

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ : «ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ»

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΟΥ
ΚΤΙΣΜΑΤΟΣ ΣΤΑ ΤΑΜΠΑΚΑΡΙΑ ΧΑΝΙΩΝ ΜΕΣΩ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΡΕΛΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Επιβλέπουσα : **Σταυρουλάκη Μαρία**, Λέκτορας

ΧΑΝΙΑ , 2013

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική διατριβή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του διεπιστημονικού προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών του τομέα Μηχανικής του Γενικού Τμήματος του Πολυτεχνείου Κρήτης. Η περιοχή των Ταμπακαριών Χανίων αποτελεί ένα συνονθύλευμα πολιτισμικού πλούτου διαμορφωμένη σε παραθαλάσσιο μέτωπο και περικλυσμένη στο μεγαλύτερο μέρος της από φυσικούς λιμένες με υφάλμυρα νερά. Τα περισσότερα κελύφη, ως παλιά Βυρσοδεψία, έχουν παραμεληθεί με άμεσο αποτέλεσμα πληθώρα αυτών να αρχίζει να καταρρέει. Ακόμη η μη ανάληψη κρατικής πρωτοβουλίας σε συνδυασμό με τα παραπάνω οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η περιοχή χρίζει αντιμετώπισης-ανάδειξης. Η παρούσα διπλωματική διατριβή εξετάζει την νέα συμπεριφορά, στατική και δυναμική (ιδιομορφική ανάλυση) μέσω μιας νέας πρότασης μελέτης για επιλεγμένο κτιριακό κέλυφος που βρίσκεται στην περιοχή.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια της παρούσας διπλωματικής εργασίας Λέκτορα του Π.Κ. κ. Μαρία Σταυρουλάκη, για την άποψη συνεργασία και την ουσιαστική υποστήριξη που μου παρείχε για την ολοκλήρωση όχι μόνο της εργασίας αλλά και των σπουδών μου. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή του Π.Κ. κ. Κωνσταντίνο Προβιδάκη και τον Επίκουρο Καθηγητή του Π.Κ. κ. Νικόλαο Σκουτέλη για τη βοήθειά τους κατά τη διάρκεια της φοίτησής μου. Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στα υπόλοιπα μέλη του διδακτικού προσωπικού του Π.Κ. στους υποψηφίους διδάκτορες Λιαράκο Ευάγγελο και Στεφανάκη Καλλιόπη για την ουσιαστική βοήθεια τους στην διάρκεια των σπουδών μου καθώς και τα μέλη της ομάδας εργασίας Αρχιτεκτονικής Π.Κ. Αυγερινού Σάββα, Ζαφείρη Δημήτρη, Βιδάλη Δημήτρη, Βελιβασάκη Γεώργιο, Ισιδώρα Ντούλου, Εριάννα Γερομίτσου, Νάγια Γιακουβή, Ειρήνη Τριβιζά, Μαρία-Κλαίρη Χαρτσιά, του για το πληροφοριακό υλικό που μου παρείχαν σχετικά με το κτίριο μελέτης.

Εισαγωγή

Η επέμβαση σε ένα υφιστάμενο κέλυφος αποτελεί μια πολύ ιδιαίτερη σύνθετη πολυεπιστημονική διαδικασία δεδομένου ότι, για την διεξαγωγή ποιοτικών-ποσοτικών αποτελεσμάτων, χρειάζεται η συμβολή επιμέρους κλάδων της επιστήμης του μηχανικού. Ιδιαίτερη κρίνεται η συνεργασία των ειδικοτήτων του αρχιτέκτονα και του πολιτικού μηχανικού καθώς το τελικό αποτέλεσμα απαιτεί την άρτια αντιμετώπιση των επιμέρους ζητημάτων από αυτές για την διεξαγωγή ενός βέλτιστου αισθητικά-λειτουργικού-ποιοτικού αποτελέσματος.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό την μελέτη-επέμβαση-αποτίμηση διατηρητέου κτιρίου που βρίσκεται στην περιοχή των Ταμπκαριών Χανιών στο ζήτημα της στατικής του επάρκειας καθώς και της δυναμικής απόκρισης του με την βοήθεια προγράμματος πεπερασμένων στοιχείων (MSC/MARC) πραγματοποιώντας προσομοίωση του με την παραδοχή της ελαστικής συμπεριφοράς.

