜΙΑ**

### **2.2.1 Χρονικό Πλαίσιο**

Ο Νεοκλασικισμός κάνει την εμφάνισή του στη Λαμία μετά το έτος 1850. Στοιχείο χρονικής απόδειξης αποτελεί η λαξευμένη επιγραφή στο υπέρθυρο αυλόπορτας του κτιρίου Γ. Πλατή στην οδό Δυοβουνιώτου και Αχιλλέως (σημερινό δημοτικό ωδείο) «1860 20 Μάρτη». Τα περισσότερα και σπουδαιότερα νεοκλασικά κτίρια κτίστηκαν γύρω στα 1900. Τα τελευταία κτίσματα του ρυθμού χρονολογούνται περί το 1930.

### **2.2.2 Κατανομή των νεοκλασικών κτιρίων στην πόλη**

Οι χώροι που καταλάμβαναν οι οικοδομές εκείνης της εποχής, κάλυπταν το κέντρο της πόλης που αποτελούνταν από τις τέσσερις πλατείες καθώς και τον χώρο γύρω από αυτές. Από το γεγονός αυτό προκύπτει ότι υπήρχε προτίμηση των ιδιοκτητών για την περιοχή του κέντρου, που προσφέρονταν για κοινωνικές και οικονομικές επαφές. Επιπρόσθετα, η περιοχή του κέντρου ήταν πλεονεκτικότερη από πλευράς

έργων υποδομής (φωτισμός – ύδρευση) και παρείχε την απαραίτητη προστασία από τους ληστές που μάστιζαν την ύπαιθρο μέχρι το 1900. Επίσης, η περιοχή του κέντρου απείχε από τις εστίες ελονοσίας που υπήρχαν στον γύρω κάμπο, που οφείλονταν παλαιότερα στα κοντινά έλη και αργότερα στους ορυζώνες

### **2.2.3 Η κοινωνική ομάδα των ιδιοκτητών**

Οι ιδιοκτήτες των νεοκλασικών κτιρίων κατάγονταν από την γύρω αγροτική περιοχή, όπου διατηρούσαν μεγάλη κτηματική περιουσία, που τους έδωσε την δυνατότητα να μορφώσουν τα παιδιά τους, με αποτέλεσμα να ανέβουν και οι ίδιοι κοινωνικά. Διατηρούσαν τα κτήματά τους που τα επόπτευαν επιστάτες και οι ίδιοι διέμεναν στη Λαμία. Άλλη κατηγορία ιδιοκτητών ήταν ομογενείς από το εξωτερικό (Β. Ήπειρο κ.λ.π.), οι οποίοι αγόρασαν μεγάλες εκτάσεις γης (Τσιφλίκια) από τους Τούρκους που αποχωρούσαν και για λόγους ασφάλειας έκτισαν τα σπίτια τους στη Λαμία.

Η νέα αρχιτεκτονική βρήκε απήχηση πρώτα στους οικονομικά ισχυρούς της πόλης, που επιδίωκαν να συνδυάσουν την κοινωνική και την οικονομική ευμάρεια με το κτίσιμο αξιόλογων κατοικιών, εδραιώνοντας έτσι την θέση τους ως αστοί, σύμφωνα με τη νέα τάξη πραγμάτων, όπως αυτή διαμορφώθηκε μετά την επανάσταση. Σε ότι αφορά στις ασθενέστερες οικονομικά τάξεις, οι οποίοι δεν είχαν τη δυνατότητα κατασκευής νέων κατοικιών, γινόταν ανακαίνιση των ήδη υφιστάμενων σύμφωνα με τη νέα τάση της εποχής, διατηρώντας εσωτερικά το λαϊκό τους χαρακτήρα και κοσμώντας τις όψεις με νεοκλασικά στοιχεία.

### **2.2.4 Η προέλευση των υλικών**

Η πέτρα, το κύριο δομικό υλικό των κατασκευών πελεκιζόταν και μορφοποιούνταν στα νταμάρια της Λαμίας. Τα τούβλα για τις εσωτερικές διαιρέσεις και τα βυζαντινά κεραμίδια ερχόταν από τη Σκιάθο. Τα ακροκέραμα αγοράζονταν από το Βόλο. Τα κουφώματα από Σουηδική και Ρουμάνικη ξυλεία, γίνονταν από ντόπιους μαραγκούς. Τα μαρμάρια φουρούσια μεταφέρονταν έτοιμα από την Αθήνα. Η κορνίζα της στέγης γινόταν από πλάκες Πηλίου. Όσο για την άμμο των συνδετικών κονιαμάτων

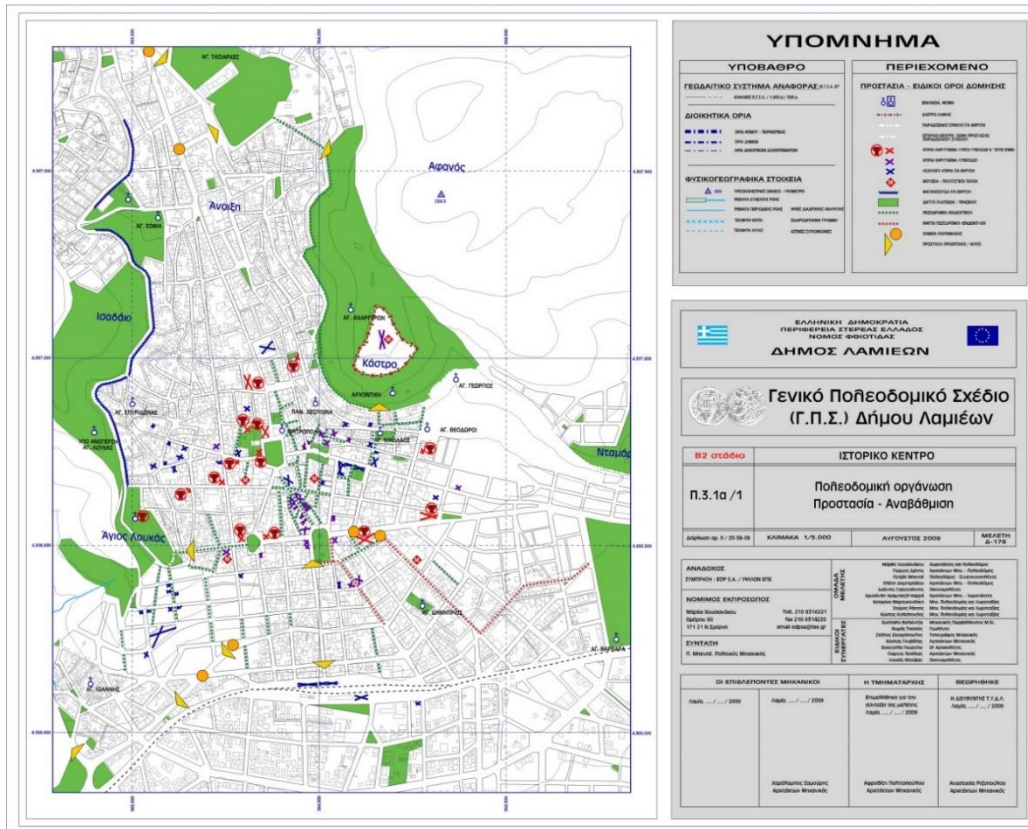
και των επιχρισμάτων, αυτή προέρχονταν από τον γειτονικό χείμαρρο «Ξηριά» ή τον Σπερχειό ποταμό. (Καντάς κ.α., 1986)



Σχήμα 2.2 Η Λαμία το 1902 (Γιωτόπουλος κ.α., 1976)

### 2.3 Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το μελετώμενο κτίριο βρίσκεται εντός του ιστορικού κέντρου της πόλης, το οποίο οριοθετήθηκε με το ΓΠΣ του 2012, με την κήρυξή του ως παραδοσιακό σύνολο κατά το άρθρο 4 του ΓΟΚ.(Σχήμα 2.3).

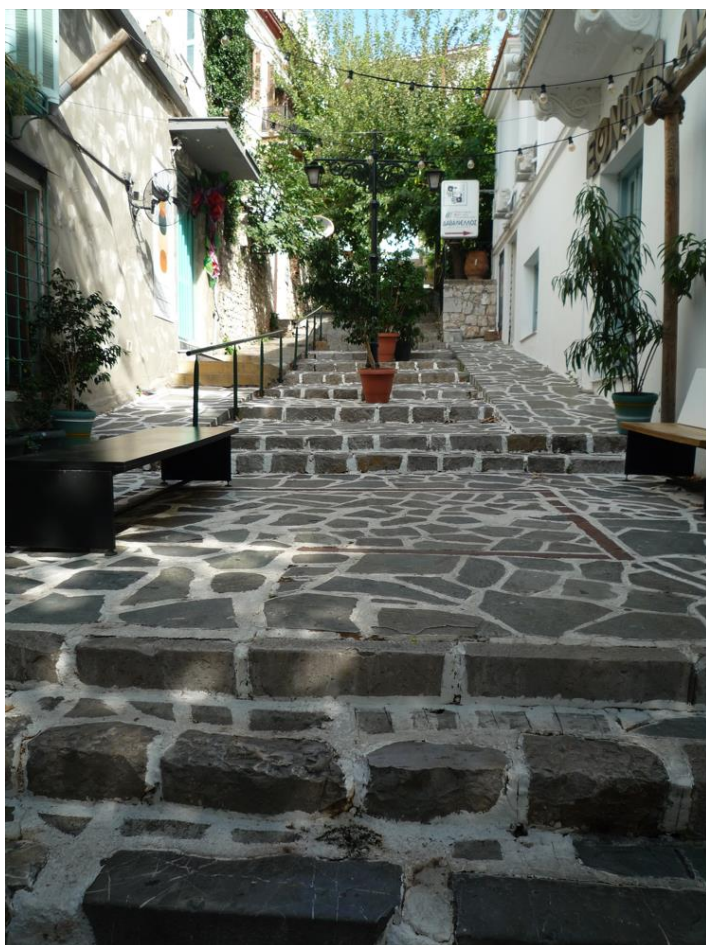


Σχήμα 2.3 Οριοθέτηση ιστορικού κέντρου Γ.Π.Σ.2012 (Υ.ΔΟΜ Λαμίας)



Κτίριο μελέτης

Σχήμα 2.4 Χάρτης με επισήμανση της θέσης του κτιρίου στον πολεοδομικό ιστό (google earth)



Σχήμα 2.6 Πεζόδρομος Αριστοτέλους και διατηρητέο απέναντι από το κτίριο μελέτης



Σχήμα 2.5 Διατηρητέο στον πεζόδρομο



Σχήμα 2.7 Πλατεία Λαού

Όλα τα παραπάνω κτίρια, όπως και το κτίριο μελέτης βρίσκονται πλησίον της πλατείας Λαού (Σχήμα 2.7), η οποία βρίσκεται στην καρδιά της πόλης και είναι από τις παλαιότερες πλατείες της και κατοικούνταν από αρχαιοτάτων χρόνων. Η ευρύτερη περιοχή της πλατείας Λαού συγκεντρώνει σημαντικά σύνολα, όπως διατηρητέα κτίρια, πολιτιστικές και εμπορικές λειτουργίες, ενώ πλησίον αυτής βρίσκεται το κενοτάφιο του Αθανασίου Διάκου και το Λαογραφικό μουσείο.

Η θέση του κτιρίου που μελετάται σε σχέση με το πολεοδομικό περιβάλλον, επίσης αποτυπώνεται με κίτρινο χρώμα στο απόσπασμα του σχεδίου πόλης της Λαμίας που αφορά στη συγκεκριμένη ευρύτερη περιοχή (Σχήμα 2.8).



Σχήμα 2.8 Θέση κτιρίου στο πολεοδομικό περιβάλλον (Υ.ΔΟΜ Λαμίας)

## 2.4 ΕΙΔΙΚΟ ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Το νεοκλασικό κτίριο που μελετάται με την παρούσα, έχει κηρυχθεί διατηρητέο μνημείο δυνάμει της υπ' αριθμ. 39843/3799/23-5-1988 (ΦΕΚ 529/Δ/27-7-1988) Απόφασης του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

5619



# ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΑΘΗΝΑ 27 ΙΟΥΛΙΟΥ 1988	ΤΕΥΧΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ 529
--------------------------	----------------	-----------------------

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

#### ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

Έγκριση πολεοδομικής μελέτης της περιοχής δεύτερης κατοικίας «Άγιος Κωνσταντίνος» της κοινότητας Νέων Παλατιών (Ν. Αττικής). . . . . 1

#### ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Χαρακτηρισμός ως διατηρητέου του κτιρίου που βρίσκεται επί των οδών Ηοσία και Αριστοτέλους 3 στην πόλη της Λαμίας φερομένου ως ιδιοκτησία Βασιλικής Α. Παπαγιάννη και καθορισμός ειδικών όρων και περιορισμών δόμησης. . . . . 2

#### ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ

Ανακοίνωση παρακατάθεσης συμπληρωματικής αποζημίωσης από αναγκαστική απαλλοτρίωση ρυμοτομικών ιδιοκτησιών για τη δημιουργία κοινωχρήστου χώρου στη Θήβα. . . . . 3

Εξομοίωση για παρακατάθεση αποζημίωσης των φερομένων ως ιδιοκτησιών για την αποζημίωση ρυμοτομικών κτισμάτων στην οδό Παρασκευοκόλλου στο Δήμο Νικαίας. . . . . 4

Παρακατάθεση αποζημίωσης για απαλλοτρίωση ρυμοτομικών ιδιοκτησιών και προσκίρυνση τμημάτων στην Τρίπολη στο Ο.Τ. 34 προς διάνοξη της περιφερειακής οδού Τρίπολης και προσκίρυνση αυτών (εδειακίων τμημάτων) στην ιδιοκτησία κληρονόμων Παναγιώτου Παπαϊωάννου. . . . . 5

#### ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ΑΡΙΘ. (1)

Έγκριση πολεοδομικής μελέτης της περιοχής δεύτερης κατοικίας «Άγιος Κωνσταντίνος» της κοινότητας Νέων Παλατιών (Ν. Αττικής).

#### Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του από 16.8.1985 Π.Δ/τος «Πολεοδόμηση περιοχών δεύτερης κατοικίας μέσα στις ΖΟΕ και σχετικές ρυθμίσεις» (ΦΕΚ 416/Δ) και ειδικότερα τα άρθρα 1,2 (παρ. 1α,2), 4 και 5 αυτού.
2. Τις διατάξεις του από 20.8.1985 Π.Δ/τος «Καθορισμός εντός της ΖΟΕ Αττικής περιοχών για δεύτερη κατοικία» (ΦΕΚ 456/Δ).
3. Τις διατάξεις του Ν. 1337/1983 «Επίκαιση των πολεοδομικών σχεδίων, οικιστική ανάπτυξη και σχετικές ρυθμίσεις» (ΦΕΚ 33/Α) και ειδικότερα τα άρθρα 7 (παρ. 1) και 42 (παρ. 4).
4. Τις διατάξεις του Ν. Δ/τος της 17.7.1923 «Περί σχεδίων πόλεων

κλπ» όπως μεταγενέστερα τροποποιήθηκαν και συμπληρώθηκαν και ειδικότερα το άρθρο 3.

5. Τις διατάξεις του Ν. 1577/1985 «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (ΦΕΚ 210/Α) και ειδικότερα τα άρθρα 6 (παρ. 1), 7,8 και 9 όπως τροποποιήθηκαν με το άρθρο 13 του Ν. 1647/1986 «Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδας (ΟΚΧΕ) και άλλες σχετικές διατάξεις» (ΦΕΚ 141/Α).

6. Τις διατάξεις του Ν. 1558/1985 «Κυβέρνηση και Κυβερνητικά Όργανα» (ΦΕΚ 137/Α) και ειδικότερα το άρθρο 23 παράγραφος 1.

7. Την υπ' αριθ. Υ. 1291/1987 απόφαση του Πρωθυπουργού «Σύσταση θέσης Αναπληρωτή Υπουργού στα Υπουργεία Εξωτερικών, Εθνικής Άμυνας, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Μεταφορών και Επικοινωνιών και Υφυπουργού στο Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας» (ΦΕΚ 526/Β).

8. Την υπ' αριθ. Υ. 1436/1987 απόφαση του Πρωθυπουργού «Καθόρισμός αρμοδιοτήτων του Αναπληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Μανόλη Παπαστεφανίδη» (ΦΕΚ 549/Β).

9. Την υπ' αριθ. 74618/3733/1987 απόφαση του Αναπληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων «Σύνταξη και έγκριση πολεοδομικής μελέτης της περιοχής δεύτερης κατοικίας «Άγιος Κωνσταντίνος» της κοινότητας Νέων Παλατιών (Ν. Αττικής)».

10. Τις υπ' αριθ. 45/1986, 61/1986, 50/1987 και 63/1987 γνωμοδοτήσεις του κοινοτικού συμβουλίου Νέων Παλατιών.

11. Την υπ' αριθ. 3/συν. 39η/7.10.87 γνωμοδότηση του Συμβουλίου Χωροταξίας, Οικισμού και Περιβάλλοντος, Νομαρχίας Ανατολικής Αττικής.

12. Τις απ' αριθ. 17/1988 και 161/1988 γνωμοδοτήσεις του Συμβουλίου της Επικρατείας, με πρόταση του Αναπληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, αποφασίζουμε:

Άρθρο 1.

Εγκρίνεται το πολεοδομικό σχέδιο της διαμορφωμένης περιοχής «Άγιος Κωνσταντίνος» της κοινότητας Νέων Παλατιών (Ν. Αττικής) της οποίας η χρήση για δεύτερη κατοικία έχει ήδη προσδιοριστεί με το από 20.8.1985 Π. Δ/γμα (ΦΕΚ 456/Δ) με τον καθορισμό οικοδομησίμων χώρων, οδών, πεζοδρόμων, κοινωχρήστων χώρων, κοινωχρήστων πρασίνων, χώρων παιδικής χαράς, πλατείας, στάθμευσης αυτοκινήτων, χώρου πολιτιστικού κέντρου, κοινωνικής πρόνοιας, αθλητικών εγκαταστάσεων, όπως οι ρυθμίσεις αυτές φαίνονται στα σχετικά τεύχη (4) πρωτότυπα διαγράμματα σε κλίμακα 1:1000 που θεωρήθη-

**ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ**

Αριθ. ΟΙΚ. 39843/3799

(2)

Χαρακτηρισμός ως διατηρητέου του κτιρίου που βρίσκεται επί των οδών Ηοσία και Αριστοτέλους 3 στην πόλη της Λαμίας φερόμένου ως ιδιοκτησία Βασιλικής Α. Παπαγιάννη και καθορισμός ειδικών όρων και περιορισμών δόμησης.

**Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜ. ΕΡΓΩΝ**

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του Ν. 1577/1985 (ΦΕΚ 210/Α/85) και ειδικότερα τα άρθρα 3 και 4 (παρ. 2).
2. Την υπ' αριθ. 75724/1151/30.12.1983 κοινή απόφαση των Υπουργών Προεδρίας Κυβερνήσεως και Χωροταξίας, Οικισμού και Περιβάλλοντος (ΦΕΚ 767/Β/83) και ειδικότερα το άρθρο 5, όπως τροποποιήθηκε με την υπ' αριθ. 28112/356/17.4.1985 όμοια απόφαση (ΦΕΚ 205/Β/85).
3. Την από 31252/1530/20.5.1987 κοινή απόφαση των Υπουργών Προεδρίας της Κυβερνήσεως, Εσωτερικών και Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΦΕΚ 482/Δ/87).
4. Την υπ' αρ. Υ 1291/1987 Απόφαση του Πρωθυπουργού «σύσταση θέσης ανακληρωτή Υπουργού στα Υπουργεία Εξωτερικών, Εθνικής Άμυνας, Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, κ.λ.π.» (ΦΕΚ 526/Β).
5. Την υπ' αρ. Υ 1436/15.10.87 Απόφαση του Πρωθυπουργού «καθορισμός αρμοδιοτήτων του Ανακληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων Μανώλη Παπαστεφανάκου» (549/Β).
6. Τις διατάξεις του άρθρου 22 παρ. 7 του Ν. 1735/1987 (ΦΕΚ 195/Α).
7. Τις διατάξεις της υπ' αρ. 15883/1903/Β.2.88 κοινής απόφασης του Υπουργού Προεδρίας της Κυβερνήσεως και του Ανακληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων.
8. Την από 29.4.87 αιτιολογητή έκθεση της Δ/νσης Παραδοσιακών Οικισμών και Περιβάλλοντος (Γ7).
9. Την από 8.10.87 ένσταση της Βασιλικής Α. Παπαγιάννη (αρ. πρωτ. ΥΠΕΧΩΔΕ 68556/5065/ 26.10.87), αποφασίζουμε:

1. Χαρακτηρίζεται ως διατηρητέο το κτίριο που βρίσκεται επί των οδών Ηοσία και Αριστοτέλους 3 στην πόλη της Λαμίας φερόμενο ως ιδιοκτησία Βασιλικής Α. Παπαγιάννη όπως φαίνεται σημειωμένο στο σχετικό πρωτότυπο τοπογραφικό διάγραμμα σε κλίμακα 1:1000 που θεωρήθηκε από τον Προϊστάμενο της Δ/νσης Τοπογραφικών Εφαρμογών με την υπ' αρ. 39843/1988 πράξη του, ακριβώς αντίγραφο του οποίου αναρτάται στην Δ/νση Τοπογραφικών Εφαρμογών επί δέκα πέντε (15) ημέρες από την επομένη της δημοσίευσής της παρούσας απόφασης στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως γιατί πρόκειται για αξιόλογο κτίριο με ιδιαίτερο αρχιτεκτονικό και μορφολογικό χαρακτήρα.

2. Στο χαρακτηριζόμενο ως διατηρητέο κτίριο απαγορεύεται κάθε αφαίρεση, αλλοίωση ή καταστροφή των επί μέρους αρχιτεκτονικών και δοκομηχανικών στοιχείων του.

3. Επιτρέπεται η επισκευή, ο εκσυγχρονισμός των εγκαταστάσεων, η ενίσχυση του φέροντα οργανισμού, η επιστηρική διαρρύθμιση, καθώς και επεμβάσεις για λόγους λειτουργικούς εφόσον δεν αλλοιώνεται ο γενικός αρχιτεκτονικός χαρακτήρας του και δεν θίγονται τα διατηρητέα στοιχεία του.

4. Δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση φωτεινών ή μη ή μη επιγραφών και διαφημίσεων στο διατηρητέο κτίριο. Επιτρέπεται μόνο η τοποθέτηση επιγραφών περιορισμένων διαστάσεων που πληροφορούν για τυχόν χρήση των χώρων του κτιρίου.

5. Για οποιαδήποτε επέμβαση στο εξωτερικό και εσωτερικό του διατηρητέου κτιρίου και στον περιβάλλοντα χώρο του, καθώς και για την τοποθέτηση επιγραφών, απαιτείται η έγκριση της Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (ΕΠΠΕ).

8. Η ισχύς της παρούσας απόφασης αρχίζει από τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 23 Μαΐου 1988

Ο ΑΝΑΓΛΩΡΟΤΗΣ ΥΠΟΥΡΓΟΣ  
**ΜΑΝΩΛΗΣ ΠΑΠΑΣΤΕΦΑΝΑΚΗΣ**

**ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ**

(3)

Ανακοίνωση παρακατάθεσης συμπληρωματικής αποζημίωσης από αναγκαστική απαλλοτρίωση ρημοτομειμένων ιδιοκτησιών για τη δημιουργία κοινόχρηστου χώρου στη Θήβα.

**Ο ΔΗΜΑΡΧΟΣ ΘΗΒΑΙΩΝ**

1. Σύμφωνα με τις διατάξεις των άρθρων 7 και 8 του 797/71 Ν. Δ/τος «Περί αναγκαστικών απαλ/σεων και του 653/77 Ν. Δ/τος καθώς και της 237/18.188 αρχικής ανακοίνωσης παρακατάθεσης πληροφορούμε όλους όσους:

α) Έχουν δικαιώματα κυριότητας ή άλλα εμπράγματα δικαιώματα στα ακίνητα που απαλλοτριώθηκαν σε εφαρμογή του από 21.11.79 Π.Δ. που δημοσιεύτηκε στο 718/Δ/27.12.79 ΦΕΚ για τη δημιουργία κοινόχρηστου χώρου στη Θήβα (Ο.Τ. 284).

β) με οποιοδήποτε τρόπο διεκδικούν τα απαλλοτριωθέντα ακίνητα, ότι η συμπληρωματική αποζημίωση που καθόρισε το Ερετήριο Αθηνών με την 2215/87 απόφασή του, έχει κατατεθεί στο Τ.Π.Κ.Δ. και έχει εκδοθεί το 922219/2.6.88 γραμμάτιο συστάσεως παρακαταθήκης ποσού δραχμών (1.571.000) ένα εκατομμύριο πεντακόσιες εβδομήντα μια χιλιάδες, συνήχεια του 900449/ 8.1.88 γραμματίου συστάσεως παρακαταθήκης.

2. Η αποζημίωση αυτή είναι αποδοτέα στους δικαιούχους που θα αναγνωρισθούν σύμφωνα με το Νόμο.  
Η ανακοίνωση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Θήβα, 16 Ιουνίου 1988

Ο Δήμαρχος  
**Κ. ΚΟΥΡΚΟΥΤΗΣ**

(4)

Ειδοποίηση για παρακατάθεση αποζημίωσης των φερομένων ως ιδιοκτητών για την αποζημίωση ρημοτομειμένων κτιρίων στην οδό Παρασκευοπούλου στο Δήμο Νικαίας.

**ΔΗΜΟΣ ΝΙΚΑΙΑΣ**

Ο Δήμος Νικαίας ειδοποιεί ότι σύμφωνα με την με αριθμ. 117/76 απόφαση του Δήμ. Συμβουλίου Νικαίας που εγκρίθηκε με την αριθμ. 17753/76 όμοια Νομάρχη Πειραιά, εγκρίθηκε στην οδό Παρασκευοπούλου στο Δήμο Νικαίας, κατάθεσι στο Ταμείο Παρακαταθηκών και Δανείων υπέρ των φερομένων ιδιοκτητών την αποζημίωση που καθορίστηκε με την αριθμ. 5/87 απόφαση του Μονομελούς Πρωτοδικείου Πειραιώς και εκδόθηκε το αριθμ. 928324/88 γραμμάτιο συστάσεως παρακαταθήκης, για το ποσό των 6.964.198 δρχ.

Ο Δήμαρχος  
**ΣΤΥΛ. ΛΟΓΟΘΕΤΗΣ**

(5)

Παρακατάθεση αποζημίωσης για απαλλοτρίωση ρημοτομειμένων ιδιοκτησιών και προκύρωση τμημάτων στην Τρίπολη στο Ο.Τ. 34 προς δόνηση της περιφερειακής οδού Τριπόλεως και προκύρωση αυτών (εδαιρικών τμημάτων) στην ιδιοκτησία κληρονομών Παναγιώτου Παπαϊωάννου.

Δυνάμει των υπ' αριθμούς 14874, 14875 και 14876 της 1ης Ιουνίου 1988 έτους γραμματίου συστάσεως παρακαταθήκης του Ταμείου



## 2.5 ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΧΡΗΣΕΩΝ - ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ

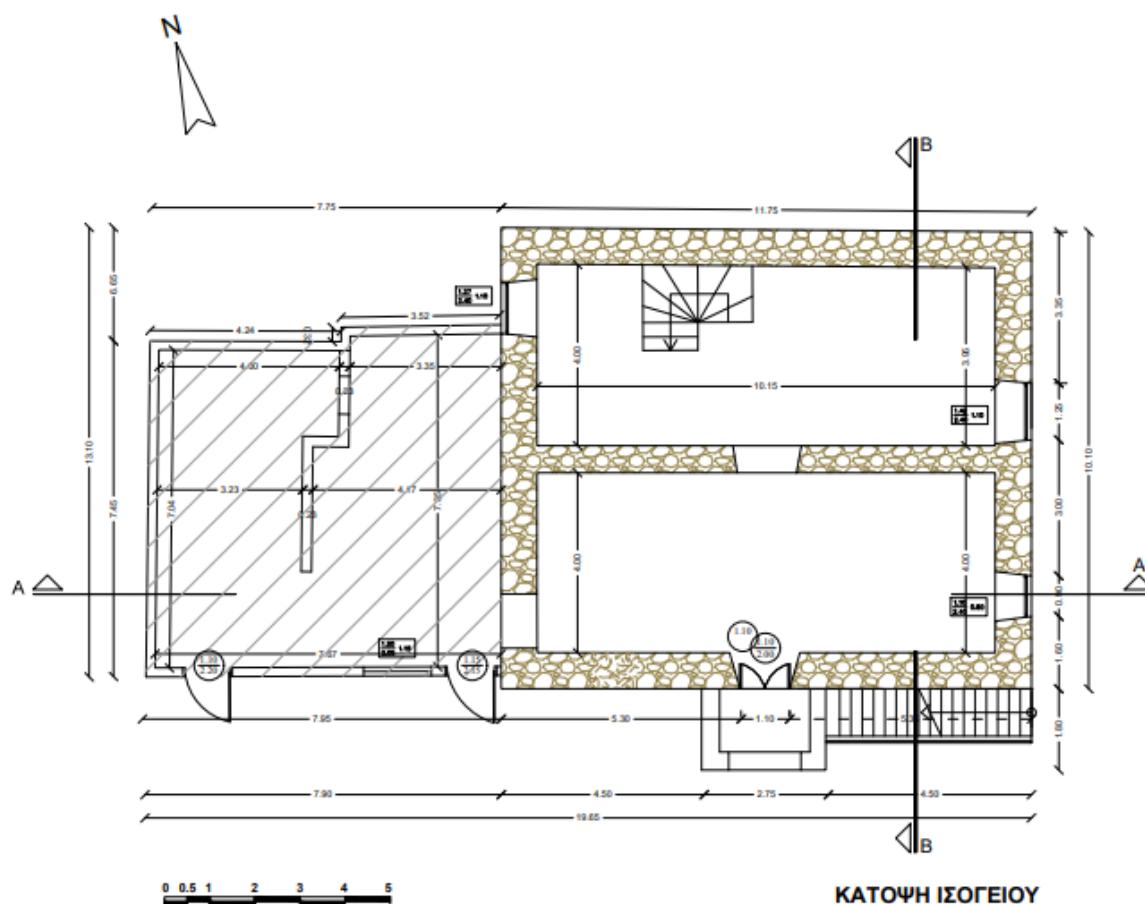
Το κτίριο αποτελούσε την κατοικία εύπορης αστικής οικογένειας. Έχει κατασκευαστεί το έτος 1880 «Καντάς κ.α 1986», εκείνη την περίοδο ήταν ιδιοκτησίας κληρονόμων Σπηλιώτη. Το έτος 2017 περιήλθε στην ιδιοκτησία του Δήμου Λαμιέων.

Αρχικά το κτίριο ήταν αρχοντικό της εποχής του και είχε χρήση κατοικίας. Η χαμηλότερη στάθμη του κτιρίου είναι ισόγεια από την είσοδο του αύλειου χώρου (νότια όψη) και λόγω της υψομετρικής διαφοράς του οικοπέδου, η βόρεια πλευρά του είναι υπόγεια. Ο χώρος στη στάθμη του ισογείου, λόγω της μορφής του, εικάζεται ότι χρησιμοποιούνταν ως βοηθητικός χώρος. Η διημέρευση των ανθρώπων προφανώς γινόταν στον Α' όροφο, ενώ αντίστοιχα η διανυκτέρευση γινόταν στον υπερκείμενο Β' όροφο. Στα τέλη του 1990, το κτίριο άλλαξε χρήση από κατοικία σε εστιατόριο, το οποίο λειτούργησε για 10 περίπου έτη. Μεταγενέστερα το κτίριο εγκαταλείφθηκε και αγοράστηκε από το Δήμο Λαμιέων, ο οποίος προτίθεται να προβεί σε επανάχρησή του ως πολυχώρος πολιτιστικών δραστηριοτήτων, μουσείο πόλης και “info point”.

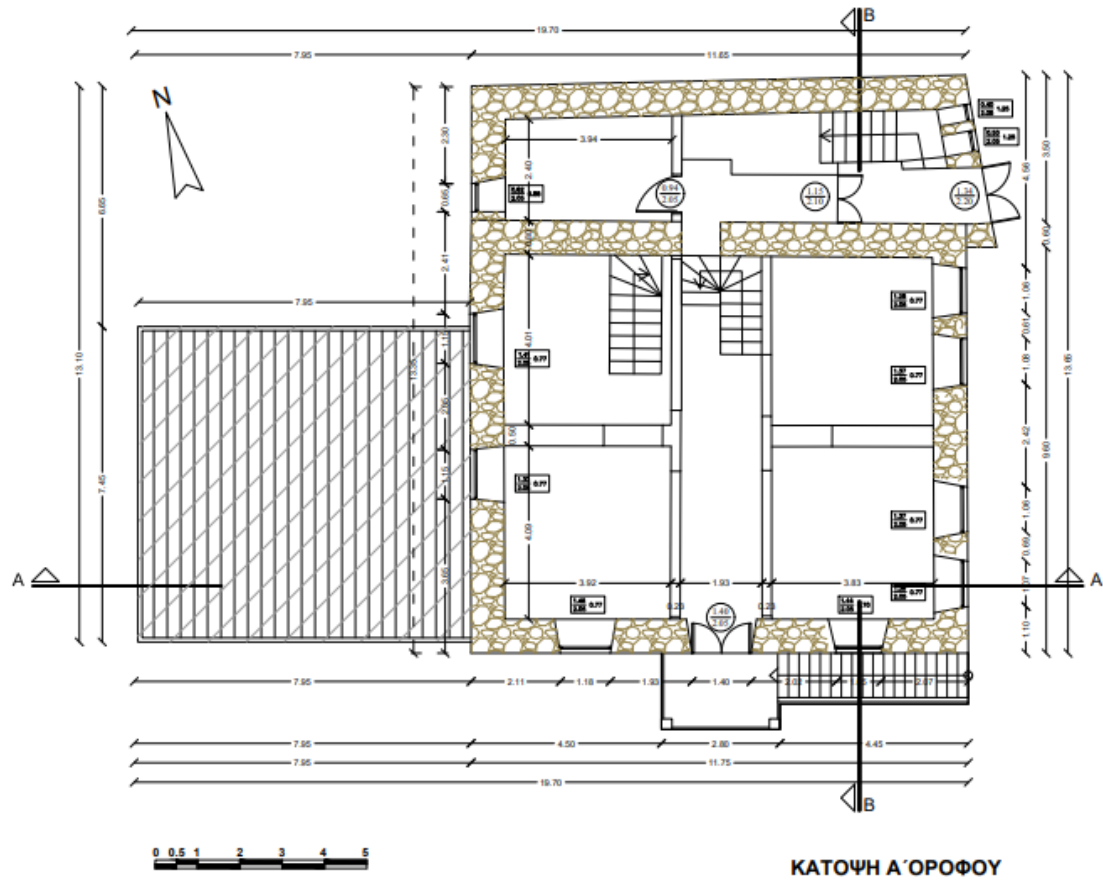
## 2.6 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ

Το οικοπέδο εντός του οποίου βρίσκεται το εν λόγω κτίριο, είναι συνολικού εμβαδού 515.80 m<sup>2</sup> και είναι διαμπερές. Έχει πρόσωπο στον πεζόδρομο επί της οδού Αριστοτέλους, καθώς επίσης και στον πεζόδρομο επί της οδού Πελασγών. Στο οικοπέδο, εκτός από το νεοκλασικό κτίριο, έχουν κατασκευαστεί και άλλα κτίρια σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Συγκεκριμένα πρόκειται για το τριώροφο νεοκλασικό κτίριο κατασκευής του 1880, για ένα διώροφο κτίριο εφαπτόμενο με το προηγούμενο, μεταγενέστερης κατασκευής, όπου το ισόγειο και ο όροφος αυτού αποτελούν αντιστοίχως επέκταση του πρώτου και δευτέρου ορόφου του νεοκλασικού. Επίσης, υπάρχει ένα ισόγειο κτίριο κατασκευής του 1988 και ένα έτερο κτίριο, κατασκευής προ του έτους 1955.

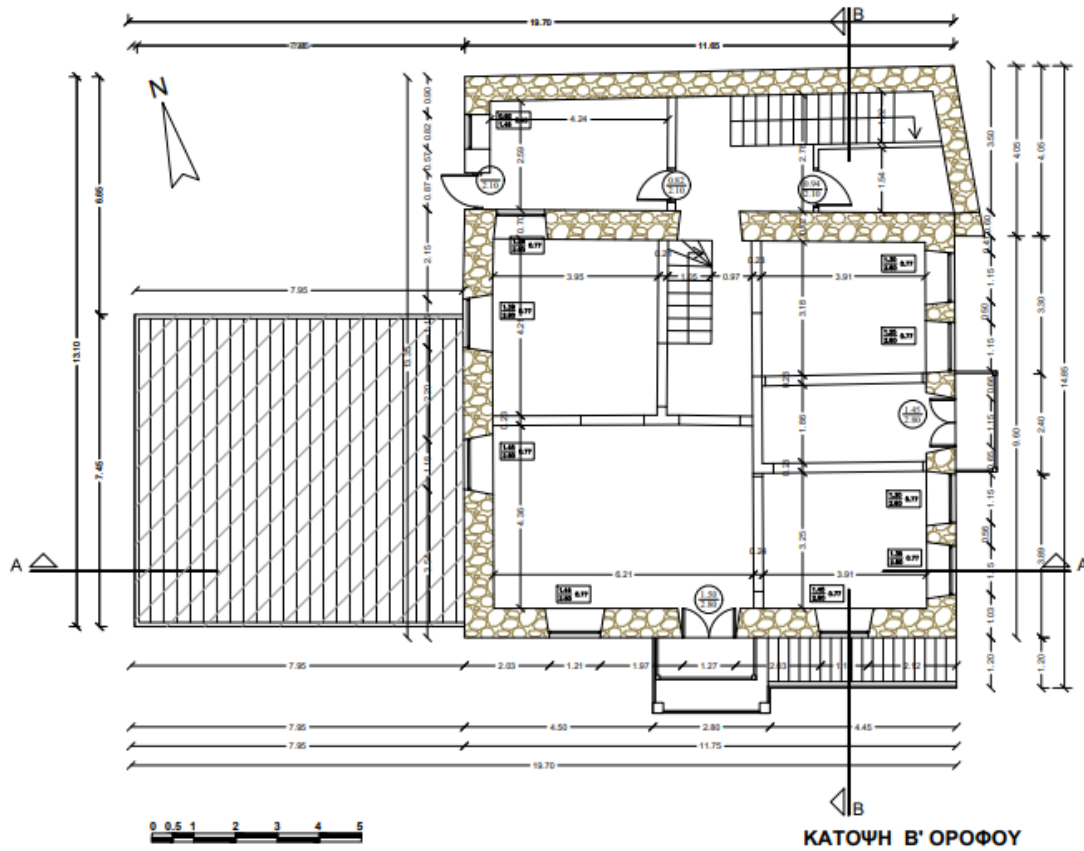
Το νεοκλασικό κτίριο είναι διαμορφωμένο σε τρεις στάθμες ισόγειο, Α' όροφος και Β' όροφος. Το ισόγειο έχει διαστάσεις 10.10 m x 11.75 m και εφαπτόμενα με αυτό υπάρχει προστέγασμα – πρόπυλο, διαστάσεων 2.75 m x 1.80 m (Σχήμα 2.9). Οι δύο όψεις του προστεγάσματος έκλεισαν μεταγενέστερα με ξύλινες θύρες. Οι διαστάσεις του αρχικού κτιρίου στον Α' όροφο είναι οι ίδιες με αυτές του ισογείου, όμως σε αυτές προσκολλάται η επιφάνεια της προσθήκης σε σχήμα τραπεζίου και αθροιστικά πλέον η επιφάνεια του Α' ορόφου έχει εμβαδόν 159.50 m<sup>2</sup> (Σχήμα 2.10). Ομοίως, η επιφάνεια του Β' ορόφου έχει τις ίδιες διαστάσεις με αυτές του υποκείμενου ορόφου (Σχήμα 2.11). Το κτίριο που μελετάται με την παρούσα, αφορά στο αρχικό νεοκλασικό κτίριο και στην βόρεια προσθήκη, η οποία είναι στατικώς ανεξάρτητη, αλλά λειτουργικά ενιαία με αυτό.



Σχήμα 2.9 Κάτοψη ισογείου (Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)

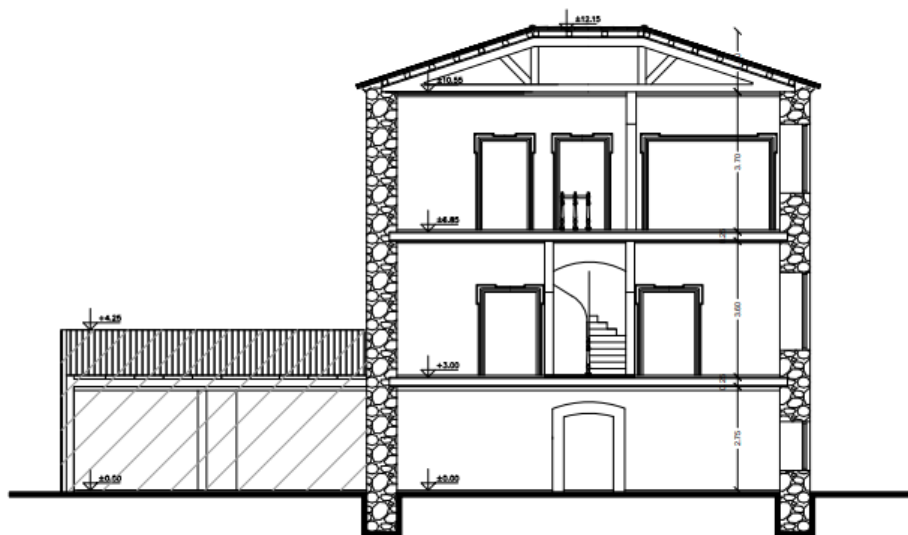


Σχήμα 2.10 Κάτοψη Α΄ ορόφου (Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)



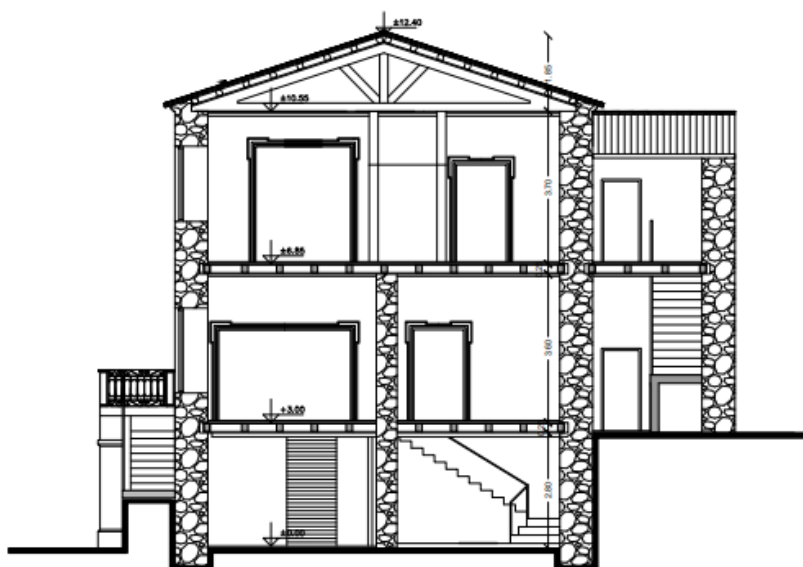
Σχήμα 2.11 Κάτοψη Β' ορόφου (Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)

Το ύψος του νεοκλασικού κτιρίου είναι 10.00 m και μαζί με τη στέγη ανέρχεται στα 12.40 m (Σχήμα 2.13).



**ΤΟΜΗ Α-Α**

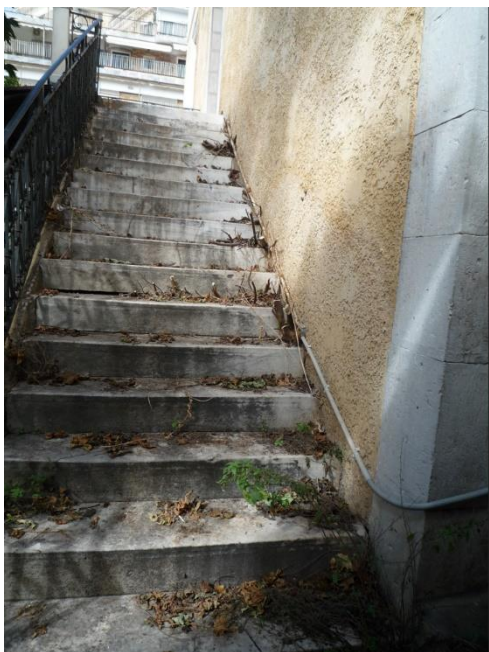
Σχήμα 2.12 Τομή Α-Α ( Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)



**ΤΟΜΗ Β-Β**

Σχήμα 2.13 Τομή Β-Β ( Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)

Η πρόσβαση στο κτίριο επιτυγχάνεται με τρεις τρόπους. Η κύρια διαμορφωμένη θύρα εισόδου βρίσκεται στον Α' όροφο, στην οποία οδηγείται κανείς μέσω λίθινης, με μαρμάρινες βαθμίδες κλίμακας, που εφάπτεται στη νότια όψη του κτιρίου, η οποία ξεκινάει από τον ακάλυπτο του οικοπέδου και φτάνει στο πλατύσκαλο της εισόδου (Σχήμα 2.15). Επιπρόσθετα, η πρόσβαση στο κτίριο επιτυγχάνεται και μέσω των ξύλινων θυρών του πρόπυλου του ισογείου, οι οποίες οδηγούν στην αρχική κύρια είσοδο του ισογείου (Σχήμα 2.14) . Επίσης, η πρόσβαση στο κτίριο μπορεί να γίνει και από την θύρα της βόρειας μεταγενέστερης προσθήκης, η οποία βρίσκεται επί της οδού Αριστοτέλους (Σχήμα 2.16) Όλοι οι όροφοι του κτιρίου έχουν ενιαία λειτουργία και συνδέονται μεταξύ τους με εσωτερικές ξύλινες κλίμακες.