Πραγματοποιώντας την προαναφερθείσα διαδικασία στην ουσία γίνεται λόγος για το πρώτο βήμα το οποίο οφείλει να κάνει ο εκάστοτε μελετητής όταν καλείται να αντιμετωπίσει ένα ζήτημα όπως αυτό της επέμβασης σε ένα υφιστάμενο κέλυφος καθώς αφενός με την βοήθεια της στατικής και ιδιομορφικής ανάλυσης μπορούμε να διεξάγουμε αποτελέσματα, ποσοτικά και ποιοτικά, για τις δυνάμεις-τάσεις που αναπτύσσονται στο υπό μελέτη κτίριο, αφετέρου όμως βλέπουμε την απόκριση του στις διάφορες συχνότητες που προκαλούν διέγερση των στοιχείων που το αποτελούν. Αναγκαίο και ουσιαστικό βήμα αποτελεί η ανάλυση-σύγκριση της υφιστάμενης με την νέα σχεδιασθείσα πρόταση καθώς έτσι μπορούμε να εκτιμήσουμε εάν στο τελικό αποτέλεσμα έχει βελτιωθεί η κατάσταση του υπό μελέτη κτιρίου και η δυναμική του συμπεριφορά προκειμένου σε επόμενο βήμα να γίνουν επιμέρους μελέτες εμβάθυνσης σε θέματα όπως αυτό των υλικών της κατασκευής, της επιμέρους βελτιστοποίησης του σχεδιασμού και της διενέργειας-καταγραφής αποτελεσμάτων σε δυναμική φόρτιση (σεισμική χρονοιστορία) με τους ισχύοντες κανόνες (ευρωκώδικες).

Περίληψη

Δεδομένου της ανάγκης διεξαγωγής μιας τεκμηριωμένης πρότασης, σε αρχιτεκτονικό και σε επίπεδο της επιστήμης του πολιτικού μηχανικού, σε ότι αφορά το πρώτο στάδιο διαδικασίας αποκατάστασης του κτιρίου, η παρούσα διπλωματική ξεκινά με την αναφορά σε εισαγωγικές έννοιες διαφοροποίησης μεταξύ μνημείων-διατηρητέων κτιρίων-παραδοσιακών κτιρίων-οικισμών. Αυτό κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό καθώς υπάρχει σαφή διάκριση στον τρόπο που επεμβαίνουμε σε ένα κτιριακό κέλυφος, στην αποτίμηση της αρχιτεκτονικής, πολιτισμικής του αξίας καθώς και σαφές νομοθετικό περιεχόμενο-κανονες τους οποίους δεν μπορούμε να αγνοήσουμε αναλόγως με την κατηγορία επέμβασης του κτιρίου που καλούμαστε να επέμβουμε. Ακόμη γίνεται αναφορά στην παθολογία των κατασκευών όπου αναφέρονται τα συνήθη σημεία εκδήλωσης φθοράς, αναλόγως με το υλικό κατασκευής που το δομικό στοιχείο φέρει καθώς και τα αίτια από τα οποία αυτή εκδηλώνεται. Τέλος το πρώτο κεφάλαιο κλίνει με την διαδικασία-προγραμματισμό τον οποίο οφείλει να κάνει ο εκάστοτε μηχανικός-μελετητής όταν καλείται να επέμβει σε ένα υφιστάμενο κτίριο προκειμένου να προβεί σε τρόπους αποκατάστασης του.

Το δεύτερο κεφάλαιο ασχολείται με την διαδικασία διάγνωσης βλαβών σε υφιστάμενες κατασκευές. Συγκεκριμένα γίνεται αναφορά στις κατηγορίες διάγνωσης βλαβών και ανάλυση της κατηγορίας της μη καταστρεπτικής μεθόδου με κρουσίμετρο όπου αναλύεται ο τρόπος με τον οποίον πρέπει να διεξάγεται η ανωτέρω διαδικασία καθώς και οι παράμετροι που ενδεχομένως να επηρεάσουν της τιμές εξαγωγής του κρουσιμέτρου.

Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται μια γνωριμία με τη ιστορική και πολεοδομική εξέλιξη της πόλης των Χανίων καθώς αυτή αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της μελέτης προκειμένου να κατανοηθεί και να τεκμηριωθεί η σημασία της τοποθεσίας της περιοχής της Χαλέπας και τέλος αυτή των Ταμπκαριών. Εδώ αναδεικνύεται η ιστορική εξέλιξη της πόλης και επιπλέον της περιοχής της Χαλέπας, το δομημένο περιβάλλον της, οι οικιστικοί της πυρήνες, τα τυπολογικά στοιχεία μέσω των οποίων ο αρχιτέκτονας μπορεί να αντιληφθεί τον τρόπο δόμησης και επανασχεδιασμού ενός κελύφους καθώς και η υφιστάμενη σημερινή της κατάσταση που χρίζει αντιμετώπισης. Τέλος αναφέρονται οι νομοθετικές ρυθμίσεις που έχουν δημοσιευθεί στην πάροδο του χρόνου, το νομικό καθεστώς της περιοχής μελέτης στη οποία βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο και μια ενδιαφέρουσα πρόταση που έχει εκπονηθεί από το τμήμα δυτικής Κρήτης του τεχνικού επιμελητήριου Ελλάδος για ανάδειξη και αξιοποίηση της περιοχής της Χαλέπας συμπεριλαμβανομένης και αυτής των Ταμπκαριών.

Στο τέταρτο και προτελευταίο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση του υπό μελέτη κτιρίου, του αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος του αλλά και του δομικού συστήματος, ανάδειξη των φθορών που αυτό έχει υποστεί στην πάροδο του χρόνου και τέλος παρουσιάζεται η νέα πρόταση επέμβασης. Εδώ επικεντρωνόμαστε στην αποτύπωση του υφιστάμενου κελύφους ώστε να κατανοηθεί υπό την μορφή σχεδίων ο χώρος που καλούμαστε να επέμβουμε. Ακόμη, σε ότι αφορά την ανάλυση του δομικού συστήματος από το οποίο αυτό αποτελείται, κατανοείται ο τρόπος δόμησης και ο διαχωρισμός των στοιχείων σε κύρια και δευτερεύοντα. Επιπροσθέτως, αποσαφηνίζονται οι φθορές-παθολογία του κτιρίου μέσω οπτικής φωτογραφικής τεκμηρίωσης και αρχιτεκτονικών σχεδίων καθώς μέσω της διαδικασίας της κρουσιμέτρησης διεξάγουμε αποτέλεσμα, κατόπιν

εργαστηριακής επεξεργασίας, για τα μηχανικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων. Τέλος, αφού έχουμε εκτιμήσει την υφιστάμενη κατάσταση παρουσιάζεται η νέα πρόταση μελέτης, ο τρόπος σκέψης σύμφωνα με τον οποίο αυτή εκπονήθηκε και τα νέα στοιχεία που προστεθήκαν με τρόπο ώστε αυτά να επιβαρύνουν όσο το δυνατόν λιγότερο τα ήδη υπάρχοντα.