Σχήμα 2.15 Κλίμακα ανόδου από τον ακάλυπτο



Σχήμα 2.14 Πρόπυλο ισογείου

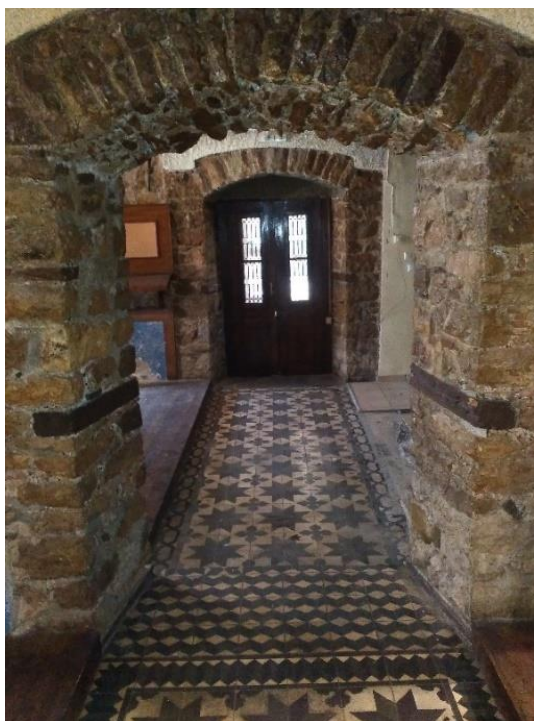


Σχήμα 2.16 Θύρα προσθήκης επί της οδού Αριστοτέλους

### 2.6.1 Ισόγειο

Η είσοδος στο ισόγειο του κτιρίου γίνεται μέσω προστεγάσματος το οποίο διαμορφώθηκε ως προθάλαμος για τις ανάγκες λειτουργίας του εστιατορίου και στη συνέχεια υπάρχει θύρα με τοξωτό υπέρθυρο, από την οποία εισέρχεται κανείς στο εσωτερικό του (Σχήμα 2.17). Η κάτοψη του ισογείου διαχωρίζεται σε δύο επιμέρους χώρους μέσω ενδιάμεσης τοιχοποιίας πάχους 60 cm, οι οποίοι επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω τοξωτού ανοίγματος. Οι δύο επιμέρους χώροι έχουν αντίστοιχα τις ίδιες εσωτερικές διαστάσεις κάτοψης, ήτοι 4.00 m x 10.15 m και συνολικό εμβαδόν 40.6 m<sup>2</sup>.(Σχήμα 2.9)

Στην ανατολική και τη δυτική όψη του ισογείου, υπάρχουν τρία ανοίγματα που συμβάλλουν στο φωτισμό και τον αερισμό του χώρου. Στα ανοίγματα διακρίνεται η διεύρυνσή τους στο εσωτερικό τους, ενώ δεν διαθέτουν παντζούρια παρά μόνο κιγκλιδώματα. Επίσης, εσωτερικά φαίνεται το τοξωτό υπέρθυρό τους, ενώ εξωτερικά προς την όψη, το τόξο κτίζεται, ώστε το παράθυρο στην όψη να φαίνεται ορθογώνιο.



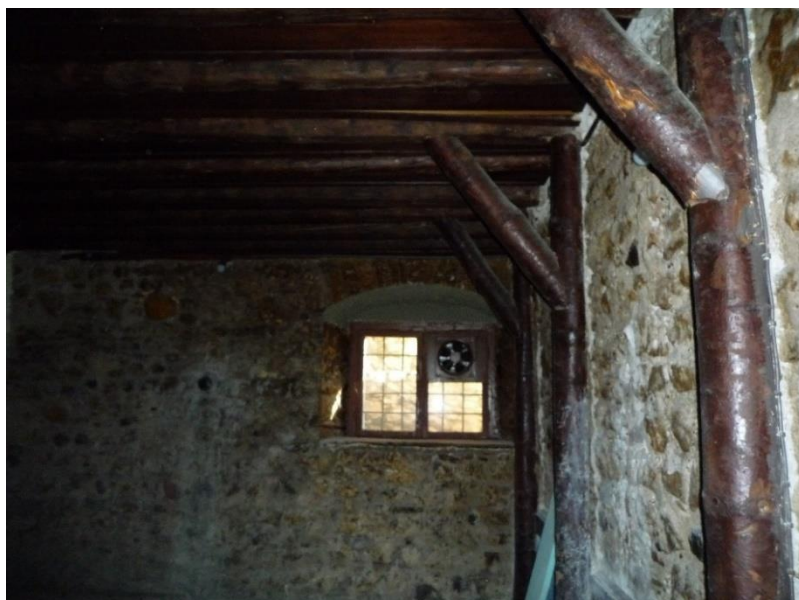
Σχήμα 2.17 Τοξωτό υπέρθυρο ενδιάμεσης λιθοδομής

Στη δυτική πλευρά του ισογείου έχει γίνει άνοιγμα επί της περιμετρικής λιθοδομής με σκοπό την επικοινωνία του ισογείου με την μεταγενέστερη προσθήκη, κατά την χρήση του ως εστιατόριο.

Στο βάθος του ισογείου και επί της βόρειας πλευράς διατάσσεται κλίμακα επικοινωνίας με τον υπερκείμενο όροφο, η οποία με βεβαιότητα έγινε μεταγενέστερα).



Σχήμα 2.18 Κλιμακοστάσιο ανόδου στον Α' όροφο



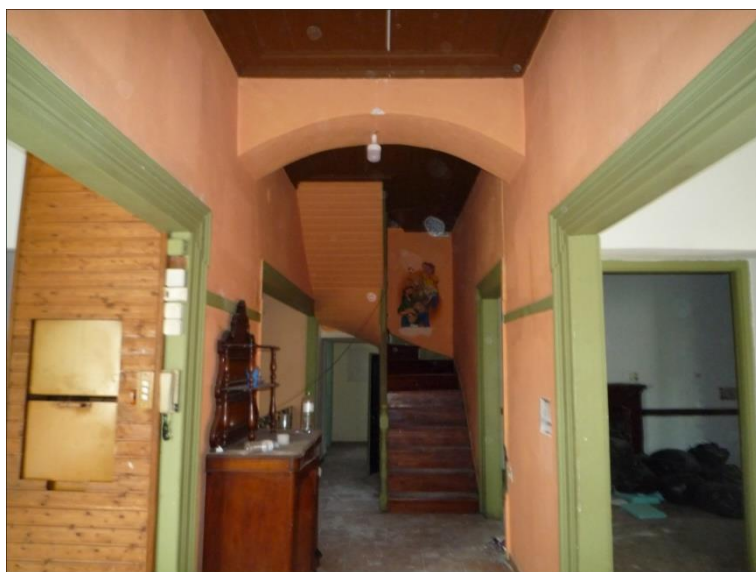
Σχήμα 2.19 Άποψη του χώρου του ισογείου και παράθυρο παρά την οδό Αριστοτέλους



## 2.6.2 Α' όροφος

Η κάτοψη του Α' ορόφου του νεοκλασικού κτιρίου έχει την ίδια επιφάνεια με αυτή του ισογείου ορόφου και διατάσσεται σε τρία μέρη, με το κλιμακοστάσιο να τοποθετείται στο κέντρο του άξονά της. Έτσι παρατηρείται ότι διαμορφώνεται τριμερής διαίρεση της κάτοψης. Στο κέντρο της κάτοψης και στη διεύθυνση του βάθους διαμορφώνεται ο προθάλαμος με το εσωτερικό κλιμακοστάσιο και εκατέρωθεν αυτού, αναπτύσσονται τέσσερις «ισότιμοι» συμμετρικοί χώροι, δύο ανά πλευρά. (Σχήμα 2.20). Επίσης στη δυτική πλευρά υπάρχει και το κλιμακοστάσιο από τη στάθμη του ισογείου. Στη βόρεια πλευρά, εφαπτόμενα με το νεοκλασικό κτίριο έχει κατασκευαστεί η μεταγενέστερη προσθήκη, στην οποία υπάρχει επίσης κλιμακοστάσιο επικοινωνίας του Α' με το Β' όροφο (Σχήμα 2.10).

Τα ανοίγματα του Α' ορόφου είναι υπέρ επαρκή για την επίτευξη του φωτισμού και αερισμού. Τα παράθυρα είναι ξύλινα και ορθογωνικά με μεγάλο ύψος και εσωτερικά διακρίνεται διεύρυνσή τους. Επίσης, εσωτερικά φαίνεται το τοξωτό υπέρθυρό τους, ενώ εξωτερικά προς την όψη, το τόξο κτίζεται, ώστε το παράθυρο στην όψη να φαίνεται ορθογώνιο. Τα παράθυρα είναι δίφυλλα με καΐτια και τα σκούρα (παντζούρια) είναι εσωτερικά δίφυλλα ταμπλαδωτά. Οι ποδιές των παραθύρων είναι μαρμάρινες εξωτερικά και εσωτερικά είναι ξύλινες (Σχήμα 2.21).



Σχήμα 2.20 Προθάλαμος Α' ορόφου και κλιμακοστάσιο



Σχήμα 2.21 Παράθυρα Α' ορόφου



Σχήμα 2.22 Βόρειο δωμάτιο

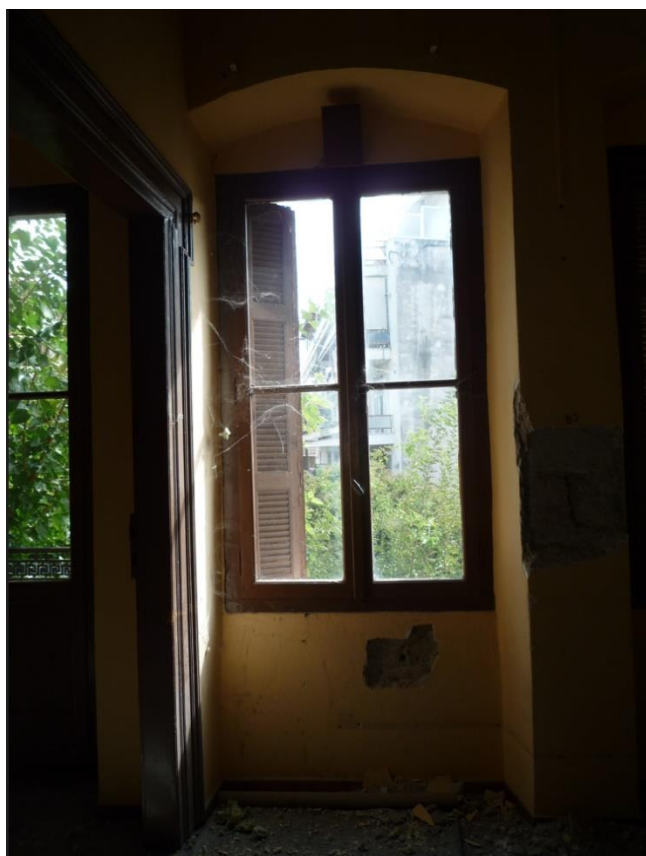


Σχήμα 2.23 Κλίμακα ανόδου στον Β' όροφο και τυπικό κιγκλίδωμα εποχής

### 2.6.3 Β' όροφος

Η επιφάνεια του Β' ορόφου είναι ίδια με αυτή του υποκείμενου ορόφου (Σχήμα 2.11). Στο Β' όροφο έχουν κατασκευαστεί δύο εξώστες, ένας στην ανατολική πλευρά επί της οδού Αριστοτέλους και ο άλλος στη νότια πλευρά επί του ακαλύπτου χώρου.

Τα ανοίγματα επαναλαμβάνονται με τις ίδιες διαστάσεις και την ίδια μορφή όπως και στον υποκείμενο όροφο, με την προσθήκη των δύο μπαλκονόθρων στις αντίστοιχες όψεις. Τα παράθυρα του Β' ορόφου διαθέτουν εξωτερικά γαλλικά δίφυλλα παντζούρια με γρίλιες. Οι ποδιές των παραθύρων εξωτερικά είναι μαρμάρινες και εσωτερικά οι λαμπάδες είναι διαμορφωμένοι από την οροφή έως το δάπεδο, χωρίς την ύπαρξη ποδιάς στο εσωτερικό των παραθύρων (Σχήμα 2.24).



Σχήμα 2.24 Λεπτομέρεια παραθύρων



Σχήμα 2.25 Μπαλκονόθυρα και εξώστης παρά την οδό Αριστοτέλους

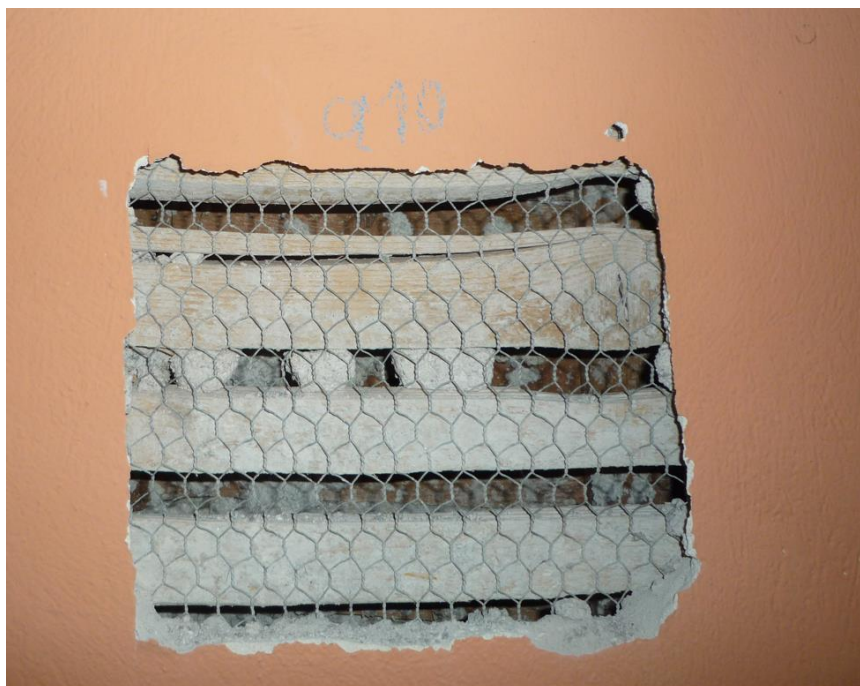


Σχήμα 2.26 Βόρειο δωμάτιο

## 2.7 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Το κέλυφος του κτιρίου είναι κατασκευασμένο από αργολιθοδομή, η οποία στη στάθμη του ισογείου και του Α' ορόφου έχει πάχος 60 cm έως 80 cm. Επιπρόσθετα, στη στάθμη του ισογείου και του Α' ορόφου υφίσταται και ενδιάμεση φέρουσα τοιχοποιία πάχους 60 cm, η οποία διαθέτει τοξωτό άνοιγμα στο κέντρο. Η φέρουσα κατασκευή της προσθήκης η οποία είναι λειτουργικά ενιαία με το νεοκλασικό κτίριο είναι επίσης αργολιθοδομή πάχους 80 cm. Για τη θεμελίωση δεν υπάρχουν στοιχεία.

Όλες οι εσωτερικές τοιχοποιίες πλην της ενδιάμεσης φέρουσας, έχουν μέσο πάχος 25 cm και συνίστανται από ξυλόπηκτη τοιχοποιία, «μπαγδατί» (Σχήμα 2.27). Η στέγαση του νεοκλασικού κτιρίου αποτελείται από ξύλινη τετράριχτη στέγη και η επικάλυψή της είναι από ρωμαϊκά κεραμίδια. Η επικάλυψη της προσθήκης είναι με δίριχτη στέγη.



Σχήμα 2.27 Ξυλόπηκτη τοιχοποιία

Όλες οι εσωτερικές τοιχοποιίες είναι επιχρισμένες πλην αυτών του ισογείου όπου διακρίνεται εμφανής αργολιθοδομή. Επίσης επιχρισμένες είναι και οι εξωτερικές

τοιχοποιίες του κτιρίου, εκτός από τους γωνιόλιθους του ισογείου, τη λίθινη κλίμακα στη νότια όψη και τις παραστάδες από λιθοδομή του προστεγάσματος του ισογείου και της θύρας εισόδου στον Α' όροφο.

Οι εξώστες του κτιρίου είναι κατασκευασμένοι από συμπαγή μαρμάρινη πλάκα, η οποία στηρίζεται σε συμπαγής μαρμάρινους «κιλλίβαντες» τα φουρούσια, τα οποία είναι εγκιβωτισμένα εντός του πάχους της περιμετρικής φέρουσας τοιχοποιίας (Σχήμα 2.28).

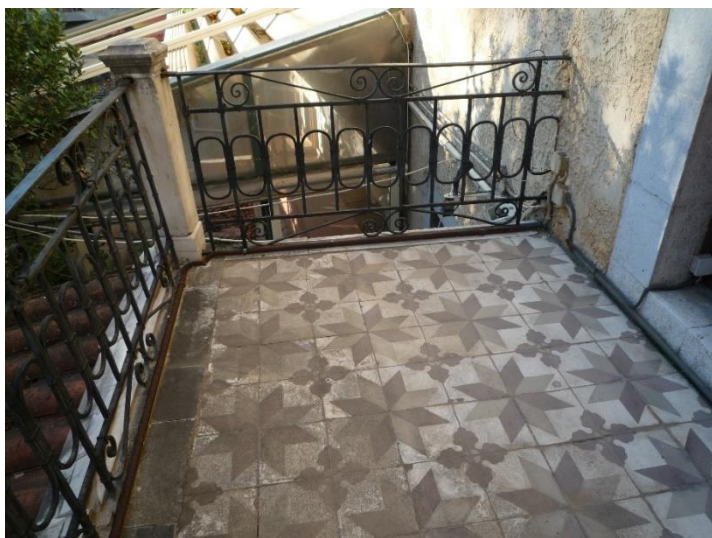


Σχήμα 2.28 Άποψη εξώστη

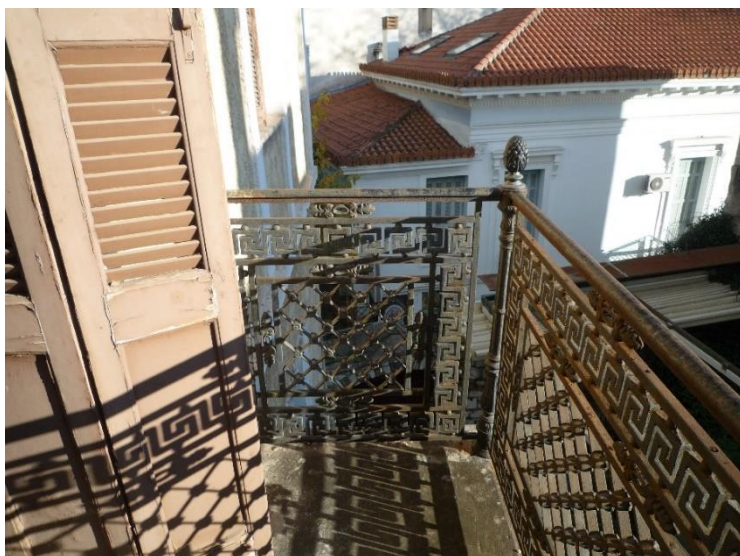
Τα δάπεδα είναι όλα ξύλινα εκτός από τμήμα της οροφής του ισογείου πλάτους 1.90 m και μήκος όσο το μήκος του νεοκλασικού κτιρίου, όπου έχει κατασκευαστεί πλάκα από ωπλισμένο σκυρόδεμα. Επίσης από ωπλισμένο σκυρόδεμα είναι κατασκευασμένη και η οροφή του Α' ορόφου της προσθήκης. Η λίθινη κλίμακα έχει μαρμάρινες βαθμίδες.

Οι οροφές του κτιρίου είναι επίσης ξύλινες, εκτός από το τμήμα της οροφής του ισογείου που είναι κατασκευασμένο από σκυρόδεμα.

Τα κιγκλιδώματα της εξωτερικής κλίμακας εισόδου είναι διαφορετικά σε σχέση με αυτά που υπάρχουν στο πλατύσκαλο στο οποίο καταλήγει. Επίσης, διαφορετικής μορφής είναι και τα κιγκλιδώματα των εξωστών του Β' ορόφου. Τα κιγκλιδώματα της σκάλας και του πλατύσκαλου έχουν καμπυλωτές λεπτομέρειες (Σχήμα 2.29) ενώ τα κιγκλιδώματα των εξωστών έχουν περιμετρικά μαϊάνδρο και στο εσωτερικό τους περιέχουν ρομβοειδές πλέγμα (Σχήμα 2.30)



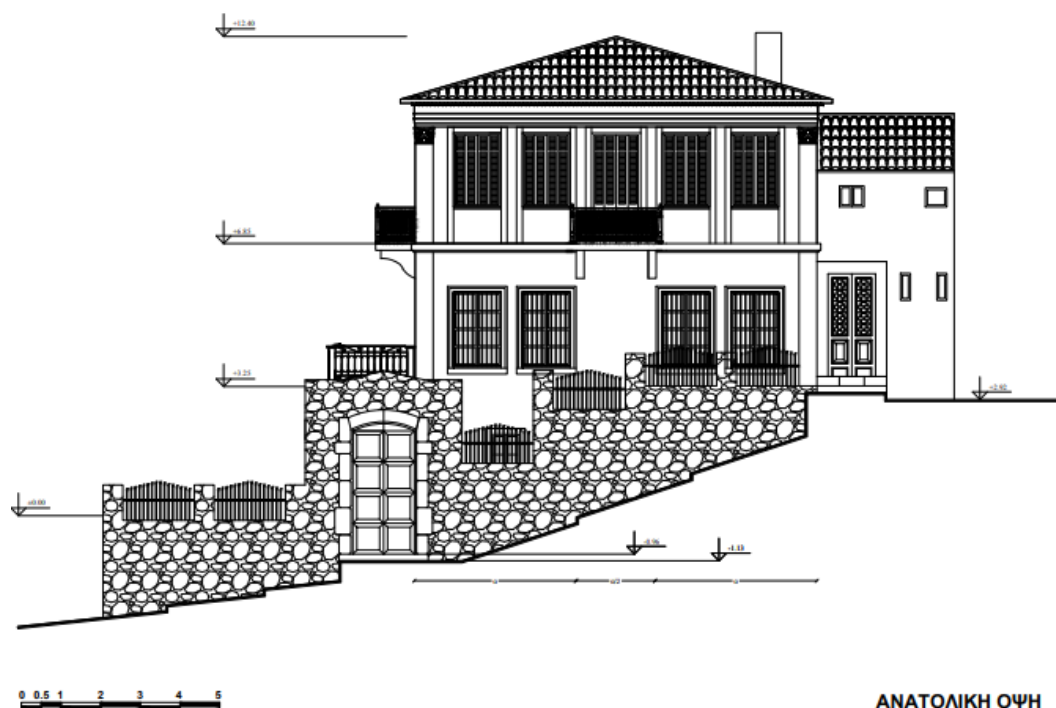
Σχήμα 2.29 Κιγκλιδώμα πλατύσκαλου εισόδου



Σχήμα 2.30 Κιγκλιδώμα εξώστη

## 2.8 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η διαμόρφωση των όψεων του νεοκλασικού τμήματος του κτιρίου φέρει όλα τα χαρακτηριστικά στοιχεία του ρυθμού και κυρίως την τριμερή κατά το ύψος οργάνωση σε βάση, κορμό και στέψη και εντάσσεται στην περίοδο του ώριμου κλασικισμού. Εδώ το ρόλο του βάθρου τον κατέχει το ισόγειο του κτιρίου, ενώ η ανάπτυξη του ρυθμού γίνεται στην ανώτερη ζώνη του Α' και Β' ορόφου. Όσον αφορά στη γενική οργάνωση των όψεων διακρίνεται η γεωμετρική λιτότητα και απλότητα, καθώς επίσης διακρίνεται ότι οι δύο κύριες όψεις του κτιρίου είναι τριμερές και «ισότιμες» τόσο ως προς τα αρχιτεκτονικά τους στοιχεία, όσο και τις διαστάσεις τους. Επιπρόσθετα, διακρίνεται η απόλυτη συμμετρία σε ότι αφορά στις θέσεις των ανοιγμάτων και των εξωστών. Στην ανατολική όψη που βρίσκεται παρά την οδό Αριστοτέλους, στη στάθμη του Α' ορόφου διακρίνουμε τέσσερις άξονες ανοιγμάτων ενώ στη στάθμη του Β' ορόφου διακρίνονται πέντε άξονες, αφού προστίθεται και η μπαλκονόθυρα του εξώστη (Σχήμα 2.31).



Σχήμα 2.31 Ανατολική όψη (Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμίων)

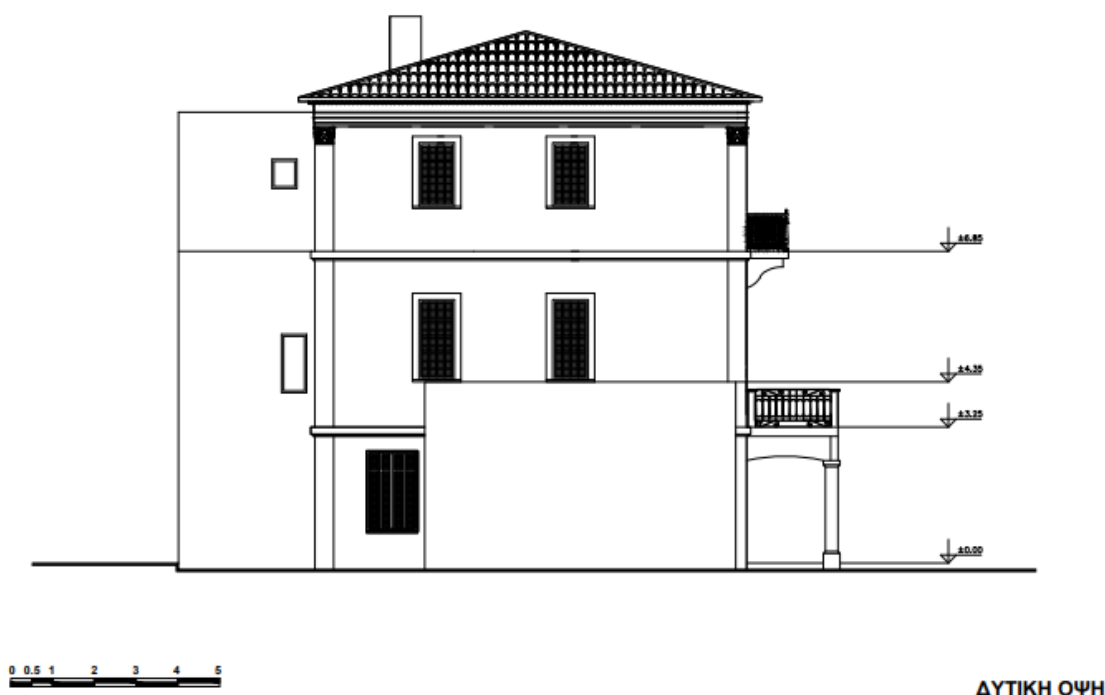


Στη νότια όψη διακρίνονται τρεις άξονες ανοιγμάτων και στις δύο στάθμες του Α' και Β' ορόφου (Σχήμα 2.32).



Σχήμα 2.32 Νότια όψη (πηγή : Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)

Σε ότι αφορά στη δυτική όψη διακρίνονται δύο άξονες ανοιγμάτων ενώ τα λοιπά μορφολογικά της χαρακτηριστικά έχουν αλλοιωθεί σε προγενέστερο χρόνο (Σχήμα 2.33)



Σχήμα 2.33 Δυτική όψη (Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)

Στο μελετώμενο κτίριο κυρίαρχη γεωμετρική εντύπωση είναι η οριζόντια και επιτυγχάνεται με την επισήμανση των ορόφων μέσω της κορωνίδας, μεταξύ του Α' και Β' ορόφου, η οποία είναι κατασκευασμένη με την τεχνική των τραβηκτών επιχρισμάτων και ταυτίζεται με τη στάθμη της πλάκας των εξωστών. Μεταξύ της στάθμης του ισογείου και του Α' ορόφου παρατηρήθηκε εξέχουσα ακμή επί του επιχρίσματος, η οποία εσωτερικά διαμορφώνεται από προεξέχουσα σειρά πλίνθων (Σχήμα 2.34). Περιμετρικά των ανοιγμάτων του Α' ορόφου υπάρχει απλή πλαισίωση, ενώ η πλαισίωση στα ανοίγματα του ισογείου είναι βαθμιδωτή. Η πλαισίωση αυτή έχει γίνει με τη μέθοδο των τραβηκτών επιχρισμάτων (Σχήμα 2.35).



Σχήμα 2.34 Προεξέχουσα σειρά πλίνθων



Σχήμα 2.35 Πλαισίωση ανοιγμάτων – παραστάδες Β' ορόφου με ανακλιντροειδή επίκρανα – επισήμανση κορωνίδας (Ανατολική όψη)

Η οριοθέτηση των επιφανειών στις όψεις γίνεται με παραστάδες στις γωνίες του κτιρίου, που έχουν επίπεδες επιφάνειες και επιστέφονται με ανακλιντροειδή επίκρανα. Στο ισόγειο διακρίνονται οι λαξευμένοι γωνιόλιθοι.

Στη στέγη του κτιρίου διακρίνεται διαμορφωμένος πλήρης θριγκός και το γείσο με τους οδόντες (Σχήμα 2.36).



Σχήμα 2.36 Ο θριγκός και το γείσο με τους οδόντες

## 2.9 ΠΕΡΙΒΑΛΛΩΝ ΧΩΡΟΣ

Ο περιβάλλον χώρος του κτιρίου είναι επιστρωμένος με πλάκες Καρύστου και εκτείνεται σε δύο επίπεδα (Σχήμα 2.37). Ο αύλειος χώρος του κτιρίου έχει σημαντική επιφάνεια και παραπέμπει σε μια εποχή με πιο ανθρώπινους όρους διαβίωσης και «ρυθμική» συνοχή.



Σχήμα 2.37 Άποψη του αύλειου χώρου



Σχήμα 2.38 Αυλόθυρα

Η περιτοίχιση του οικοπέδου είναι κατασκευασμένη από εμφανή αργολιθοδομή πάχους 60 εκατοστών, με πεσσούς οι οποίοι στη στέψη τους καταλήγουν σε πλίνθους, σε πυραμιδοειδή διάταξη. Τα κιγκλιδώματα της περιτοίχισης είναι απλά ευθύγραμμα με λόγχες άνισου ύψους, ώστε το κάθε φάτνωμα μεταξύ των πεσσών να σχηματίζει καμπύλωση.

Η αυλόθυρα είναι ξύλινη καρφωτή μεταξύ δύο πεσσών που γεφυρώνονται με χαμηλωμένο τόξο, το οποίο είναι κατασκευασμένο με τη χρήση πλίνθων και λίθων. Οι λαμπάδες της αυλόθυρας είναι κατασκευασμένοι με λαξευτούς λίθους. (Σχήμα 2.38).

## 2.10 ΔΟΜΙΚΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ

Από τον μακροσκοπικό έλεγχο προέκυψε ότι η γενική εικόνα της κατασκευής είναι αρκετά ικανοποιητική. Η λιθοδομή δεν παρουσιάζει εμφανείς αστοχίες και φθορές (ρηγματώσεις, απόκλιση από την κατακόρυφο, τοπικές αποκολλήσεις κ.λ.π.). Το μόνο που διαπιστώθηκε ήταν η ύπαρξη υγρασίας στη βόρεια τοιχοποιία της προσθήκης και στην οροφή της, προφανώς λόγω διείσδυσης νερού από τη στέγη και πιθανώς λόγω διείσδυσης υδάτων από την όμορη ιδιοκτησία (Σχήμα 2.39 και 2.40).



Σχήμα 2.39 Οροφή κτιρίου προσθήκης



Σχήμα 2.40 Εμφανής υγρασία βόρειας τοιχοποιίας προσθήκης

## Κεφάλαιο 3

# ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΣ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

### 3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία του δευτεροβάθμιου προσεισμικού ελέγχου του διατηρητέου κτιρίου καθώς και το τελικό αποτέλεσμα του ελέγχου που είναι ο «Δείκτης Προτεραιότητας Ελέγχου» του κτιρίου. Ο δείκτης αυτός δεν διαθέτει απόλυτη αντικειμενική σημασία, αλλά υποδεικνύει τη σειρά προτεραιότητας για την τρίτη φάση ελέγχου, δηλαδή την σύνταξη μελετών αποτίμησης και ανασχεδιασμού. Ο σκοπός της διενέργειας δευτεροβάθμιου ελέγχου στην παρούσα εργασία είναι αφενός μεν αυτός της κατανόησης της διαδικασίας, αλλά και των κριτηρίων που υπεισέρχονται στη διαμόρφωση του «Δείκτη Προτεραιότητας Ελέγχου», τα οποία σε κάθε περίπτωση είναι αντικειμενικά και ενδεικτικά για μια αρχική εκτίμηση της κατάστασης των κτιρίων χωρίς την διενέργεια αναλύσεων. Επίσης, τα εξαγόμενα αποτελέσματα του παρόντος ελέγχου, δύνανται στο μέλλον να χρησιμοποιηθούν ως εμπειρικά δεδομένα, προκειμένου για κτίρια με παρόμοια αριθμητικά αποτελέσματα, παρόμοιων χαρακτηριστικών, παρόμοιας σπουδαιότητας και μνημειακής αξίας.

### 3.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

- Δείκτης σεισμικής δράσης ( $H_1$ )

Η σεισμική δράση επηρεάζεται κυρίως από τη σεισμικότητα της περιοχής και το έδαφος θεμελίωσης. Η σεισμικότητα αποδίδεται μέσω του συντελεστή ( $a$ ). Η κατηγορία του εδάφους υπεισέρχεται μέσω του συντελεστή ( $s$ ). Ο δείκτης πιθανολογούμενης σεισμικής δράσης ( $H_1$ ) ποσοτικοποιείται ως το γινόμενο  $H_1 = a \times s$  και οι τιμές του δίνονται από τον Πίνακα 3.1

Στη συγκεκριμένη περίπτωση πρόκειται για κτίριο σεισμικής επικινδυνότητας Z2 και κατηγορία εδάφους B, οπότε η τιμή του συντελεστή  $H_1$  διαμορφώνεται ως εξής:

$$H_1 = a \times s = 2.4$$

Πίνακας 3.1 Τιμές του δείκτη σεισμικής επιβάρυνσης ( $H_1$ ) (Δρίτσος κ.α., 2018)

Ζώνη Σεισμικής Επικ/τας	Τιμές Συντ/στή $a$	Κατηγορία εδάφους / Τιμές συντελεστή $s$				
		A	B,C	D	E	S1, S2*
		0.85	1.00	1.15	1.25	-
Z1	1.6	1.36	1.60	1.84	2.00	-
Z2	2.4	2.04	2.40	2.76	3.00	-
Z3	3.6	3.06	3.60	4.14	4.50	-

- Δείκτης επιρροής γειτονικών κτιρίων ( $H_2$ )

Ο δείκτης αυτός εκφράζει την επιβάρυνση του κτιρίου εξ αιτίας της κρούσης με όμορα κτίρια χωρίς επαρκή αντισεισμικό αρμό. Το εύρος του αντισεισμικού αρμού αναφέρεται στην ανώτατη στάθμη επαφής μεταξύ των όμορων κτιρίων και θεωρείται επαρκής εάν υπερβαίνει τα 2.0cm για ύψος 3.0m με προσαύξηση 1.0cm ανά 2.0m επιπλέον ύψους. Οι τιμές του  $H_2$  δίδονται στον Πίνακα 3.2 και για το εν λόγω κτίριο, λόγω της προσθήκης, η τιμή του  $H_2$  είναι το 1.20

Πίνακας 3.2 Τιμές του δείκτη επιρροής γειτονικών κτιρίων ( $H_2$ ) (Δρίτσος κ.α., 2018)

a/a	Χαρακτηριστικά όμορων κτιρίων	$H_2$
1	Ελεύθερο κτίριο ή όμορα με επαρκείς αρμούς ή κτίρια σε επαφή με ισοϋψία χωρίς σημαντική διαφορά δυσκαμψίας	0.00
2	Ισοϋψία αλλά με σημαντική διαφορά δυσκαμψίας	0.30
3	Διαφορά ενός ορόφου χωρίς κίνδυνο εμβολισμού	0.50
4	Κοινό πλήθος αλλά ανισοϋψία ορόφων (κίνδυνος εμβολισμού)	0.80
5	Διαφορά δύο ή περισσότερων ορόφων χωρίς κίνδυνο εμβολισμού	1.00
6	Διαφορά ενός ή περισσότερων ορόφων και κίνδυνος εμβολισμού	1.20

Με βάση τις παραπάνω τιμές η εκτιμήτρια σεισμικής επιβάρυνσης του κτιρίου ( $H$ ), διαμορφώνεται ως εξής:

$$H = 0.75 H_1 + 0.25 H_2 = 0.75 \cdot 2.40 + 0.25 \cdot 1.20 = 2.10$$



### 3.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

- Δείκτης διατμητικής αντίστασης ισογείου ( $R_1$ )

Είναι ο μοναδικός δείκτης από τους δέκα (10) που συμμετέχουν στη διαμόρφωση της εκτιμήτριας σεισμικής αντίστασης, ο οποίος αποτιμά έμμεσα τη διατμητική αντοχή στο ισόγειο του κτιρίου και επίσης ο μόνος στον οποίο υπεισέρχεται και πάλι έμμεσα ο τύπος της φέρουσας τοιχοποιίας. Η προτεινόμενη έκφραση του δείκτη είναι η εξής :

$$R_1 = 12 \cdot (m \cdot \lambda_m) \cdot \frac{\Sigma A_w}{n \cdot A} < 1 \quad (3.1)$$

Όπου :

$m$  : Συντελεστής τύπου φέρουσας τοιχοποιίας με τιμές που δίδονται από τον Πίνακα 3.3

$\lambda_m$  : Μειωτικός συντελεστής για περιπτώσεις εμφανώς κακής πλοκής λιθοσωμάτων ή / και σοβαρής αποσάθρωσης του κονιάματος ( $0.70 \leq \lambda \leq 1.00$ ).

$\Sigma A_w$  : Άθροισμα εμβαδών διατομής των φερόντων τοίχων (πεσσών) του ισογείου κατά τη δυσμενέστερη διεύθυνση (διεύθυνση με το  $\min \Sigma A_w$ ). Αγνοούνται πεσσοί με μήκος  $\ell_w < 1.00m$ .

$n$  : Πλήθος ορόφων περιλαμβανομένου και του ισογείου. Δεν προσμετράται τυχόν απόληξη κλιμακοστασίου στο δώμα.

$A$  : Εμβαδόν κάτοψης του ισογείου.

Εφόσον, κατά την εκτίμηση του Ελεγκτή Μηχανικού, πιθανολογείται μικρότερη τιμή του  $R_1$  σε ανώτερο όροφο (π.χ. απότομη μείωση πάχους τοίχων), ο υπολογισμός γίνεται και στον όροφο αυτό οπότε το πλήθος των ορόφων ( $n$ ) περιλαμβάνει τον υπόψη όροφο και τους υπερκείμενους. Τελικά το κτίριο χαρακτηρίζεται από την χαμηλότερη τιμή του  $R_1$ .

Για το συγκεκριμένο κτίριο, η τιμή του  $R_1$ , θα υπολογιστεί σε δύο στάθμες, μια για το ισόγειο και μια για τον Α' όροφο.

Ο συντελεστής  $m$ , λαμβάνεται από τον Πίνακα 3.3, για την τιμή που αντιστοιχεί σε ημιλαξευτή λιθοδομή με ασβεστοκονίαμα και είναι ίση με 0.80.

Ο συντελεστής  $\lambda_m$  λαμβάνεται ίσος με 1.00.

$\Sigma A_w = 13.50 \text{ m}^2$  με  $\min$  διεύθυνση κατά  $y$  για το ισόγειο και  $20.25 \text{ m}^2$  με  $\min$  διεύθυνση κατά  $y$  στον Α' όροφο.

$n = 3$  για ισόγειο και  $2$  για Α' όροφο

$A = 119.43 \text{ m}^2$  για ισόγειο και  $159.50 \text{ m}^2$  για Α' όροφο

Τελικά  $R_1 = 0.36$  για ισόγειο και  $R_1 = 0.62$  για Α' όροφο, οπότε επιλέγεται το  $\min R_1 = 0.36$

Πίνακας 3.3 Τιμές συντελεστή τύπου φέρουσας τοιχοποιίας ( $m$ ) (Δρίτσος κ.α., 2018)

Τύπος Λιθοσωμάτων και Τύπος Δόμησης	Τύπος κονιάματος δόμησης		
	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	Ασβεστοκονίαμα	Πηλοκονίαμα
Ημιλαξευτή ή λαξευτή λιθοδομή	1.00	0.80	-
Λιθοδομή Πλακοειδών λίθων	0.80	0.70	0.50
Αργολιθοδομή	0.60	0.50	0.40
Κροκαλοδομή	0.50	0.40	0.30
Πλινθοδομή πλήρων πλίνθων	1.00	0.80	0.60
Πλινθοδομή διάτρητων πλίνθων	0.80	0.70	0.50
Τσιμεντολιθοδομή	0.70	0.60	0.50
Ωμοπλινθοδομή	-	0.40	0.25

- Δείκτης ανοιγμάτων φερόντων τοίχων ( $R_2$ )

Ο δείκτης ( $R_2$ ) αναφέρεται στο ισόγειο και στη διεύθυνση όπου θα προκύψει η ελάχιστη τιμή του. Ο δείκτης  $R_2$  υπολογίζεται από τη σχέση (3.2), όπου “ $\alpha$ ” η τιμή του λόγου του αθροίσματος των μηκών των ανοιγμάτων στους φέροντες τοίχους σε μία διεύθυνση προς το συνολικό μήκος των φερόντων τοίχων στη διεύθυνση αυτή, περιλαμβανομένων και των ανοιγμάτων.

$$R_2 = \frac{1}{\alpha+0.4} - 0.7 < 1.0 \quad (3.2)$$

Στη στάθμη του ισογείου, κατά την διεύθυνση x, ο συντελεστής α προκύπτει :

$$\alpha = (1.20+1.10+1.45) / (3 \cdot 11.55) = 0.1082$$

και κατά την διεύθυνση y :

$$\alpha = (1.40 + 1.30 + 1.15 + 1.46) / (10.02 + 9.93) = 0.2662$$

$$\text{Συνεπώς κατά x } R_2 = 1 / (\alpha + 0.40) - 0.7 = 1.2677$$

$$\text{και κατά y } R_2 = 1 / (\alpha + 0.40) - 0.7 = 0.80$$

Από τις δύο τιμές επιλέγω την ελάχιστη οπότε  $R_2 = 0.80$

- Δείκτης διαζωμάτων ( $R_3$ )

Οι προτεινόμενες τιμές του δείκτη ( $R_3$ ), λαμβάνονται από τον Πίνακα 3.4. Το μελετώμενο κτίριο δεν διαθέτει διαζώματα και κατά συνέπεια η τιμή του ( $R_3$ ), λαμβάνεται ίση με 0.50

Πίνακας 3.4 Τιμές του δείκτη διαζωμάτων ( $R_3$ ) (Δρίτσος κ.α., 2018)

Θέση διαζωμάτων	$R_3$
Απουσία διαζωμάτων ή διαζώματα ασύνδετα μεταξύ τους	0.50
Διαζώματα στις στάθμες των υπερθύρων	0.60
Διαζώματα στις στάθμες των πατωμάτων πλην της στέγης	0.75
Διαζώματα στις στάθμες πατωμάτων και στέγης	0.90
Διαζώματα στις στάθμες υπερθύρων, πατωμάτων και στέγης	1.00

- Δείκτης διαφραγμάτων ( $R_4$ )

Οι προτεινόμενες τιμές του δείκτη ( $R_4$ ), λαμβάνονται από τον Πίνακα 3.5. Για το μελετώμενο κτίριο, η διάταξη των φερόντων τοίχων σε κάτοψη είναι συμμετρική, η δε στερρότητα των διαφραγμάτων είναι ασθενής, συνεπώς, η τιμή του ( $R_4$ ), λαμβάνεται ίση με 0.80

Πίνακας 3.5 Τιμές του δείκτη διαφραγμάτων ( $R_4$ ) (Δρίτσος κ.α., 2018)

Διάταξη φερόντων τοίχων σε κάτοψη	Στερρότητα διαφραγμάτων και σύνδεση με τους υποκείμενους τοίχους		
	Ασθενής	Μέτρια	Ισχυρή
Συμμετρική	0.80	0.90	1.00
Μερικώς συμμετρική	0.60	0.75	0.90
Ασύμμετρη	0.40	0.55	0.70

- Δείκτης ανοιγμάτων κοντά σε γωνίες ( $R_5$ )

Εφόσον δεν υπάρχουν ανοίγματα σε απόσταση  $< 1.00$  m από εξέχουσα γωνία του κτιρίου  $R_5 = 0.00$ . Αλλιώς ο δείκτης  $R_5$  υπολογίζεται από τη σχέση 3.3

$$R_5 = -\left(\lambda + \frac{\alpha}{2\gamma} \cdot \frac{\alpha}{\Sigma l_w}\right) \geq -1 \quad (3.3)$$

$\lambda$ : Τίθεται  $\lambda = 0.25$  ή  $0.50$  εφόσον υπάρχει έστω και μία εξέχουσα γωνία με πεσσο μήκος  $< 1.00$ m στη μία ή και στις δύο πλευρές της γωνίας αντίστοιχα.

$\alpha$ : Το πλήθος των πεσσών με μήκος  $< 1.00$ m σε εξέχουσες γωνίες σε όλους τους ορόφους.

$\gamma$ : Το πλήθος των εξεχουσών γωνιών όλων των ορόφων.

$\Sigma l_w$ : Άθροισμα μηκών (σε m) όλων των πεσσών με μήκος  $< 1.00$ m σε εξέχουσες γωνίες.

Οι αντίστοιχες τιμές των ανωτέρω παραμέτρων για το εν λόγω κτίριο έχουν ως εξής:

$$\lambda = 0.25$$

$$\alpha = 6$$

$$\gamma = 14$$

$$\Sigma l_w = 0.70 + 0.90 + 0.80 + 0.67 + 0.90 + 1.00 = 4.97$$

Οπότε, ο συντελεστής  $R_5$

$$R_5 = -\left(\lambda + \frac{\alpha}{2\gamma} \cdot \frac{\alpha}{\Sigma l_w}\right) = 0.5087$$

- Δείκτης παθολογίας φερουσών τοιχοποιιών ( $R_6$ )

Οι προτεινόμενες τιμές του δείκτη ( $R_6$ ) περιλαμβάνονται στον Πίνακα 3.6. Από τον οπτικό έλεγχο που διενεργήθηκε στο κτίριο, όπως προαναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, δεν διαπιστώθηκαν βλάβες στις φέρουσες τοιχοποιίες, οπότε η τιμή του δείκτη  $R_6$ , λαμβάνεται ίση με 1.00.

Πίνακας 3.6 Τιμές του δείκτη παθολογίας φερουσών τοιχοποιιών ( $R_6$ ) (Δρίτσος κ.α., 2018)

Τύπος βλαβών φερουσών τοιχοποιιών	$R_6$
Απουσία βλαβών	1.00
Ελαφρές διάσπαρτες βλάβες	0.75
Ελαφρές εκτεταμένες ή μέτριες διάσπαρτες βλάβες	0.50
Βαριές βλάβες	-

- Δείκτης σύνδεσης μεταξύ εγκάρσιων τοίχων ( $R_7$ )

Οι προτεινόμενες τιμές του δείκτη ( $R_7$ ), περιλαμβάνονται στον Πίνακα 3.7. Για το συγκεκριμένο κτίριο, θεωρείται επαρκής σύνδεση σε όλες τις διασταυρώσεις, αλλά λόγω της προσθήκης λαμβάνεται η τιμή του δείκτη ( $R_7$ ), ίση με 0.90

Πίνακας 3.7 Δείκτης σύνδεσης μεταξύ εγκάρσιων τοίχων ( $R_7$ ) (Δρίτσος κ.α., 2018)

Χαρακτηρισμός σύνδεσης μεταξύ εγκάρσιων τοιχοποιιών	$R_7$
Υπάρχει επαρκής σύνδεση σε όλες τις διασταυρώσεις	1.00
Οι περιμετρικοί τοίχοι είναι επαρκώς συνδεδεμένοι μεταξύ τους, όχι όμως με τους εσωτερικούς	0.80
Ανεπαρκής σύνδεση σε όλες τις διασταυρώσεις	0.40

- Δείκτης καταπόνησης τοίχων εκτός επιπέδου ( $R_8$ )

Ο δείκτης αναφέρεται μόνο στους περιμετρικούς τοίχους καθώς οι εσωτερικοί έχουν συνήθως πολύ καλύτερη σύνδεση με τον οριζόντιο φέροντα οργανισμό. Ο δείκτης  $R_8$  υπολογίζεται από τη σχέση 3.4.

$$R_8 = 6 \cdot \sqrt{\frac{t}{l}} < 1.00 \quad (3.4)$$

όπου :

t: το πάχος του περιμετρικού τοίχου σε μέτρα

ℓ: απόσταση μεταξύ εγκάρσιων εσωτερικών τοίχων που στηρίζουν τον περιμετρικό σε μέτρα.

Από κάθε ομάδα περιμετρικών τοίχων κοινού πάχους υπολογίζεται η τιμή του δείκτη  $R_8$  που αντιστοιχεί στον τοίχο με το μεγαλύτερο (ℓ). Το κτίριο χαρακτηρίζεται από την ελάχιστη τιμή του δείκτη. Συνεπώς για το ισόγειο του εν λόγω κτιρίου ισχύει:

$$R_8 = 6 \cdot (0.60)^{1/2} / 4.05 = 1.148$$

$$R_8 = 6 \cdot (0.80)^{1/2} / 4.05 = 1.325$$

$$R_8 = 6 \cdot (0.60)^{1/2} / 10.15 = 0.458. \text{ min}$$

$$R_8 = 6 \cdot (0.80)^{1/2} / 10.15 = 0.529$$

Επιλέγεται η ελάχιστη τιμή. άρα  $R_8 = 0.458$

- Δείκτης κανονικότητας της κάτοψης ισογείου ( $R_9$ )

Ο δείκτης αφορά το σχήμα της κάτοψης του ισογείου. Σε περίπτωση επιμήκους κάτοψης, κριτήριο είναι ο λόγος των μηκών των πλευρών  $\lambda = L_{\max} / L_{\min}$ , όπου οι διαστάσεις μετρώνται στις κύριες ορθογώνιες διευθύνσεις και ισχύει :

- |      |                          |                         |
|------|--------------------------|-------------------------|
| I)   | $\lambda < 4.0$ :        | κτίριο κανονικό         |
| II)  | $4.0 \leq \lambda < 8.0$ | κτίριο μερικώς κανονικό |
| III) | $\lambda \geq 8.0$       | κτίριο μη κανονικό      |

Οι προτεινόμενες τιμές του δείκτη  $R_9$  περιλαμβάνονται στον Πίνακα 3.8.

Για το συγκεκριμένο κτίριο ισχύει:

$$\lambda = L_{\max} / L_{\min} = 13.35 / 11.67 = 1.14 < 4 \text{ κανονικό κτίριο}$$

Παράλληλα ισχύει  $0.25 \times 159 = 39.75 < 40$  άρα οριακά για κανονικό. οπότε θεωρείται  $R_9 = 0.90$

Πίνακας 3.8 Τιμές του δείκτη κανονικότητας σε κάτοψη ( $R_9$ ) (Δρίτσος κ.α., 2018)

Χαρακτηρισμός του σχήματος κάτοψης του κτιρίου	$R_9$
Κανονική κάτοψη	1.00
Μερικώς κανονική κάτοψη	0.75
Μη κανονική κάτοψη	0.50

- Δείκτης κανονικότητας καθ' ύψος ( $R_{10}$ )

Το κτίριο χαρακτηρίζεται σύμφωνα με τα ακόλουθα γεωμετρικά κριτήρια:

Κτίρια με μεταβλητό εμβαδόν ορόφων λόγω εσοχών ή στοών (αγνοούνται απολήξεις στο δώμα με εμβαδόν έως  $0.25A$ , όπου  $A$  το εμβαδόν του τελευταίου ορόφου):

- i. Εμβαδόν ενός ορόφου μεγαλύτερο του 75% του εμβαδού του υπερκείμενου ή υποκείμενου ορόφου, είτε συνολικό εμβαδόν εσοχών όλων των υπερκείμενων ορόφων μικρότερο του 40% του εμβαδού του ισογείου: Κτίριο κανονικό.
- ii. Εμβαδόν ενός ορόφου από 60 έως 75% του εμβαδού του υπερκείμενου ή υποκείμενου ορόφου, είτε συνολικό εμβαδόν εσοχών όλων των υπερκείμενων ορόφων από 40 έως 60% του εμβαδού του ισογείου: Κτίριο μερικώς κανονικό.
- iii. Εμβαδόν ενός ορόφου μικρότερο του 60% του εμβαδού του υπερκείμενου ή υποκείμενου ορόφου, είτε συνολικό εμβαδόν εσοχών όλων των υπερκείμενων ορόφων μεγαλύτερο του 60% του εμβαδού του ισογείου: Κτίριο μη κανονικό.

Κτίρια με σημαντική διαφορά δυσκαμψίας μεταξύ γειτονικών ορόφων. Η δυσκαμψία εκφράζεται προσεγγιστικά από το αθροιστικό εμβαδόν διατομής των τοίχων ανά διεύθυνση ( $\Sigma A_w$ ) αφαιρουμένων των ανοιγμάτων:

- i. Διαφορά στο  $\Sigma A_w$  μεταξύ γειτονικών ορόφων  $< 30\%$ : Κτίριο κανονικό.
- ii. Διαφορά στο  $\Sigma A_w$  μεταξύ γειτονικών ορόφων από 30 έως 50%: Κτίριο μερικώς κανονικό.
- iii. Διαφορά στο  $\Sigma A_w$  μεταξύ γειτονικών ορόφων  $> 50\%$ : Κτίριο μη κανονικό.

Κτίριο σε επικλινές έδαφος με διαφορά ύψους μικρότερη του ενός, μεταξύ ενός και δύο ή μεγαλύτερη των δύο ορόφων μεταξύ της χαμηλότερης και υψηλότερης στάθμης χαρακτηρίζεται ως κανονικό, μερικώς κανονικό ή μη κανονικό αντίστοιχα. Οι προτεινόμενες τιμές του δείκτη  $R_{10}$  περιλαμβάνονται στον Πίνακα 3.9.

Για το συγκεκριμένο κτίριο ισχύει :

Εμβαδόν ισογείου  $119m^2$  και εμβαδόν  $A'$  ορόφου  $159m^2$ ,

Συνεπώς  $189/159 = 0,7484 < 75\%$ , άρα θεωρείται ότι το κτίριο είναι μερικώς κανονικό και λαμβάνεται τιμή του  $R_{10}$  ίση με 0,75

Πίνακας 3.9 Τιμές του δείκτη κανονικότητας σε κάτοψη ( $R_{10}$ ) (Δρίτσος κ.α., 2018)

Χαρακτηρισμός της μορφής του κτιρίου καθ' ύψος	$R_{10}$
Κανονικό καθ' ύψος	1.00
Μερικώς κανονικό καθ' ύψος	0.75
Μη κανονικό καθ' ύψος	0.50

### 3.4 ΕΚΤΙΜΗΤΡΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Με βάση τους ανωτέρω υπολογισμούς και τους επιμέρους συντελεστές βαρύτητας των αντίστοιχων δεικτών, διαμορφώνεται η τιμή της εκτιμήτριας σεισμικής αντίστασης του κτιρίου και έχει ως εξής:

$$R = 0.20 \cdot 0.36 + 0.15 \cdot (0.50 - 0.5087) + 0.10 \cdot (0.80 + 0.90 + 0.458) + 0.05 \cdot (0.80 + 1.00 + 0.90 + 0.75) = 0.459$$

### 3.5 ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

Από τις αντίστοιχες τιμές της εκτιμήτριας σεισμικής επιβάρυνσης και της σεισμικής αντίστασης, προκύπτει ο δείκτης προτεραιότητας ελέγχου, ο οποίος στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι ο παρακάτω.

$$\text{Δείκτης προτεραιότητας ελέγχου κτιρίου } \lambda = 100 (H/R) = 457.52$$



## **Κεφάλαιο 4**

# **ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ**

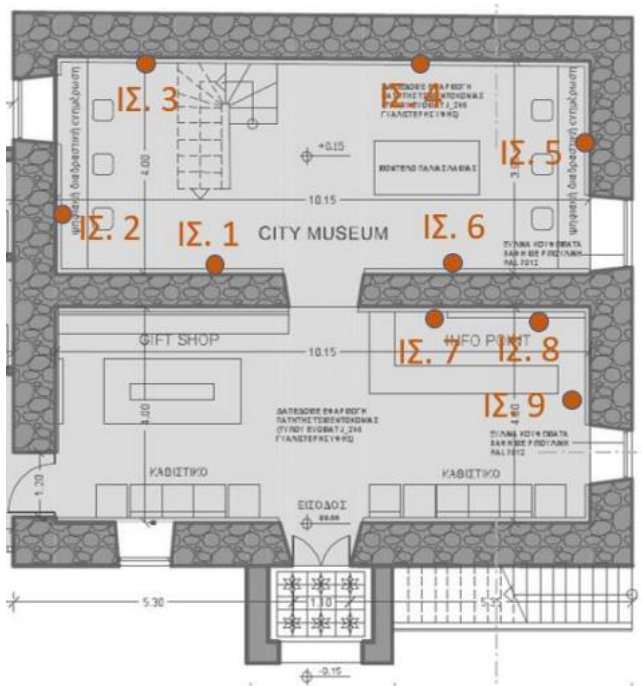
### **4.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

Με την επιμέλεια του Δήμου Λαμιέων, διενεργήθηκαν στο νεοκλασικό κτίριο εργαστηριακοί έλεγχοι για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των υλικών. Με τη διενέργεια ελέγχων και δοκιμών παρέχονται αξιόπιστα στοιχεία που συνδράμουν στην αποτίμηση, αλλά και τον ανασχεδιασμό λειτουργίας του υφιστάμενου κτιρίου φέρουσας τοιχοποιίας. Ως εκ τούτου, απαιτείται να τεκμηριωθεί ο τρόπος δόμησης, να εκτιμηθούν τα μηχανικά χαρακτηριστικά και γενικώς η ποιότητα των υλικών, καθώς επίσης να αποκαλυφθούν οι όποιες παθολογίες έχουν υποβαθμίσει τη λειτουργία του διατηρητέου κτιρίου μέχρι και σήμερα. Η διερεύνηση και ανάλυση των δεδομένων πέραν της τεκμηρίωσης για λόγους ιστορικότητας, συνδράμει, ώστε να καθοριστούν οι όποιες γενικές αρχές και μεθοδολογίες για τα εν δυνάμει σχήματα αποκατάστασης και ενίσχυσης της κατασκευής. Προκειμένου να προκύψουν τα αποτελέσματα εκτίμησης των μηχανικών χαρακτηριστικών διενεργήθηκαν καταστροφικές και μη-καταστροφικές δοκιμές πεδίου, καθώς και περαιτέρω εργαστηριακές αναλύσεις σε δομικά στοιχεία του κτιρίου. Επομένως, προσδιορίστηκαν η θλιπτική αντοχή των υλικών της φέρουσας τοιχοποιίας, όπως των λιθωμάτων και των κονιαμάτων (δόμησης και επιχρίσματα), καθώς και η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος. Επίσης διενεργήθηκαν έλεγχοι που αφορούν στην ομογενοποίηση της τοιχοποιίας, χημική ανάλυση των κονιαμάτων, φυσικές αναλύσεις και έλεγχοι υγρασίας των κονιαμάτων

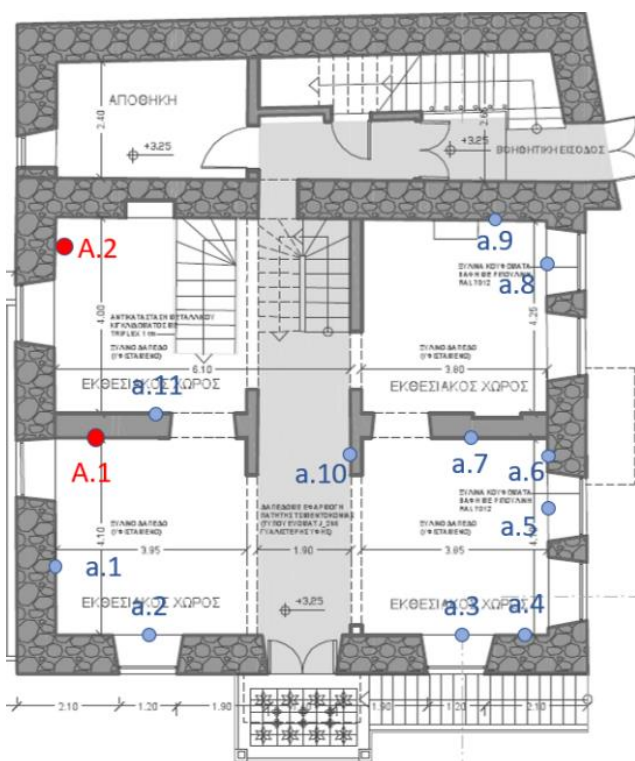
#### **4.1.1 Εκτίμηση θλιπτικής αντοχής υλικών**

Λήφθηκαν αντιπροσωπευτικά δείγματα ανά στάθμη, όπως απεικονίζεται στα παρακάτω σχήματα (Σχήμα 4.1 έως 4.3).

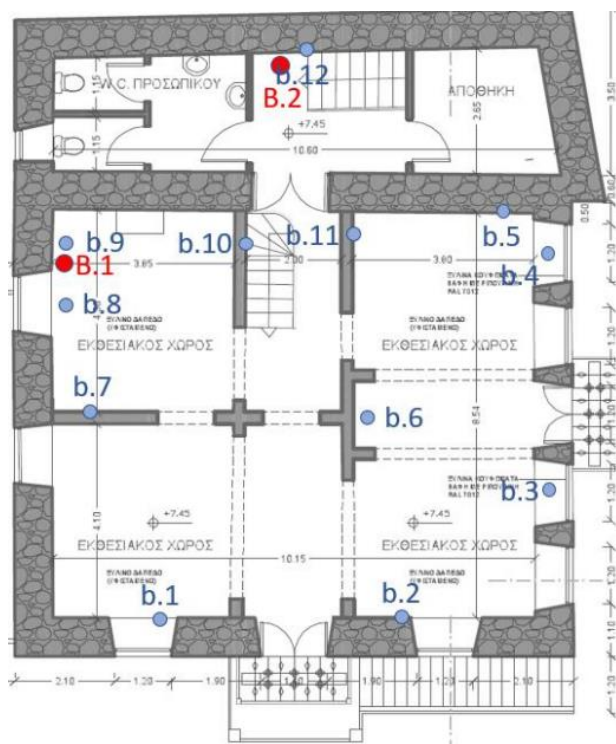
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΝΕΟΚΛΑΣΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΓΙΑ ΕΠΙΔΕΙΞΗ



Σχήμα 4.1 Θέσεις δειγματοληψίας στο ισόγειο (Domo +Lysis Lab, πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)



Σχήμα 4.2 Θέσεις δειγματοληψίας στον Α' όροφο (Domo +Lysis Lab, πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)



Σχήμα 4.3 Θέσεις δειματοληψίας στον Β' όροφο (Domo +Lysis Lab, πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμίων)

#### 4.1.1.1 Εκτίμηση θλιπτικής αντοχής τοιχοσωμάτων

Για την αποτίμηση και ανασχεδιασμό υφιστάμενων κατασκευών φέρουσας τοιχοποιίας απαιτείται η διερεύνηση των υλικών δόμησης, σύμφωνα με τις διαδικασίες και τη μεθοδολογία που περιγράφει το Σχέδιο Κανονισμού για την Αποτίμηση και τις Δομητικές Επεμβάσεις Τοιχοποιίας (Κ.Α.Δ.Ε.Τ.), 2021. Ειδικότερα για τον προσδιορισμό της θλιπτικής αντοχής λιθοσωμάτων απαιτείται ο προσδιορισμός της καμπύλης συσχετίσεως, η οποία προκύπτει από το συνδυασμό αποτελεσμάτων μεταξύ των άμεσων καταστροφικών μεθόδων, όπως της θραύσης από λήψη πυρήνων, και των έμμεσων μη-καταστροφικών μεθόδων, όπως είναι η κρουσιμέτρηση και η μέτρηση της ταχύτητας υπερήχου.

#### Καταστροφικός έλεγχος – Θραύση πυρήνων

Η δοκιμή θραύσης πυρήνων από λιθοσώματα είναι η πλέον άμεση μέθοδος για την εκτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών, η οποία διενεργείται σύμφωνα με το

πρότυπο EN 1926:2006, Natural stone test methods. Determination of uniaxial compressive strength. Για τη δοκιμή αυτή λήφθηκαν εννέα δείγματα λίθων και προέκυψαν αντοχές των λίθων από 92 MPa έως 111 MPa με μέση τιμή τα 105.8 MPa.

#### Μέτρηση τιμής αναπήδησης (κρούσης)

Η μέθοδος της κρουσιμέτρησης αποτελεί μια μη – καταστροφική μέθοδο για την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής τοιχοσωμάτων, η οποία βασίζεται στο συσχετισμό της αντοχής με την επιφανειακή σκληρότητα του εξεταζόμενου υλικού. Η διενέργεια της δοκιμής πραγματοποιείται σύμφωνα με το πρότυπο ASTM D 5873, Standard Test Method for Determination of Rock Hardness by Rebound Hammer Method.

Η επιφάνεια ελέγχου θα πρέπει να έχει μία επίπεδη περιοχή διαμέτρου 15 cm και οι πυρήνες των λίθων θα πρέπει να έχουν μήκος τουλάχιστον 150 mm. Επιφάνειες που παρουσιάζουν κοιλότητες, ρωγμές, έντονη επιφανειακή ανωμαλία / τραχύτητα αποφεύγονται προς εκτέλεση δοκιμής. Ο αριθμός των κρουσιμετρήσεων είναι 10 ανά θέση με απόσταση ίση της διαμέτρου του εμβόλου. Το κρουσίμετρο θεωρείται αναξιόπιστο για χρήση σε πολύ μαλακούς ή πολύ σκληρούς λίθους. Τα αποτελέσματα της κρουσιμέτρησης προκύπτουν από τον μέσο όρο των 10 τιμών αποκλείοντας τιμές μεγαλύτερες από  $\pm 7$  μονάδες σε σχέση με την μέση τιμή και στη συνέχεια πολλαπλασιάζοντας τον διορθωτικό παράγοντα, που προκύπτει από τη διακρίβωση του οργάνου πριν και μετά τον έλεγχο.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων είχαν μέση τιμή αντίστασης για το ισόγειο 58.2, για τον Α' όροφο 57.6 και για τον Β' όροφο 57.7, με τυπική απόκλιση εντός των αποδεκτών ορίων.

#### Μέτρηση ταχύτητας κύματος υπερήχου

Η θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων δύναται να προσδιοριστεί με τη διενέργεια έμμεσων μη – καταστροφικών μεθόδων, όπως είναι η μέτρηση της ταχύτητας διάδοσης κυμάτων υπερήχου, η οποία βασίζεται στην ποιότητα της δομής του λίθου και ειδικότερα της πυκνότητά τους. Για την δοκιμή αυτή έγινε έλεγχος σε εννέα θέσεις και προέκυψαν αντοχές των λίθων επίσης, από 92 MPa έως 111 MPa.

#### **4.1.1.2 Εκτίμηση θλιπτικής αντοχής κονιαμάτων**

Για τον προσδιορισμό της θλιπτικής αντοχής κονιαμάτων απαιτείται ο προσδιορισμός της καμπύλης συσχετίσεως, η οποία προκύπτει από το συνδυασμό αποτελεσμάτων μεταξύ των άμεσων καταστροφικών μεθόδων, όπως της θραύσης θραυσμάτων κονιάματος και των έμμεσων μη-καταστροφικών μεθόδων, όπως είναι η κρουσιμέτρηση και η αντίσταση διείσδυσης ήλων.

##### Καταστροφικός έλεγχος -Θραύση

Η δοκιμή θραύσης θραυσμάτων κονιάματος αποτελεί την πλέον άμεση μέθοδο για την εκτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών του κονιάματος, η οποία διενεργείται σύμφωνα με το πρότυπο RILEM TC 127-MS-A.6 – Tests for masonry materials and structures, Method for triaxial compression tests on mortar specimens taken from bed joint. Για τη δοκιμή αυτή λήφθηκαν τέσσερα δείγματα και προέκυψαν αντοχές κονιαμάτων από 1.4 MPa έως 2.2 MPa με μέση τιμή τα 1.8 MPa.

##### Μέτρηση τιμής αναπήδησης (κρούσης)

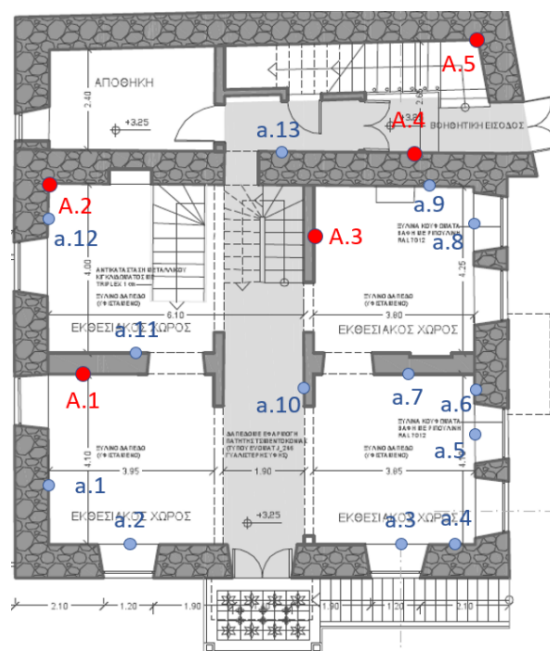
Η μέθοδος της κρουσιμέτρησης αποτελεί μια μη – καταστροφική μέθοδο για την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής κονιαμάτων, η οποία βασίζεται στο συσχετισμό της αντοχής με την επιφανειακή σκληρότητα του εξεταζόμενου υλικού. Η διενέργεια της δοκιμής πραγματοποιείται σύμφωνα με την τεχνική οδηγία RILEM TC 127 – MS - D.7, Tests for masonry materials and structures, Determination of pointing hardness by pendulum hammer

##### Μέτρηση βάθους αντίστασης διείσδυσης καρφίδων

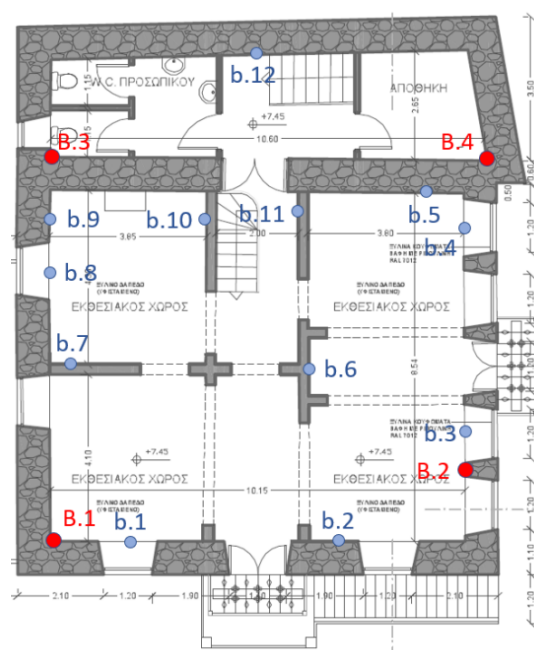
Ελέγχθηκαν εννέα θέσεις στο ισόγειο και προέκυψαν αντοχές των κονιαμάτων από 1.1 MPa έως 1.9 MPa με μέση τιμή τα 1.5 MPa. Στον Α' όροφο ελέγχθηκαν δεκατρείς θέσεις και προέκυψαν αντοχές κονιαμάτων από 0.7 MPa έως 1.8 MPa με μέση τιμή τα 1.2 MPa. Τέλος στο Β' όροφο ελέγχθηκαν έντεκα θέσεις και προέκυψαν αντοχές κονιαμάτων από 0.8 MPa έως 1.7 MPa με μέση τιμή τα 1.4 MPa.

#### 4.1.2 Έλεγχοι για την ποιότητα δόμησης της τοιχοποιίας

Λήφθηκαν αντιπροσωπευτικά δείγματα ανά στάθμη, όπως απεικονίζεται στα παρακάτω σχήματα (Σχήματα 4.4 και 4.5)



Σχήμα 4.4 Θέσεις δειματοληψίας στον Α' όροφο (Domo +Lysis Lab, πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)



Σχήμα 4.5 Θέσεις δειματοληψίας στον Β' όροφο (Domo +Lysis Lab, πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)

#### 4.1.2.1 Ομογενοποίηση τοιχοποιίας

Ο έλεγχος αυτός έγινε με τη μέθοδο του ενδοσκοπίου, κατά την οποία εντοπίστηκαν κενά στην τοιχοποιία από 0 έως 37%, πληροφορία η οποία είναι πολύ χρήσιμη για τον ανασχεδιασμό του κτιρίου με την αντίστοιχη επέμβαση.

#### 4.1.2.2 Χημικές αναλύσεις

Η χημική ανάλυση έγινε σε δείγματα διερχόμενα από το κόσκινο Νο 200, διαμέτρου οπής 0.074 mm. Από τα παρακάτω αποτελέσματα φαίνεται ότι και τα δύο δείγματα κονιάς είναι υδραυλικές άσβεστοι. Το δείγμα Α μπορεί, οριακά, να χαρακτηριστεί ως άσβεστος μεσαίας υδραυλικότητας και το δείγμα Β επίσης οριακά, ως άσβεστος υψηλής υδραυλικότητας (Σχήμα 4.6).

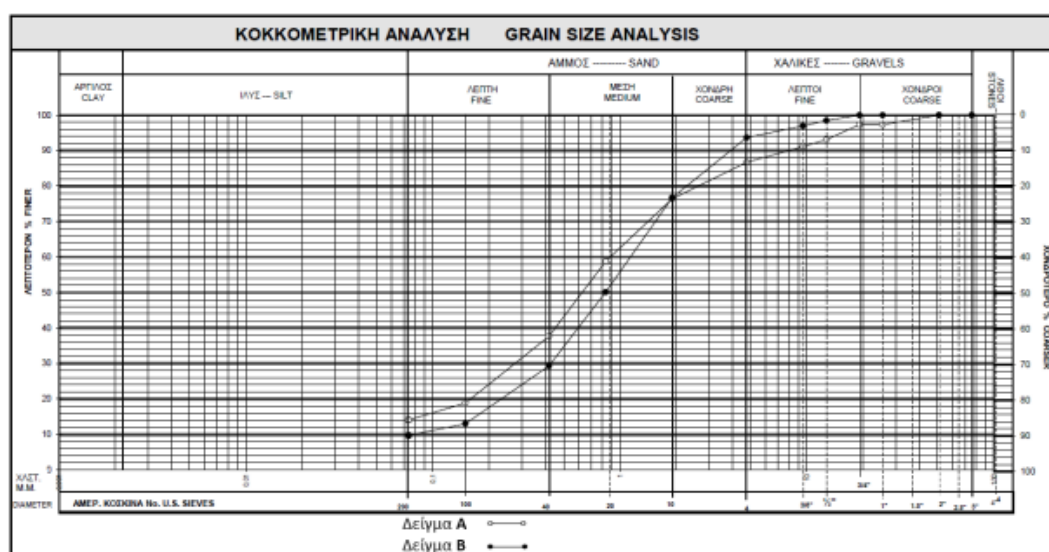
α/α	Στοιχεία (σε μορφή οξειδίων)		Περιεκτικότητα (κ.β. %)	
			Δείγμα Α	Δείγμα Β
1	Διοξείδιο Πυριτίου	(SiO <sub>2</sub> )	8.69	13.58
2	Τριοξείδιο Θείου	(SO <sub>3</sub> )	0.01	0.02
3	Οξείδια Αργιλίου & Σιδήρου	(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	6.17	4.15
4	Οξείδιο Ασβεστίου	(CaO)	40.57	34.78
5	Οξείδιο Μαγνησίου	(MgO)	7.12	6.90
6	Απώλεια Πυρώσεως	(110°C)	0.25	0.17
	Απώλεια Πυρώσεως	(200°C)	0.24	0.34
	Απώλεια Πυρώσεως	(400°C)	2.69	1.81
	Απώλεια Πυρώσεως	(550°C)	0.77	2.54
	Απώλεια Πυρώσεως	(950°C)	31.67	28.22

Σχήμα 4.6 Χημική ανάλυση κονιαμάτων (Domo +Lysis Lab, πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)

#### 4.1.2.3 Φυσικές αναλύσεις

Ονομασία Δείγματος	Υγρό Φαινόμενο Βάρος (kN/m <sup>3</sup> )	Ξηρό Φαινόμενο Βάρος (kN/m <sup>3</sup> )	Υγρασία %
A	16.48	12.57	31.1
B	20.21	17.25	17.2

Σχήμα 4.7 Φαινόμενο βάρος (Domo +Lysis Lab, πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)



Σχήμα 4.8 Κοκκομετρική ανάλυση (Domo +Lysis Lab, πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων)

#### 4.1.2.4 Υγρασία κονιαμάτων

Οι τιμές της σχετικής υγρασίας κοντά στην βόρεια πλευρά του δομήματος σημείωσαν υγρασίες της τάξεως του 100 %. Στα τοιχεία κάτω από τα παράθυρα οι σχετικές υγρασίες κυμαίνονται από 62% έως 68% ενώ για τα υπόλοιπα τοιχεία από 47% έως 91%.

#### 4.1.3 Αποτίμηση στοιχείων ωπλισμένου σκυροδέματος

Στα οριζόντια στοιχεία πλακών, τα οποία συναντώνται στη στάθμη οροφής ισογείου του βασικού κτιρίου, και στη στάθμη οροφής Ά ορόφου της παρακείμενης



προσθήκης. διενεργήθηκαν ενόργανες δοκιμές και μη-καταστροφικοί έλεγχοι που αποσκοπούν στην αποτύπωση των οπλισμών, καθώς επίσης και της αποτίμησης της ανθεκτικότητας των υλικών δόμησης, σύμφωνα με τους οποίους εντοπίστηκαν φαινόμενα ενανθράκωσης του σκυροδέματος (Σχήμα 4.9) και διάβρωση των οπλισμών (Σχήμα 4.10). Τα αποτελέσματα των ελέγχων συνοπτικά έχουν ως εξής :



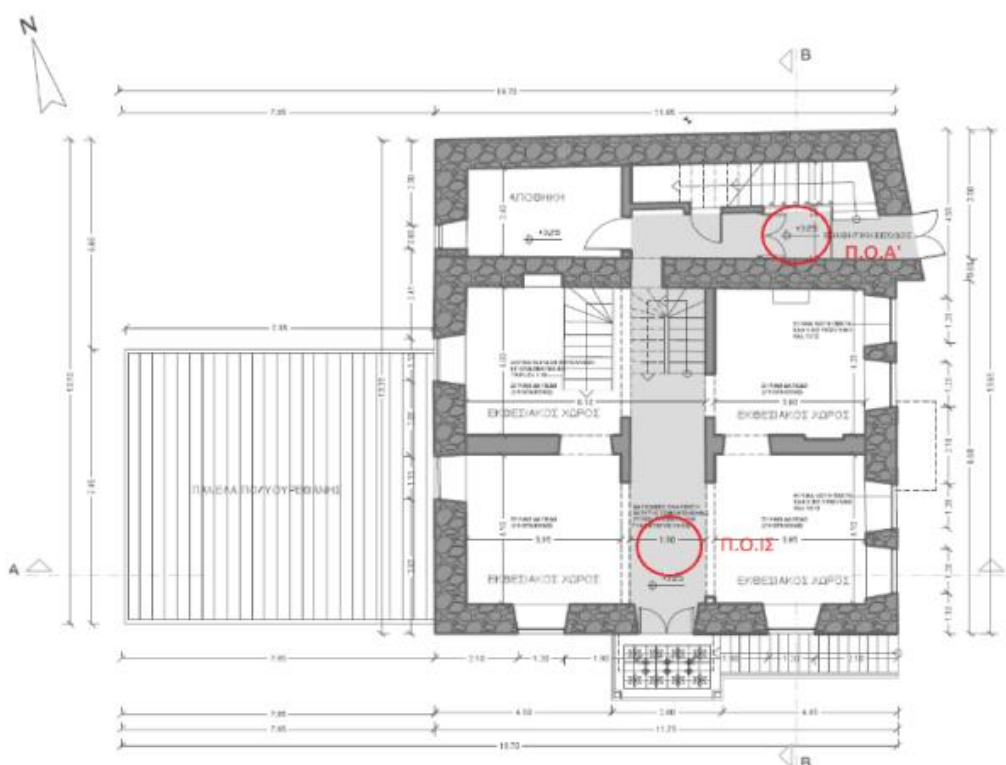
Σχήμα 4.9 Ενανθράκωση σκυροδέματος



Σχήμα 4.10 Διάβρωση οπλισμών

- Η αποτύπωση των γεωμετρικών στοιχείων δείχνει ότι υπάρχει ομοιογένεια στην κατανομή των οπλισμών, με διαμέτρους από 8 έως 10 mm. - Η επικάλυψη σκυροδέματος που καταγράφεται δεν είναι ικανοποιητική για την περίοδο σχεδιασμού και κατασκευής του κτιρίου (< 35mm).
- Φαινόμενα επιταχυνόμενης φθοράς καταγράφονται στην πλάκα οροφής του Α' ορόφου λόγω γειτνίασης με τοίχωμα με υψηλή σχετική υγρασία.
- Η ελλιπής προστασία και συντήρηση με κατάλληλα υλικά (δηλ. επιστρώσεις, υδροφοβισμοί, βαφές), σύμφωνα με τις αρχές που διέπει την προστασία των κατασκευών ωπλισμένου σκυροδέματος είχε ως αποτέλεσμα την επιτάχυνση των μηχανισμών γήρανσης και τη φθορά των υλικών (ενανθράκωση, έναρξη διάβρωσης χαλύβδινου οπλισμού).
- Πλήθος ρωγμών καταγράφονται σε θέσεις παρουσίας του χαλύβδινου οπλισμού στην πλάκα οροφής Α' ορόφου.

- Το πάχος μειωμένης αλκαλικότητας σκυροδέματος (ζώνη αποπαθητικοποίησης), λόγω διοξειδίου του άνθρακα (ενανθράκωση) σε αναλογία με το πάχος επικάλυψης, καταγράφεται στη δυσμενέστερη κατηγορία (Κατηγορία 4, σύμφωνα με την Οδηγία REHABCON EC DG ENTR –C – 2).
- Το βάθος του ενανθρακωμένου σκυροδέματος παραμένει κρίσιμο στο σύνολο της κατασκευής.
- Στην πλάκα Π.Ο.Α' (Σχήμα 4.11) που πραγματοποιήθηκαν δοκιμές μέτρησης δυναμικού διάβρωσης, καταγράφηκαν μερικές τοπικές ζώνες με πιθανότητα ενεργής διάβρωσης μεγαλύτερη από 90% ( $> -210$  mV).
- Η ειδική αντίσταση σκυροδέματος στην Π.Ο.Α' (Σχήμα 4.11 ) βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα, επιτρέποντας τους μηχανισμούς έναρξης και διατήρησης της διάβρωσης.
- Γενικά η πλάκα οροφής του ισογείου δεν έχει υποστεί σημαντικές φθορές, όπως φαίνεται από τον οπτικό και τους μη καταστροφικούς ελέγχους



Σχήμα 4.11 Έλεγχοι στις πλάκες σκυροδέματος του κτιρίου Domo +Lysis Lab, πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Λαμιέων

Με βάση όλες τις ανωτέρω δοκιμές, τα μηχανικά χαρακτηριστικά της υφιστάμενης τοιχοποιίας, όπως εισήχθησαν στο λογισμικό φαίνονται στο Σχήμα 4.12.

Σημειώνεται ότι από συμπληρωματική εργαστηριακή δοκιμή που έγινε εκ των υστέρων στο κτίριο, βρέθηκε αντοχή λιθοσώματος ίση με 35 MPa και η επίλυση του κτιρίου επιλέχθηκε να γίνει με αυτήν τη δυσμενέστερη τιμή. Κατά συνέπεια, η ανηγμένη θλιπτική αντοχή του λιθοσώματος είναι :

$$f_b = \delta \cdot f_{bc}$$

Όπου  $\delta$ , συντελεστής αναγωγής βάσει της γεωμετρίας του λιθοσώματος άρα μετά την εφαρμογή των τιμών, προκύπτει :

$$f_b = \delta \times f_{bc} = 1.15 \times 35 = 40.25 \text{ MPa}$$

$f_{\xi}$	$K_{\xi} f_m^{0.7} f_m^{0.3}$	Θλιπτική Αντοχή $f_k$ [N/mm <sup>2</sup> ] (EC6, §3.6.1)	Διατμ/κή Αντοχή $f_{vko}$ [N/mm <sup>2</sup> ] (EC6, §3.6.2)	maxΔιατμ. Αντ. $f_{vkmax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Μέτρο Ελαστικό $E$ [GPa] (EC6, §3.7.2)
K=0.45		5.89	0.10	1.00	5.89
Ιδιο βάρος [kN/m <sup>2</sup> ]	Βάρος kN/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> Gunite <input checked="" type="checkbox"/> Gunite		<input type="button" value="Compute"/>	
26.00	20.80				
<u>Λιθοσώματα τοιχοποιίας</u>					
Λιθοσώματα	Διαστάσεις Λιθοσωμάτων			Θλιπτική Αντοχή $f_b$	
Ασβεστόλιθοι 20x20x25	250	200	200	$f_b=40.25$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Τύπος Λιθοσωμάτων:	Κατηγορία	Ομάδα	Ιδιο βάρος [kN/m <sup>2</sup> ]		
Λαξευτοί Φυσικοί EN 771-6	I	1	26.00		
<u>Κονίαμα τοιχοποιίας</u>					
Κονίαμα	Είδος Κονιάματος:			Θλιπτική Αντοχή $f_m$	
Τσιμεντοκονίαμα-M2	Γενικής εφαρμογής			$f_m=2.00$ [N/mm <sup>2</sup> ]	

Σχήμα 4.12 Μηχανικά χαρακτηριστικά υφιστάμενης τοιχοποιίας

## 4.2 ΣΤΟΧΟΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η προτεινόμενη νέα χρήση του κτιρίου είναι εκθεσιακός χώρος- μουσείο πόλης και “info point”, το οποίο σημαίνει ότι στο χώρο αυτό θα συναθροίζονται πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου και επειδή πρόκειται για μουσείο, η αποτίμηση και ο ανασχεδιασμός του κτιρίου θα γίνει για κατηγορία σπουδαιότητας κτιρίου Σ<sub>III</sub> ( $\gamma_i=1.2$ ). (Πίνακας 4.1)

Πίνακας 4.1 Κατηγορίες σπουδαιότητας κτιρίων (παρ.1 σελ.2-21 ΚΑΔΕΤ)

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Κτίρια
I	Κτίρια μικρής σπουδαιότητας ως προς την ασφάλεια του κοινού, <u>όπως</u> : αγροτικά οικήματα και αγροτικές αποθήκες, υπόστεγα, στάβλοι, βουστάσια, χοιροστάσια, ορνιθοτροφεία, κλπ.
II	Συνήθη κτίρια, <u>όπως</u> : κατοικίες και γραφεία, βιομηχανικά - βιοτεχνικά κτίρια, ξενοδοχεία (τα οποία δεν περιλαμβάνουν χώρους συνεδρίων), ξενώνες, οικότροφεία, χώροι εκθέσεων, χώροι εστίασης και ψυχαγωγίας (ζαχαροπλαστεία, καφενεία, μπύρα, μπλιάρδο, ηλεκτρονικών παιχνιδιών, εστιατόρια, μπαρ, κλπ), τράπεζες, ιατρεία, αγορές, υπεραγορές, εμπορικά κέντρα, καταστήματα, φαρμακεία, κουρεία, κομμωτήρια, ινστιτούτα γυμναστικής, βιβλιοθήκες, εργοστάσια, συνεργεία συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφεία, ξυλουργεία, εργαστήρια ερευνών, παρασκευαστήρια τροφίμων, καθαριστήρια, κέντρα μηχανογράφησης, αποθήκες, κτίρια στάθμευσης αυτοκινήτων, πρατήρια υγρών καυσίμων, ανεμογεννήτριες, γραφεία δημόσιων υπηρεσιών και τοπικής αυτοδιοίκησης που δεν εμπίπτουν στην κατηγορία IV, κλπ.
III	Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας, καθώς και κτίρια δημόσιων συναθροίσεων και γενικών κτίρια στα οποία ευρίσκονται πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου, <u>όπως</u> : αίθουσες αεροδρομίων, χώροι συνεδρίων, κτίρια που στεγάζουν υπολογιστικά κέντρα, ειδικές βιομηχανίες, εκπαιδευτικά κτίρια, αίθουσες διδασκαλίας, φροντιστήρια, νηπιαγωγεία, χώροι συναυλιών, αίθουσες δικαστηρίων, ναοί, χώροι αθλητικών συγκεντρώσεων, θέατρα, κινηματογράφοι, κέντρα διασκέδασης, αίθουσες αναμονής επιβατών, ψυχιατρεία, ιδρύματα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ιδρύματα χρονίως πασχόντων, οίκοι ευγηρίας, βρεφκομεία, βρεφικοί σταθμοί, παιδικό σταθμοί, παιδότοποι, αναμορφωτήρια, φυλακές, εγκαταστάσεις καθαρισμού νερού και αποβλήτων, κλπ.
IV	Κτίρια των οποίων η λειτουργία, τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού, όσο και μετά τους σεισμούς, είναι ζωτικής σημασίας, <u>όπως</u> : κτίρια τηλεπικοινωνίας, παραγωγής ενέργειας, νοσοκομεία, κλινικές, αγροτικά ιατρεία, υγειονομικοί σταθμοί, κέντρα υγείας, διωλιστήρια, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, πυροσβεστικοί και αστυνομικοί σταθμοί, κτίρια δημόσιων επιτελικών υπηρεσιών για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών από σεισμό. Κτίρια που στεγάζουν έργα μοναδικής καλλιτεχνικής αξίας, <u>όπως</u> : μουσεία, αποθήκες μουσείων, κλπ.