Στο τελευταίο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα πεπρασμένα στοιχεία καθώς και στην εξίσωση κίνησης με την οποία περιγράφονται σε ένα πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων όπως το Marc. Έπειτα περιγράφεται η διαδικασία της ιδιομορφικής ανάλυσης, η ανάλυση-επεξήγηση των δυο προσομοιωμάτων που δημιουργήθηκαν, οι μηχανικές ιδιότητες των στοιχείων που τα αποτελούν και οι συνοριακές συνθήκες σύμφωνα με τις οποίες έχουν προσομοιαστεί. Γίνεται ανάλυση κύριων μέγιστων τάσεων και ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης για τα κύρια δομικά στοιχεία των δυο μοντέλων (φέρουσα τοιχοποιία, στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, στέγη) προκειμένου να εκτιμηθεί η στατική επάρκεια της νέας πρότασης σε σχέση με το υφιστάμενο καθώς μέσω της διαδικασίας της ιδιομορφικής ανάλυσης εντοπίζουμε κατά πόσο το νέο μοντέλο παρουσιάζει συχνότητες διέγερσης όμοιες-παρόμοιες ή διαφοροποιημένες σε σχέση με αυτές του υφισταμένου.

Κλείνοντας, αναφέρονται συμπεράσματα που σχετίζονται με την διεξαγωγή των αποτελεσμάτων καθώς και προτάσεις βελτιστοποίησης των αποτελεσμάτων που μπορούν να γίνουν σε μελλοντική εμβάθυνση του θέματος από κάποιον άλλον μελετητή.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	1
Εισαγωγή.....	2
Περίληψη	3
1. Συντήρηση και αποκατάσταση ιστορικών κτιρίων και συνόλων από φέρουσα τοιχοποιία.....	7
1.1. Κατηγοριοποίηση κελυφών.....	8
1.2. Κατηγορίες επέμβασης-Ορολογία.....	9
1.3. Παθολογία κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία.....	11
1.4. Διαδικασία-Στόχος επέμβασης σε υφιστάμενα κελύφη.....	14
2. Διάγνωση βλαβών σε υφιστάμενα κτίρια και μέθοδοι αντιμετώπισης.....	15
2.1. Μέθοδοι διάγνωσης βλαβών.....	16
2.2. Μη καταστρεπτική μέθοδος.....	17
2.3. Κρουσιμέτρηση.....	17
3. Το νησί, η πόλη, η ονομασία.....	21
3.1. Ιστορική και πολεοδομική εξέλιξη από το 1878 έως σήμερα.....	22
3.2. Γενικά-Χαλέπα.....	31
3.3. Φυσικά Χαρακτηριστικά.....	32
3.4. Δομημένο περιβάλλον-Οικιστικοί πυρήνες.....	33
3.5. Πολεοδομικό καθεστώς Χαλέπας.....	34
3.6. Υπάρχουσα κατάσταση.....	35
3.7. Ταμπκαριά.....	36
3.8. Τυπολογικά στοιχεία.....	37
3.9. Θεσμικό πλαίσιο.....	38
4. Υφιστάμενη κατάσταση κτιρίου-Αποθήκη 17.....	40
4.1. Ιστορικές φάσεις κτιρίου.....	46
4.2. Δομικό σύστημα υφιστάμενου κελύφους.....	47
4.3. Παθολογία κτιρίου-Μετρήσεις με την μέθοδο του κρουσίμετρου.....	49
4.4. Επανασχεδιασμός- Μετατροπή του παλιού βυρσοδεψείου σε χώρο πολιτισμικού ενδιαφέροντος.....	64