Σύμφωνα με τον κανονισμό για αποτίμηση και δομητικές επεμβάσεις τοιχοποιίας (ΚΑΔΕΤ), για την εξυπηρέτηση ευρύτερων κοινωνικο-οικονομικών αναγκών, θεσπίζονται τρεις στάθμες επιτελεστικότητας (στοχευόμενες συμπεριφορές) και δύο επίπεδα σεισμού σχεδιασμού (παρ. 2.3, σελ. 2-7). Στην παρούσα μελέτη ο στόχος αποτίμησης ορίζεται B1, «σημαντικές βλάβες» για σπάνιο σεισμό με πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 έτη και περίοδο επανάλυσης τα 475έτη. Στην περίπτωση αυτή, ο στόχος είναι το δόμημα να έχει υποστεί σημαντικές βλάβες, εκ των οποίων ορισμένες ενδέχεται να είναι βαριές, χωρίς να υπάρχουν τοπικές καταρρεύσεις, ωστόσο διαθέτει απομένουσα φέρουσα ικανότητα και δυσκαμψία. Τα κατακόρυφα στοιχεία είναι σε θέση να αναλαμβάνουν τα κατακόρυφα φορτία. Υπάρχουν μέτριες μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων, οι οποίες τοπικά μπορεί να είναι έντονες. Ο φέρων οργανισμός είναι σε θέση να ανταπεξέλθει σε μελλοντικούς σεισμούς μέτριας έντασης.

Πίνακας 4.2 Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού φέροντος οργανισμού

Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	Στάθμη επιτελεστικότητας φέροντος οργανισμού		
	Περιορισμένες βλάβες	Σημαντικές βλάβες	Οιονεί κατάρρευση
10%	A1	<b>B1</b>	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

Με βάση τον πίνακα Π4.1 του παραρτήματος 4.1 του ΚΑΔΕΤ, για την στάθμη επιτελεστικότητας B1, οι τιμές του όρου  $\alpha_{gr}:q^*$  για την τέμνουσα βάσεως, προκύπτουν από τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4.3).

Πίνακας 4.3 Τιμές του όρου  $\alpha_{gr}:q^*$  για την τέμνουσα βάσεως, με τιμή αναφοράς που αντιστοιχεί σε στάθμη επιτελεστικότητας (B) και πιθανότητα υπερβάσεως 10 % εντός της 50 – ετίας

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΣ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ 50 – ΕΤΙΑΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ		
	Άμεση χρήση μετά τον σεισμό (A)	Προστασία ζωής (B)	Αποφυγή κατάρρευσης (Γ)
10 %	≈ 1,65	1,00	≈ 0,70
50 %	≈ 1,00	0,60	≈ 0,45

Λόγω της κατηγορίας σπουδαιότητας III ( $\gamma=1.20$ ), καθορίζεται ο ελάχιστος ανεκτός στόχος της αποτίμησης ή του ανασχεδιασμού (Πίνακας 4.4)

Πίνακας 4.4 (Παράρτημα 2.1, σελ.2-21 ΚΑΔΕΤ ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού )

Κατηγορία σπουδαιότητας	Στόχοι
I	Γ2
II	Γ2
<b>III</b>	<b>B1</b>
IV	B1 και A2 (Ικανοποίηση και των δύο στόχων)

Οι διατομές που θα εισάγονται στο προσομοίωμα προς ανάλυση, είτε της αποτίμησης είτε του ανασχεδιασμού, θα θεωρούνται ρηγματωμένες με συνέπεια η δυσκαμψία (E) και η δυστημσία (G) της ρηγματωμένης διατομής να λαμβάνονται σε ποσοστό 50% της αρηγμάτωτης διατομής.

#### 4.3 ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στις υφιστάμενες κατασκευές, οι αριθμητικές τιμές των δεδομένων που υπεισέρχονται στην αποτίμηση και στον ανασχεδιασμό, ενδέχεται να υπόκεινται σε σφάλματα σημαντικότερα απ' ότι στην περίπτωση των νέων κατασκευών.

Η στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (Σ.Α.Δ.) τα οποία αφορούν δράσεις ή αντιστάσεις, εκφράζει την επάρκεια των πληροφοριών περί του υφισταμένου κτιρίου, και λαμβάνεται υπόψη κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό. Η έννοια της Σ.Α.Δ. εφαρμόζεται και για την πληρότητα της αποτύπωσης του φέροντος οργανισμού, ιδίως στις περιπτώσεις των αφανών στοιχείων. Οι επιπτώσεις της αβεβαιότητας μπορεί να ληφθούν υπόψη στις δράσεις ή στις αντιστάσεις κατά περίπτωση.

Η Σ.Α.Δ. δεν είναι αναγκαστικώς ενιαία για ολόκληρο το κτίριο. Προσδιορίζονται επί μέρους Σ.Α.Δ. για τις διάφορες επί μέρους κατηγορίες πληροφοριών. Για την περίπτωση των μνημείων και διατηρητέων κτιρίων, το επίπεδο της Σ.Α.Δ. ορίζεται από την αρμόδια Δημόσια Υπηρεσία σε συνεργασία με τον μηχανικό.

Σύμφωνα με τον ΚΑΔΕΤ, παρ. 3.10.2 διακρίνονται τρεις στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων: υψηλή, ικανοποιητική και ανεκτή. Τα κριτήρια για την επιλογή της στάθμης αξιοπιστίας, αλλά και οι απαιτήσεις για κάθε στάθμη παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4.5).

Πίνακας 4.5 Ελάχιστες απαιτήσεις διερεύνησης - αξιολόγηση αποτελεσμάτων

ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ (Κριτήρια)		Σ.Α.Δ.	ΑΝΕΚΤΗ	ΑΝΕΚΤΗ Μεγάλα Κτίρια	ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	ΥΨΗΛΗ
α	Αποτύπωση φέροντος οργανισμού	Γενικά Σχέδια			(+) Λεπτομερή Σχέδια Κατασκευής (εμφανών + συνδέσεων)	Όλα (εμφανή + αφανή + συνδέσεις)
β	Ιστορικό Κατασκευής	Απλή καταγραφή στοιχείων και πληροφοριών προερχόμενα από παλαιότερες μελέτες.			(+) Κάθε άλλη αρχαιακή πηγή.	(+) Επί τόπου παρατηρήσεων & διερευνήσεων
γ	Καταγραφή Φθορών & Βλαβών	Αδρομερής καταγραφή επί των γενικών σχεδίων αποτύπωσης.			Αναλυτική καταγραφή φθορών & βλαβών επί των γενικών σχεδίων αποτύπωσης + πλήρη φωτογραφική τεκμηρίωση	(+) πλήρης σχεδιαστική τεκμηρίωση των αποκλίσεων και ρωγμών με επί τόπου μετρήσεις με διάφορες δόκιμες μεθόδους μετά από αφαίρεση των επιχρισμάτων. Και η σύγκριση της παθολογίας με την ιστορική παθολογία, καθώς και η παροχή στοιχείων για την τυχόν εν χρόνω εξέλιξη των βλαβών
δ	Τεκμηρίωση υλικών και τρόπου δομήσεως τοιχοποιίας					2 όψεις - 50% Πεσσούς / 25 % Υπέρθυρα / 50%
δ2	Τεκμηρίωση Τρόπου Δομήσεως	3 θέσεις μετά την αφαίρεση επιχρισμάτων 1m <sup>2</sup>			2 όψεις - 30% Πεσσούς / 15 % Υπέρθυρα / 30% Ύπαρξη Οριζόντιων Διαζωμάτων + απόσπαση λιθοσωμάτων	Γωνίες 50% Ύπαρξη Οριζόντιων Διαζωμάτων + Πάχος Τοιχοποιίας (50/25)

<b>δ3</b>	<b>Τεκμηρίωση Θεμελίωσης &amp; Εδάφους</b>	<i>Παράληψη (εάν δεν υπάρχουν βλάβες)</i>		1 τομή (εάν δεν υπάρχουν βλάβες) 3 τομές (ένα υπάρχουν βλάβες)	3 τομές ανεξαρτήτως βλάβης
<b>δ4</b>	<b>Τεκμηρίωση Οριζόντιων Πατωμάτων ή Δωματίων, Στεγών</b>	Οπτική Παρατήρηση	15%	30%	50%
<b>Τεκμηρίωση υλικών</b>					
<b>δ1</b>			<b>Ανεκτή (Μεγάλα Κτίρια)</b>	<b>Ικανοποιητική</b>	<b>Υψηλή</b>
<b>Πεσσοί</b>		3 Λιθοσωμάτων + 3 Κονιαμάτων	15%	<b>30%</b>	50%
<b>Υπέρθυρα Δίσκων</b>			8%	<b>15%</b>	25%
<b>Μέταλλα / Ξύλινα</b>			Οπτική Επιθεώρηση	<b>30%</b>	50%

Οι παραπάνω πίνακες ορίζουν δύο στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων για το κτίριο :

**Στάθμη ανεκτή**

- (α) αποτύπωση φέροντος οργανισμού
- (β) το ιστορικό της κατασκευής
- (δ3) τεκμηρίωση θεμελίωσης και εδάφους
- (δ4) τεκμηρίωση οριζόντιων πατωμάτων ή δωματίων, στεγών

**Στάθμη ικανοποιητική**

- (γ) καταγραφή φθορών και βλαβών
- (δ1) τεκμηρίωση υλικών
- (δ2) τεκμηρίωση του τρόπου δομήσεως

Σημειώνεται ότι λόγω της χρήσης του κτιρίου, σύμφωνα με τον πίνακα 3.1 σελ. 3-18 του ΚΑΔΕΤ, απαιτείται η διενέργεια εδαφοτεχνικής μελέτης, προκειμένου να ληφθεί υπόψη η αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής, για την ακρίβεια των αναλύσεων της ανωδομής (Πίνακας 4.6).



Πίνακας 4.6 Έδαφος θεμελίωσης (Πιν.3.1 ΚΑΔΕΤ)

Προγενέστερη εδαφοτεχνική έρευνα	Προηγούμενη συμπεριφορά θεμελίωσης	Επέμβαση που προκαλεί πρόσθετες δράσεις στο έδαφος (1)	Ανάγκη νέας εδαφοτεχνικής έρευνας
Διατίθεται	Κακή		Ναι
<b>Δεν διατίθεται</b>	<b>Καλή</b>	Όχι	Όχι
		<b>Ναι</b>	<b>Ναι</b>
	Κακή		Ναι
(1) Όταν προκαλείται αύξηση των τάσεων εδάφους τουλάχιστον σε ένα στοιχείο θεμελίωσης μεγαλύτερη από 20%			

## 4.4 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 4.4.1 Φορτία

#### Μόνιμα φορτία

Ίδιο βάρος σκυροδέματος	25.00	kN/m <sup>3</sup>
Ίδιο βάρος δομικού χάλυβα	78.50	kN/m <sup>3</sup>
Ίδιο βάρος λιθοδομής	23.00	kN/m <sup>3</sup>
Ίδιο βάρος ξυλείας	4.00	kN/m <sup>3</sup>
Επικάλυψη δαπέδων-Ξύλινο	0.20	kN/m <sup>2</sup>
Σανίδωμα ψευδοροφής στέγης	0.20	kN/m <sup>2</sup>
Αναρτημένος Η/Μ εξοπλισμός, οροφή	0.50	kN/m <sup>2</sup>
Επικάλυψη στέγης	1.00	kN/m <sup>2</sup>

#### Κινητά φορτία

Κινητό φορτίο δαπέδου	5.00	kN/m <sup>2</sup>
Κινητό φορτίο δαπέδου κλιμάκων	5.00	kN/m <sup>2</sup>
Κινητό φορτίο εξωστών	5.00	kN/m <sup>2</sup>
Η/Μ εγκαταστάσεις στην οροφή	1.00	kN/m <sup>2</sup>
Φορτίο χιονιού στο έδαφος	1.705	kN/m <sup>2</sup>
Φορτίο Ανέμου	33.00	m/sec

#### 4.4.2 Παράμετροι αντισεισμικού σχεδιασμού

Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας	II
Επιτάχυνση εδάφους	0.24g
Κατηγορία σπουδαιότητας	III
Συντελεστής σπουδαιότητας $\gamma$	1.20
Κατηγορία εδάφους	B
Συντελεστής εδάφους S	1.20
Συντελεστής θεμελίωσης $\theta$	1.00
Χαρακτηριστικές περιόδοι φάσματος	$T_b=0.15s$ $T_c=0.50s$
Απόσβεση $\zeta$	4-5%

#### 4.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Για τη μελέτη αποτίμησης και ανασχεδιασμού του κτιρίου, χρησιμοποιήθηκαν δύο μέθοδοι ανάλυσης. Η ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση και η ανάλυση pushover. Η ανάλυση για ισοδύναμα στατικά φορτία γίνεται για τον υπολογισμό και των δυνάμεων και των παραμορφώσεων. Η ανάλυση pushover είναι η μη-γραμμική ανελαστική στατική ανάλυση που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα 3muri. Η χρήση αυτής της μεθόδου έχει ως στόχο:

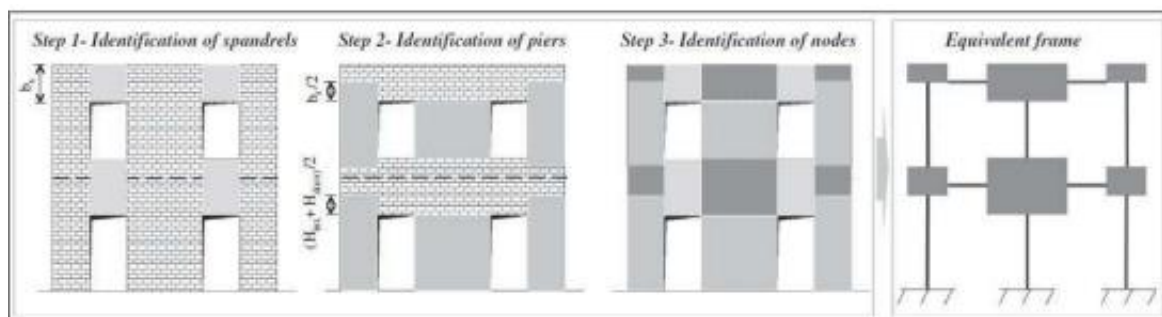
- Τη δημιουργία της καμπύλης αντίστασης της κατασκευής, η οποία εκφράζει τη μη-γραμμική σχέση μεταξύ του επιβαλλόμενου φορτίου και της μετατόπισης κορυφής. Η καμπύλη αυτή αποτελεί τη βάση για όλους τους απαιτούμενους ελέγχους ικανοποίησης των κριτηρίων επιτελεσματικότητας
- Την τεκμηρίωση της ύπαρξης επαρκούς υπεραντοχής στο κτίριο (λόγος  $a_u/a_l$ )
- Την εποπτεία της συμπεριφοράς των μελών της κατασκευής ως προς τη σειρά και τα σημεία εμφάνισης πλαστικών αρθρώσεων. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται η αποτύπωση της κατανομής των βλαβών στην κατασκευή.

## 4.6 ΠΡΟΣΟΜΙΩΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ 3MURI

### 4.6.1 Γενικά

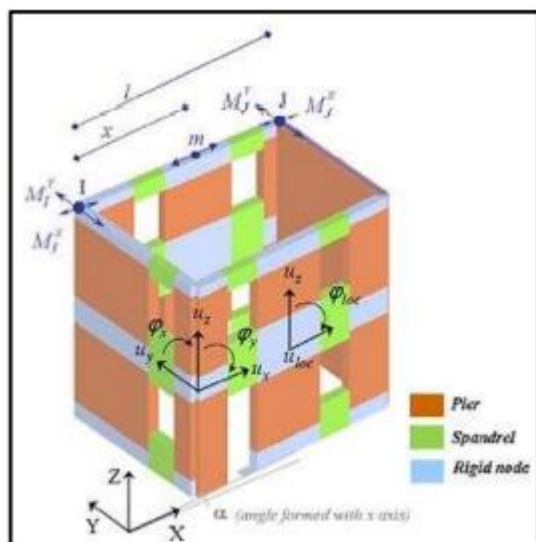
Το πρόγραμμα περιλαμβάνει ελαστική (ισοδύναμη) στατική και μη γραμμική ανάλυση (pushover) κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία, ακόμα και αν σε αυτά υπάρχουν στοιχεία από σκυρόδεμα, ξύλο ή χάλυβα, όπως ισχύει για το μελετώμενο κτίριο.

Η διακριτοποίηση του κτιρίου γίνεται με μακροστοιχεία που αντιπροσωπεύουν τους αντίστοιχους πεσσούς, τις παραμορφώσιμες υπέρθυρες δοκούς και τους άκαμπτους κόμβους. Οι άκαμπτοι κόμβοι παρουσιάζονται στα τμήματα τοιχοποιίας, τα οποία είναι λιγότερο ευαίσθητα σε σεισμικές βλάβες και αναπαριστούν την σύνδεση μεταξύ πεσσών και υπέρθυρων δοκών. Οι εξωτερικοί πεσσοί καθορίζονται από τον μέσο όρο του ορόφου και του παρακείμενου ανοίγματος, ενώ οι εσωτερικοί πεσσοί καθορίζονται από το ύψος των παρακείμενων ανοιγμάτων. Οι υπέρθυρες δοκοί καθορίζονται από την καθ' ύψος ευθυγράμμιση των ανοιγμάτων (Σχήμα 4.13).



Σχήμα 4.13 Διακριτοποίηση τοιχοποιίας σε πεσσούς, υπέρθυρες δοκούς και άκαμπτους κόμβους (Lagomarsimo et al., 2013; Χασιώτης, 2019)

Οι κόμβοι του μαθηματικού μοντέλου διακρίνονται σε τριών διαστάσεων με πέντε βαθμούς ελευθερίας (τρεις μετακινησιακές συνιστώσες και δύο στροφές) καθώς και σε δύο διαστάσεων κόμβους με τρεις βαθμούς ελευθερίας (δύο μετακινήσεις και μία στροφή στο επίπεδο του τοίχου). Οι τριών διαστάσεων κόμβοι χρησιμοποιούνται για να γίνει η μεταφορά των δράσεων από τον ένα τοίχο στον άλλο, ο οποίος είναι τοποθετημένος εγκάρσια στον πρώτο. Οι δύο διαστάσεων κόμβοι έχουν βαθμούς ελευθερίας μόνο στο επίπεδο του τοίχου, επιτρέποντας να μεταφερθούν οι εντάσεις μεταξύ των διαφόρων σημείων του τοίχου (Σχήμα 4.14)



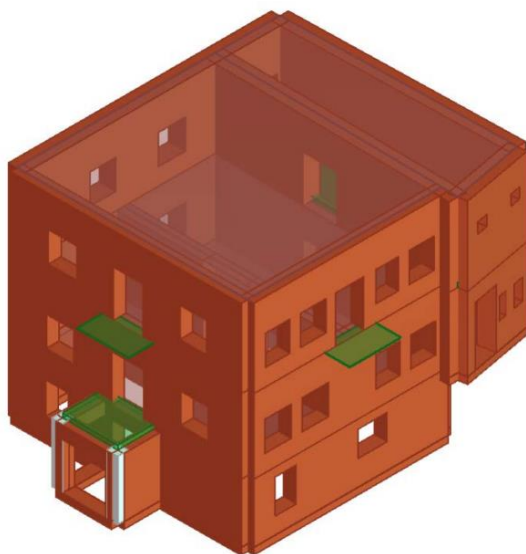
Σχήμα 4.14 Χωρική συναρμογή τοιχωμάτων στο λογισμικό 3MURI (Lagomarsimo et al., 2013; Χασιώτης, 2019)

Τα οριζόντια στοιχεία προσομοιώνονται ως πλάκες τρίκομβων στοιχείων, τα οποία συνδέονται με τους κόμβους τριών διαστάσεων, οι οποίες μπορούν να φέρουν μόνιμα και κινητά φορτία. Οι σεισμικές δράσεις δρουν στην πλάκα και τη φορτίζουν κατά μήκος της μεσαίας στρώσης. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι η πλάκα διαθέτει αξονική δυσκαμψία ενώ δεν διαθέτει καμπτική, αφού η κύρια μηχανική συμπεριφορά που ελέγχεται είναι εκείνη που προκαλείται από το σεισμό και το αντίστοιχο οριζόντιο φορτίο.

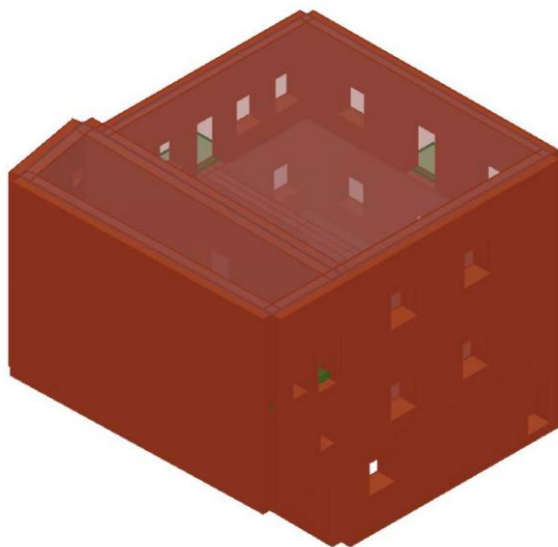
Από τη στιγμή που ολοκληρώνεται η γεωμετρία του φορέα (ο οποίος αποτελείται από επιφάνειες τοίχων συνδεδεμένων μεταξύ τους), το πρόγραμμα μέσω ενός αλγορίθμου αναγνωρίζει αυτόματα τις συνδέσεις μεταξύ των επιμέρους στοιχείων και δημιουργεί το χωρικό μοντέλο με διακριτοποιημένα τα στοιχεία, όπως είναι οι πεσσοί (κατακόρυφα στοιχεία), τα δοκάρια ή υπέρθυρα (οριζόντια) και τους κόμβους.

#### 4.6.2 Δημιουργία του προσομοιώματος του κτιρίου

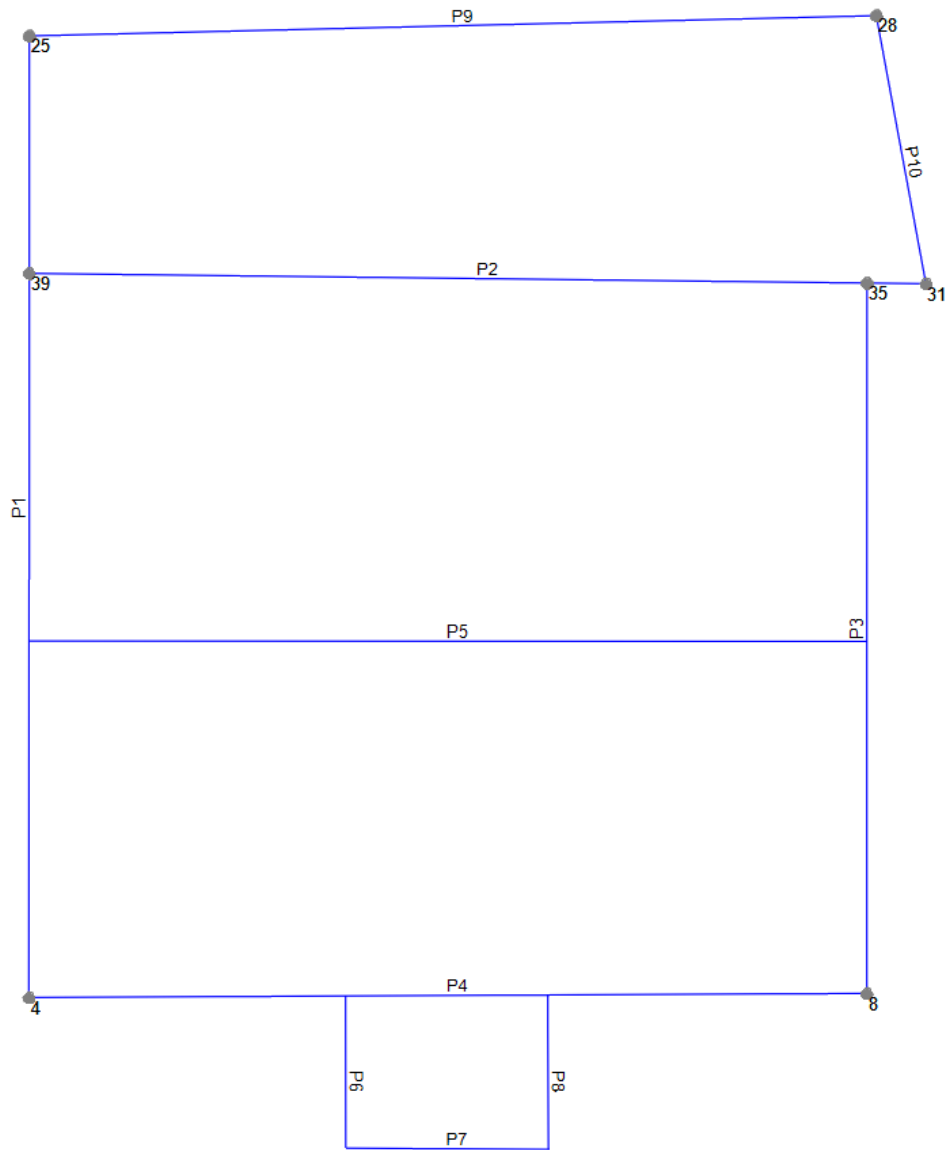
Για τους ελέγχους και τις αναλύσεις που εκτελούνται στην παρούσα εργασία εφαρμόζεται το κανονιστικό πρότυπο του Ευρωκώδικα 8 (EN 1998), αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών. Στα Σχήματα 4.15 και 4.16 παρουσιάζονται οι τρισδιάστατες εικόνες του προσομοιώματος του κτιρίου.



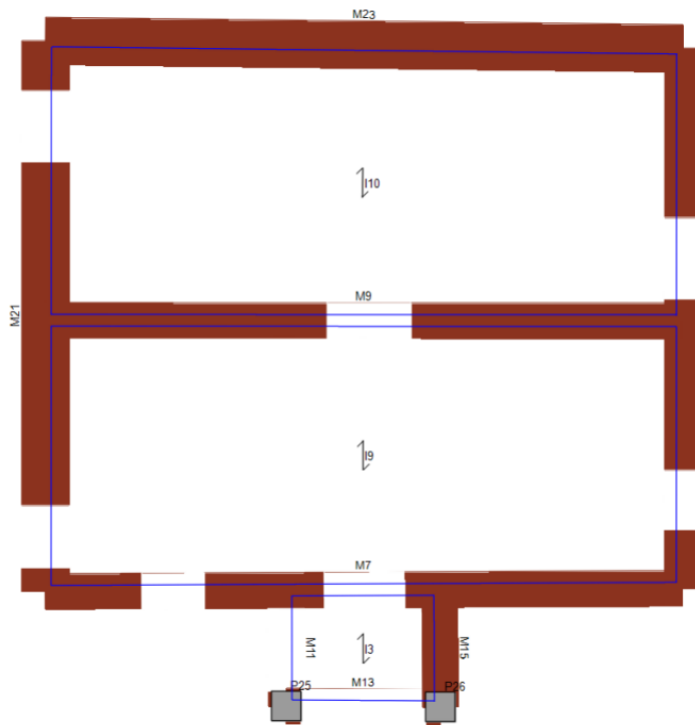
Σχήμα 4.15 Νότια – Ανατολική γωνία του κτιρίου



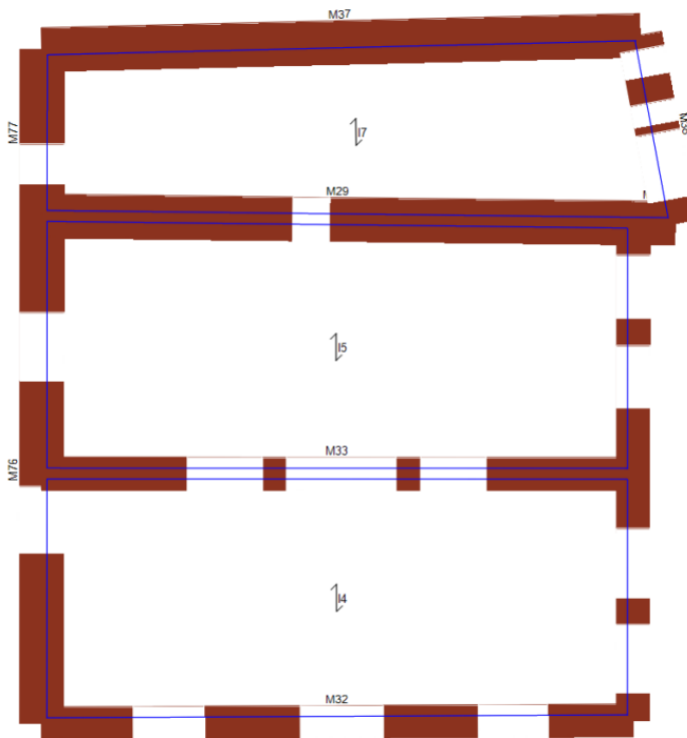
Σχήμα 4.16 Βόρεια – Δυτική γωνία του κτιρίου



Σχήμα 4.17 Κάτοψη φορέα

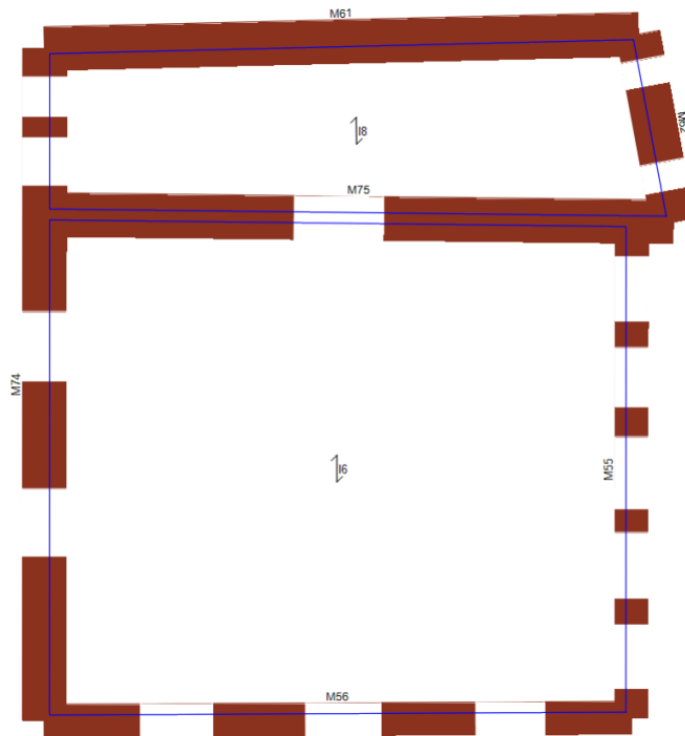


Σχήμα 4.18 Άποψη στάθμης ισογείου



Σχήμα 4.19 Άποψη στάθμης Α' ορόφου





Σχήμα 4.20 Άποψη στάθμης Β' ορόφου

#### ▪ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

#### ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΩΝ

Όνομα	Τύπος	Χρώμα
B420	Χάλυβας ράβδων	
WALL	Τοιχοποιία	
C12/15	Σκυρόδεμα	

### Τοιχοποιία

Όνομα	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	Ειδικό βάρος (KN/m <sup>3</sup> )	f <sub>m</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Διαμητική αντίσταση (N/mm <sup>2</sup> )
WALL	6000.00	2400.00	23	2.00	0.10

### Σκυρόδεμα

Όνομα	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	Ειδικό βάρος (KN/m <sup>3</sup> )	f <sub>cm</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>ck</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	γ <sub>c</sub>
C12/15	27000.00	11250.00	25	20	12.0	1.5

### Χάλυβας Ράβδων

Όνομα	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	Ειδικό βάρος (KN/m <sup>3</sup> )	f <sub>ym</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>yk</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	γ <sub>s</sub>
B420	200000.00	76923.00	79	452.0	420.0	1.15

## ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

### Στάθμη 1 (Ισόγειο)

#### Τοίχοι

No	Τοίχοι	υλικό	Υψόμετρο (cm)	Απόλυτο Ύψος (cm)	Πάχος (cm)
21	1	WALL	280	280	80
23	2	WALL	280	280	80
5	3	WALL	280	280	60
7	4	WALL	280	280	60
9	5	WALL	280	280	60
11	6	WALL	280	280	60
13	7	WALL	280	280	60
15	8	WALL	280	280	60

### Υποστυλώματα σκυροδέματος

No	Σκυροδέμα	Χάλυβας	Υψόμετρο (cm)	Βάση τμήματος (cm)	Ύψος ορόφου (cm)	Επιφ. (cm)	Απόλυτο Ύψος (cm)
25	C12/15	B420	280	50	50	2500	280
26	C12/15	B420	280	50	50	2500	280

No	Πλευρά b As (cm <sup>2</sup> )	Πλευρά h As (cm <sup>2</sup> )	Πλευρά b ράβδοι	Πλευρά h ράβδοι	Επικάλυψη σκυροδέματος (cm)	Απόσταση συνδετήρων (cm)	Επιφάνεια συνδετήρων
25	4.52	4.52	4	4	3.0	20	1.01
26	4.52	4.52	4	4	3.0	20	1.01

### Δάπεδο

No	Υψόμετρο (cm)	Πάχος (cm)	G (N/mm <sup>2</sup> )	Ex (N/mm <sup>2</sup> )	Ey (N/mm <sup>2</sup> )	Μάζες από φορτία	Τύπος
3	280					Μιας κατεύθυνσης	Άκαμπτο
9	280	4	10.00	9000.00	0.00	Μιας κατεύθυνσης	Εύλινο μιας διεύθυνσης (μονές σανίδες)
10	280	4	10.00	9000.00	0.00	Μιας κατεύθυνσης	Εύλινο μιας διεύθυνσης (μονές σανίδες)

### Στάθμη 2 (Α' όροφος)

#### Τοίχοι

No	Τοίχοι	υλικό	Υψόμετρο (cm)	Απόλυτο Ύψος (cm)	Πάχος (cm)
76	1	WALL	630	350	80
77	1	WALL	630	350	80
29	2	WALL	630	350	80
30	2	WALL	630	350	80
31	3	WALL	630	350	60
32	4	WALL	630	350	60
33	5	WALL	630	350	60
37	9	WALL	630	350	80
38	10	WALL	630	350	80

### Δάπεδο

No	Υψόμετρο (cm)	Πάχος (cm)	G (N/mm <sup>2</sup> )	Ex (N/mm <sup>2</sup> )	Ey (N/mm <sup>2</sup> )	Μάζες από φορτία	Τύπος
4	630	4	10.00	9000.00	0.00	Μιας κατεύθυνσης	Ξύλινο μιας διεύθυνσης (μονές σανίδες)
5	630	4	10.00	9000.00	0.00	Μιας κατεύθυνσης	Ξύλινο μιας διεύθυνσης (μονές σανίδες)
7	630					Μιας κατεύθυνσης	Άκαμπτο

### Στάθμη 3 (B' όροφος)

#### Τοίχοι

No	Τοίχοι	υλικό	Υψόμετρο (cm)	Απόλυτο Ύψος (cm)	Πάχος (cm)
74	1	WALL	1000	370	80
75	2	WALL	1000	370	80
55	3	WALL	1000	370	60
56	4	WALL	1000	370	60
61	9	WALL	1000	370	80
62	10	WALL	1000	370	80

### Δάπεδο

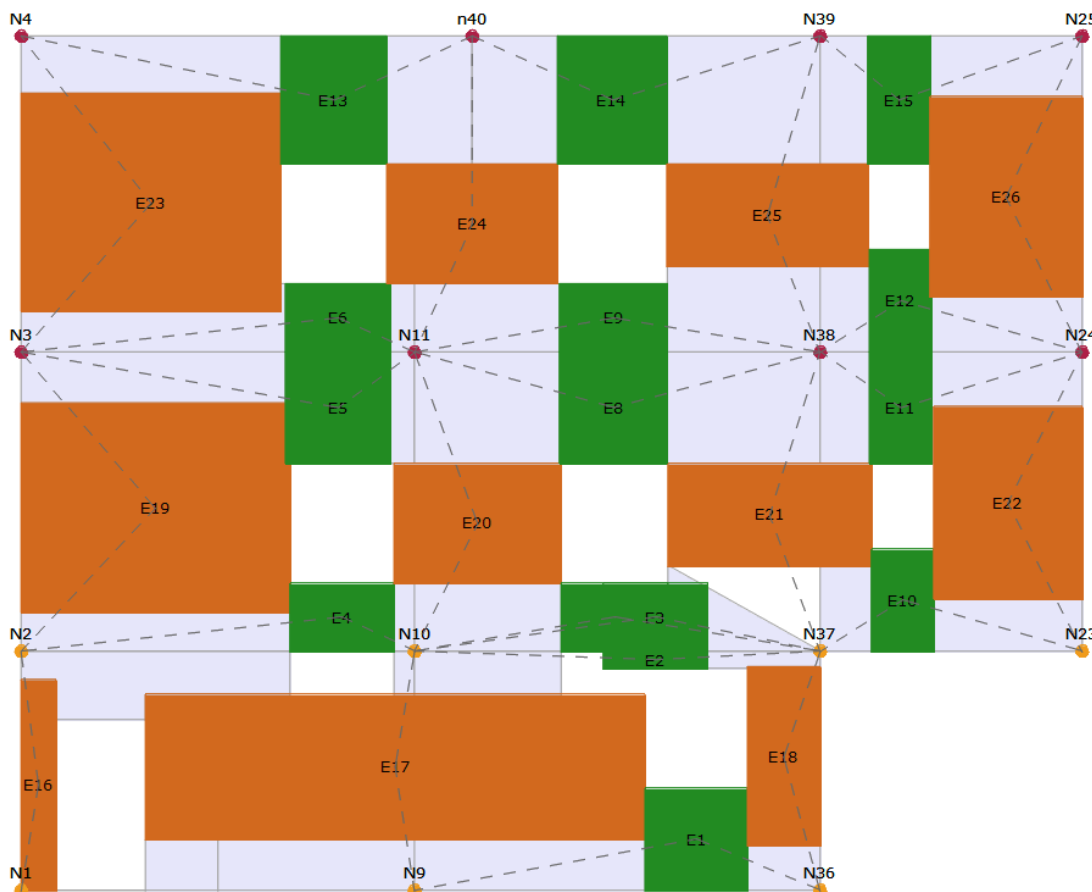
No	Υψόμετρο (cm)	Πάχος (cm)	G (N/mm <sup>2</sup> )	Ex (N/mm <sup>2</sup> )	Ey (N/mm <sup>2</sup> )	Μάζες από φορτία	Τύπος
6	1000	4	10.00	9000.00	0.00	Μιας κατεύθυνσης	Ξύλινο μιας διεύθυνσης (μονές σανίδες)
8	1000	4	10.00	9000.00	0.00	Μιας κατεύθυνσης	Ξύλινο μιας διεύθυνσης (μονές σανίδες)

### Πρόβολοι

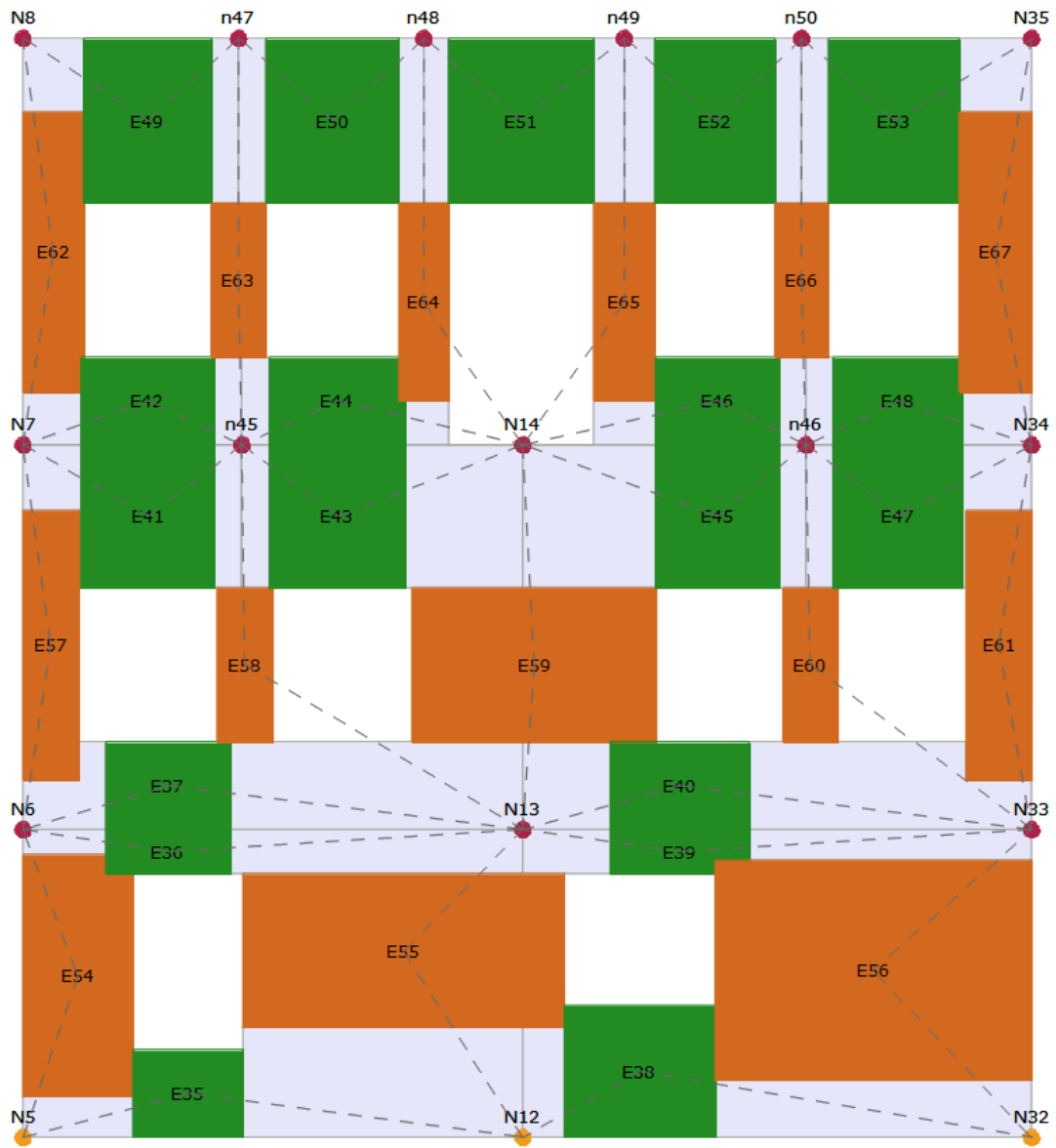
No	Τοίχοι	Μήκος (cm)	Πλάτος (cm)
1	4	241	150
2	3	242	150

▪ **ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

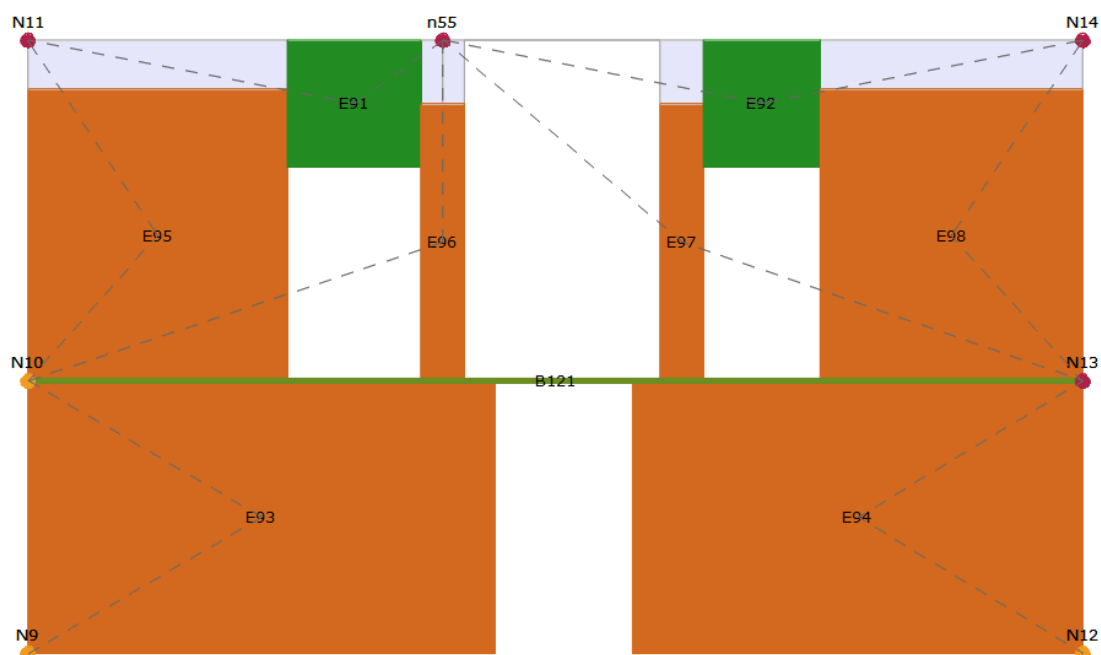
Το λογισμικό διαχωρίζει αυτόματα τα τοιχώματα σε πεσσούς, υπέρθυρες δοκούς και άκαμπτους κόμβους, δημιουργώντας έτσι τα αντίστοιχα ισοδύναμα πλαίσια. Ενδεικτικά παρατίθενται οι τοίχοι P1, P3 και P5 (Σχήμα 4.21 έως 4.23)



Σχήμα 4.21 Διαχωρισμός τοιχωμάτων τοίχου P1 σε πεσσούς, υπέρθυρες δοκούς και άκαμπτους κόμβους.



Σχήμα 4.22 Διαχωρισμός τοιχωμάτων τοίχου P3 σε πεσσούς, υπέρθυρες δοκούς και άκαμπτους κόμβους.



Σχήμα 4.23 Διαχωρισμός τοιχωμάτων τοίχου P5 σε πεσσούς, υπέρθυρες δοκούς και άκαμπτους κόμβους.

Όπως φαίνεται στα Σχήματα 4.21 έως 4.23, με πορτοκαλί χρώμα απεικονίζονται οι πεσσοί, με πράσινο χρώμα οι υπέρθυρες δοκοί και με ανοιχτό γαλάζιο οι άκαμπτες ζώνες.

### 4.6.3 Φορτία

- **Σεισμικά φορτία**

Ο έλεγχος εκτελείται με βάση το συνδυασμό που περιλαμβάνει τις σεισμικές δράσεις και μη και ο οποίος καθορίζεται στην παράγραφο 6.5.3 του Ευρωκώδικα 0

$$\gamma_l E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Οι επιδράσεις από τη σεισμική δράση ελέγχονται λαμβάνοντας υπόψη τις μάζες, οι οποίες συνδέονται με τα κατακόρυφα φορτία

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i (\Psi_{Ei} Q_{ki})$$

- **Στατικά φορτία**

Ο συνδυασμός που λαμβάνεται υπόψη είναι :

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_Q \Psi_0 Q_k$$

όπου :

- $\gamma_l$  : Συντελεστής σπουδαιότητας (παράγραφος 4.2.5 Ευρωκώδικας 8)
- $E$  : Σεισμική δράση που εφαρμόζεται στην οριακή κατάσταση
- $G_{k1}, G_{k2}$  : Χαρακτηριστικές τιμές μόνιμων φορτίων
- $Q_{ki}$  : Χαρακτηριστική τιμή για την μεταβλητή δράση  $Q_k$
- $\Psi_2$  : Συντελεστής συνδυασμού με οιονεί – μόνιμη τιμή μιας μεταβλητής δράσης
- $\Psi_0$  : Συντελεστής συνδυασμού για μεταβλητές δράσεις
- $\Psi_{Ei}$  : Συντελεστής συνδυασμού της μεταβλητής δράσης  $Q_i$ , στην οποία λαμβάνεται υπόψη η πιθανότητα να δρουν όλα τα φορτία στην κατασκευή τη στιγμή εμφάνισης ενός σεισμικού γεγονότος και επιτυγχάνεται με τον πολλαπλασιασμό των συντελεστών  $\Psi_{2i}$  στο  $\varphi$ .
- $\gamma_{G1}, \gamma_{G2}, \gamma_Q$  επιμέρους συντελεστές ασφαλείας

Οι τιμές των διαφόρων συντελεστών καθορίζονται με βάση τη χρήση για τα διάφορα επίπεδα σχεδιασμού, σύμφωνα με τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 0, Πίνακας. A1.1 καθώς και την παράγραφο 4.2.4 του Ευρωκώδικα 8 (Πίνακας 4.7)



Πίνακας 4.7 Συντελεστές Ψ για βραχυχρόνιο και μακροχρόνιο συνδυασμό δράσεων

No Δάπεδο	G <sub>k1</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	G <sub>k2</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	Q <sub>k</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	φ	Ψ <sub>0</sub>	Ψ <sub>2</sub>
3	1	1	5	1	0.70	0.60
4	1	1	5	1	0.70	0.60
5	1	1	5	1	0.70	0.60
6	1	1	1	1	1.00	0.60
7	1	1	5	1	1.00	0.60
8	1	1	1	1	1.00	0.60
9	1	1	5	1	1.00	0.60
10	1	1	5	1	1.00	0.60
No Πρόβολοι	G <sub>k1</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	G <sub>k2</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	Q <sub>k</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	φ	Ψ <sub>0</sub>	Ψ <sub>2</sub>
1	1	1	5	1	1.00	0.60
2	1	1	5	1	1.00	0.60

Στην πρώτη στήλη του Πίνακα 4.7 φαίνεται η αρίθμηση των οριζόντιων φερόντων στοιχείων. Στις στήλες δύο και τρία φαίνονται οι τιμές του μόνιμου φορτίου σε kN/m<sup>2</sup> και στην τέταρτη στήλη οι τιμές του κινητού φορτίου σε kN/m<sup>2</sup>. Στις στήλες επτά και οκτώ φαίνονται οι τιμές του συντελεστή Ψ για βραχυχρόνιο και μακροχρόνιο συνδυασμό δράσεων αντίστοιχα.

- **Φάσμα σεναρίου - κανονισμού**

Τα φάσματα απόκρισης, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στα κανονιστικά πρότυπα, καθορίζονται από την μέγιστη επιτάχυνση και την κατηγορία εδάφους στην περιοχή που θα κατασκευαστεί το κτίριο.

a <sub>gR</sub> (m/sec <sup>2</sup> )	Τύπος εδάφους	S	TB(s)	TC(s)	TD(s)
2.82	B	1.20	0.15	0.50	2.00

#### 4.6.4 Ελαστική στατική ανάλυση

Ο υπολογισμός μέσω γραμμικής ανάλυσης στηρίζεται στον καθορισμό των δυνάμεων τέμνουσας στην βάση του κτιρίου. Η τέμνουσα δύναμη στη βάση ενός κτιρίου, εξαιτίας της σεισμικής δύναμης  $F_b$  για κάθε οριζόντια διεύθυνση, στην οποία το κτίριο αναλύεται, προσδιορίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$F_b = S(T_1) \cdot m \cdot \lambda \quad (4.1)$$

όπου:

$S_d(T_1)$  : η τεταγμένη του φάσματος του έργου για την περίοδο  $T$

$T_1$  : η θεμελιώδης περίοδος ταλάντωσης του κτιρίου για μία ελαστική κίνηση στην καθοριζόμενη διεύθυνση

$m$ : η συνολική μάζα του κτιρίου, πάνω από τη θεμελίωση

$\lambda$ : ο συντελεστής διόρθωσης, του οποίου οι τιμές λαμβάνονται ίσες με:

$\lambda=0.85$  αν  $T_1 \leq 2 T_c$  και το κτίριο έχει πάνω από δύο στάθμες, ή αλλιώς  $\lambda=1$

Τα αποτελέσματα της σεισμικής δράσης πρέπει να προσδιορίζονται με την εφαρμογή, σε επίπεδα μοντέλα δύο διαστάσεων, οριζόντιων δυνάμεων  $F_i$ , οι οποίες πηγαινούν σε όλα τα επίπεδα. Από την εφαρμογή αυτών των δυνάμεων, υπολογίζονται οι καμπτικές ροπές και οι τέμνουσες, ενώ προσδιορίζονται και οι κύριες τιμές αντίστασης για κάθε στοιχείο. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης για τον έλεγχο των ροπών (σχεδιασμού και αντίστασης) για τους πεσσούς κάθε τοίχου στην κεφαλή και στον πόδα αντίστοιχα, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.8

Πίνακας 4.8 Έλεγχος κάμψης πεσσών στην κεφαλή και τον πόδα

Τοίχοι	No	$M_d$ (kN)	$M_r$ (kN)	$M_d/M_r$	$M_d$ (kN)	$M_r$ (kN)	$M_d/M_r$	Ικανοποιείται
1	26	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
1	24	0	0	7.833	0	0	2.541	OXI
1	23	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
1	22	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΝΕΟΚΛΑΣΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΓΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗ

1	21	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
1	20	0	0	2.400	0	0	5.665	OXI
1	19	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
1	18	0	0	0.000	0	0	0.000	NAI
1	17	0	0	0.000	0	0	0.000	NAI
1	16	0	0	0.000	0	0	0.000	NAI
1	25	0	0	10.967	0	0	3.131	OXI
2	30	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
2	29	0	1	0.710	0	1	0.664	NAI
2	32	0	0	3.408	0	0	1.780	OXI
2	34	0	0	1.771	0	0	2.725	OXI
2	33	0	0	1.562	0	0	1.998	OXI
2	31	0	0	1.893	0	0	2.012	OXI
3	64	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	57	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	67	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	66	0	0	31.796	0	0	30.707	OXI
3	65	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	63	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	61	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	60	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	59	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	58	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	56	0	0	1.712	0	0	4.223	OXI
3	55	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	62	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	54	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
4	86	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
4	90	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
4	80	0	0	0.000	0	0	0.000	NAI
4	89	0	0	41.250	0	0	22.132	OXI
4	87	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
4	83	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI

4	85	0	0	6.185	0	0	9.650	OXI
4	84	0	0	2.245	0	0	2.164	OXI
4	82	0	0	3.396	0	0	4.015	OXI
4	81	0	0	0.750	0	0	0.941	NAI
4	88	0	0	5.592	0	0	3.575	OXI
5	98	0	0	7.909	0	0	10.677	OXI
5	96	0	0	1.380	0	0	1.220	OXI
5	95	0	0	10.333	0	0	13.559	OXI
5	97	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
5	93	0	0	0.000	0	0	0.000	NAI
5	94	0	0	1.370	0	0	0.720	NAI
6	101	0	0	2.718	0	0	3.250	OXI
6	100	0	0	0.541	0	0	0.546	NAI
7	103	0	0	6.208	0	0	9.338	OXI
7	104	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
8	105	0	0	2.318	0	0	3.358	OXI
9	106	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
9	107	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
10	113	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
10	110	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
10	111	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
10	112	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
10	114	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI

Τα αποτελέσματα του ελέγχου τέμνουσας και των αξονικών δυνάμεων (σχεδιασμού και αντίστασης) των πεσσών παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.9

Πίνακας 4.9 Έλεγχοι τέμνουσας και αξονικών δυνάμεων πεσσών

Τοίχοι	No	$T_d$ (kN)	$T_r$ (kN)	$T_d/T_r$	$N_d$ (kN)	$N_r$ (kN)	$N_d/N_r$	Ικανοποιείται
1	26	1	0	n/d	0	0	n/d	OXI
1	24	2	0	n/d	-2	-18	0.119	OXI

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΝΕΟΚΛΑΣΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΓΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗ

1	23	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
1	22	1	0	n/d	1	0	n/d	OXI
1	21	4	0	n/d	2	0	n/d	OXI
1	20	2	0	n/d	-6	-18	0.330	OXI
1	19	2	0	n/d	3	0	n/d	OXI
1	18	0	0	0.000	0	0	0.000	NAI
1	17	0	0	0.000	0	0	0.000	NAI
1	16	0	0	0.000	0	0	0.000	NAI
2	30	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
2	29	1	7	0.126	-11	-98	0.109	NAI
2	32	11	0	n/d	-12	-51	0.228	OXI
2	34	5	0	n/d	-5	-49	0.109	OXI
2	33	5	0	n/d	-3	-42	0.080	OXI
2	31	10	0	n/d	-10	-42	0.242	OXI
3	64	0	0	n/d	1	0	n/d	OXI
3	57	0	0	n/d	1	0	n/d	OXI
3	67	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	66	0	0	n/d	-1	-3	0.250	OXI
3	65	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	63	1	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	61	0	0	n/d	1	0	n/d	OXI
3	60	1	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	59	4	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	58	0	0	n/d	1	0	n/d	OXI
3	56	2	0	n/d	-5	-20	0.280	OXI
3	55	4	0	n/d	1	0	n/d	OXI
3	62	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
3	54	0	0	n/d	2	0	n/d	OXI
4	86	2	0	n/d	1	0	n/d	OXI
4	90	1	0	n/d	0	0	n/d	OXI
4	80	0	0	0.000	0	0	0.000	NAI
4	89	3	0	n/d	-3	-12	0.218	OXI
4	87	1	0	n/d	0	0	n/d	OXI

4	83	4	0	n/d	2	0	n/d	OXI
4	85	4	0	n/d	-6	-12	0.481	OXI
4	84	4	0	n/d	-3	-12	0.278	OXI
4	82	3	0	n/d	-12	-32	0.385	OXI
4	81	1	2	0.372	-4	-14	0.280	NAI
4	88	3	0	n/d	-2	-12	0.139	OXI
5	98	3	0	n/d	-3	-18	0.190	OXI
5	96	0	0	n/d	-1	-3	0.350	OXI
5	95	3	0	n/d	-4	-18	0.216	OXI
5	97	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
5	93	0	0	0.000	0	0	0.000	NAI
5	94	2	3	0.668	-11	-31	0.360	OXI
6	101	0	0	n/d	0	-2	0.035	OXI
6	100	0	0	0.093	-1	-2	0.287	NAI
7	103	0	0	n/d	0	-2	0.036	OXI
7	104	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
8	105	1	0	n/d	-2	-14	0.168	OXI
9	106	17	0	n/d	4	0	n/d	OXI
9	107	1	0	n/d	2	0	n/d	OXI
10	113	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
10	110	3	0	n/d	0	0	n/d	OXI
10	111	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI
10	112	3	0	n/d	1	0	n/d	OXI
10	114	0	0	n/d	0	0	n/d	OXI

Οι αντίστοιχοι έλεγχοι για τα υποστυλώματα ωπλισμένου σκυροδέματος του πρόπυλου φαίνονται στους παρακάτω πίνακες Πίνακας 4.10 και Πίνακας 4.11

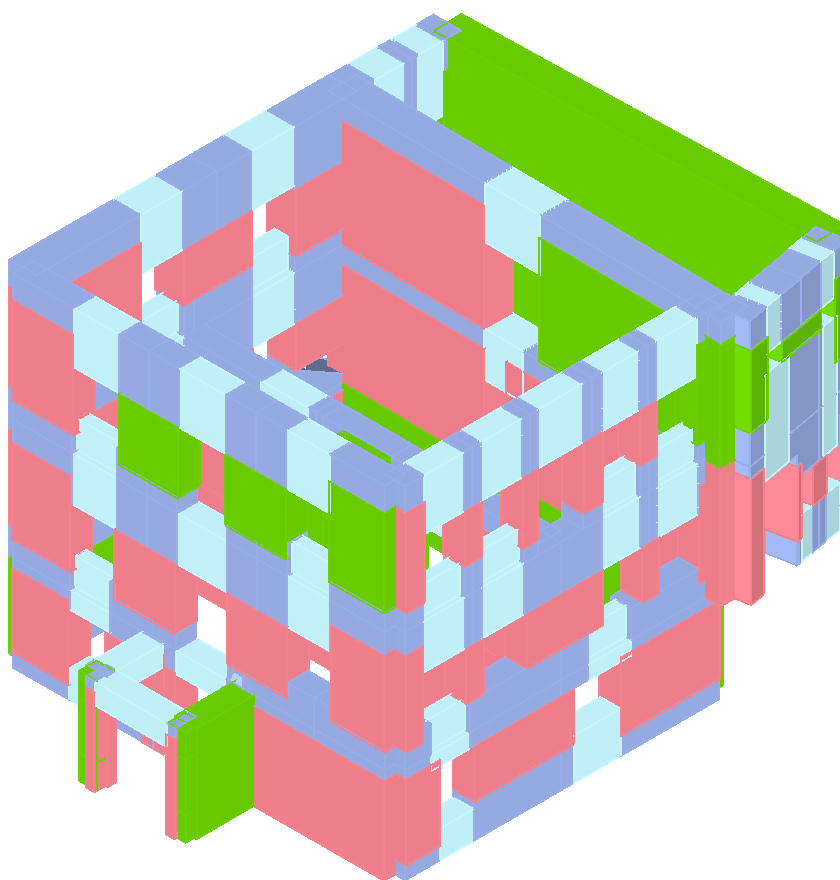
Πίνακας 4.10 Έλεγχος κάμψης για τα υποστυλώματα στην κεφαλή και στον πόδα

Τοίχοι	No.	$M_d$ (kN)	$M_r$ (kN)	$M_d/M_r$	$M_d$ (kN)	$M_r$ (kN)	$M_d/M_r$	Ικανοποιείται
6	133	0	0	0.420	0	0	0.617	ΝΑΙ
7	133	0	0	0.420	0	0	0.617	ΝΑΙ
7	134	0	0	1.055	0	0	1.313	ΟΧΙ
8	134	0	0	1.055	0	0	1.313	ΟΧΙ

Πίνακας 4.11 Έλεγχοι τέμνουσας και αξονικών δυνάμεων υποστυλωμάτων

Τοίχοι	No.	$T_d$ (kN)	$T_r$ (kN)	$T_d/T_r$	$N_d$ (kN)	$N_r$ (kN)	$N_d/N_r$	Ικανοποιείται
6	133	274	3615	0.144	-1	-53	0.012	ΝΑΙ
7	133	274	3615	0.144	-1	-53	0.012	ΝΑΙ
7	134	546	3615	0.244	1	4	0.266	ΟΧΙ
8	134	546	3615	0.244	-1	-53	0.012	ΟΧΙ

Τα αποτελέσματα της ελαστικής στατικής ανάλυσης, όπως αυτά εξήχθησαν από το λογισμικό, εμφανίζονται στην τρισδιάστατη απεικόνιση του κτιρίου (Σχήμα 4.24), όπου με βάση την χρωματική διαφοροποίηση φαίνεται ποιοι πεσσοί παρουσιάζουν επάρκεια, ποιοι αστοχούν και ποιοι εμφανίζουν βλάβες.



Σχήμα 4.24 Τρισδιάστατη απεικόνιση αποτελεσμάτων ελαστικής ανάλυσης

### Ετικέτες Αποτελεσμάτων

#### Σκυρόδεμα

Χωρίς βλάβη
Διαμητική αστοχία (όριο)
Καμπτική βλάβη
Καμπτική αστοχία (όριο)
Αστοχία λόγω θλίψης (όριο)
Αστοχία λόγω εφελκυσμού (όριο)
Διαμητική αστοχία (όριο)

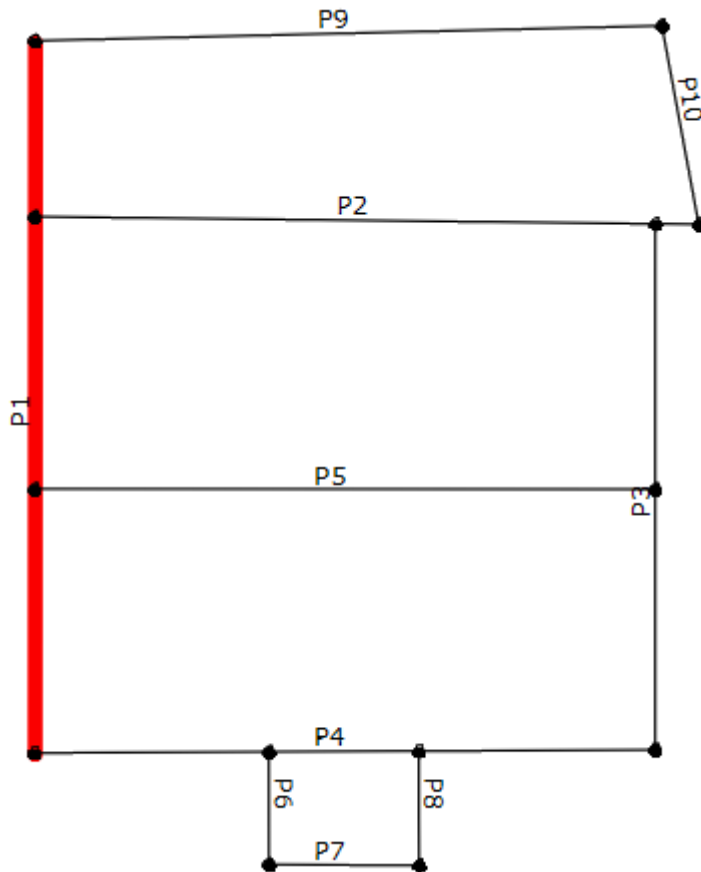
#### Τοιχοποιία

Χωρίς βλάβη
Διαμητική βλάβη
Καμπτική βλάβη
Διαμητική αστοχία (όριο)
Καμπτική αστοχία (όριο)
Αστοχία λόγω θλίψης (όριο)
Αστοχία λόγω εφελκυσμού (όριο)
Αστοχία στην ελαστική φάση(όριο)

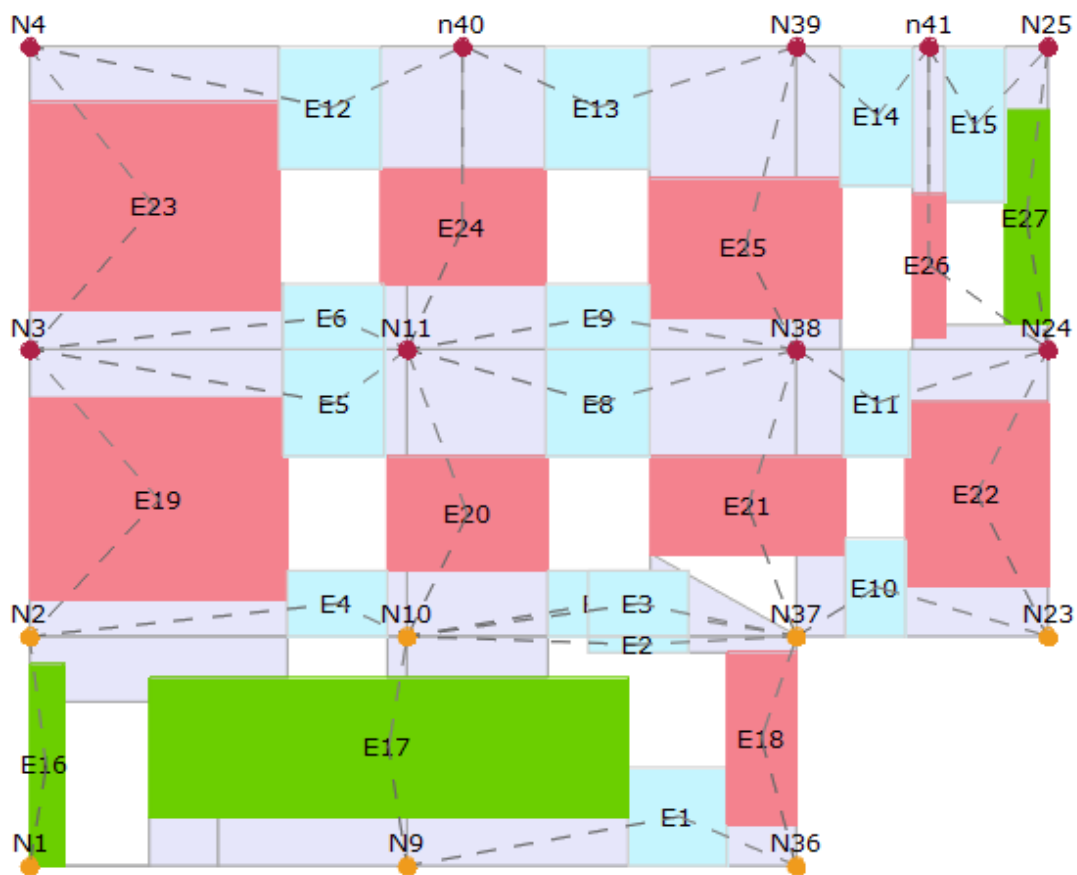
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των πεσσών εμφανίζει καμπτικές βλάβες και αστοχία λόγω εφελκυσμού, και όλοι οι τοίχοι εμφανίζουν βλάβες εκτός από τους τοίχους P8 και P9, οι οποίοι δεν έχουν καθόλου ανοίγματα.



Ενδεικτικά, παρατίθεται η όψη του τοίχου P1, με τις βλάβες που παρουσιάζονται κατά την ελαστική ανάλυση (Σχήματα 4.25 και 4.26)



Σχήμα 4.25 Κάτοψη φορέα



Σχήμα 4.26 Όψη τοίχου P1

	Χωρίς βλάβη
	Διαμητική βλάβη
	Καμπτική βλάβη
	Διαμητική αστοχία (όριο)
	Καμπτική αστοχία (όριο)
	Αστοχία λόγω θλίψης (όριο)
	Αστοχία λόγω εφελκυσμού (όριο)
	Αστοχία στην ελαστική φάση(όριο)

#### 4.6.4.1 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου

Ο έλεγχος για την εκτός επιπέδου αστοχία πραγματοποιείται μέσω της ανισότητας  $M_{ed} \leq M_{Rd}$ , όπου από την σύγκριση αυτών των δύο ροπών, προκύπτει ο συντελεστής ασφαλείας μέσω του λόγου  $\frac{M_{Rd}}{M_{ed}}$  και ο έλεγχος ικανοποιείται όταν ο συντελεστής είναι μεγαλύτερος της μονάδας.

- **Επιδιωκόμενη ροπή  $M_{ed}$**

Ο έλεγχος για την εκτός επιπέδου αστοχία ενός πεσσού μπορεί να εκτελείται ξεχωριστά για κάθε πεσσο λαμβάνοντας διαφορετικό  $q_a$  για κάθε πεσσο. Στην παρούσα εργασία έχει επιλεγεί καθολικά  $q_a = 1.50$ , λόγω άοπλης φέρουσας τοιχοποιίας. Ειδικότερα, η σεισμική δράση με ορθογωνική κατανομή σε έναν τοίχο, μπορεί να αναπαρασταθεί με μια οριζόντια δύναμη ίση με  $\frac{S_a}{q_a}$  φορές του κατακόρυφου φορτίου. Η αντίσταση των τοίχων έναντι σεισμού, εκφράζεται από την παρακάτω ανισότητα, θεωρώντας το  $S_a \geq a \cdot S$

$$S_a = a \cdot \left[ 1.5 \cdot \left( 1 - \frac{z}{h} \right) - 0.5 \right] \geq a \cdot S \quad (4.2)$$

όπου :

$a$  : ο λόγος της μέγιστης επιτάχυνσης του εδάφους  $a_g$ , λαμβάνοντας τύπο εδάφους B για τον έλεγχο σε οριακή κατάσταση σχεδιασμού και επιτάχυνση βαρύτητας  $g$

$S$  : συντελεστής, ο οποίος λαμβάνει υπόψη την κατηγορία του εδάφους και τις συνθήκες τοπογραφίας

$Z$  : σημείο του κέντρου βάρους του μη στατικού στοιχείου σε απόσταση από τη στάθμη θεμελίωσης

$H$  : ύψος κτιρίου σε απόσταση από τη στάθμη θεμελίωσης

Θεωρείται μια οριζόντια δύναμη  $F_h$ , η οποία δίνεται από την παρακάτω εξίσωση

$$F_h = N \cdot \frac{S_a}{q_a} \quad (4.3)$$

όπου :

$N$  : το βάρος του πεσσού

Η δύναμη αυτή κατανέμεται καθ' ύψος της επιφάνειας του τοίχου και προκύπτει η παρακάτω εξίσωση

$$q_h = \frac{F_h}{h_e} \quad (4.4)$$

Η μέγιστη επιδιωκόμενη ροπή, θεωρώντας ότι η επιφάνεια του τοίχου συνδέεται αρθρωτά με τα δάπεδα, θα βρίσκεται στο μέσο του ύψους του πεσσού και υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση

$$M_{ed} = q_h \cdot \frac{h_e^2}{coef} \quad (4.5)$$

όπου  $h_e$  : το ισοδύναμο ύψος του πεσσού, το οποίο υπολογίζεται ως ίσο με το ύψος του ορόφου και του συντελεστή  $coef$ , ο οποίος είναι διαφορετικός για κάθε πεσσό.

Το πρόγραμμα υπολογίζει αυτόματα ανά πεσσό έναν συντελεστή, που έχει να κάνει με τον αριθμό των ανοιγμάτων και τις συνθήκες στήριξης, καθώς η επιφάνεια του τοίχου επιλύεται σαν μια πλάκα, π.χ.

Αμφιαρθρωτός τοίχος ενός ανοίγματος  $coef = 8$ , για μέγιστη ροπή στο μέσο του τοίχου (δηλαδή του ανοίγματος).

Αμφίπακτος τοίχος ενός ανοίγματος  $coef = 24$  (μέγιστη ροπή) και στο μέσο  $coef = 12$ .

Τοίχοι πολλαπλών ανοιγμάτων  $coef = 1$ , (περίπου) για τα ακραία ανοίγματα και  $coef = 27$  (περίπου) για τα εσωτερικά ανοίγματα.

- **Ροπή αντίστασης  $M_{Rd}$ ,**

Για τον υπολογισμό της οριακής ροπής αντίστασης είναι απαραίτητο να επιτευχθεί η οριακή κεντρική θλίψη του πεσσού

$$N \leq N_{Rd} \cdot 0.85 \cdot f_d \cdot l \cdot t \quad (4.6)$$

όπου :

$f_d$  : αντίσταση σχεδιασμού της τοιχοποιίας

$l$  : μήκος τοιχοποιίας

$t$  : πάχος τοιχοποιίας

Η οριακή ροπή υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση

$$M_{Rd} = \left( t^2 \cdot l \cdot \frac{\sigma_o}{2} \right) \cdot \left( 1 - \frac{\sigma_o}{0.85 \cdot f_d} \right) \quad (4.7)$$

όπου  $\sigma_o$  καθορίζεται ως η μέση τιμή εφελκυσμού στον πεσσό.

Τα αποτελέσματα για τον έλεγχο κάμψης εκτός επιπέδου των πεσσών του κτιρίου, παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες (Πίνακες 4.12 έως 4.21)

Πίνακας 4.12 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P1

No	N <sub>ed</sub> (kN)	N <sub>Rd</sub> (kN)	S <sub>a</sub> (m/s <sup>2</sup> )	M <sub>ed</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> /M <sub>ed</sub>	Ικανοποιείται
16	12	276	0.42	1	5	3.93	ΝΑΙ
17	170	3980	0.42	17	65	3.93	ΝΑΙ
18	25	578	0.58	2	9	3.93	ΝΑΙ
19	418	2141	0.58	19	135	6.94	ΝΑΙ
20	311	1332	0.58	12	95	7.90	ΝΑΙ
21	465	1620	0.58	15	133	9.04	ΝΑΙ
22	240	1182	0.58	11	76	7.13	ΝΑΙ
23	150	2069	0.77	28	56	2.01	ΝΑΙ
24	134	1360	0.77	18	48	2.65	ΝΑΙ
25	181	1587	0.77	21	64	3.02	ΝΑΙ
26	49	269	0.77	4	16	4.43	ΝΑΙ
27	40	357	0.77	5	14	2.99	ΝΑΙ

Πίνακας 4.13 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P2

No	N <sub>ed</sub> (kN)	N <sub>Rd</sub> (kN)	S <sub>a</sub> (m/s <sup>2</sup> )	M <sub>ed</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> /M <sub>ed</sub>	Ικανοποιείται
30	873	7376	0.42	31	308	10.01	ΝΑΙ
31	177	519	0.58	5	47	9.91	ΝΑΙ
32	656	3130	0.58	28	207	7.31	ΝΑΙ
33	698	3791	0.58	34	228	6.63	ΝΑΙ
34	288	3138	0.77	42	105	2.49	ΝΑΙ
35	334	3641	0.77	49	121	2.49	ΝΑΙ

Πίνακας 4.14 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P3

No	$N_{ed}$ (kN)	$N_{Rd}$ (kN)	$S_a$ ( $m/s^2$ )	$M_{ed}$ (kNm)	$M_{Rd}$ (kNm)	$M_{Rd}/M_{ed}$	Ικανοποιείται
55	147	512	0.42	2	31	14.74	ΝΑΙ
56	416	1493	0.42	6	90	14.46	ΝΑΙ
57	348	1469	0.42	6	80	13.00	ΝΑΙ
58	74	259	0.58	2	16	6.77	ΝΑΙ
59	119	257	0.58	2	19	8.23	ΝΑΙ
60	254	1135	0.58	10	59	5.75	ΝΑΙ
61	107	255	0.58	2	19	8.06	ΝΑΙ
62	68	303	0.58	3	16	5.77	ΝΑΙ
63	25	282	0.77	4	7	1.83	ΝΑΙ
64	52	255	0.77	3	12	3.66	ΝΑΙ
65	45	231	0.77	3	11	3.53	ΝΑΙ
66	55	284	0.77	4	13	3.50	ΝΑΙ
67	48	250	0.77	3	12	3.48	ΝΑΙ
68	26	335	0.77	4	7	1.63	ΝΑΙ

Πίνακας 4.15 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P4

No	$N_{ed}$ (kN)	$N_{Rd}$ (kN)	$S_a$ ( $m/s^2$ )	$M_{ed}$ (kNm)	$M_{Rd}$ (kNm)	$M_{Rd}/M_{ed}$	Ικανοποιείται
81	36	839	0.42	3	10	2.95	ΝΑΙ
82	397	1044	0.42	4	74	16.96	ΝΑΙ
83	688	2415	0.42	10	148	14.65	ΝΑΙ
84	216	858	0.58	8	48	6.23	ΝΑΙ
85	285	900	0.58	8	58	7.17	ΝΑΙ
86	315	889	0.58	8	61	7.58	ΝΑΙ
87	206	798	0.58	7	46	6.34	ΝΑΙ
88	90	907	0.77	12	24	2.00	ΝΑΙ
89	114	879	0.77	12	30	2.53	ΝΑΙ
90	142	899	0.77	12	36	2.98	ΝΑΙ
91	85	821	0.77	11	23	2.07	ΝΑΙ

Πίνακας 4.16 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P5

No	N <sub>ed</sub> (kN)	N <sub>Rd</sub> (kN)	S <sub>a</sub> (m/s <sup>2</sup> )	M <sub>ed</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> /M <sub>ed</sub>	Ικανοποιείται
94	105	2447	0.42	10	30	2.95	ΝΑΙ
95	749	2360	0.42	10	153	15.59	ΝΑΙ
96	196	1362	0.58	12	50	4.08	ΝΑΙ
97	82	229	0.58	2	16	7.59	ΝΑΙ
98	45	229	0.58	2	11	5.20	ΝΑΙ
99	182	1376	0.58	12	47	3.81	ΝΑΙ

Πίνακας 4.17 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P6

No	N <sub>ed</sub> (kN)	N <sub>Rd</sub> (kN)	S <sub>a</sub> (m/s <sup>2</sup> )	M <sub>ed</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> /M <sub>ed</sub>	Ικανοποιείται
101	42	160	0.42	1	9	14.01	ΝΑΙ
102	6	129	0.42	1	2	2.95	ΝΑΙ

Πίνακας 4.18 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P7

No	N <sub>ed</sub> (kN)	N <sub>Rd</sub> (kN)	S <sub>a</sub> (m/s <sup>2</sup> )	M <sub>ed</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> /M <sub>ed</sub>	Ικανοποιείται
104	6	131	0.42	1	2	2.95	ΝΑΙ
105	6	131	0.42	1	2	2.95	ΝΑΙ

Πίνακας 4.19 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P8

No	N <sub>ed</sub> (kN)	N <sub>Rd</sub> (kN)	S <sub>a</sub> (m/s <sup>2</sup> )	M <sub>ed</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> /M <sub>ed</sub>	Ικανοποιείται
106	135	1018	0.42	4	35	8.28	ΝΑΙ

Πίνακας 4.20 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P9

No	N <sub>ed</sub> (kN)	N <sub>Rd</sub> (kN)	S <sub>a</sub> (m/s <sup>2</sup> )	M <sub>ed</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> /M <sub>ed</sub>	Ικανοποιείται
107	1.299	7458	0.58	68	429	6.35	ΝΑΙ
108	459	7458	0.77	100	172	1.73	ΝΑΙ

Πίνακας 4.21 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P10

No	$N_{ed}$ (kN)	$N_{Rd}$ (kN)	$S_a$ ( $m/s^2$ )	$M_{ed}$ (kNm)	$M_{Rd}$ (kNm)	$M_{Rd}/M_{ed}$	Ικανοποιείται
115	53	176	0.58	2	15	9.34	ΝΑΙ
116	213	340	0.58	3	32	10.33	ΝΑΙ
117	46	114	0.58	1	11	10.66	ΝΑΙ
118	113	313	0.58	3	29	10.20	ΝΑΙ
119	24	319	0.77	4	9	2.08	ΝΑΙ
120	68	979	0.77	13	25	1.93	ΝΑΙ
121	33	406	0.77	5	12	2.23	ΝΑΙ

#### 4.6.4.2 Αξιολόγηση στατικής συμπεριφοράς φορέα

- Έλεγχος λυγηρότητας

Ο έλεγχος λυγηρότητας των τοίχων εκτελείται με βάση την παράγραφο 5.5.1.4 (2) του EN 1996 - 1- 1. Ο έλεγχος λυγηρότητας ενός τοίχου από άοπλη τοιχοποιία υπολογίζεται μέσω του κλάσματος  $h_{ef}/t_{ef}$  και ικανοποιείται όταν  $h_{ef}/t_{ef} < 27$ , όπου :

$h_{ef}$ : ενεργό μήκος (ύψος) λυγισμού του τοίχου ίσο με  $\rho_n \cdot h$

$t_{ef}$ : ενεργό πάχος του τοίχου ίσο με  $\rho_t \cdot t$

$h$ : το καθαρό ύψος του ορόφου

$t$ : το πάχος του τοίχου

$\rho_n$ : μειωτικός συντελεστής ( $n = 2, 3$  ή  $4$ ) ανάλογα με το πλήθος των δεσμευμένων πλευρών του τοίχου

$\rho_t$ : συντελεστής δυσκαμψίας (λαμβάνεται από τον πίνακα 5.1 της παρ. 5.5.1.3 του EN 1996-1-1)

- Έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων

Ο έλεγχος τοίχων από άοπλη τοιχοποιία υπό κυρίως κατακόρυφα φορτία, πραγματοποιείται σύμφωνα με την παράγραφο 6.1.2 του EN 1996-1-1. Ο έλεγχος αυτός ικανοποιείται όταν επαληθεύεται ότι ισχύει η ανισότητα  $N_{ed} \leq N_{Rd}$ , όπου :

$N_{ed}$ : κατακόρυφο φορτίο σχεδιασμού

$N_{Rd}$ : αντίσταση σχεδιασμού έναντι κατακόρυφων φορτίων, η οποία υπολογίζεται από τη σχέση



$$N_{Rd} = \Phi \cdot f_d \cdot A \quad (4.8)$$

όπου :

A : φορτιζόμενη οριζόντια διατομή του τοίχου, σε τετραγωνικά μέτρα (πάχος τοίχου)

$f_d$  : θλιπτική αντοχή σχεδιασμού της τοιχοποιίας, υπολογιζόμενη κατά τις παραγράφους 2.4.1 και 3.6.1 του EN 1996-1-1

$\Phi$  : μειωτικός συντελεστής αντοχής στη στέψη, στη βάση ή στο μέσο του ύψους του τοίχου ανάλογα, ο οποίος συνεκτιμά τις συνέπειες της λυγηρότητας και της εκκεντρότητας του φορτίου και λαμβάνεται από την παράγραφο 6.1.2.2 του EN 1996-1-1

Οι παραπάνω έλεγχοι εκτελούνται σε κάθε πεσσό των τοίχων της κατασκευής, στις ως άνω αναφερόμενες θέσεις (κορυφή, μέση, πόδας). Τα αποτελέσματα των ελέγχων που εκτελέστηκαν για κάθε μεμονωμένο τοίχο στις αντίστοιχες θέσεις, παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες (Πίνακες 4.22 έως 4.31)

Πίνακας 4.22 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P1

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
16	0	0	0.9	195	n/d	0	0.0	n/d	n/d	14	0.9	195	0.072	OXI
17	0	0	0.9	2809	n/d	0	0.0	n/d	n/d	140	0.9	2809	0.050	OXI
18	0	0	0.9	408	n/d	0	0.0	n/d	n/d	25	0.9	408	0.061	OXI
19	0	437	0.9	1511	0.289	546	0.905	1519	0.359	654	0.9	1511	0.433	NAI
20	0	389	0.9	940	0.414	428	0.905	945	0.452	466	0.9	940	0.496	NAI
21	0	626	0.9	1144	0.547	666	0.906	1151	0.579	706	0.9	1144	0.617	NAI
22	0	278	0.9	835	0.333	333	0.906	840	0.397	388	0.9	835	0.465	NAI
23	0	84	0.9	1461	0.058	193	0.906	1470	0.131	302	0.9	1461	0.207	NAI
24	0	162	0.9	960	0.169	201	0.906	966	0.208	240	0.9	960	0.250	NAI
25	0	188	0.9	1120	0.168	243	0.906	1128	0.2016	299	0.9	1120	0.267	NAI
26	0	48	0.9	190	0.250	57	0.906	191	0.300	67	0.9	190	0.353	NAI
27	0	35	0.9	252	0.139	54	0.906	254	0.213	73	0.9	252	0.291	NAI

Πίνακας 4.23 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P2

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
30	0	786	0.890	5149	0.153	1213	0.902	5218	0.232	1639	0.9	5206	0.315	ΝΑΙ
31	0	187	0.868	353	0.529	225	0.892	363	0.618	262	0.9	366	0.715	ΝΑΙ
32	0	722	0.900	2209	0.327	916	0.905	2222	0.412	1110	0.9	2209	0.502	ΝΑΙ
33	0	781	0.900	2676	0.292	1015	0.905	2691	0.377	1250	0.9	2676	0.467	ΝΑΙ
34	0	218	0.722	1778	0.123	422	0.853	2100	0.201	625	0.9	2191	0.285	ΝΑΙ
35	0	241	0.738	2109	0.114	477	0.864	2468	0.193	714	0.9	2265	0.278	ΝΑΙ

Πίνακας 4.24 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P3

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
55	0	189	0.9	361	0.523	212	0.906	364	0.583	235	0.9	361	0.651	ΝΑΙ
56	0	677	0.9	1054	0.643	721	0.906	1061	0.679	764	0.9	1054	0.725	ΝΑΙ
57	0	433	0.9	1037	0.418	494	0.906	1044	0.473	555	0.9	1037	0.535	ΝΑΙ
58	0	84	0.9	183	0.462	97	0.913	185	0.526	111	0.9	183	0.606	ΝΑΙ
59	0	160	0.9	182	0.882	168	0.913	184	0.909	175	0.9	182	0.964	ΝΑΙ
60	0	328	0.9	774	0.424	361	0.892	794	0.545	394	0.89	789	0.499	ΝΑΙ
61	0	138	0.9	180	0.768	146	0.913	183	0.798	153	0.9	180	0.850	ΝΑΙ
62	0	78	0.9	214	0.364	93	0.913	217	0.430	108	0.9	214	0.508	ΝΑΙ
63	0	21	0.9	199	0.107	36	0.915	202	0.178	51	0.9	199	0.256	ΝΑΙ
64	0	63	0.9	180	0.350	70	0.915	183	0.385	78	0.9	180	0.432	ΝΑΙ
65	0	54	0.9	163	0.329	62	0.915	166	0.376	71	0.9	163	0.435	ΝΑΙ
66	0	63	0.9	201	0.314	74	0.915	204	0.360	84	0.9	201	0.419	ΝΑΙ
67	0	60	0.9	176	0.340	67	0.915	179	0.375	75	0.9	176	0.422	ΝΑΙ
68	0	20	0.9	237	0.085	38	0.915	241	0.157	55	0.9	237	0.234	ΝΑΙ

Πίνακας 4.25 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P4

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
81	0	0	0.9	592	n/d	0	0.0	n/d	n/d	37	0.9	592	0.063	OXI
82	0	478	0.9	737	0.648	517	0.91	742	0.697	557	0.9	737	0.757	ΝΑΙ
83	0	847	0.9	1705	0.497	973	0.91	1718	0.567	1100	0.9	1705	0.645	ΝΑΙ

84	0	256	0.88	594	0.431	299	0.91	612	0.489	343	0.9	606	0.566	NAI
85	0	368	0.84	596	0.618	402	0.87	614	0.655	435	0.8	610	0.714	NAI
86	0	420	0.85	591	0.711	453	0.87	607	0.746	486	0.8	603	0.807	NAI
87	0	253	0.87	543	0.465	293	0.89	561	0.523	333	0.9	559	0.596	NAI
88	0	71	0.52	374	0.189	119	0.72	515	0.231	166	0.8	557	0.299	NAI
89	0	157	0.59	405	0.387	189	0.67	463	0.409	222	0.7	483	0.460	NAI
90	0	167	0.6	421	0.398	201	0.68	478	0.421	234	0.7	497	0.472	NAI
91	0	76	0.55	356	0.215	120	0.72	465	0.258	163	0.8	500	0.326	NAI

Πίνακας 4.26 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P5

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
94	0	0	0.9	1727	n/d	0	0.00	n/d	n/d	141	0.9	1727	0.082	OXI
95	0	1041	0.9	1666	0.625	1177	0.90	1678	0.702	1314	0.9	1666	0.789	NAI
96	0	293	0.9	961	0.305	378	0.91	975	0.387	462	0.9	961	0.481	NAI
97	0	127	0.9	162	0.787	141	0.91	164	0.858	154	0.9	162	0.954	NAI
98	0	42	0.9	161	0.261	56	0.91	164	0.340	69	0.9	161	0.428	NAI
99	0	145	0.9	971	0.149	230	0.91	985	0.233	315	0.9	971	0.325	NAI

Πίνακας 4.27 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P6

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
101	0	48	0.9	113	0.424	56	0.91	114	0.494	65	0.9	113	0.572	NAI
102	0	1	0.9	91	0.013	6	0.91	92	0.063	13	0.9	91	0.137	NAI

Πίνακας 4.28 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P7

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
104	0	1	0.1	10	0.103	5	0.79	81	0.059	12	0.9	92	0.126	NAI
105	0	1	0.09	9	0.086	4	0.82	85	0.052	11	0.9	93	0.122	NAI

Πίνακας 4.29 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P8

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
106	0	140	0.9	719	0.195	199	0.9	724	0.274	258	0.9	719	0.359	ΝΑΙ

Πίνακας 4.30 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P9

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
107	0	1230	0.86	5075	0.242	1769	0.9	5297	0.334	2308	0.9	5264	0.438	ΝΑΙ
108	0	62	0.0	n/d	n/d	611	0.9	5180	0.118	1181	0.9	5264	0.224	ΟΧΙ

Πίνακας 4.31 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P10

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
115	0	62	0.87	121	0.512	70	0.89	123	0.568	78	0.9	124	0.631	ΝΑΙ
116	0	340	0.9	240	1.420	347	0.9	241	1.439	354	0.9	240	1.477	ΟΧΙ
117	0	65	0.9	80	0.818	70	0.9	81	0.865	74	0.9	80	0.926	ΝΑΙ
118	0	125	0.87	215	0.580	146	0.89	220	0.661	166	0.9	221	0.752	ΝΑΙ
119	0	19	0.73	184	0.102	32	0.84	211	0.154	46	0.9	220	0.210	ΝΑΙ
120	0	121	0.89	687	0.176	131	0.9	696	0.188	141	0.9	691	0.204	ΝΑΙ
121	0	16	0.83	266	0.062	34	0.9	289	0.118	52	0.9	287	0.180	ΝΑΙ

## 4.6.5 Ανελαστική στατική ανάλυση (Pushover)

### 4.6.5.1 Περιγραφή ανελαστικής στατικής (pushover) ανάλυσης

Για την πραγματοποίηση των απαραίτητων ελέγχων εκτελέστηκε μη γραμμική στατική ανάλυση με βάση τις διατάξεις της παραγράφου 4.3.3.4.2, του Ευρωκώδικα 8. Οι απαιτούμενοι έλεγχοι περιλαμβάνουν σύγκριση μεταξύ των επιμέρους καμπυλών ικανότητας, που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια των αναλύσεων με τις απαιτούμενες μετακινήσεις. Η καμπύλη ικανότητας αναπαρίσταται από ένα διάγραμμα, όπου στον άξονα των τεταγμένων δίδεται η τέμνουσα βάσης και στον άξονα των τεταγμένων η μέγιστη μετακίνηση. Σύμφωνα με τις διατάξεις της παραγράφου 4.3.3.4.2.2 του

Ευρωκώδικα 8, υπάρχουν δύο τύποι κατανομών των δυνάμεων που πρέπει να ελεγχθούν.