5. Πεπερασμένα στοιχεία.....	71
5.1. Εξίσωση κίνησης.....	73
5.1.2 Ιδιομορφές και ιδιοσυχνότητες.....	75
5.2. Περιγραφή προσομοίωσης-Υφιστάμενη κατάσταση.....	77
5.3. Περιγραφή προσομοίωσης-Νέα πρόταση επέμβασης.....	81
5.4. Αποτελέσματα ανάλυσης προσομοιωμάτων (Κύριες μέγιστες τάσεις-ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις).....	87
5.4.1. Μετατοπίσεις κτιρίου.....	88
5.4.2. Τάσεις-παραμορφώσεις στην φέρουσα τοιχοποιία.....	95
5.4.3. Τάσεις-παραμορφώσεις στα δομικά στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα.....	109
5.4.4. Τάσεις-παραμορφώσεις στην στέγη του νέου μοντέλου.....	125
5.4.5. Τάσεις-παραμορφώσεις στα νέα τμήματα του κτιρίου.....	133
5.5. Αποτελέσματα ιδιομορφικής ανάλυσης.....	159
5.5.1. Αποτελέσματα συχνοτήτων διέγερσης φέρουσας τοιχοποιίας.....	160
5.5.2. Αποτελέσματα ιδιομορφικής ανάλυσης σχετικά με τα δομικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος.....	169
5.5.3. Αποτελέσματα ιδιομορφικής ανάλυσης σχετιζόμενα με την στέγη.....	180
5.5.4. Σύγκριση στοιχείων ιφυστάμενης κατάστασης και νέας πρότασης.....	191
6. Συμπεράσματα.....	195
7. Βιβλιογραφία.....	206
8. Παραρτήματα.....	202
Παράρτημα 1- Πραγματοποίηση κρουσιμέτρησης.....	202
Παράρτημα 2- Υπολογισμός μηχανικών χαρακτηριστικών υλικών του κτιρίου.....	205
Παράρτημα 3- Υπολογισμός μηχανικών χαρακτηριστικών μεταλλικών στοιχείων δομικού χάλυβα.....	206
Παράρτημα 4- ΦΕΚ 572.....	208

1. Συντήρηση και αποκατάσταση ιστορικών κτιρίων και συνόλων από φέρουσα τοιχοποιία

Η συντήρηση και αποκατάσταση μιας κατασκευής (Εικ.01) αποτελεί ένα σύνθετο και διεπιστημονικό θέμα καθώς κατά την διαδικασία υπεισέρχονται διάφοροι παράγοντες τους οποίους θα πρέπει να λάβει υπόψη του ο μελετητής-μηχανικός. Το δομικό σύστημα και η επάρκεια του σε μελλοντικές σεισμικές φορτίσεις, ο επανασχεδιασμός του από αρχιτεκτονικής άποψης, η πολιτισμική του αξία, η φθορά των υλικών, ο τρόπος διάσωσης-διατήρησης τους και η συνεργασία τους κατά την τοποθέτηση των νέων (όπου χρειάζεται) αποτελούν ένα αναπόσπαστο κομμάτι παραμέτρων που δεν μπορεί να αγνοηθεί. Επίσης, επισκευές με χρήση τσιμέντου Portland, πολυμερών οργανικών υλικών ή με συνδυασμό αυτών αποδείχθηκαν συχνά ασύμβατες με τον υπάρχοντα φορέα με συνέπεια την επέκταση των βλαβών. Καλούμενος κανείς να απαντήσει σε μια τέτοιου είδους πρόκληση θα πρέπει να είναι πολύ προσεκτικός δεδομένου ότι, εκτός από τα προαναφερθέντα, θα πρέπει να γίνει μια σφαιρική αντιμετώπιση-μελέτη της υφιστάμενης κατασκευής προκειμένου να προβεί σε μια ορθά επιστημονική αντιμετώπιση-αποκατάσταση.