- Κατανομή των δυνάμεων με βάση τις μάζες κάθε στάθμης :  $F_i = \frac{m_i}{\sum_i m_i}$
- Κατανομή των δυνάμεων με βάση την παραγωγή των μαζών για την παραμόρφωση που προκύπτει από την πρώτη ιδιομορφή

Η τιμή της μέγιστης μετακίνησης στην οροφή του κτιρίου εξαρτάται από την κατανομή των δυνάμεων. Η μετακίνηση που καταγράφεται για τον καθορισμό της καμπύλης ικανότητας, βρίσκεται στο σημείο του κτιρίου που ονομάζεται κόμβος ελέγχου. Ο κανονισμός απαιτεί να γίνεται δι-γραμμικοποίηση της καμπύλης ικανότητας σε ένα ισοδύναμο σύστημα. Σύμφωνα με την διαδικασία που αναφέρεται στο Παράρτημα Β του Ευρωκώδικα 8, υπολογίζεται η στοχευόμενη μετακίνηση, δηλαδή η μέγιστη μετακίνηση του κτιρίου για σεισμική δράση σύμφωνα με τα φάσματα που αναφέρονται στην παράγραφο 3.2.2.2, του Ευρωκώδικα 8. Επίσης, στην παράγραφο 4.3.2 του Ευρωκώδικα 8, καθορίζεται ότι η τυχηματική εκκεντρότητα για το κέντρο μάζας είναι ίση με το 5% της μέγιστης διάστασης του κτιρίου, στην διεύθυνση που είναι κάθετη στη σεισμική δράση. Με βάση τη μορφή του κτιρίου και τον κανονισμό, υπάρχουν οι παρακάτω επιλογές για την εκτέλεση των μη γραμμικών αναλύσεων στο πρόγραμμα:

- Σεισμικό φορτίο, όπου το πρόγραμμα αναγνωρίζει ποια από τις δύο κατανομές φορτίων θα υπολογιστούν (με βάση τις μάζες ή την πρώτη ιδιομορφή)
- Διεύθυνση, όπου το πρόγραμμα αναγνωρίζει την διεύθυνση, στην οποία η κατασκευή υπόκειται σε σεισμικά φορτία (x ή y στο καθολικό σύστημα).

Προκειμένου να προσδιοριστεί η δυσμενέστερη κατάσταση από τις σεισμικές δυνάμεις, πραγματοποιούνται επιμέρους αναλύσεις για κάθε κατανομή, για κάθε σεισμική διεύθυνση και για κάθε πιθανή τυχηματική εκκεντρότητα στον κόμβο ελέγχου 8, της στάθμης 3 (Πίνακας 4.32).

Οι έλεγχοι πραγματοποιούνται για δύο οριακές καταστάσεις. Την οριακή κατάσταση Σημαντικές Βλάβες (SD) και την οριακή κατάσταση Περιορισμένες Βλάβες (DL).

Για την οριακή κατάσταση SD πρέπει να ισχύει  $d_t^{SD} \leq d_m^{SD}$  όπου :

$d_t^{SD}$  Στοχευόμενη μετακίνηση, όπως απαιτείται από τον κανονισμό και υπολογίζεται για το ελαστικό φάσμα

$d_m^{SD}$  Καθολική ικανότητα μετατόπισης της κατασκευής στην οριακή κατάσταση SD

Για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL, πρέπει να ισχύει

$$S_d(T^*) \leq d_y^*$$

όπου :

$S_d(T^*)$  Στοχευόμενη μετακίνηση για  $T = T^*$

$d_y^*$  Ελαστική παραμόρφωση του ισοδύναμου μονοβάθμιου συστήματος

#### 4.6.5.2 Αποτελέσματα ανάλυσης pushover

Πίνακας 4.32 Αποτελέσματα ανάλυσης pushover

No	Κατεύθυνση σεισμού	Σεισμική Δύναμη	Εκκ. (cm)	$d_t$ SD (cm)	$d_m$ SD (cm)	SD Έλεγχος	$S_d$ DL (cm)	$d_y^*$ DL (cm)	DL Έλεγχος
1	+X	Μάζες	0	0.74	1.86	NAI	0.71	0.32	OXI
2	+X	Πρώτη ιδιομορφή	0	2.51	2.33	OXI	1.41	0.32	OXI
3	-X	Μάζες	0	0.46	3.37	NAI	0.15	0.05	OXI
4	-X	Πρώτη ιδιομορφή	0	1.58	1.70	NAI	0.59	0.12	OXI
5	+Y	Μάζες	0	2.20	2.40	NAI	0.96	0.19	OXI
6	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	0	2.73	1.40	OXI	1.34	0.18	OXI
7	-Y	Μάζες	0	1.93	1.23	OXI	0.83	0.22	OXI
8	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	0	2.47	1.33	OXI	1.23	0.28	OXI
9	+X	Μάζες	73.3	0.82	2.18	NAI	0.27	0.10	OXI
10	+X	Μάζες	-73.3	1.77	1.64	OXI	0.79	0.21	OXI
11	+X	Πρώτη ιδιομορφή	73.3	2.31	1.50	OXI	1.31	0.40	OXI
12	+X	Πρώτη ιδιομορφή	-73.3	1.46	0.20	OXI	0.49	0.09	OXI
13	-X	Μάζες	73.3	0.79	3.59	NAI	0.25	0.09	OXI
14	-X	Μάζες	-73.3	0.54	2.40	NAI	0.17	0.04	OXI
15	-X	Πρώτη ιδιομορφή	73.3	2.68	2.94	NAI	1.66	0.48	OXI

16	-X	Πρώτη ιδιομορφή	-73.3	1.49	1.65	NAI	0.50	0.08	OXI
17	+Y	Μάζες	58.1	2.37	1.89	OXI	1.10	0.21	OXI
18	+Y	Μάζες	-58.1	2.06	1.97	OXI	0.85	0.16	OXI
19	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	58.1	2.90	1.79	OXI	1.49	0.19	OXI
20	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	-58.1	2.51	1.98	OXI	1.16	0.17	OXI
21	-Y	Μάζες	58.1	2.06	1.22	OXI	0.95	0.27	OXI
22	-Y	Μάζες	- 58.1	1.79	1.41	OXI	0.72	0.19	OXI
23	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	58.1	2.54	1.10	OXI	1.29	0.29	OXI
24	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	-58.1	2.03	1.42	OXI	0.87	0.20	OXI

Οι αναλύσεις που αποτυπώνονται με κίτρινο χρώμα είναι οι πιο σημαντικές αναλύσεις, δηλαδή οι αναλύσεις με τις περισσότερες βλάβες ανά διεύθυνση.

Για κάθε οριακή κατάσταση απαιτείται να υπολογίζεται ο συντελεστής σεισμικής διακινδύνευσης  $\alpha$ , ο οποίος για να επαρκεί ο έλεγχος του κτιρίου πρέπει να είναι μεγαλύτερος της μονάδας και ο οποίος υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση

$$\alpha = \frac{PGA_C}{PGA_D}$$

όπου :

$PGA_C$  το μέγιστο σύνολο των δράσεων, λαμβάνοντας υπόψη τους αναμενόμενους συνδυασμούς για το έργο, για τους οποίους η κατασκευή θα μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί (επιτάχυνση της αντίστοιχης στάθμης επιτελεστικότητας).

$PGA_D$  τιμές αναφοράς των επιταχύνσεων λόγω σεισμικής ενέργειας, Οι τιμές αυτές καθορίζονται από τα σεισμικά εκείνα φορτία, τα οποία καθορίζονται από το σχήμα του φάσματος (επιτάχυνση στη στοχευόμενη μετακίνηση)

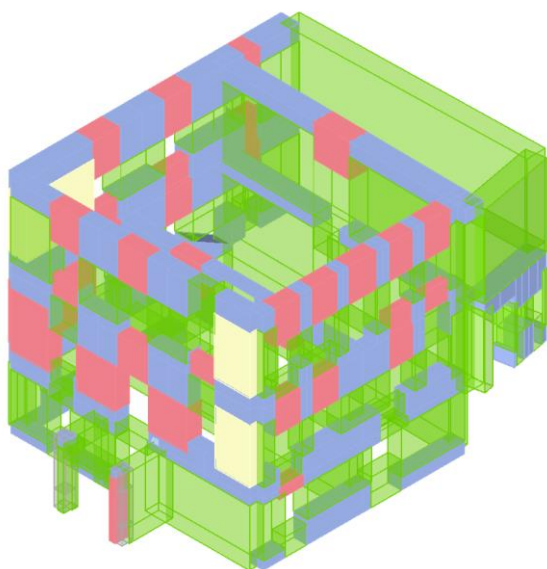
Ουσιαστικά, ο συντελεστής  $\alpha$ , παρέχει την τιμή με την οποία εάν πολλαπλασιαστεί η επιτάχυνση του εδάφους, προκύπτει η μέγιστη επιτάχυνση του εδάφους, που μπορεί να παραλάβει το κτίριο, στην αντίστοιχη στάθμη επιτελεστικότητας (Χασιώτης, 2019). Οι τιμές του συντελεστή διακινδύνευσης για τις στάθμες επιτελεστικότητας SD και DL, φαίνονται στον Πίνακα 4.33

Πίνακας 4.33 Τιμές συντελεστή σεισμικής διακινδύνευσης «α»

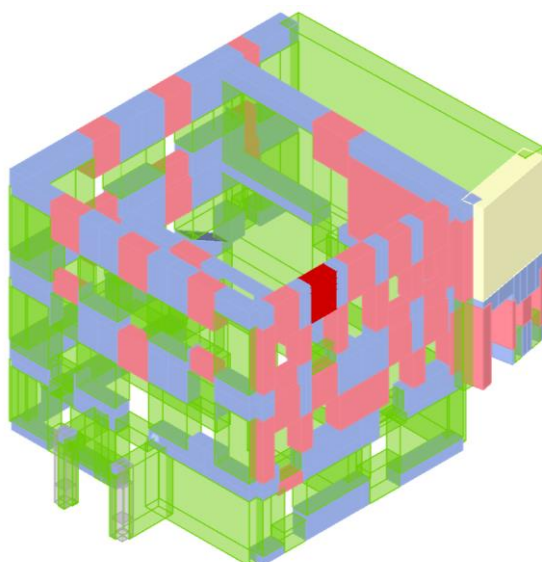
No	Κατ/νση σεισμού	Σεισμική Δύναμη	Εκκεντρότητα (cm)	α SD	α DL
1	+X	Μάζες	0	1.211	0.451
2	+X	Πρώτη ιδιομορφή	0	0.933	0.229
3	-X	Μάζες	0	7.291	0.309
4	-X	Πρώτη ιδιομορφή	0	1.068	0.207
5	+Y	Μάζες	0	1.078	0.196
6	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	0	0.547	0.137
7	-Y	Μάζες	0	0.696	0.268
8	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	0	0.594	0.230
9	+X	Μάζες	73.3	2.634	0.378
10	+X	Μάζες	-73.3	0.939	0.264
11	+X	Πρώτη ιδιομορφή	73.3	0.703	0.303
12	+X	Πρώτη ιδιομορφή	-73.3	0.247	0.180
13	-X	Μάζες	73.3	4.565	0.349
14	-X	Μάζες	-73.3	4.491	0.252
15	-X	Πρώτη ιδιομορφή	73.3	1.085	0.290
16	-X	Πρώτη ιδιομορφή	-73.3	1.097	0.169
17	+Y	Μάζες	58.1	0.816	0.189
18	+Y	Μάζες	-58.1	0.960	0.191
19	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	58.1	0.639	0.130
20	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	-58.1	0.803	0.144
21	-Y	Μάζες	58.1	0.658	0.285
22	-Y	Μάζες	-58.1	0.823	0.262
23	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	58.1	0.499	0.227
24	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	-58.1	0.738	0.230



Οι τρισδιάστατες απεικονίσεις του κτιρίου στην στοχευόμενη μετακίνηση Νο12, κατά X και της ανάλυσης Νο 23 κατά Y, παρουσιάζονται στα σχήματα (Σχήμα 4.27) και (Σχήμα 4.28) αντίστοιχα.



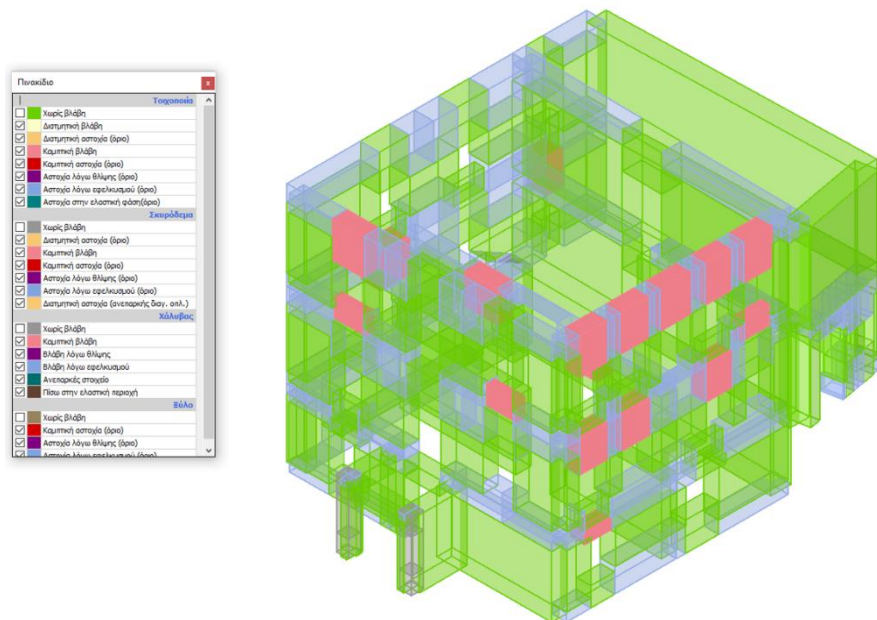
Σχήμα 4.27 Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου στην στοχευόμενη μετακίνηση Νο 12 κατά X



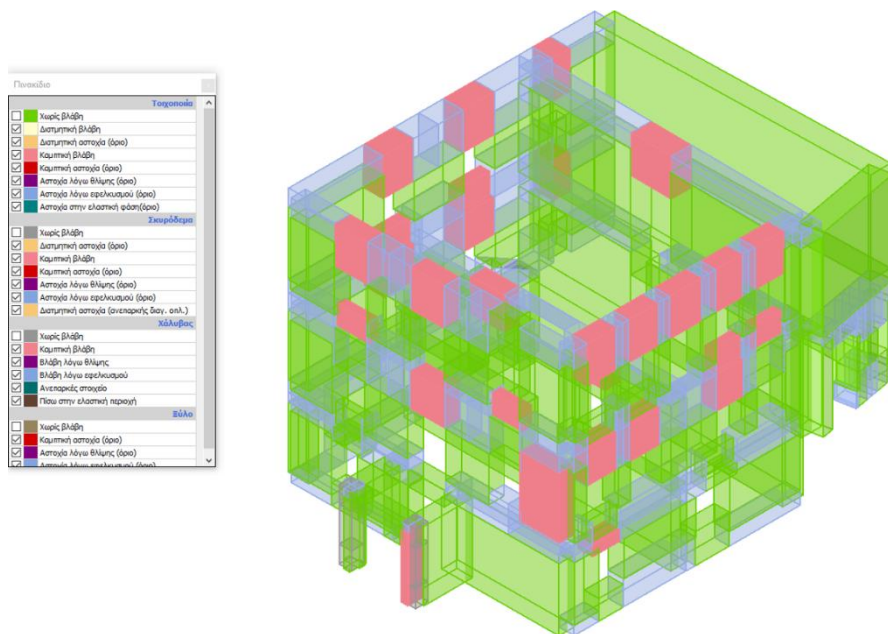
Σχήμα 4.28 Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου στην στοχευόμενη μετακίνηση Νο 23 κατά Y

Τοχοποιία	
Χωρίς βλάβη	
Διαμητική βλάβη	
Διαμητική αστοχία (όριο)	
Καμπτική βλάβη	
Καμπτική αστοχία (όριο)	
Αστοχία λόγω θλίψης (όριο)	
Αστοχία λόγω εφελκυσμού (όριο)	
Αστοχία στην ελαστική φάση(όριο)	
Σκυρόδεμα	
Χωρίς βλάβη	
Διαμητική αστοχία (όριο)	
Καμπτική βλάβη	
Καμπτική αστοχία (όριο)	
Αστοχία λόγω θλίψης (όριο)	
Αστοχία λόγω εφελκυσμού (όριο)	
Διαμητική αστοχία (ανεπαρκής διαγ. σπλ.)	

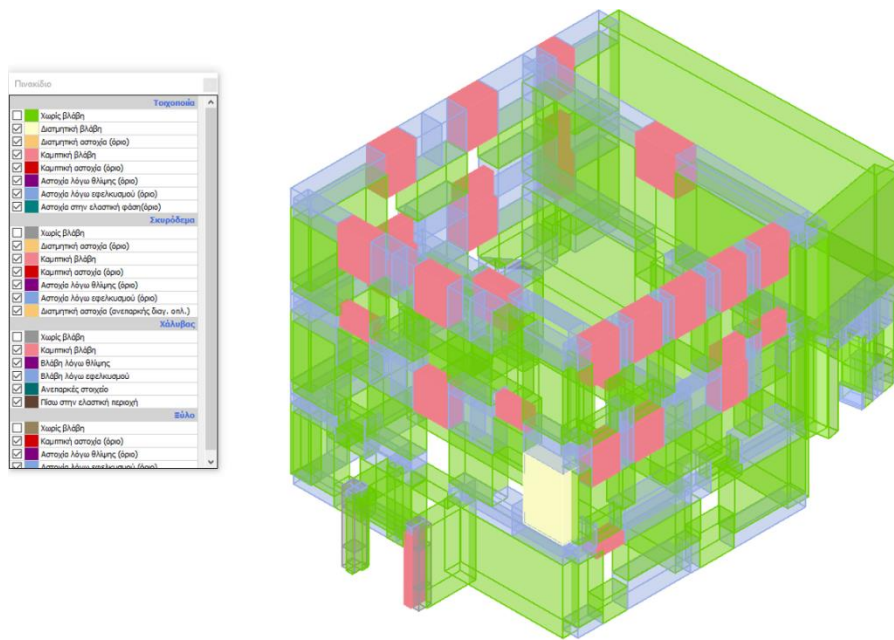
Η διαφοροποίηση των βλαβών του κτιρίου σε επιλεγμένα βήματα της ανάλυσης Νο12, καθώς και της ανάλυσης Νο23 παρουσιάζεται στα παρακάτω σχήματα (Σχήμα 4.29 έως Σχήμα 4.36).



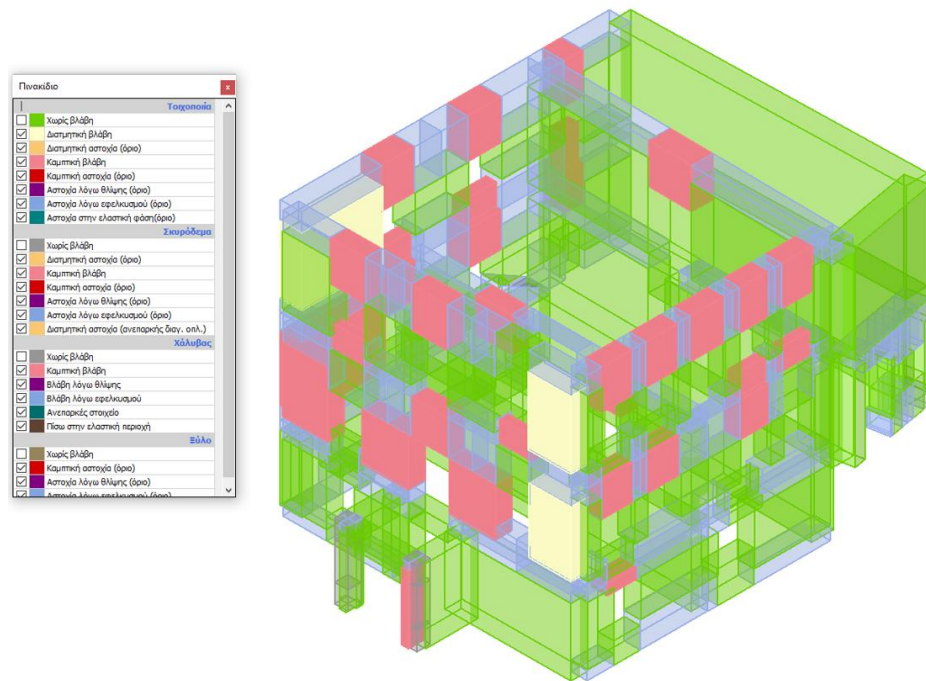
Σχήμα 4.29 Ανάλυση Νο 12, βήμα 1 από 19



Σχήμα 4.30 Ανάλυση Νο 12, βήμα 5 από 19

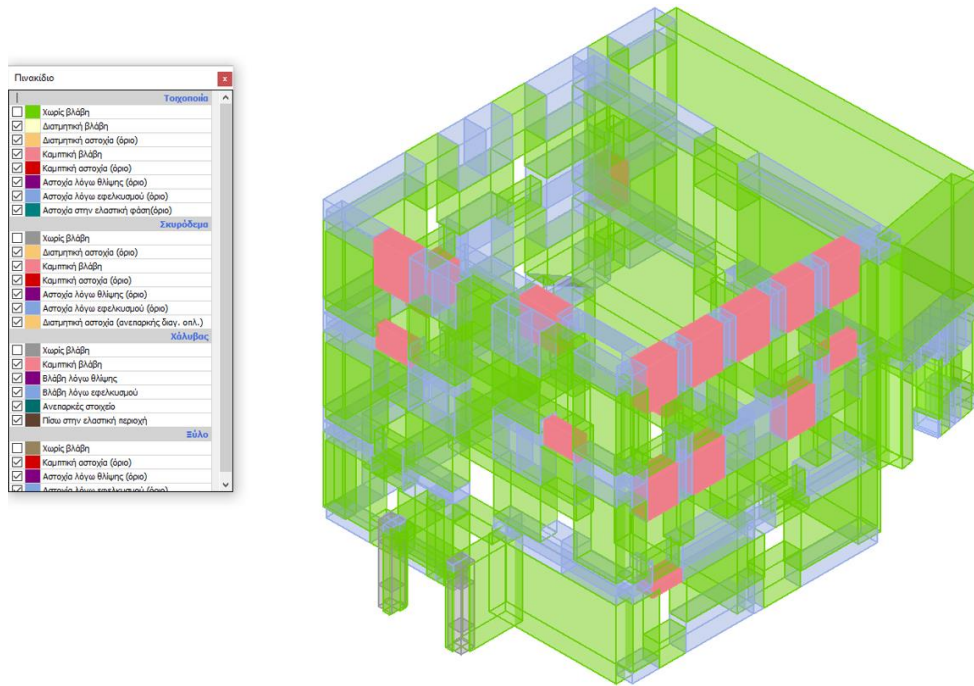


Σχήμα 4.31 Ανάλυση Νο 12, βήμα 10 από 19

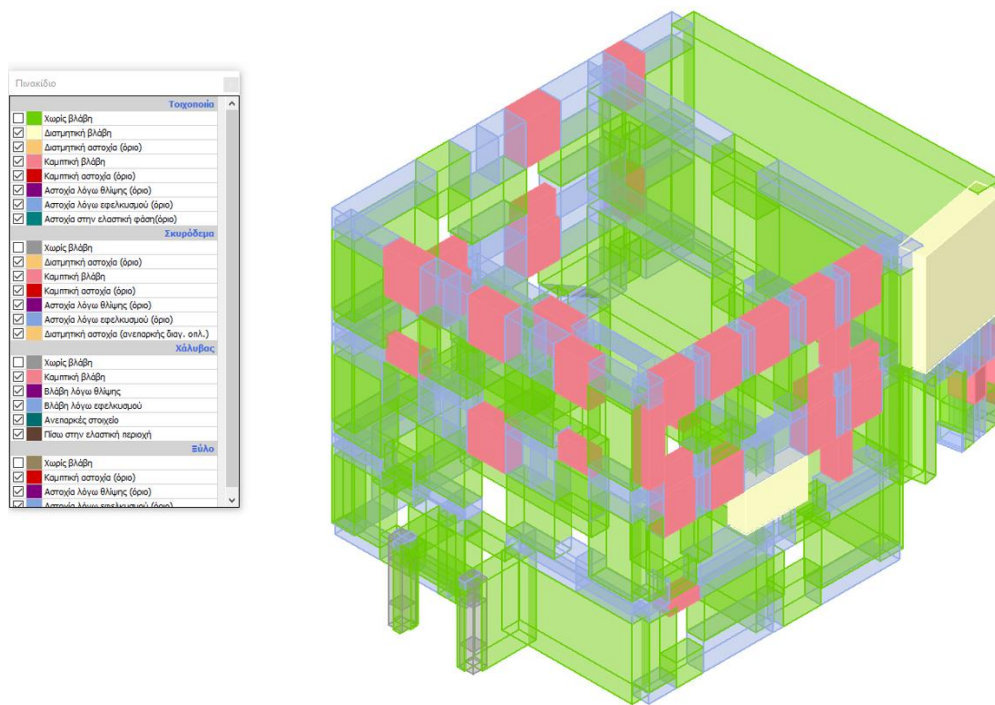


Σχήμα 4.32 Ανάλυση Νο 12, βήμα 15 από 19

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΝΕΟΚΛΑΣΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΓΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗ

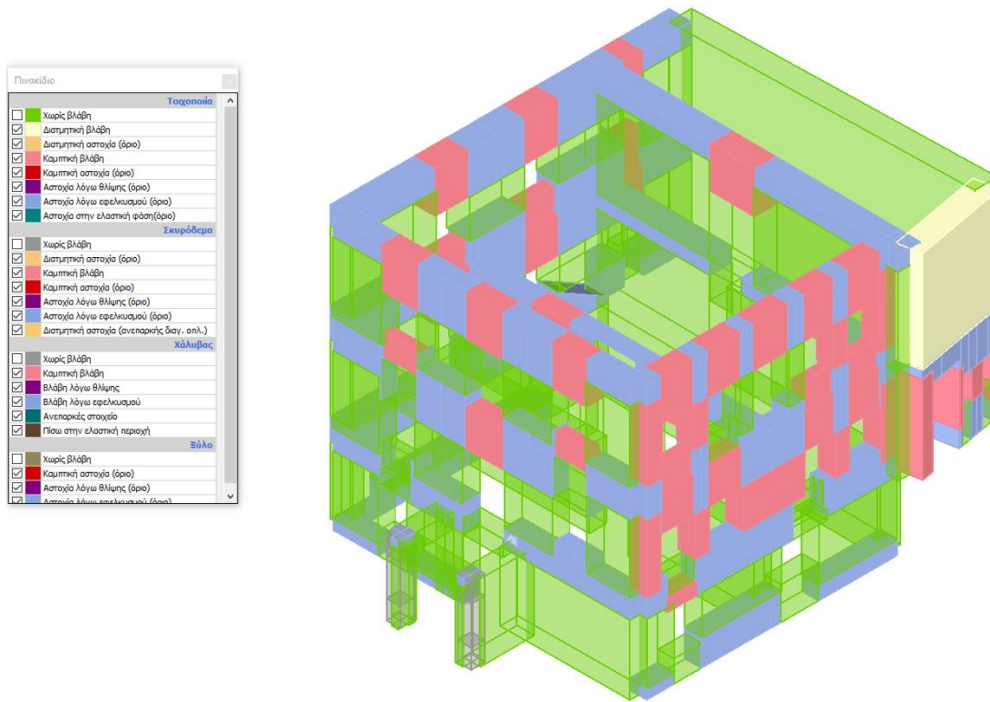


Σχήμα 4.33 Ανάλυση Νο 23, βήμα 1 από 30

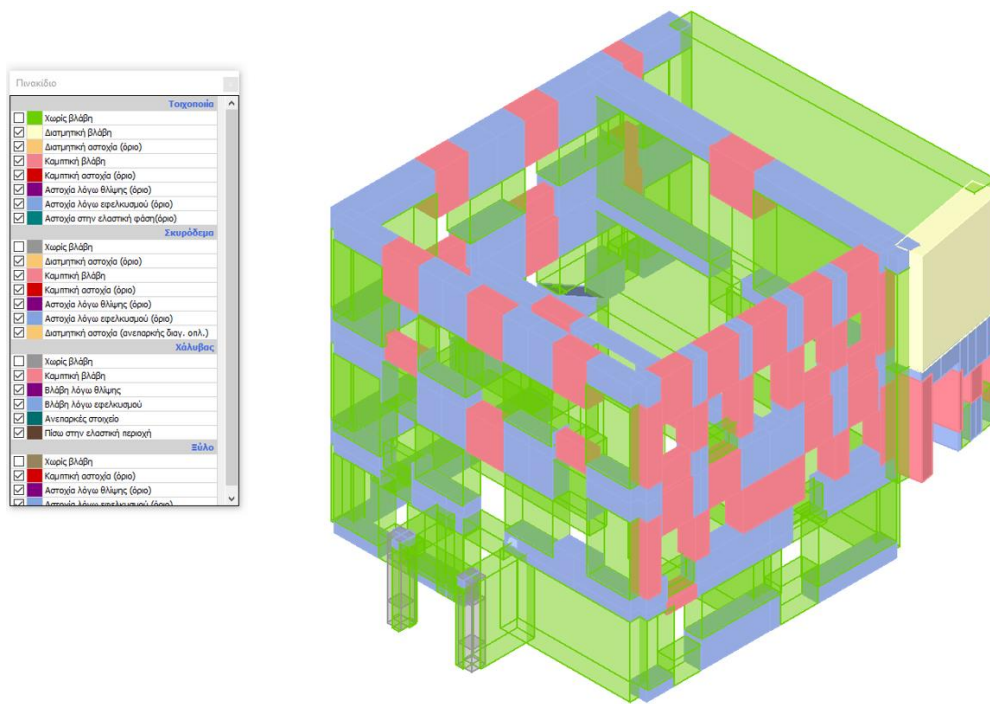


Σχήμα 4.34 Ανάλυση Νο 23, βήμα 5 από 30

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΝΕΟΚΛΑΣΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΓΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗ



Σχήμα 4.35 Ανάλυση Νο 23, βήμα 10 από 30



Σχήμα 4.36 Ανάλυση Νο 23, βήμα 20 από 30

Στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 4.37) παρουσιάζονται οι επιπλέον αναλύσεις, που έγιναν εκτός από τις στάθμες επιτελεστικότητας B1 και A2 και για την στάθμη επιτελεστικότητας Γ1 (NC ) του κανονισμού.

Έλεγχος ανάλυσης

No.	Εισαγωγή στο τείχος	Κατεύθυνση σεισμού	Σταθμική δύναμη	Κεντροτόνηση [mm]	dt NC [mm]	dm NC [mm]	dt SD [mm]	dm SD [mm]	α NC	α SD	dm/dt NC
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	0,00	6,27	20,47	6,27	15,35	1,327	1,085	3,265
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	26,98	15,80	26,98	11,85	0,646	0,521	0,586
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	0,00	4,30	45,17	4,30	33,88	10,506	7,880	10,505
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	15,72	22,62	15,72	16,96	1,427	1,070	1,439
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	0,00	16,18	13,86	16,18	10,40	0,883	0,707	0,857
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	19,71	24,82	19,71	18,61	1,223	0,952	1,259
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	0,00	17,58	10,76	17,58	8,07	0,704	0,588	0,612
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	19,05	11,24	19,05	8,43	0,651	0,525	0,590
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	732,77	18,16	23,11	18,16	17,33	1,199	0,967	1,273
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	-732,77	16,36	22,55	16,36	16,91	1,300	1,027	1,378
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	732,77	33,18	20,90	33,18	15,67	0,691	0,560	0,630
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	-732,77	12,05	2,66	12,05	2,00	0,332	0,291	0,221
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	732,77	3,46	55,96	3,46	41,97	16,176	12,132	16,173
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	-732,77	5,04	30,40	5,04	22,80	6,030	4,523	6,032
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	732,77	8,80	27,51	8,80	20,64	3,127	2,345	3,126
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	-732,77	18,70	22,38	18,70	16,79	1,171	0,911	1,197
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	580,69	16,99	14,02	16,99	10,52	0,857	0,688	0,825
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	-580,69	14,79	13,88	14,79	10,41	0,939	0,742	0,938
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	580,69	20,57	22,91	20,57	17,18	1,098	0,859	1,114
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	-580,69	18,54	19,88	18,54	14,91	1,062	0,832	1,072
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	580,69	20,93	10,75	20,93	8,06	0,617	0,516	0,514
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	-580,69	17,33	11,43	17,33	8,57	0,741	0,616	0,660
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	580,69	19,80	10,28	19,80	7,71	0,582	0,470	0,519
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	-580,69	17,77	13,77	17,77	10,33	0,816	0,658	0,775

Εμφάνιση λεπτομερειών ανάλυσης

Εισαγωγή όλων των αναλύσεων στο

Διαγραφή ανάλυσης

Αντιστοίχια χρώματος

- Ικανοποιείται
- Δεν ικανοποιείται
- Αποτυχία σύγκλισης
- Μη σύγκλιση ίδιου βάρους
- Η πιο σημαντική ανάλυση

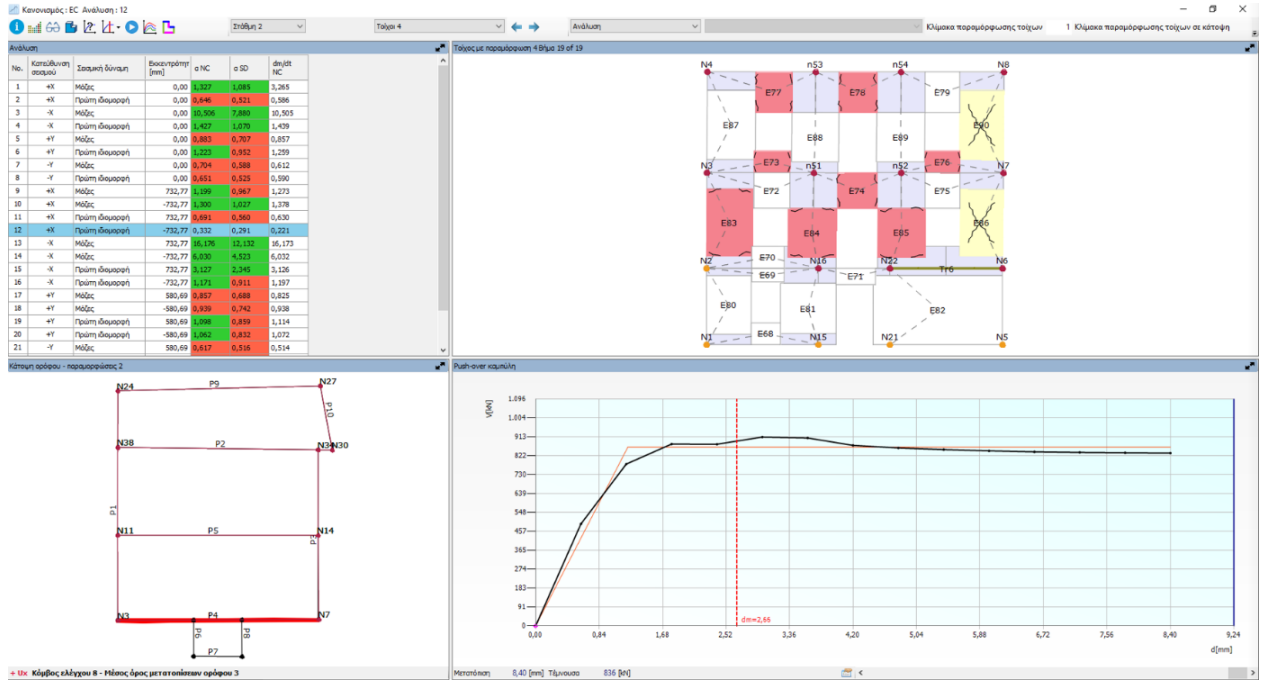
Έξοδος

Σχήμα 4.37 Αναλύσεις για στάθμη επιτελεστικότητας Γ1 και B1

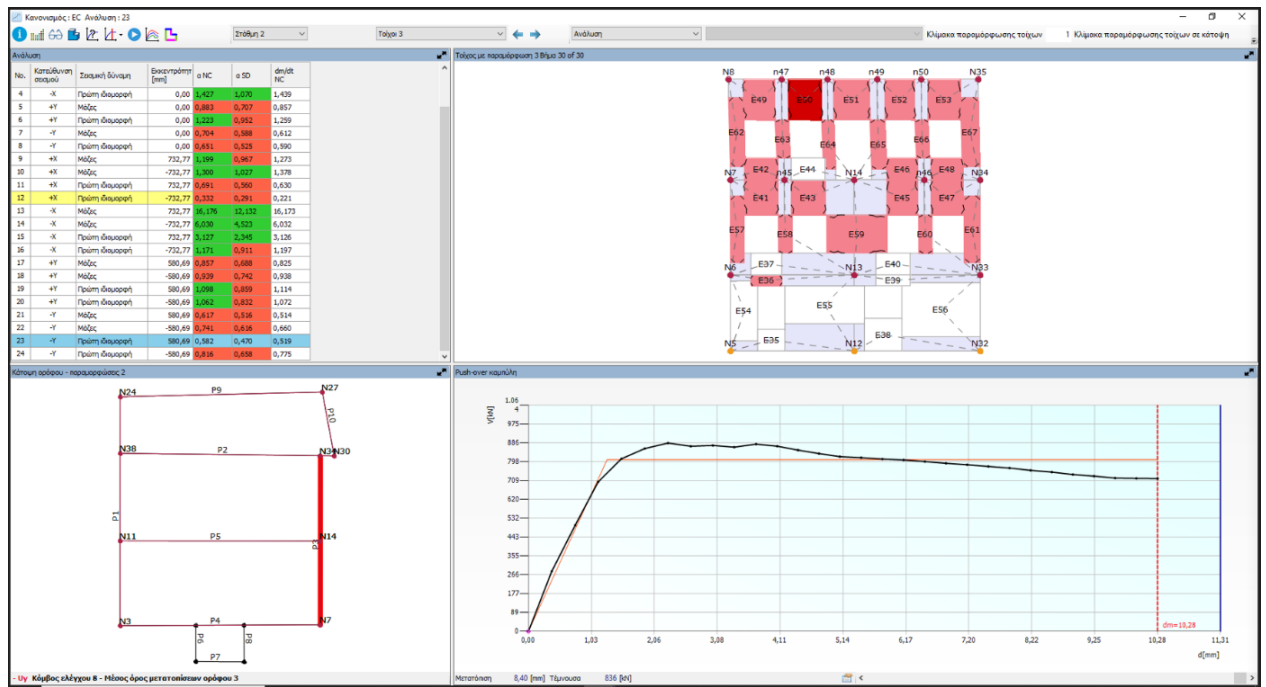
Στο παραπάνω σχήμα 4.37, με πράσινο χρώμα απεικονίζονται οι έλεγχοι που ικανοποιούν τα κριτήρια της αντίστοιχης στάθμης επιτελεστικότητας και με κόκκινο χρώμα οι έλεγχοι που δεν ικανοποιούνται. Όπως παρατηρείται η εικόνα της ανεπάρκειας του κτιρίου είναι σχεδόν όμοια, είτε εξετάζεται η στάθμη επιτελεστικότητας Γ1 είτε η B1.

Ενδεικτικά παρατίθεται η εικόνα των βλαβών και η καμπύλη ικανότητας του τοίχου P4 κατά την ανάλυση No12 καθώς και η εικόνα των βλαβών και η καμπύλη ικανότητας του τοίχου P3 κατά την ανάλυση No12 (Σχήμα 4.38 και Σχήμα 4.39).

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΝΕΟΚΛΑΣΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΓΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗ

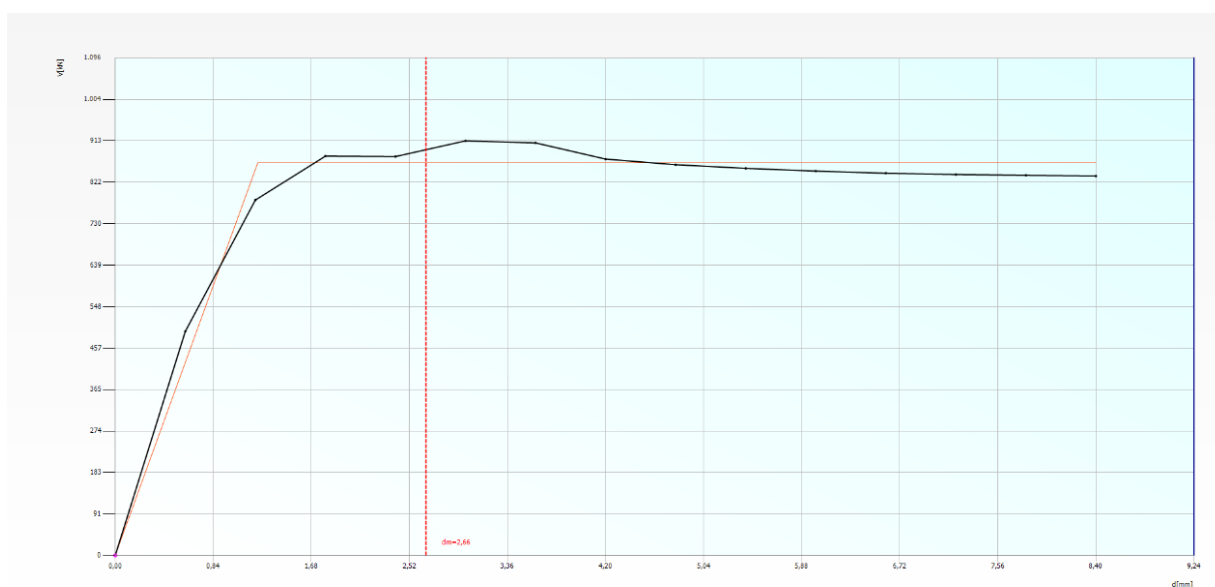


Σχήμα 4.38 Εικόνα βλαβών τοίχου P4 και αντίστοιχη καμπύλη ικανότητας

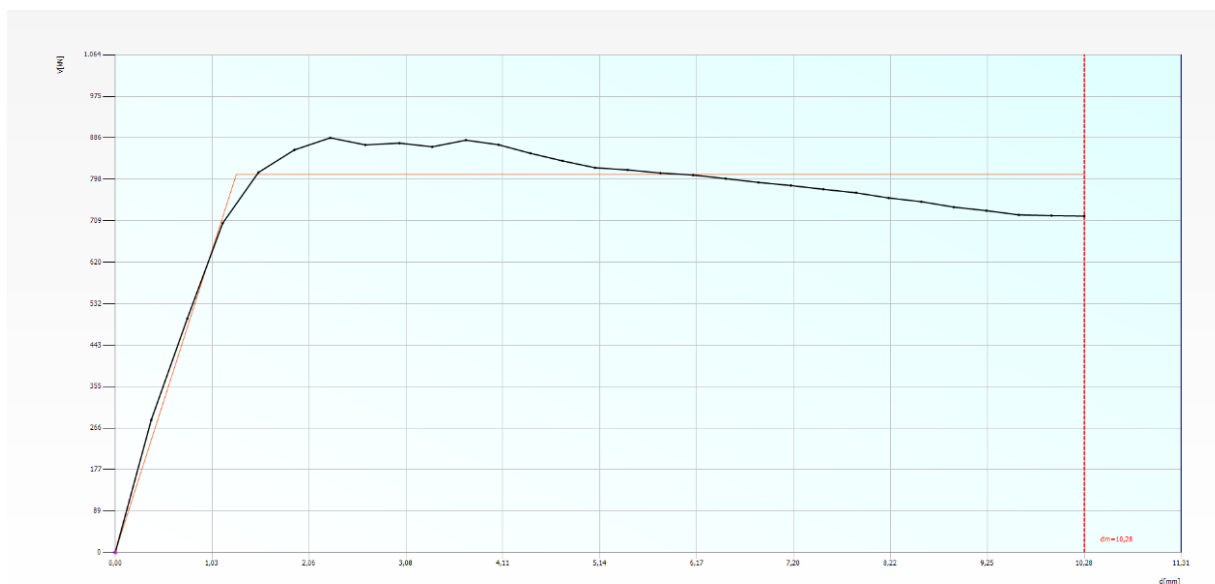


Σχήμα 4.39 Εικόνα βλαβών τοίχου P3 και αντίστοιχη καμπύλη ικανότητας

Επίσης, παράλληλα με τις βλάβες εμφανίζονται και οι καμπύλες ικανότητας των αντίστοιχων τοίχων. Ειδικότερα, παρατίθεται η καμπύλη pushover του τοίχου P4 για την ανάλυση Νο 12 (Σχήμα 4.40) και η καμπύλη pushover του τοίχου P3 για την ανάλυση Νο 23 (Σχήμα 4.41)



Σχήμα 4.40 Καμπύλη ικανότητας τοίχου P4 για την ανάλυση Νο 12

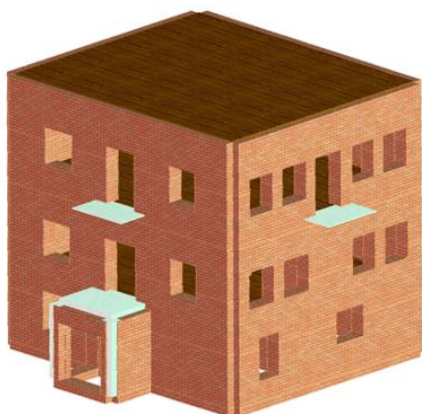


Σχήμα 4.41 Καμπύλη ικανότητας τοίχου P3 για την ανάλυση Νο 23

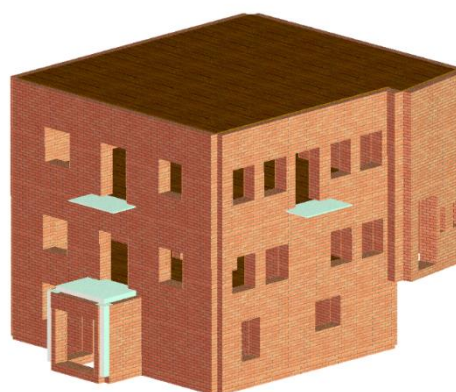


Στα σχήματα 4.40 & 4.41, με μαύρο χρώμα απεικονίζεται η καμπύλη απόκρισης του τοίχου (η pushover καμπύλη) και με πορτοκαλί χρώμα η διγραμμικοποιημένη καμπύλη του ισοδύναμου συστήματος. Στον άξονα των τετμημένων του διαγράμματος δίδεται η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου, δίδοντας τις τιμές  $d_i$  (στοχευόμενη μετακίνηση) και  $d_m$  (μέγιστη ικανότητα μετακίνησης της κατασκευής στην οριακή κατάσταση) και στον άξονα των τεταγμένων η τέμνουσα βάση.

Επιπρόσθετα, λόγω του ότι πρόκειται για κτίριο το οποίο αποτελείται από δύο κατασκευαστικές φάσεις, διενεργήθηκε μεμονομένη προσομοίωση και ανάλυση για το αρχικό νεοκλασικό κτίριο και αυτή συγκρίθηκε με την ανάλυση του συζευγμένου κτιρίου. Η προσομοίωση των δύο κτιρίων παρουσιάζεται στα Σχήματα 4.42 και 4.43 και η συγκριτική ανάλυση στο αραχνόγραμμα που ακολουθεί.



Σχήμα 4.42 Τρισδιάστατη απεικόνιση αρχικού νεοκλασικού κτιρίου



Σχήμα 4.43 Τρισδιάστατη απεικόνιση συνολικού κτιρίου

### Ανάλυση μοντέλου 1 (συνολικό κτίριο)

Έλεγχος ανάλυσης

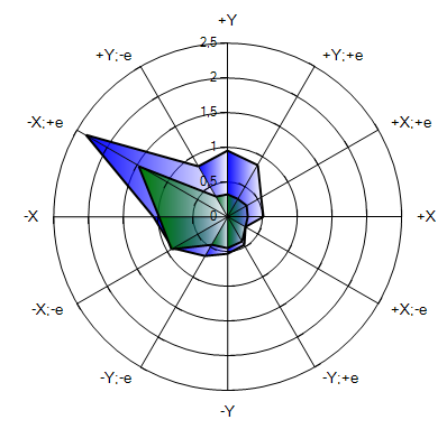
No.	Εισαγωγή στο τεύχος	Κατεύθυνση σεισμού	Στατική δύναμη	κεντρομότιπη [mm]	d1 SD [mm]	d2 SD [mm]	d*γ DL [mm]	α SD	α DL
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	0,00	7,36	18,64	0,32	1,211	0,451
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	25,14	23,26	0,32	0,933	0,229
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	0,00	4,62	33,71	0,05	7,291	0,309
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	15,78	17,02	0,12	1,068	0,207
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	0,00	22,05	23,98	0,19	1,078	0,196
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	27,26	14,00	0,18	0,547	0,137
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	0,00	19,29	12,29	0,22	0,696	0,268
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	24,68	13,30	0,28	0,594	0,230
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	732,77	8,23	21,80	0,10	2,634	0,378
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	-732,77	17,70	16,42	0,21	0,939	0,264
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	732,77	23,09	14,99	0,40	0,703	0,303
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	-732,77	14,62	2,02	0,09	0,247	0,180
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	732,77	7,87	35,94	0,09	4,565	0,349
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	-732,77	5,35	24,03	0,04	4,491	0,252
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	732,77	26,76	29,36	0,48	1,085	0,290
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	-732,77	14,85	16,49	0,08	1,097	0,169
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	580,69	23,75	18,88	0,21	0,816	0,189
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	-580,69	20,63	19,71	0,16	0,960	0,191
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	580,69	29,02	17,86	0,19	0,639	0,130
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	-580,69	25,13	19,77	0,17	0,803	0,144
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	580,69	20,61	12,17	0,27	0,658	0,285
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	-580,69	17,91	14,11	0,19	0,823	0,262
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	580,69	25,42	11,02	0,29	0,499	0,227
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	-580,69	20,35	14,15	0,20	0,738	0,230

### Ανάλυση μοντέλου 2 (αρχικό κτίριο)

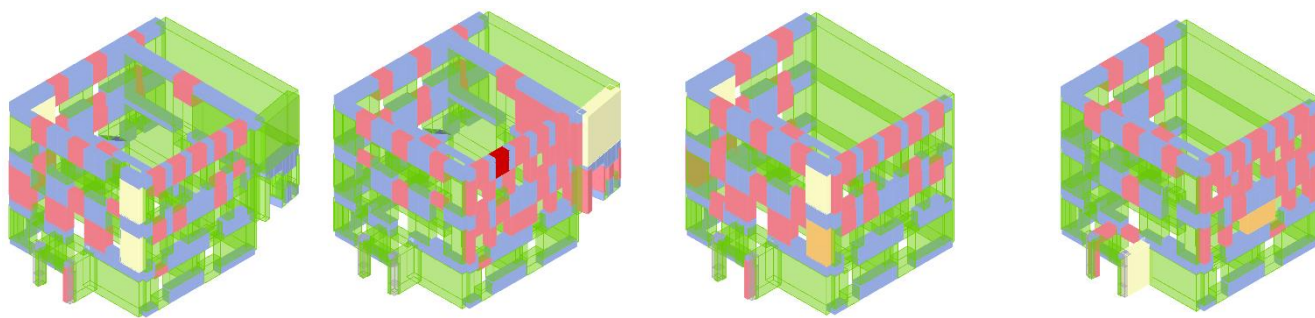
Έλεγχος ανάλυσης

No.	Εισαγωγή στο τεύχος	Κατεύθυνση σεισμού	Στατική δύναμη	κεντρομότιπη [mm]	d1 SD [mm]	d2 SD [mm]	d*γ DL [mm]	α SD	α DL
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	0,00	28,99	8,47	0,29	0,417	0,282
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	35,65	7,48	0,22	0,289	0,172
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	0,00	31,93	44,09	0,25	1,330	0,220
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	41,97	41,43	0,29	0,988	0,168
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	0,00	34,85	13,06	0,29	0,458	0,227
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	44,82	12,03	0,29	0,325	0,156
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	0,00	51,55	15,64	0,53	0,364	0,210
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	43,16	18,12	0,15	0,448	0,091
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	566,14	26,67	8,88	0,27	0,461	0,294
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	-566,14	30,28	8,17	0,26	0,382	0,247
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	566,14	34,28	8,08	0,22	0,317	0,179
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	-566,14	38,59	8,93	0,25	0,302	0,168
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	566,14	28,92	72,63	0,25	2,266	0,255
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	-566,14	34,45	42,23	0,24	1,200	0,191
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	566,14	38,15	58,06	0,29	1,467	0,193
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	-566,14	45,96	43,11	0,31	0,943	0,153
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	542,53	35,51	12,64	0,26	0,433	0,203
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	-542,53	33,59	14,16	0,31	0,508	0,251
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	542,53	48,98	12,24	0,32	0,300	0,146
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	-542,53	45,15	12,45	0,33	0,337	0,171
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	542,53	54,32	13,09	0,49	0,296	0,183
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	-542,53	42,88	15,87	0,29	0,425	0,169
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	542,53	45,59	17,77	0,15	0,416	0,084
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	-542,53	43,99	19,11	0,17	0,464	0,100

### Σύγκριση αναλύσεων μοντέλου 1 και 2



Μοντέλο 1  
 Μοντέλο 2



**Αντιστοίχια χρώματος**

- Ικανοποιείται
- Δεν ικανοποιείται
- Failure to decay
- Μη σύγκλιση ίδιου βάρους
- Η πιο σημαντική ανάλυση

Στην προηγούμενη σελίδα (Σχήμα 4.44) αποτυπώνονται αντίστοιχα οι αναλύσεις για το συνολικό κτίριο και για το αρχικό. Κάτω από τις αντίστοιχες αναλύσεις παρατίθεται η εικόνα των βλαβών του κάθε μοντέλου, στη στοχευόμενη μετακίνηση για την πιο σημαντική ανάλυση, δηλαδή την ανάλυση με τις περισσότερες βλάβες ανά διεύθυνση. Όπως ήδη έχει προαναφερθεί, με πράσινο χρώμα απεικονίζονται οι έλεγχοι που ικανοποιούν τα κριτήρια της αντίστοιχης στάθμης επιτελεστικότητας και με κόκκινο χρώμα οι έλεγχοι που δεν ικανοποιούνται. Από την εικόνα των αναλύσεων, σε συνδυασμό με το παραπάνω αραχνόγραμμα, το οποίο αποτυπώνει την διαθέσιμη αντοχή του κτιρίου ανά κατεύθυνση, προκύπτει ότι η σύζευξη των δύο στατικώς ανεξάρτητων κατασκευών, εμφανίζει καλύτερη συμπεριφορά κατά την αποτίμηση.

Από τις αναλύσεις που διενεργήθηκαν στο λογισμικό, προέκυψε ότι το κτίριο δεν πληροί τα κριτήρια του κανονισμού και για τον λόγο αυτόν θα προταθεί ένα σχήμα ενισχύσεων, το οποίο αναλόγως του τύπου του, θα οδηγήσει στην επίτευξη του αντίστοιχου στόχου, ο οποίος προκύπτει από την επιλεγείσα στάθμη επιτελεστικότητας.

# Κεφάλαιο 5

## ΜΕΤΡΑ ΔΟΜΗΤΙΚΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

### ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

#### 5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Από τα αποτελέσματα της μελέτης αποτίμησης της φέρουσας ικανότητας προέκυψε ότι για το κτίριο απαιτούνται επεμβάσεις σε φέροντα στοιχεία, οι οποίες συνδέονται με στρατηγικές ενίσχυσης τεχνικού χαρακτήρα. Οι στρατηγικές ενίσχυσης γενικά αφορούν σε :

- Μείωση μαζών ή /και φορτίων
- Αύξηση της φέρουσας ικανότητας του κτιρίου
- Αύξηση της δυσκαμψίας του κτιρίου
- Αύξηση της ικανότητας μετελαστικής παραμόρφωσης των μελών
- Διόρθωση κρίσιμων ανεπαρκειών και μη – κανονικοτήτων
- Μείωση των σεισμικών απαιτήσεων

Προκειμένου να επιτευχθεί η απαιτούμενη αντοχή στο κτίριο και να ικανοποιηθούν οι στόχοι της απαιτούμενης στάθμης επιτελεστικότητας, είναι απαραίτητη η εκτέλεση επεμβάσεων που θα βελτιώσουν τη σεισμική απόκριση της κατασκευής, τη δυσκαμψία και την πλαστιμότητα.

#### 5.2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

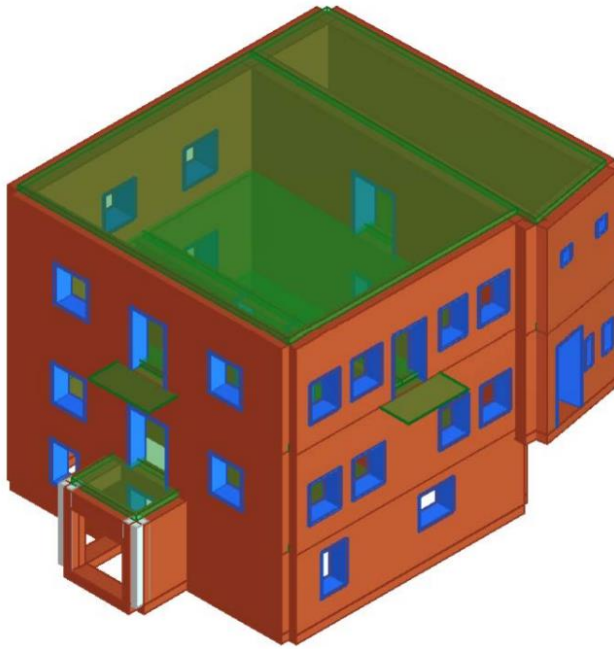
Οι δομητικές επεμβάσεις που προτείνονται για την ενίσχυση του κτιρίου είναι οι εξής :

- Εφαρμογή συμβατών ενεμάτων με θλιπτική αντοχή τύπου M10, σε όλη την τοιχοποιία, για την γενική αποκατάσταση και ενίσχυσή της, αφού όπως προέκυψε από τους ελέγχους ομογενοποίησης της τοιχοποιίας, εντοπίστηκαν κενά στην τοιχοποιία από 0% έως 37%. Με την επέμβαση αυτή επιτυγχάνεται αύξηση της φέρουσας ικανότητας και της δυσκαμψίας. Επίσης, η εφαρμογή των

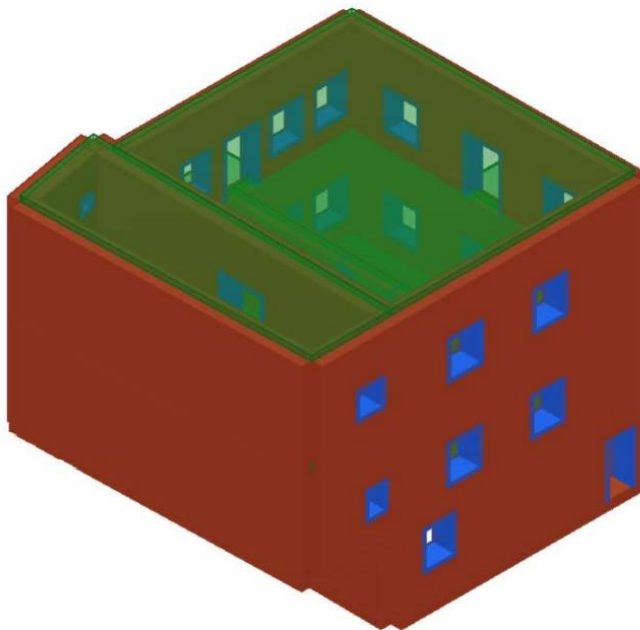
- ενεμάτων προσδίδει μονολιθικότητα στην κατασκευή, βελτιώνει τη σεισμική συμπεριφορά ενώ παράλληλα συμβάλει στην καλύτερη κατανομή της έντασης.
- Καθαίρεση υφιστάμενων ξύλινων πατωμάτων, αλλά και των πλακών ωπλισμένου σκυροδέματος και κατασκευή σύμμικτων πατωμάτων με σκοπό την ενίσχυση της διαφραγματικής λειτουργίας. Επίσης, προτείνεται η κατασκευή μεταλλικού διαφράγματος κάτω από την ξύλινη στέγη και αγκύρωσής του επί σενάζ ωπλισμένου σκυροδέματος. Με την κατασκευή νέων πατωμάτων, εκτός της επίτευξης της διαφραγματικής λειτουργίας εξασφαλίζεται η αποτελεσματική σύνδεσή τους με τα κατακόρυφα στοιχεία για την κατανομή της μάζας και των φορτίων. Με την κατασκευή του οριζόντιου διαζώματος στη στέγη, αυξάνεται η ικανότητα μεταλαστικής παραμόρφωσης των δομικών στοιχείων.
  - Κατασκευή μονού εσωτερικού μανδύα ωπλισμένου σκυροδέματος πάχους 15 εκατοστών και διπλή σχάρα Ø10/10, με σκοπό την αύξηση της δυσκαμψίας και της φέρουσας ικανότητας της λιθοδομής. Η επέμβαση αυτή προσδίδει σε μεγάλο βαθμό μονολιθικότητα στην κατασκευή και σε συνδυασμό με την κατασκευή του οριζόντιου διαζώματος αυξάνει την ικανότητα μεταλαστικής παραμόρφωσης των δομικών στοιχείων και επιπρόσθετα μέσω της διαφραγματικής λειτουργίας των νέων δαπέδων συμβάλει στην παραλαβή σημαντικού μέρους της σεισμικής δράσης ανακουφίζοντας τη λιθοδομή.
  - Προσθήκη μεταλλικών στοιχείων (λάμες) γύρω από τα ανοίγματα, οι οποίες οδηγούν στην αύξηση της αντοχής και της πλαστιμότητας των τμημάτων της τοιχοποιίας, που εμφανίζουν αδυναμία παραλαβής σεισμικών δράσεων.

### 5.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στα παρακάτω σχήματα (Σχήμα 5.1 και 5.2) παρουσιάζονται οι τρισδιάστατες απεικονίσεις του προσομοιώματος του ενισχυμένου κτιρίου.



Σχήμα 5.1 Νότια – Ανατολική γωνία του κτιρίου



Σχήμα 5.2 Βόρεια – Δυτική γωνία του κτιρίου

▪ **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ**

**ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΩΝ**

Όνομα	Τύπος	Χρώμα	Περιγραφή
B420	Χάλυβας ράβδων		EN 1992-1-1:2005
S 235 (t ≤ 40mm)	Κατασκευαστικός Χάλυβας		EN1993-1-1:2005 (Hot rolled structural steel)
C12/15	Σκυρόδεμα		
WALL-NEW MORTAR	Τοιχοποιία		

**Τοιχοποιία**

Όνομα	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	Ειδικό βάρος (KN/m <sup>3</sup> )	f <sub>m</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Διατμητική αντίσταση (N/mm <sup>2</sup> )
WALL-NEW MORTAR	10000.00	4000.00	26	10.00	0.15

**Σκυρόδεμα**

Όνομα	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	Ειδικό βάρος (KN/m <sup>3</sup> )	f <sub>cm</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>ck</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	γ <sub>c</sub>
C12/15	27000.00	11250.00	25	20	12.0	1.5

**Χάλυβας Ράβδων**

Όνομα	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	Ειδικό βάρος (KN/m <sup>3</sup> )	f <sub>ym</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>yk</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	γ <sub>s</sub>
B420	200000.00	76923.00	79	452.0	420.0	1.15

**Κατασκευαστικός χάλυβας**

Όνομα	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	Ειδικό βάρος (KN/m <sup>3</sup> )	f <sub>ym</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>yk</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	γ <sub>s</sub>
S 235 (t ≤ 40mm)	210000.00	80769.00	79	253.0	235.0	1.10

## Ενίσχυση

### Κατακόρυφο

Όνομα	$A_d$ (cm <sup>2</sup> )	Sd (cm)	υλικό
gunite	0.79	10	B500

Όπου  $A_d$  (cm<sup>2</sup>) : εμβαδόν οπλισμού Φ10 και Sd (cm) η απόσταση

### Εγκάρσιος

Όνομα	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	S (cm)	$\alpha$ (°)	Οπλισμός κάμψης	υλικό
gunite	0.79	10	0	ΝΑΙ	B500

Όπου  $A_d$  (cm<sup>2</sup>) : εμβαδόν οπλισμού Φ10 και S (cm) η απόσταση

## 5.4 ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΜΨΗΣ ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Πίνακας 5.1 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P1

No	$N_{ed}$ (kN)	$N_{Rd}$ (kN)	$S_a$ (m/s <sup>2</sup> )	$M_{ed}$ (kNm)	$M_{Rd}$ (kNm)	$M_{Rd}/M_{ed}$	Ικανοποιείται
25	98	1382	0.25	1	36	52.30	ΝΑΙ
26	1324	19899	0.25	10	494	49.42	ΝΑΙ
27	216	2891	0.25	1	80	54.91	ΝΑΙ
28	421	10706	0.35	12	162	13.83	ΝΑΙ
29	483	6658	0.35	7	179	24.62	ΝΑΙ
30	177	6060	0.35	7	69	10.39	ΝΑΙ
31	82	2043	0.35	2	31	14.03	ΝΑΙ
32	399	5912	0.35	6	149	23.06	ΝΑΙ
33	156	10347	0.46	17	61	3.67	ΝΑΙ
34	189	6801	0.46	11	73	6.69	ΝΑΙ
35	165	8486	0.46	14	65	4.73	ΝΑΙ
36	101	4655	0.46	8	39	5.26	ΝΑΙ



Πίνακας 5.2 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P2

No	$N_{ed}$ (kN)	$N_{Rd}$ (kN)	$S_a$ (m/s <sup>2</sup> )	$M_{ed}$ (kNm)	$M_{Rd}$ (kNm)	$M_{Rd}/M_{ed}$	Ικανοποιείται
39	1688	36879	0.25	19	644	34.75	ΝΑΙ
40	167	2595	0.35	3	62	21.98	ΝΑΙ
41	488	15648	0.35	17	189	11.07	ΝΑΙ
42	692	18953	0.35	21	267	12.87	ΝΑΙ
43	203	15692	0.46	25	80	3.17	ΝΑΙ
44	298	18206	0.46	29	117	3.99	ΝΑΙ

Πίνακας 5.3 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P3

No	$N_{ed}$ (kN)	$N_{Rd}$ (kN)	$S_a$ (m/s <sup>2</sup> )	$M_{ed}$ (kNm)	$M_{Rd}$ (kNm)	$M_{Rd}/M_{ed}$	Ικανοποιείται
58	158	2559	0.25	1	45	34.66	ΝΑΙ
59	543	7463	0.25	4	151	40.24	ΝΑΙ
60	384	7345	0.25	4	109	29.57	ΝΑΙ
61	68	1293	0.35	1	19	13.73	ΝΑΙ
62	122	1287	0.35	1	33	23.60	ΝΑΙ
63	355	5674	0.35	6	100	16.12	ΝΑΙ
64	101	1275	0.35	1	28	20.09	ΝΑΙ
65	67	1513	0.35	2	19	11.56	ΝΑΙ
66	30	1410	0.46	2	9	3.82	ΝΑΙ
67	53	1275	0.46	2	15	7.48	ΝΑΙ
68	48	1154	0.46	2	14	7.36	ΝΑΙ
69	63	1422	0.46	2	18	7.82	ΝΑΙ
70	52	1250	0.46	2	15	7.42	ΝΑΙ
71	27	1676	0.46	3	8	2.90	ΝΑΙ

Πίνακας 5.4 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P4

No	$N_{ed}$ (kN)	$N_{Rd}$ (kN)	$S_a$ (m/s <sup>2</sup> )	$M_{ed}$ (kNm)	$M_{Rd}$ (kNm)	$M_{Rd}/M_{ed}$	Ικανοποιείται
81	336	4193	0.25	2	93	43.94	ΝΑΙ
82	447	5218	0.25	3	122	46.69	ΝΑΙ

83	661	12074	0.25	6	187	30.88	ΝΑΙ
84	191	4291	0.35	5	55	11.69	ΝΑΙ
85	322	4502	0.35	5	90	18.23	ΝΑΙ
86	330	4445	0.35	5	92	18.86	ΝΑΙ
87	214	3988	0.35	4	61	13.96	ΝΑΙ
88	79	4535	0.46	7	23	3.20	ΝΑΙ
89	134	4393	0.46	7	39	5.48	ΝΑΙ
90	140	4497	0.46	7	41	5.59	ΝΑΙ
91	88	4107	0.46	7	26	3.90	ΝΑΙ

Πίνακας 5.5 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P5

No	$N_{ed}$ (kN)	$N_{Rd}$ (kN)	$S_a$ ( $m/s^2$ )	$M_{ed}$ (kNm)	$M_{Rd}$ (kNm)	$M_{Rd}/M_{ed}$	Ικανοποιείται
3	471	12236	0.25	6	136	22.08	ΝΑΙ
4	722	11799	0.25	6	203	34.26	ΝΑΙ
5	251	6810	0.35	7	73	9.76	ΝΑΙ
6	69	1145	0.35	1	19	15.49	ΝΑΙ
7	30	1143	0.35	1	9	6.99	ΝΑΙ
8	186	6879	0.35	8	54	7.24	ΝΑΙ

Πίνακας 5.6 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P6

No	$N_{ed}$ (kN)	$N_{Rd}$ (kN)	$S_a$ ( $m/s^2$ )	$M_{ed}$ (kNm)	$M_{Rd}$ (kNm)	$M_{Rd}/M_{ed}$	Ικανοποιείται
10	46	802	0.25	0	13	32.18	ΝΑΙ
11	6	646	0.25	0	2	5.33	ΝΑΙ

Πίνακας 5.7 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P7

No	$N_{ed}$ (kN)	$N_{Rd}$ (kN)	$S_a$ ( $m/s^2$ )	$M_{ed}$ (kNm)	$M_{Rd}$ (kNm)	$M_{Rd}/M_{ed}$	Ικανοποιείται
13	6	653	0.25	0	2	5.07	ΝΑΙ
14	6	657	0.25	0	2	5.07	ΝΑΙ

Πίνακας 5.8 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P8

No	N <sub>ed</sub> (kN)	N <sub>Rd</sub> (kN)	S <sub>a</sub> (m/s <sup>2</sup> )	M <sub>ed</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> /M <sub>ed</sub>	Ικανοποιείται
15	150	5091	0.25	3	44	17.04	ΝΑΙ

Πίνακας 5.9 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P9

No	N <sub>ed</sub> (kN)	N <sub>Rd</sub> (kN)	S <sub>a</sub> (m/s <sup>2</sup> )	M <sub>ed</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> /M <sub>ed</sub>	Ικανοποιείται
92	1364	37290	0.35	41	526	12.90	ΝΑΙ
93	459	37290	0.46	60	181	3.01	ΝΑΙ

Πίνακας 5.10 Έλεγχος κάμψης εκτός επιπέδου πεσσών τοίχου P10

No	N <sub>ed</sub> (kN)	N <sub>Rd</sub> (kN)	S <sub>a</sub> (m/s <sup>2</sup> )	M <sub>ed</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> (kNm)	M <sub>Rd</sub> /M <sub>ed</sub>	Ικανοποιείται
100	53	880	0.35	1	20	20.85	ΝΑΙ
101	264	1700	0.35	2	89	48.03	ΝΑΙ
102	52	568	0.35	1	19	30.44	ΝΑΙ
103	106	1565	0.35	2	40	23.11	ΝΑΙ
104	24	1946	0.46	3	10	3.05	ΝΑΙ
105	132	4377	0.46	7	51	7.27	ΝΑΙ
106	31	2368	0.46	4	12	3.25	ΝΑΙ

## 5.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΥ ΦΟΡΕΑ

Πίνακας 5.11 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P1

No	h <sub>ef</sub> /t <sub>ef</sub>	N <sub>ed</sub>	Φ	N <sub>Rd</sub>	N <sub>ed</sub> /N <sub>Rd</sub>	N <sub>ed</sub>	Φ	N <sub>Rd</sub>	N <sub>ed</sub> /N <sub>Rd</sub>	N <sub>ed</sub>	Φ	N <sub>Rd</sub>	N <sub>ed</sub> /N <sub>Rd</sub>	Ικ/ται
25	0	121	0.9	976	0.124	135	0.902	978	0.138	149	0.9	976	0.153	ΝΑΙ
26	0	1695	0.9	14046	0.121	1835	0.902	14082	0.130	1975	0.9	14046	0.141	ΝΑΙ
27	0	276	0.9	2040	0.135	301	0.902	2.046	0.147	326	0.9	2040	0.160	ΝΑΙ
28	0	460	0.9	7557	0.061	568	0.906	7605	0.075	676	0.9	7557	0.089	ΝΑΙ
29	0	595	0.9	4700	0.127	634	0.906	4730	0.134	672	0.9	4700	0.143	ΝΑΙ

30	0	188	0.9	4277	0.044	249	0.906	4304	0.058	310	0.9	4277	0.073	ΝΑΙ
31	0	96	0.9	1442	0.067	115	0.906	1451	0.079	134	0.9	1442	0.093	ΝΑΙ
32	0	480	0.9	4173	0.115	535	0.906	4199	0.128	590	0.9	4173	0.141	ΝΑΙ
33	0	94	0.9	7304	0.013	203	0.907	7360	0.028	312	0.9	7304	0.043	ΝΑΙ
34	0	195	0.9	4801	0.041	234	0.907	4838	0.048	274	0.9	4801	0.057	ΝΑΙ
35	0	189	0.9	5990	0.032	231	0.907	6036	0.038	273	0.9	5990	0.046	ΝΑΙ
36	0	74	0.9	3286	0.023	119	0.907	3311	0.036	165	0.9	3286	0.050	ΝΑΙ

Πίνακας 5.12 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P2

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
39	0	1959	0.900	26032	0.075	2385	0.902	26098	0.091	2811	0.9	26032	0.108	ΝΑΙ
40	0	179	0.862	1754	0.102	217	0.888	1808	0.120	254	0.9	1825	0.139	ΝΑΙ
41	0	517	0.900	11046	0.047	711	0.906	11115	0.064	904	0.9	11046	0.082	ΝΑΙ
42	0	782	0.900	13379	0.058	1016	0.906	13463	0.075	1251	0.9	13379	0.093	ΝΑΙ
43	0	140	0.644	7931	0.018	344	0.850	10463	0.033	547	0.9	10999	0.050	ΝΑΙ
44	0	214	0.733	10472	0.020	450	0.870	12417	0.036	686	0.9	12851	0.053	ΝΑΙ

Πίνακας 5.13 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P3

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
58	0	193	0.9	1806	0.107	217	0.907	1821	0.119	240	0.9	1806	0.133	ΝΑΙ
59	0	744	0.9	5268	0.141	787	0.907	5310	0.148	830	0.9	5268	0.158	ΝΑΙ
60	0	463	0.9	5185	0.089	524	0.907	5226	0.100	585	0.9	5185	0.113	ΝΑΙ
61	0	79	0.9	913	0.087	92	0.915	928	0.099	105	0.9	913	0.115	ΝΑΙ
62	0	147	0.9	909	0.162	155	0.915	924	0.167	162	0.9	909	0.178	ΝΑΙ
63	0	377	0.864	3844	0.098	410	0.888	3951	0.104	442	0.89	3917	0.113	ΝΑΙ
64	0	129	0.9	900	0.143	136	0.915	915	0.149	144	0.9	900	0.160	ΝΑΙ
65	0	82	0.9	1068	0.077	97	0.915	1086	0.090	113	0.9	1068	0.106	ΝΑΙ
66	0	24	0.9	995	0.024	39	0.918	1015	0.038	53	0.9	995	0.054	ΝΑΙ
67	0	64	0.9	900	0.071	71	0.918	918	0.078	79	0.9	900	0.087	ΝΑΙ
68	0	54	0.9	814	0.067	63	0.918	830	0.076	71	0.9	814	0.088	ΝΑΙ
69	0	68	0.9	1004	0.067	78	0.918	1023	0.076	89	0.9	1004	0.089	ΝΑΙ

70	0	63	0.9	882	0.071	70	0.918	899	0.078	77	0.9	882	0.088	ΝΑΙ
71	0	18	0.9	1183	0.015	36	0.918	1206	0.030	53	0.9	1183	0.045	ΝΑΙ

Πίνακας 5.14 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P4

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
81	0	430	0.9	2960	0.145	467	0.907	2.983	0.157	505	0.9	2960	0.171	ΝΑΙ
82	0	591	0.9	3683	0.161	631	0.907	3.713	0.170	671	0.9	3683	0.182	ΝΑΙ
83	0	801	0.9	8523	0.094	927	0.907	8.591	0.108	1054	0.9	8523	0.124	ΝΑΙ
84	0	220	0.876	2949	0.075	264	0.907	3.053	0.086	307	0.9	3029	0.101	ΝΑΙ
85	0	420	0.858	3029	0.0139	454	0.882	3.113	0.146	487	0.87	3085	0.158	ΝΑΙ
86	0	432	0.853	2975	0.145	465	0.877	3.058	0.152	498	0.87	3031	0.164	ΝΑΙ
87	0	253	0.865	2705	0.094	294	0.895	2.799	0.105	334	0.89	2788	0.120	ΝΑΙ
88	0	63	0.526	1872	0.033	110	0.739	2.630	0.042	158	0.79	2831	0.056	ΝΑΙ
89	0	158	0.611	2105	0.075	191	0.693	2.389	0.080	224	0.71	2469	0.091	ΝΑΙ
90	0	162	0.611	2154	0.075	196	0.693	2.444	0.080	229	0.71	2526	0.091	ΝΑΙ
91	0	75	0.572	1844	0.041	118	0.738	2.379	0.050	162	0.78	2534	0.064	ΝΑΙ

Πίνακας 5.15 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P5

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
3	0	562	0.9	8637	0.065	703	0.9	8706	0.081	845	0.9	8637	0.098	ΝΑΙ
4	0	1004	0.9	8329	0.121	1140	0.9	8395	0.136	1277	0.9	8329	0.153	ΝΑΙ
5	0	304	0.9	4807	0.063	389	0.91	4886	0.080	473	0.9	4807	0.098	ΝΑΙ
6	0	100	0.9	808	0.123	113	0.91	822	0.138	127	0.9	808	0.157	ΝΑΙ
7	0	54	0.9	807	0.067	68	0.91	820	0.083	81	0.9	807	0.101	ΝΑΙ
8	0	182	0.9	4856	0.037	267	0.91	4936	0.054	352	0.9	4856	0.073	ΝΑΙ

Πίνακας 5.16 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P6

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
10	0	56	0.9	566	0.100	65	0.907	570	0.114	73	0.9	566	0.129	ΝΑΙ
11	0	2	0.9	456	0.003	8	0.907	459	0.018	15	0.9	456	0.033	ΝΑΙ

Πίνακας 5.17 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P7

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
13	0	1	0.09	46	0.32	7	0.799	409	0.017	14	0.884	453	0.030	ΝΑΙ
14	0	1	0.09	47	0.028	7	0.815	420	0.016	14	0.895	461	0.029	ΝΑΙ

Πίνακας 5.18 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P8

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
15	0	153	0.9	3594	0.042	212	0.907	3622	0.058	270	0.9	3594	0.075	ΝΑΙ

Πίνακας 5.19 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P9

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
92	0	1354	0.87	25517	0.053	1.893	0.9	26489	0.071	2432	0.9	26322	0.092	ΝΑΙ
93	0	61	0.00	n/d	n/d	616	0.88	25955	0.024	1186	0.9	26322	0.045	ΟΧΙ

Πίνακας 5.20 Έλεγχος λυγηρότητας και έλεγχος έναντι κατακόρυφων φορτίων πεσσών τοίχου P10

No	$h_{ef}/t_{ef}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	$N_{ed}$	$\Phi$	$N_{Rd}$	$N_{ed}/N_{Rd}$	Ικ/ται
100	0	67	0.87	599	0.112	75	0.89	611	0.123	83	0.9	614	0.135	ΝΑΙ
101	0	354	0.88	1184	0.299	361	0.9	1194	0.302	368	0.9	1189	0.309	ΝΑΙ
102	0	65	0.88	395	0.165	70	0.9	400	0.174	74	0.9	400	0.186	ΝΑΙ
103	0	118	0.87	1068	0.110	139	0.89	1095	0.127	159	0.9	1103	0.144	ΝΑΙ
104	0	16	0.68	1043	0.016	33	0.84	1283	0.026	50	0.9	1347	0.037	ΝΑΙ
105	0	143	0.86	2947	0.049	152	0.9	2996	0.051	161	0.9	2994	0.054	ΝΑΙ
106	0	19	0.73	1359	0.014	39	0.9	1612	0.024	60	0.9	1671	0.036	ΝΑΙ

## 5.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ PUSHOVER ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Στους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακες 5.21 & 5.22), φαίνονται τα αποτελέσματα της pushover ανάλυσης για το κτίριο μετά τις προτεινόμενες ενισχύσεις και ο συντελεστής σεισμικής διακινδύνευσης αντίστοιχα.

Πίνακας 5.21 Αποτελέσματα pushover ανάλυσης

No	Κατεύθυνση σεισμού	Σεισμική Δύναμη	Εκκ. (cm)	$d_t$ SD (cm)	$d_m$ SD (cm)	SD Έλεγχος	$S_d$ DL (cm)	$d_y^*$ DL (cm)	DL Έλεγχος
1	+X	Μάζες	0	0.09	1.25	NAI	0.07	0.23	NAI
2	+X	Πρώτη ιδιομορφή	0	0.12	1.52	NAI	0.10	0.28	NAI
3	-X	Μάζες	0	0.10	1.27	NAI	0.08	0.23	NAI
4	-X	Πρώτη ιδιομορφή	0	0.13	1.57	NAI	0.10	0.28	NAI
5	+Y	Μάζες	0	0.16	2.27	NAI	0.12	0.48	NAI
6	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	0	0.23	1.98	NAI	0.17	0.52	NAI
7	-Y	Μάζες	0	0.14	1.22	NAI	0.10	0.34	NAI
8	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	0	0.21	1.55	NAI	0.15	0.48	NAI
9	+X	Μάζες	73.3	0.09	1.29	NAI	0.07	0.22	NAI
10	+X	Μάζες	-73.3	0.09	1.20	NAI	0.08	0.24	NAI
11	+X	Πρώτη ιδιομορφή	73.3	0.12	1.53	NAI	0.10	0.28	NAI
12	+X	Πρώτη ιδιομορφή	-73.3	0.13	1.45	NAI	0.10	0.29	NAI
13	-X	Μάζες	73.3	0.09	1.28	NAI	0.07	0.22	NAI
14	-X	Μάζες	-73.3	0.10	1.23	NAI	0.08	0.23	NAI
15	-X	Πρώτη ιδιομορφή	73.3	0.13	1.61	NAI	0.10	0.28	NAI
16	-X	Πρώτη ιδιομορφή	-73.3	0.14	1.53	NAI	0.11	0.29	NAI
17	+Y	Μάζες	58.1	0.17	2.53	NAI	0.12	0.46	NAI
18	+Y	Μάζες	-58.1	0.16	2.15	NAI	0.12	0.48	NAI
19	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	58.1	0.23	1.64	NAI	0.17	0.54	NAI
20	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	-58.1	0.22	2.18	NAI	0.17	0.50	NAI
21	-Y	Μάζες	58.1	0.14	1.19	NAI	0.11	0.35	NAI
22	-Y	Μάζες	-58.1	0.14	1.20	NAI	0.10	0.34	NAI
23	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	58.1	0.20	1.52	NAI	0.15	0.47	NAI
24	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	-58.1	0.20	1.79	NAI	0.15	0.48	NAI

Πίνακας 5.22 Τιμές συντελεστή σεισμικής διακινδύνευσης «α»

No	Κατ/νση σεισμού	Σεισμική Δύναμη	Εκκ. (cm)	α SD	α DL
1	+X	Μάζες	0	4.617	3.137
2	+X	Πρώτη ιδιομορφή	0	4.444	2.914
3	-X	Μάζες	0	4.453	2.971
4	-X	Πρώτη ιδιομορφή	0	4.256	2.733
5	+Y	Μάζες	0	5.638	3.918
6	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	0	4.184	3.067
7	-Y	Μάζες	0	4.191	3.316
8	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	0	4.019	3.187
9	+X	Μάζες	73.3	4.811	3.155
10	+X	Μάζες	-73.3	4.483	3.110
11	+X	Πρώτη ιδιομορφή	73.3	4.498	2.944
12	+X	Πρώτη ιδιομορφή	-73.3	4.283	2.906
13	-X	Μάζες	73.3	4.619	3.032
14	-X	Μάζες	-73.3	4.302	2.923
15	-X	Πρώτη ιδιομορφή	73.3	4.380	2.766
16	-X	Πρώτη ιδιομορφή	-73.3	4.104	2.682
17	+Y	Μάζες	58.1	5.818	3.805
18	+Y	Μάζες	-58.1	5.543	3.940
19	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	58.1	3.921	3.133
20	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	-58.1	4.351	3.022
21	-Y	Μάζες	58.1	4.140	3.319
22	-Y	Μάζες	-58.1	4.189	3.328
23	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	58.1	3.963	3.144
24	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	-58.1	4.256	3.196



Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει ότι σύμφωνα με τις ανελαστικές αναλύσεις επιτυγχάνεται ο στόχος της στάθμης επιτελεστικότητας B1 & A2 και μάλιστα με υψηλό δείκτη σεισμικής διακινδύνευσης και στις δύο διευθύνσεις.

Στην επόμενη παράγραφο παρατίθενται οι βηματικές pushover αναλύσεις για κάθε βήμα ενίσχυσης, έως την ικανοποίηση του στόχου για τη στάθμη επιτελεστικότητας B1, καθώς και οι αντίστοιχες εικόνες των πιθανών βλαβών του κτιρίου στις δύο πιο σημαντικές αναλύσεις κατά X και Y. Κάτω από την ανάλυση κάθε μοντέλου, απεικονίζεται η εικόνα των βλαβών του κτιρίου για την ανάλυση με τις σημαντικότερες βλάβες στην στοχευόμενη μετακίνηση κατά X και κατά Y Επίσης, στα συγκριτικά αραχνογράμματα αποτυπώνεται και η διαθέσιμη αντοχή του κτιρίου ανά κατεύθυνση για κάθε στάδιο ενίσχυσης.

## 5.7 ΒΗΜΑΤΙΚΕΣ PUSHOVER ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ

### Ανάλυση κτιρίου προ ενισχύσεων (μοντέλο 1)

Έλεγχος ανάλυσης

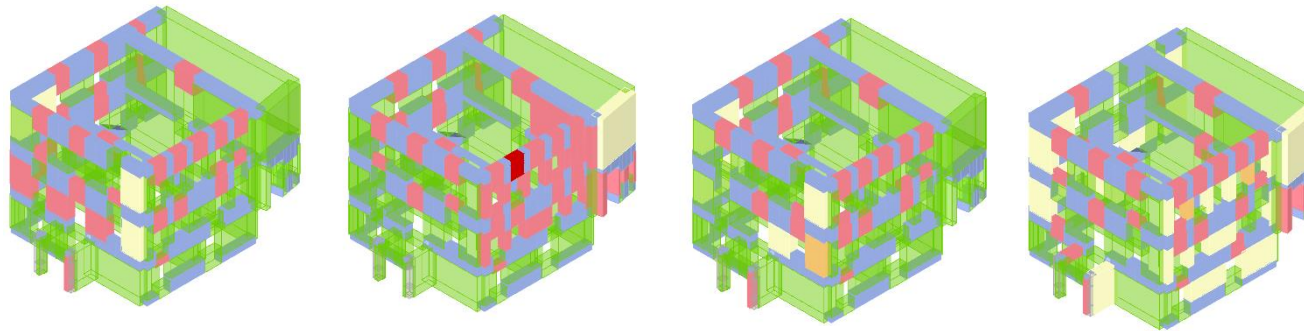
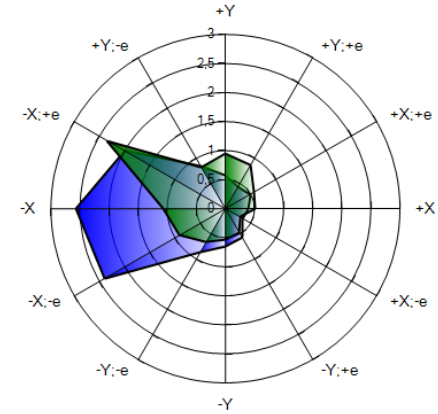
No.	Εισαγωγή στο τοίχος	Κατεύθυνση σεισμού	Στατική δύναμη	κεντρομόλιτις [mm]	dt SD [mm]	dm SD [mm]	d <sup>γ</sup> DL [mm]	α SD	α DL
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	0,00	7,36	18,64	0,32	1,211	0,451
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	0,00	25,14	23,26	0,32	0,933	0,229
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	0,00	4,62	33,71	0,05	7,291	0,309
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	0,00	15,78	17,02	0,12	1,068	0,207
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	0,00	22,05	23,98	0,19	1,078	0,196
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	0,00	27,26	14,00	0,18	0,547	0,137
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	0,00	19,29	12,29	0,22	0,696	0,268
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	0,00	24,68	13,30	0,28	0,294	0,230
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	732,77	8,25	21,80	0,10	2,634	0,378
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	-732,77	17,70	16,42	0,21	0,939	0,264
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	732,77	23,09	14,99	0,40	0,703	0,303
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	-732,77	14,62	2,02	0,09	0,247	0,180
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	732,77	7,87	35,94	0,09	4,565	0,349
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	-732,77	5,35	24,03	0,04	4,491	0,252
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	732,77	26,76	29,36	0,48	1,085	0,290
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	-732,77	14,85	16,49	0,08	1,097	0,169
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	580,69	23,75	18,88	0,21	0,816	0,189
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	-580,69	20,63	19,71	0,16	0,960	0,191
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	580,69	29,02	17,86	0,19	0,639	0,130
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	-580,69	25,13	19,77	0,17	0,803	0,144
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	580,69	20,61	12,17	0,27	0,658	0,285
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	-580,69	17,91	14,11	0,19	0,823	0,262
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	580,69	25,42	11,02	0,29	0,499	0,227
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	-580,69	20,35	14,15	0,20	0,738	0,230

### Εφαρμογή ενεμάτων (μοντέλο 1.1)

Έλεγχος ανάλυσης

No.	Εισαγωγή στο τοίχος	Κατεύθυνση σεισμού	Στατική δύναμη	κεντρομόλιτις [mm]	dt SD [mm]	dm SD [mm]	d <sup>γ</sup> DL [mm]	α SD	α DL
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	0,00	7,81	10,08	0,11	1,290	0,414
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	0,00	8,22	2,60	0,07	0,400	0,247
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	0,00	3,19	14,69	0,04	4,606	0,394
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	0,00	5,03	12,92	0,05	2,571	0,305
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	0,00	15,28	11,74	0,13	0,813	0,264
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	0,00	19,10	9,49	0,15	0,576	0,226
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	0,00	15,31	7,94	0,23	0,653	0,393
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	0,00	17,04	9,91	0,14	0,656	0,249
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	732,77	17,57	8,66	0,43	0,650	0,478
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	-732,77	6,76	2,76	0,07	0,477	0,289
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	732,77	7,78	2,97	0,08	0,490	0,312
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	-732,77	9,59	2,60	0,07	0,345	0,204
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	732,77	3,37	14,55	0,06	4,313	0,500
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	-732,77	3,48	15,21	0,04	4,376	0,320
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	732,77	4,98	9,95	0,07	1,996	0,406
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	-732,77	5,59	13,44	0,05	2,404	0,245
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	580,69	15,68	9,20	0,15	0,672	0,287
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	-580,69	14,21	12,97	0,11	0,913	0,260
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	580,69	19,87	6,43	0,16	0,433	0,236
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	-580,69	17,72	14,50	0,12	0,846	0,215
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	580,69	17,98	8,54	0,25	0,606	0,363
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	-580,69	15,06	8,19	0,23	0,675	0,404
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	580,69	17,68	8,85	0,12	0,578	0,217
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	-580,69	16,69	14,11	0,17	0,878	0,293

### Σύγκριση αναλύσεων μοντέλων



 Μοντέλο 1.1  
 Μοντέλο 1

Τοιχοποιία	
	Χωρίς βλάβη
	Διαμετρική βλάβη
	Διαμετρική αστοχία (όριο)
	Καμπτική βλάβη
	Καμπτική αστοχία (όριο)
	Αστοχία λόγω θλίψης (όριο)
	Αστοχία λόγω εφελκυσμού (όριο)
	Αστοχία στην ελαστική φάση(όριο)
Σκυροδέματα	
	Χωρίς βλάβη
	Διαμετρική αστοχία (όριο)
	Καμπτική βλάβη
	Καμπτική αστοχία (όριο)
	Αστοχία λόγω θλίψης (όριο)
	Αστοχία λόγω εφελκυσμού (όριο)
	Διαμετρική αστοχία (ανεπαρκής διαμ. οπλ.)

## Ανάλυση μοντέλου 1.1

Έλεγχος ανάλυσης

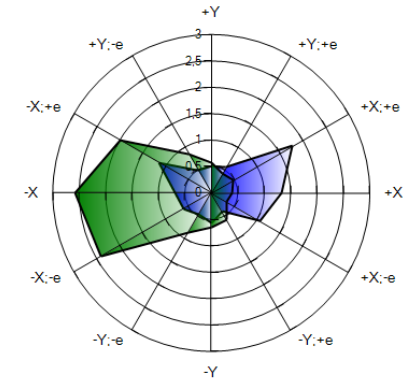
No.	Εισαγωγή στο τεύχος	Κατεύθυνση σεισμού	Στατική δύναμη	κεκτρήσιμη d1 SD [mm]	d1 SD [mm]	d1*Y DL [mm]	a SD	a DL	
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	0,00	7,81	10,08	0,11	1,290	0,414
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	8,22	2,60	0,07	0,400	0,247
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	0,00	3,19	14,69	0,04	4,606	0,394
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	5,03	12,93	0,05	2,571	0,305
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	0,00	15,28	11,74	0,13	0,813	0,264
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	19,10	9,49	0,15	0,576	0,226
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	0,00	15,31	7,94	0,23	0,653	0,393
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	17,04	9,91	0,14	0,656	0,249
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	732,77	17,57	8,66	0,43	0,650	0,478
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	-732,77	6,76	2,76	0,97	0,477	0,289
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	732,77	7,78	2,97	0,98	0,490	0,312
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	-732,77	9,59	2,60	0,07	0,345	0,204
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	732,77	3,37	14,55	0,06	4,313	0,500
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	-732,77	3,46	15,21	0,04	4,376	0,320
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	732,77	4,98	9,95	0,07	1,996	0,406
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	-732,77	5,59	13,44	0,05	2,404	0,245
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	580,69	15,68	9,20	0,15	0,672	0,287
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	-580,69	14,21	12,97	0,11	0,913	0,260
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	580,69	19,87	6,43	0,16	0,433	0,236
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	-580,69	17,72	14,50	0,12	0,846	0,215
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	580,69	17,98	8,54	0,25	0,606	0,363
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	-580,69	15,06	8,19	0,23	0,675	0,404
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	580,69	17,68	8,85	0,12	0,578	0,217
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	-580,69	16,69	14,11	0,17	0,878	0,293

## Προσθήκη διαφραγμάτων (μοντέλο 1.2)

Έλεγχος ανάλυσης

No.	Εισαγωγή στο τεύχος	Κατεύθυνση σεισμού	Στατική δύναμη	κεκτρήσιμη d1 SD [mm]	d1 SD [mm]	d1*Y DL [mm]	a SD	a DL	
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	0,00	5,67	18,29	0,20	2,333	0,900
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	8,57	13,93	0,19	1,336	0,602
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	0,00	8,13	10,77	0,18	1,171	0,610
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	13,33	7,12	0,17	0,675	0,408
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	0,00	20,06	14,00	0,14	0,756	0,269
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	28,73	12,24	0,17	0,500	0,195
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	0,00	24,84	16,98	0,19	0,739	0,256
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	29,57	15,04	0,16	0,567	0,184
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	732,77	2,54	20,38	0,20	2,909	0,980
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζες	-732,77	4,84	13,94	0,19	1,668	0,811
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	732,77	7,33	17,41	0,18	1,782	0,651
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	-732,77	9,55	10,74	0,18	1,071	0,555
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	732,77	5,52	9,35	0,17	1,289	0,730
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζες	-732,77	9,30	8,43	0,15	0,944	0,515
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	732,77	9,20	11,24	0,14	1,148	0,493
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	-732,77	13,95	6,76	0,13	0,607	0,323
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	580,69	20,98	14,57	0,15	0,752	0,267
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζες	-580,69	18,75	13,74	0,13	0,785	0,272
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	580,69	29,89	14,62	0,18	0,554	0,195
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	-580,69	27,17	11,47	0,14	0,494	0,183
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	580,69	22,28	12,28	0,16	0,630	0,252
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζες	-580,69	27,51	16,21	0,23	0,660	0,263
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	580,69	30,77	9,94	0,20	0,409	0,199
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	-580,69	33,97	13,96	0,22	0,479	0,191

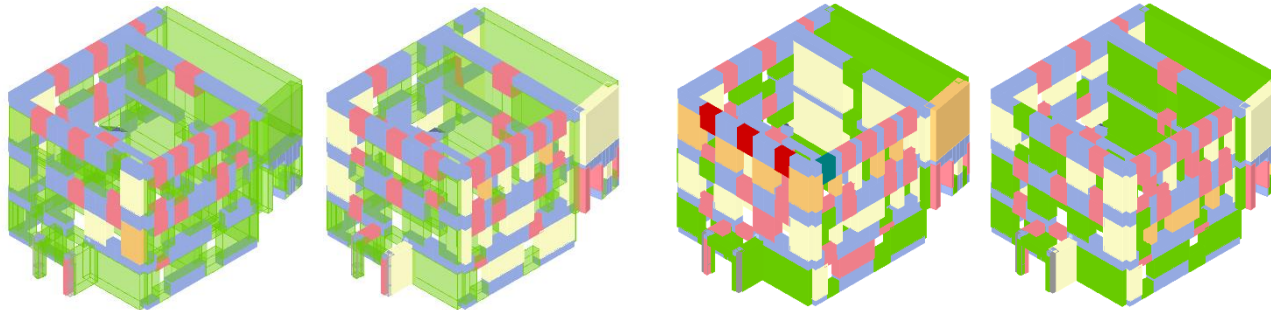
## Σύγκριση αναλύσεων μοντέλων



Μοντέλο 1.2



Μοντέλο 1.1



Τοιχοποιία	
Χωρίς βλάβη	
Διαμετρική βλάβη	
Διαμετρική αστοχία (όριο)	
Καυμτική βλάβη	
Καυμτική αστοχία (όριο)	
Αστοχία λόγω θλίψης (όριο)	
Αστοχία λόγω εφελκυσμού (όριο)	
Αστοχία στην ελαστική φάση(όριο)	
Σκυρόδεμα	
Χωρίς βλάβη	
Διαμετρική αστοχία (όριο)	
Καυμτική βλάβη	
Καυμτική αστοχία (όριο)	
Αστοχία λόγω θλίψης (όριο)	
Αστοχία λόγω εφελκυσμού (όριο)	
Διαμετρική αστοχία (ανεπαρκής διαγ. σπλ.)	

## Ανάλυση μοντέλου 1.2

Έλεγχος ανάλυσης

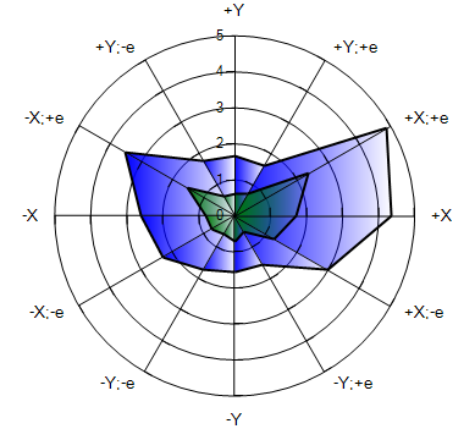
No.	Επιλογή στο τεύχος	Κατεύθυνση οριζίου	Στατική δύναμη	κεντρομόνη [mm]	d1 SD [mm]	d2 SD [mm]	d*γ DL [mm]	α SD	α DL
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	0,00	3,67	18,29	0,20	2,333	0,900
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	0,00	8,57	13,95	0,19	1,336	0,602
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	0,00	8,13	10,77	0,18	1,171	0,610
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	0,00	13,33	7,12	0,17	0,675	0,408
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	0,00	20,06	14,00	0,14	0,756	0,269
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	0,00	28,73	12,24	0,17	0,500	0,195
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	0,00	24,84	16,98	0,19	0,739	0,256
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	0,00	29,57	15,04	0,16	0,567	0,184
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	732,77	2,54	20,38	0,20	2,909	0,980
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	-732,77	4,84	13,94	0,19	1,668	0,811
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	732,77	7,33	17,41	0,18	1,782	0,651
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	-732,77	9,55	10,74	0,18	1,071	0,555
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	732,77	5,52	9,35	0,17	1,289	0,730
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	-732,77	9,30	8,43	0,15	0,944	0,515
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	732,77	9,20	11,24	0,14	1,148	0,493
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	-732,77	13,95	6,76	0,13	0,607	0,323
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	580,69	20,98	14,57	0,15	0,752	0,267
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	-580,69	18,75	13,74	0,13	0,785	0,272
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	580,69	29,89	14,62	0,18	0,354	0,195
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	-580,69	27,17	11,47	0,14	0,494	0,183
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	580,69	22,38	12,28	0,16	0,630	0,252
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	-580,69	27,51	16,21	0,23	0,640	0,263
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	580,69	30,77	9,94	0,20	0,409	0,199
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	-580,69	33,97	13,86	0,22	0,479	0,191

## Προσθήκη μανδύα ωπλισμένου σκυροδέματος (μοντέλο 1.3)

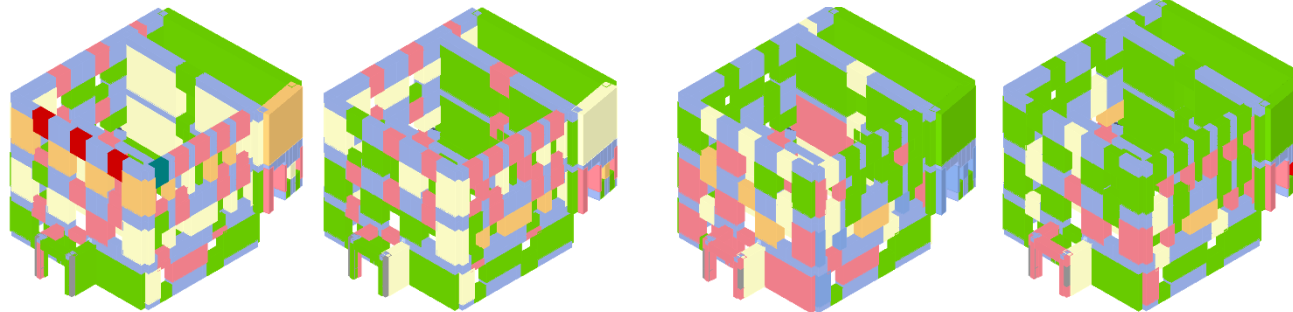
Έλεγχος ανάλυσης

No.	Επιλογή στο τεύχος	Κατεύθυνση οριζίου	Στατική δύναμη	κεντρομόνη [mm]	d1 SD [mm]	d2 SD [mm]	d*γ DL [mm]	α SD	α DL
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	0,00	0,90	13,99	0,25	5,170	3,335
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	0,00	1,27	9,17	0,32	3,630	3,010
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	0,00	1,06	7,63	0,25	3,464	2,876
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	0,00	1,53	6,49	0,31	2,723	2,437
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	0,00	1,61	9,10	0,28	2,335	1,717
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	0,00	2,17	9,67	0,28	1,834	1,271
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	0,00	2,12	16,32	0,26	2,648	1,573
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	0,00	2,86	15,42	0,27	2,060	1,236
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	732,77	0,85	13,51	0,24	5,286	3,386
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	-732,77	0,96	6,77	0,26	3,740	3,241
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	732,77	1,17	15,77	0,29	4,520	3,035
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	-732,77	1,39	6,68	0,33	3,148	2,850
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	732,77	0,98	12,86	0,28	4,414	3,090
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	-732,77	1,11	7,37	0,24	3,134	2,567
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	732,77	1,39	12,32	0,32	3,673	2,744
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	-732,77	1,61	6,39	0,28	2,415	2,117
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	580,69	1,71	8,64	0,22	2,235	1,697
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	-580,69	1,53	8,63	0,20	2,333	1,736
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	580,69	2,29	10,50	0,22	1,854	1,249
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	-580,69	2,08	9,43	0,28	1,854	1,291
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	580,69	2,26	16,10	0,27	2,553	1,580
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	-580,69	2,01	16,11	0,25	2,692	1,591
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	580,69	3,03	10,52	0,28	1,665	1,203
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	-580,69	2,71	17,53	0,28	2,203	1,177

## Σύγκριση αναλύσεων μοντέλων



 Μοντέλο 1.3  
 Μοντέλο 1.2



Τοιχοποιία	
	Χυαία θλιβή
	Διαμετρική θλιβή
	Διαμετρική αστοχία (όριο)
	Καμπτική θλιβή
	Καμπτική αστοχία (όριο)
	Αστοχία λόγω θλίψης (όριο)
	Αστοχία λόγω εφελκυσμού (όριο)
	Αστοχία στην ελαστική φάση(όριο)
Σκυροδέματα	
	Χυαία θλιβή
	Διαμετρική αστοχία (όριο)
	Καμπτική θλιβή
	Καμπτική αστοχία (όριο)
	Αστοχία λόγω θλίψης (όριο)
	Αστοχία λόγω εφελκυσμού (όριο)
	Αστοχία στην ελαστική φάση (ανταρσής διαγ. απλ.)

### Ανάλυση μοντέλου 1.3

Ελεγχος ανάλυσης

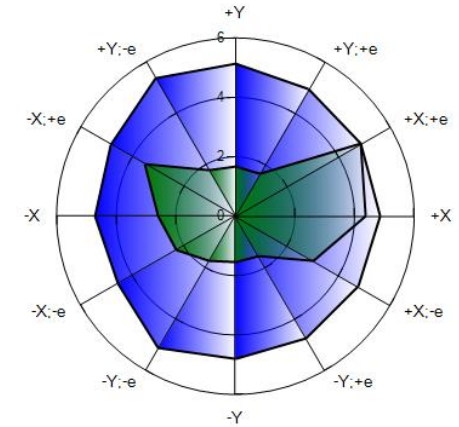
No.	Εισαγωγή στο πλαίσιο	Κατεύθυνση σεισμού	Σεακή δύναμη	κεντρομόνη [mm]	d1 SD [mm]	d2 SD [mm]	d3 DL [mm]	a SD	a DL
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μόζες	0,00	0,90	13,99	0,25	5,170	3,335
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	0,00	1,27	9,17	0,39	3,630	3,010
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μόζες	0,00	1,06	7,63	0,28	3,464	2,876
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	0,00	1,53	6,49	0,31	2,723	2,437
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μόζες	0,00	1,61	9,10	0,21	2,335	1,717
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	0,00	2,17	9,67	0,21	1,834	1,271
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μόζες	0,00	2,12	16,32	0,26	2,648	1,573
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	0,00	2,86	15,42	0,27	2,060	1,236
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μόζες	732,77	0,85	13,51	0,24	5,286	3,386
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μόζες	-732,77	0,96	6,77	0,26	3,740	3,241
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	732,77	1,17	15,77	0,29	4,520	3,035
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	-732,77	1,39	6,68	0,35	3,148	2,850
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μόζες	732,77	0,98	12,86	0,28	4,414	3,090
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μόζες	-732,77	1,11	7,37	0,24	3,134	2,567
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	732,77	1,39	12,32	0,32	3,673	2,744
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	-732,77	1,61	6,39	0,28	2,415	2,117
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μόζες	580,69	1,71	8,64	0,22	2,235	1,697
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μόζες	-580,69	1,53	8,63	0,20	2,333	1,736
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	580,69	2,29	10,50	0,22	1,854	1,249
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	-580,69	2,08	9,43	0,21	1,854	1,291
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μόζες	580,69	2,26	16,10	0,27	2,553	1,530
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μόζες	-580,69	2,01	16,11	0,28	2,692	1,591
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	580,69	3,03	10,32	0,28	1,665	1,203
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	-580,69	2,71	17,53	0,25	2,203	1,177

### Προσθήκη μεταλλικών ενισχύσεων στα ανοίγματα (μοντέλο 1.4)

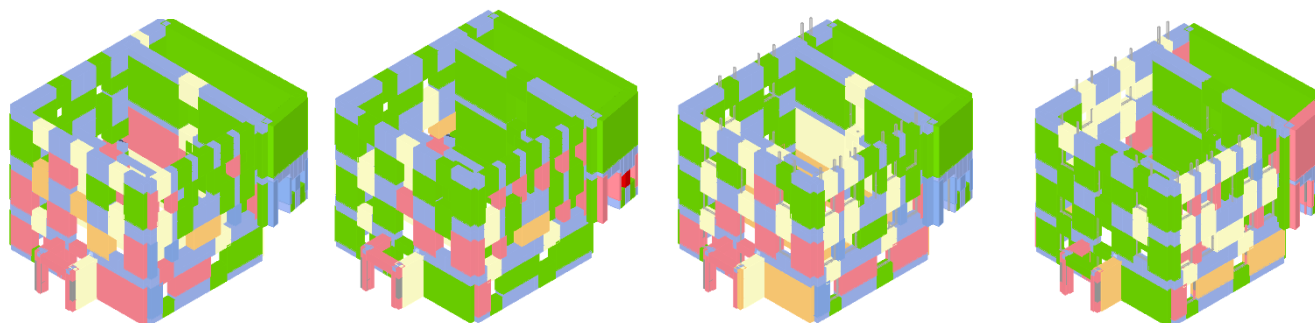
Ελεγχος ανάλυσης

No.	Εισαγωγή στο πλαίσιο	Κατεύθυνση σεισμού	Σεακή δύναμη	κεντρομόνη [mm]	d1 SD [mm]	d2 SD [mm]	d3 DL [mm]	a SD	a DL
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μόζες	0,00	0,92	12,49	0,23	4,617	3,137
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	0,00	1,21	15,24	0,28	4,444	2,914
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μόζες	0,00	0,96	12,75	0,23	4,453	2,971
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	0,00	1,30	15,68	0,28	4,256	2,733
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μόζες	0,00	1,65	22,70	0,48	5,638	3,918
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	0,00	2,28	19,83	0,52	4,184	3,067
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μόζες	0,00	1,40	12,17	0,34	4,191	3,316
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	0,00	2,05	15,51	0,48	4,019	3,187
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μόζες	732,77	0,89	12,89	0,22	4,811	3,155
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μόζες	-732,77	0,95	12,03	0,24	4,483	3,110
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	732,77	1,20	15,34	0,28	4,498	2,944
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη διαμορφή	-732,77	1,27	14,40	0,30	4,283	2,906
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μόζες	732,77	0,92	12,79	0,22	4,619	3,032
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μόζες	-732,77	1,00	12,35	0,23	4,302	2,923
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	732,77	1,26	16,12	0,28	4,380	2,766
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη διαμορφή	-732,77	1,37	15,35	0,29	4,104	2,682
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μόζες	580,69	1,65	25,32	0,46	5,818	3,805
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μόζες	-580,69	1,63	21,48	0,48	5,543	3,940
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	580,69	2,31	16,36	0,54	3,921	3,133
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη διαμορφή	-580,69	2,23	21,82	0,50	4,351	3,021
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μόζες	580,69	1,43	11,89	0,35	4,140	3,319
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μόζες	-580,69	1,39	11,95	0,34	4,189	3,328
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	580,69	2,03	15,16	0,47	3,963	3,144
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη διαμορφή	-580,69	2,04	17,87	0,48	4,256	3,196

### Σύγκριση αναλύσεων μοντέλων

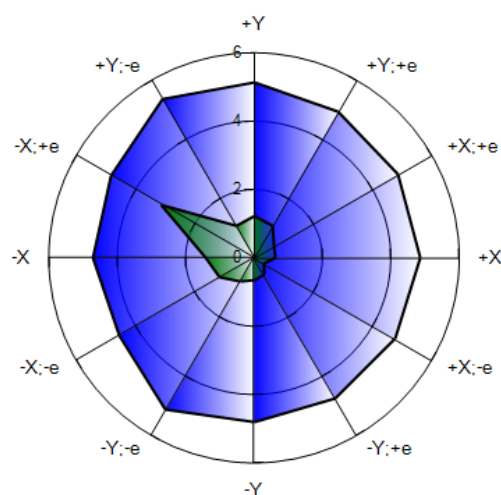




Μοντέλο 1.4  
Μοντέλο 1.3



Τοποθεσία	
Χωρίς βλάβη	
Διατμητική βλάβη	
Διατμητική αστοχία (όριο)	
Καμπτική βλάβη	
Καμπτική αστοχία (όριο)	
Αστοχία λόγω θλίψης (όριο)	
Αστοχία λόγω εφελκυσμού (όριο)	
Αστοχία στην ελαστική φάση (όριο)	
Σκυρόδεμα	
Χωρίς βλάβη	
Διατμητική αστοχία (όριο)	
Καμπτική βλάβη	
Καμπτική αστοχία (όριο)	
Αστοχία λόγω θλίψης (όριο)	
Αστοχία λόγω εφελκυσμού (όριο)	
Διατμητική αστοχία (ανεπαρκής διαν. σπλ.)	

Η εικόνα της βελτίωσης της συμπεριφοράς του κτιρίου, όσον αφορά στη διαθέσιμη αντοχή ανά κατεύθυνση, μετά τις ενισχύσεις, φαίνεται στο παρακάτω αραχνόγραμμα, όπου γίνεται η σύγκριση της διαθέσιμης αντοχής του κτιρίου προ ενισχύσεων (μοντέλο 1) και μετά από την εφαρμογή του σχήματος όλων των ενισχύσεων (μοντέλο 1.4). Ειδικότερα, στο αραχνόγραμμα αποτυπώνεται ο συντελεστής σεισμικής διακινδύνευσης «α» για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD (B1) για την πρώτη ιδιομορφή, των αναλύσεων του κτιρίου προ των ενισχύσεων και μετά τις ενισχύσεις αντίστοιχα, όπου ως συντελεστής «α» ορίζεται ο λόγος της επιτάχυνσης του εδάφους, για την αντίστοιχη στάθμη επιτελεστικότητας, προς την επιτάχυνση στη στοχευόμενη μετακίνηση (βλ.σελ 119). Στο αραχνόγραμμα αποδίδεται σχηματικά και αριθμητικά η σημαντική αύξηση του αντίστοιχου συντελεστή στο κτίριο, μετά τις ενισχύσεις.



 **Μοντέλο 1.4 (Κτίριο μετά τις ενισχύσεις)**  
 **Μοντέλο 1 (Κτίριο προ ενισχύσεων)**

Για λόγους περαιτέρω διερεύνησης, μετά από το βήμα των αναλύσεων στις οποίες είχαν συμπεριληφθεί η εφαρμογή των ενεμάτων και η κατασκευή των διαφραγμάτων, εκτελέστηκε βηματική ανάλυση για δομητική ενίσχυση της τοιχοποιίας με προσθήκη επιχρίσματος στην εξωτερική της παρειά, με σύστημα ινοπλέγματος ανόργανης μήτρας (TRM) και γίνεται σύγκριση με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της ανάλυσης του μοντέλου 1.3, όπου είχαν ακολουθηθεί τα ίδια βήματα ενισχύσεων και είχε συμπεριληφθεί και η κατασκευή μανδύα ωπλισμένου σκυροδέματος. Κατά τη σύγκριση των δύο αναλύσεων, διαπιστώθηκε ότι ναι μεν η χρήση του ινοπλέγματος βοηθά στην βελτίωση της αντοχής και της πλαστιμότητας του κτιρίου, αλλά η συμβολή του είναι μικρή. Η σύγκριση των δύο αυτών σχημάτων ενίσχυσης περιγράφεται στο παρακάτω αραχνόγραμμα.

### Ανάλυση μοντέλου 1.3

Έλεγχος ανάλυσης

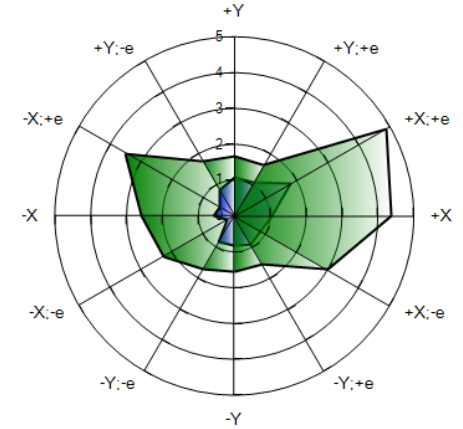
Νο.	Εισαγωγή στο τεύχος	Καταβληση σιαμού	Στατική δύναμη	κεντρομόλιτι [mm]	d <sup>2</sup> SD [mm]	d <sup>3</sup> SD [mm]	d <sup>4</sup> DL [mm]	σ SD	σ DL
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	0,00	0,90	13,99	0,25	5,170	3,335
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	1,27	9,17	0,32	3,630	3,010
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	0,00	1,06	7,63	0,25	3,464	2,876
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	1,53	6,49	0,31	2,723	2,437
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	0,00	1,61	9,30	0,21	2,335	1,717
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	2,17	9,67	0,21	1,834	1,271
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	0,00	2,12	16,32	0,26	2,648	1,573
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	2,96	15,42	0,27	2,060	1,236
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	732,77	0,85	13,51	0,24	5,286	3,386
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	-732,77	0,96	6,77	0,26	3,740	3,241
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	732,77	1,17	15,77	0,29	4,520	3,035
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	-732,77	1,39	6,68	0,33	3,148	2,850
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	732,77	0,88	12,86	0,25	4,414	3,090
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	-732,77	1,11	7,37	0,24	3,134	2,567
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	732,77	1,39	12,32	0,32	3,673	2,744
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	-732,77	1,61	6,39	0,28	2,415	2,117
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	580,69	1,71	8,64	0,22	2,235	1,697
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	-580,69	1,53	8,63	0,20	2,333	1,736
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	580,69	2,29	10,50	0,22	1,854	1,249
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	-580,69	2,48	9,43	0,21	1,854	1,291
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	580,69	2,26	16,10	0,27	2,553	1,550
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	-580,69	2,01	16,11	0,25	2,692	1,591
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	580,69	3,03	10,52	0,28	1,665	1,203
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	-580,69	2,71	17,53	0,25	2,203	1,177

### Προσθήκη ινοπλέγματος (μοντέλο 1.2.2)

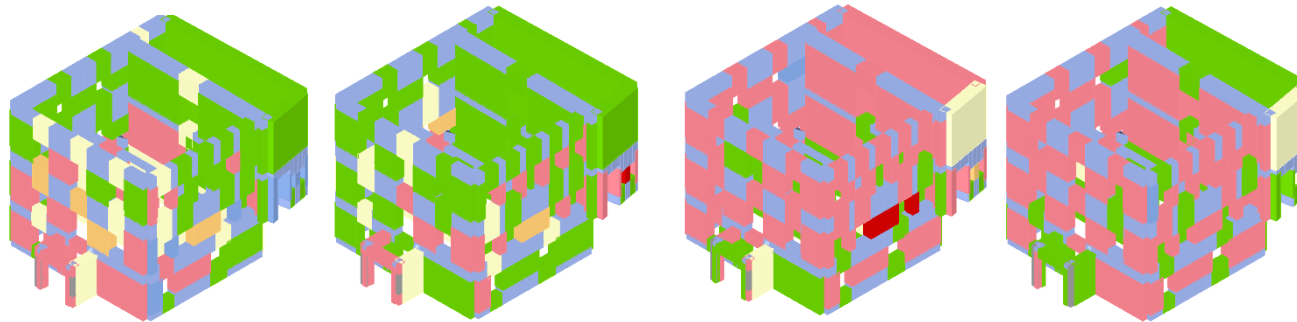
Έλεγχος ανάλυσης

Νο.	Εισαγωγή στο τεύχος	Καταβληση σιαμού	Στατική δύναμη	κεντρομόλιτι [mm]	d <sup>2</sup> SD [mm]	d <sup>3</sup> SD [mm]	d <sup>4</sup> DL [mm]	σ SD	σ DL
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	0,00	16,78	29,49	0,17	1,616	0,326
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	20,38	16,31	0,13	0,831	0,222
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	0,00	12,38	14,77	0,09	1,193	0,266
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	18,96	7,35	0,08	0,499	0,138
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	0,00	26,51	22,97	0,08	0,877	0,117
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	34,66	28,34	0,10	0,828	0,091
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	0,00	35,84	18,75	0,18	0,565	0,147
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	0,00	39,52	24,05	0,17	0,634	0,116
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	732,77	11,62	33,76	0,11	2,905	0,353
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Μάζα	-732,77	19,06	18,04	0,18	0,958	0,297
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	732,77	17,11	23,40	0,11	1,367	0,232
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Πρώτη ιδιομορφή	-732,77	22,82	13,95	0,13	0,663	0,194
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	732,77	11,47	15,09	0,09	1,315	0,269
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Μάζα	-732,77	14,30	14,53	0,09	1,017	0,224
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	732,77	18,32	4,70	0,13	0,387	0,243
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Πρώτη ιδιομορφή	-732,77	7,99	1,24	0,14	0,155	0,207
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	580,69	26,62	20,19	0,08	0,778	0,115
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Μάζα	-580,69	26,42	28,27	0,08	1,064	0,116
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	580,69	34,07	27,81	0,10	0,827	0,096
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Πρώτη ιδιομορφή	-580,69	44,72	27,73	0,15	0,637	0,086
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	580,69	35,50	18,91	0,17	0,573	0,144
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Μάζα	-580,69	34,99	19,04	0,17	0,585	0,149
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	580,69	39,20	27,08	0,16	0,711	0,116
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Πρώτη ιδιομορφή	-580,69	39,18	24,78	0,16	0,657	0,117

### Σύγκριση αναλύσεων μοντέλων



Μοντέλο 1.2.2  
Μοντέλο 1.3



Τοιχοποιία	
Χαλκός βλάβη	
Διαμετρική βλάβη	
Διαμετρική αστοχία (άριο)	
Καμπτική βλάβη	
Καμπτική αστοχία (άριο)	
Αστοχία λόγω θλίψης (άριο)	
Αστοχία λόγω ερκελισμού (άριο)	
Αστοχία στην ελαστική φάση(άριο)	
Σκυρόδεμα	
Χαλκός βλάβη	
Διαμετρική αστοχία (άριο)	
Καμπτική βλάβη	
Καμπτική αστοχία (άριο)	
Αστοχία λόγω θλίψης (άριο)	
Αστοχία λόγω ερκελισμού (άριο)	
Διαμετρική αστοχία (ανελαστικής διαγ. οπλ.)	

## Κεφάλαιο 6

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία, αφορούσε στην αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας και τον ανασχεδιασμό νεοκλασικού κτιρίου, που βρίσκεται στη Λαμία. Πρόκειται για κτίριο, περίπου ορθογωνικού σχήματος, με ανισοσταθμία, το οποίο κατασκευάστηκε σε δύο φάσεις. Για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας του κτιρίου διενεργήθηκε ελαστική στατική ανάλυση καθώς και ανελαστική στατική ανάλυση (pushover). Από τις αναλύσεις προέκυψε ότι το υφιστάμενο κτίριο δεν πληροί τα κριτήρια των ελέγχων για την δεδομένη στάθμη επιτελεστικότητας, όπως αυτή υπαγορεύεται από τους ισχύοντες κανονισμούς, εκτός από τον έλεγχο της εκτός επιπέδου κάμψης, όπου διαπιστώθηκε ότι το κτίριο πληροί το κριτήριο μη αστοχίας. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ανελαστική στατική ανάλυση προκειμένου να προσδιοριστούν οι απαιτούμενες ενισχύσεις, ώστε το κτίριο να πληροί τα κριτήρια των ελέγχων για τη δεδομένη οριακή κατάσταση. Επιπρόσθετα, διενεργήθηκαν βηματικές αναλύσεις ενισχύσεων, οι οποίες κατά σειρά, αφορούν στην εφαρμογή ενεμάτων, στην προσθήκη διαφραγμάτων, στην προσθήκη μονόπλευρου μανδύα ωπλισμένου σκυροδέματος, στην προσθήκη μεταλλικών ενισχύσεων στα ανοίγματα και στην προσθήκη ινοπλέγματος ανόργανης μήτρας (TRM) στην εξωτερική παρειά της τοιχοποιίας.

Από τις αναλύσεις που έγιναν, προκύπτει ότι για να ενισχυθεί το κτίριο, απαιτείται να ληφθούν πέραν του ενός μέτρα ενίσχυσης, εκ των οποίων, κάθε ένα συμβάλλει με διαφορετικό τρόπο στην ενίσχυση του φορέα, βελτιώνοντας τη δυσκαμψία, την αντοχή και την πλαστιμότητά του. Με τις βηματικές αναλύσεις που διενεργήθηκαν, επιβεβαιώνεται ο βαθμός συνεισφοράς του κάθε μέτρου στα τρία παραπάνω στοιχεία. Επίσης, κατά την επιλογή των ενισχύσεων, εκτός από τα κριτήρια βελτίωσης της δυσκαμψίας της αντοχής και της πλαστιμότητας, θα πρέπει να επιτυγχάνεται και η ομοιογένεια της συμπεριφοράς του κτιρίου σε κάθε γωνία διέγερσης. Από το προτεινόμενο σχήμα των ενισχύσεων, η αύξηση της δυσκαμψίας και κατά συνέπεια η μείωση των εντάσεων, επιτυγχάνεται με την κατασκευή του σενάζ στη στέψη του κτιρίου, με την κατασκευή διαφραγμάτων και τέλος με την κατασκευή του εσωτερικού μανδύα σκυροδέματος. Με την εφαρμογή των ενεμάτων, την προσθήκη ινοπλέγματος ανόργανης μήτρας αλλά και με την κατασκευή του



μονόπλευρου μανδύα, αυξάνεται η αντοχή του φορέα. Τέλος η αύξηση της πλαστιμότητας της κατασκευής επιτυγχάνεται λόγω του χάλυβα του μανδύα, των μεταλλικών διαφραγμάτων και των μεταλλικών στοιχείων (λαμών) περιμετρικά των ανοιγμάτων και με συμβολή του TRM.

Από τη σύγκριση των αναλύσεων με τα ίδια προγενέστερα βήματα ενίσχυσης (ενέματα -διαφράγματα) μεταξύ της ενίσχυσης του μονόπλευρου μανδύα ωπλισμένου σκυροδέματος και της τοποθέτησης TRM, διαπιστώθηκε ότι η συμβολή του TRM στην αύξηση της αντοχής και της πλαστιμότητας του κτιρίου είναι πολύ μικρή σε σχέση με αυτή του μανδύα και με μικρή συμβολή στην ομοιογένεια της συμπεριφοράς του φορέα σε κάθε κατεύθυνση διέγερσης.

Κατά τη βηματική ανάλυση των ενισχύσεων του κτιρίου παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στις κρίσιμες αναλύσεις του προγράμματος, λόγω της αλλαγής, κάθε φορά, της δυσκαμψίας και της πλαστιμότητας του φορέα, σε κάθε βήμα της ανάλυσης, με αλλαγή του μητρώου δυσκαμψίας και του δείκτη πλαστιμότητας, γεγονός που επιβεβαιώνει την αναγκαιότητα λήψης διαφορετικού τύπου μέτρων ενίσχυσης.

Το προτεινόμενο σχήμα ενισχύσεων οδήγησε εν τέλει στην ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ελέγχου, αφού για κάθε μέτρο ικανοποιήθηκαν αντίστοιχα οι απαιτήσεις σε δυσκαμψία, αντοχή και πλαστιμότητα για τη δεδομένη στάθμη επιτελεστικότητας B1 αλλά και για την A2, ενώ παράλληλα επιτεύχθηκε η ομοιογένεια στη συμπεριφορά του φορέα. Συγκεκριμένα, με την εφαρμογή συμβατών ενεμάτων, επιτεύχθηκε σε ένα βαθμό η μονολιθικότητα της κατασκευής, η βελτίωση της σεισμικής συμπεριφοράς και η καλύτερη κατανομή της έντασης. Με την κατασκευή μεταλλικών διαφραγμάτων εκτός από την επίτευξη της διαφραγματικής λειτουργίας (ισοδύναμες μετακινήσεις) εξασφαλίζεται η αποτελεσματική σύνδεσή τους με τα κατακόρυφα στοιχεία για την κατανομή της μάζας. Η κατασκευή του μανδύα ωπλισμένου σκυροδέματος προσδίδει σε μεγάλο βαθμό μονολιθικότητα στην κατασκευή και σε συνδυασμό με την κατασκευή του οριζόντιου διαζώματος αυξάνει την ικανότητα μετελαστικής παραμόρφωσης των δομικών στοιχείων και επιπρόσθετα μέσω της διαφραγματικής λειτουργίας των νέων δαπέδων, συμβάλει στην παραλαβή σημαντικού μέρους της σεισμικής δράσης ανακουφίζοντας τη λιθοδομή. Τέλος, η προσθήκη μεταλλικών στοιχείων (λάμες) στα ανοίγματα, οδηγούν στην αύξηση της πλαστιμότητας των

τμημάτων της τοιχοποιίας που εμφανίζουν αδυναμία παραλαβής σεισμικών δράσεων και όπως φαίνεται και από τις διενεργηθείσες βηματικές αναλύσεις, συμβάλει σε πολύ μεγάλο βαθμό στην επίτευξη της ομοιογένειας της συμπεριφοράς του κτιρίου για κάθε γωνία σεισμικής διέγερσης.

Όλα τα παραπάνω αποτυπώνονται στα αντίστοιχα τρισδιάστατα σχήματα του κτιρίου προ και μετά του τελευταίου βήματος των ενισχύσεων, όπου οι πιθανές βλάβες που παρατηρούνται κατά το τελευταίο βήμα της ανάλυσης, είναι κυρίως καμπτικές και διατμητικές, ενώ διατμητική αστοχία παρουσιάζεται σε τρεις πεσσούς του ισογείου, όπου λόγω του ικανού πάχους του τοίχου, αποφεύγεται η κατάρρευση.

Επιπρόσθετα, σημειώνεται ότι από την ανάλυση για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας του κτιρίου, μέσω των δύο συγκριτικών αναλύσεων που διενεργήθηκαν (συνολικό κτίριο και αρχικό νεοκλασικό), επειδή το κτίριο κατασκευάστηκε σε δύο φάσεις, προέκυψε ότι η σύζευξη των δύο τμημάτων της κατασκευής και η συμπεριφορά των δύο, ως ενιαίο κτίσμα, είχε θετική επιρροή στην αποτίμηση και κατ' επέκταση στην ενίσχυση του κτιρίου.

Τέλος, από τις επιλύσεις που έγιναν, διαπιστώνεται ότι με τους ισχύοντες κανονισμούς για φορτίσεις και αναλύσεις, τα υφιστάμενα κτίρια - μνημεία από φέρουσα τοιχοποιία παρόλο που μπορεί να μην παρουσιάζουν εμφανείς αστοχίες και βλάβες, εμφανίζουν σημαντική τρωτότητα και όταν πρόκειται για επανάχρηση τους θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να διενεργείται μελέτη αποτίμησης της φέρουσας ικανότητάς τους και ενίσχυσή τους, ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται.

Στην παρούσα εργασία δεν έγινε έλεγχος των τοπικών μηχανισμών αστοχίας αλλά ούτε εξετάστηκε η συνεισφορά της κατασκευής νέας θεμελίωσης στο κτίριο (π.χ θεμελίωση με πασσάλους), η οποία λόγω της μείωσης των σεισμικών δυνάμεων, θα μπορούσε ενδεχομένως να οδηγήσει σε ένα διαφορετικό σχήμα ενισχύσεων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γιωτόπουλος Δ., Αργυρόπουλος Ε., Ανδρέου Α. & Καντάς Γ. (1976). *Κείμενο – Φωτογραφίες – Σχέδια -Προτάσεις για τα νεοκλασικά σπίτια που κτίστηκαν στη Λαμία* Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τμήμα Ανατολικής Στερεάς.

Δρίτσος Σ., Ιγνατάκης Χ., Παναγιωτοπούλου Δ. & Σπυλιώπουλος Α. (2018) *Δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία* ΟΑΣΠ, Αθήνα.

Ιγνατάκης Χ. & Στυλιανίδης Κ. (2009). Σεμινάριο μικρής διάρκειας: Κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία Κανονισμός-Βλάβες-Αποκατάσταση. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας.

Κακανά Ζ.(2018) *Εγκαταλελειμμένα κτίρια: καταγραφή και προτάσεις αποκατάστασης στο ιστορικό κέντρο Λαμίας*.

Καντάς Γ., Καραγεώργος Α, Τριανταφύλλου Β. & Τριανταφύλλου Α. (1986). *Μελέτη αξιολόγησης νεοκλασικών κτιρίων Λαμίας* Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τμήμα Ανατολικής Στερεάς.

Καραντώνη Φ. (2012) *Κατασκευές από τοιχοποιία, σχεδιασμός και επισκευές*. Αθήνα : Παπασωτηρίου.

Λάγιου Μ. (2018). *Διερεύνηση της σεισμικής συμπεριφοράς φορέων από άοπλη τοιχοποιία μέσω προσομοίωσης με μακροστοιχεία*.(Μεταπτυχιακή εργασία). Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.

Τάσιος Θ., Δρίτσος Σ., Βιντζηλαίου Ε., Ιγνατάκης Χ., Καραντώνη Τ., Κωστίκας Χ., Μιλτιάδου Α., Πανουτσοπούλου Μ., Πανταζοπούλου Σ., Στυλιανίδης Κ.&

Χρονόπουλος Μ. *Κανονισμός για αποτίμηση και δομητικές επεμβάσεις τοιχοποιίας (ΚΑΔΕΤ) σχέδιο 2021*

Χασιώτης Ι. (2019). *Αποτίμηση και Ανασχεδιασμός κτηρίων από φέρουσα τοιχοποιία: ΚΑΔΕΤ & Ευρωκώδικας 8 Μέρος 3* (Μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αθήνα.

Domo + Lysis Lab (2020). *Εργαστήριο δομητικής τεκμηρίωσης και προστασίας*. Αθήνα

EN 1991-1-1 Ευρωκώδικας 1 : Βάσεις Σχεδιασμού και δράσεων στις κατασκευές – Μέρος 1.1 Γενικές δράσεις – Πυκνότητες, ίδια βάρη και επιβαλλόμενα φορτία σε κτίρια.

EN 1998 – 1 Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών – Μέρος 1: Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις και κανόνες για κτίρια.

EN 1998 – 3 Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών – Μέρος 3: Αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας κτιρίων και επεμβάσεις.

EN 1996-1-1 Ευρωκώδικας 6 : Σχεδιασμός κατασκευών από τοιχοποιία – Μέρος 1-1 : Γενικοί κανόνες για κατασκευές από ωπλισμένη και άοπλη τοιχοποιία.