Εικ.01: Τυπική απεικόνιση αποκατάστασης κτιρίου

Όλες οι κατασκευές, ειδικά αν αναφερόμαστε σε μια κατασκευή από φέρουσα τοιχοποιία, έχουν υποστεί μια σειρά από παθογένειες στην πάροδο του χρόνου είτε από την εκδήλωση φυσικών φαινομένων, είτε από την επίδραση του ανθρώπου σε αυτές είτε, τέλος, από προγενέστερες μη ορθές επεμβάσεις. Έτσι απαιτείται σαφή τεκμηρίωση των ιστορικών φάσεων που διέπουν ένα ιστορικό κέλυφος και σαφώς ικανοποιητική εμπειρία προκειμένου να κατανοηθεί όχι μόνο η σημερινή κατάσταση του αλλά και ο τρόπος δόμησης δεδομένου ότι με την εξέλιξη της τεχνολογίας σε διάφορες περιπτώσεις αυτός έχει αλλάξει (άλλοτε προς το καλύτερο και άλλοτε προς το χειρότερο) ¹. Σε αυτό συνεισφέρουν σύγχρονες τεχνικές τεκμηρίωσης όπως είναι αυτή της προσομοίωσης υφιστάμενων κελυφών με την βοήθεια των πεπερασμένων στοιχείων μέσω των οποίων μπορούμε να έχουμε μια ακριβή περιγραφή του υπό μελέτη κτιρίου προσδιορίζοντας-παιρνοντας τα μετρά προστασίας- διατήρησης του

¹ Τζιναράκης Θεόδωρος, Αποτίμηση φέροντος οργανισμού νοτίου ενετικού νεωρίου Χανίων 'Benedetto Moro' με ιδιομορφική ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων, Διπλωματική διατριβή μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης, κατεύθυνση: Μηχανική και τεχνολογία υλικών και κατασκευών, Πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών: Εφαρμοσμένες επιστήμες και τεχνολογία, Γενικό τμήμα, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά 2011, σελ.1-2

κατά την φάση του επανασχεδιασμού-αποκατάστασης του, την συμπεριφορά του σε ένα μελλοντικό σεισμό, την αντοχή των υλικών στην υφιστάμενη κατάσταση τους. Τέλος, ουραγός στην μελέτη ενός κτιρίου αποτελεί η εφαρμογή μετρήσεων με σύγχρονα όργανα καθώς είναι αναγκαία για την επίτευξη ενός ποιοτικού-ποσοτικού ελέγχου της αντοχής των υφιστάμενων υλικών.

1.1. Κατηγοριοποίηση κελυφών

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με τεράστιο απόθεμα κτιριακών κελυφών ιδιαίτερης ιστορικής- αρχιτεκτονικής σημασίας. Για τον λόγο αυτό , αναπτύχθηκε ένας διάλογος, στην πάροδο του χρόνου, μεταξύ διαφορετικών επιστημονικών ειδικοτήτων, με σκοπό την σφαιρική-βέλτιστη αντιμετώπιση του ζητήματος της επέμβασης σε υφιστάμενα κελύφη, λαμβάνοντας υπόψη ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά, για την εξασφάλιση της ανάδειξης-βελτίωσης-διατήρησης της φυσιογνωμίας αυτών των κατασκευών.



Εικ.02: Αποκατάσταση του ναού του Αγίου Πέτρου των Δομνικανών στο Ηράκλειο

Προτού προχωρήσουμε στην αναφορά των μεθόδων επέμβασης σε τέτοιου είδους κτίρια (φθορά, παθολογία κατασκευών, τρόποι αντιμετώπισης), κρίνεται σκόπιμο να γίνει ένας σαφής διαχωρισμός τους σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη αφορά την κατηγορία των κτιρίων εκείνων που έχουν χαρακτηριστεί ως μνημεία (Εικ.02) των οποίων η προστασία και το πλαίσιο επεμβάσεων σ' αυτά διέπεται από ειδικό καθεστώς αρχών που περιγράφεται σε διεθνείς χάρτες ² , διακηρύξεις κ.λ.π.

² Οι επεμβάσεις σε υφιστάμενα κτίρια και μνημεία ιδιαίτερη υπόθεση. «Το κυρίαρχο χαρακτηριστικό του προηγούμενου αιώνα (20^{ος}) ήταν η διατύπωση διαφόρων θεωριών από ειδικούς σχετικά με το πλαίσιο, τις μεθόδους και τους στόχους που θα πρέπει να έχει μια επέμβαση. Οι θεωρίες αυτές συνέβαλαν, μεταγενέστερα, στην σύνταξη και την υπογραφή «χαρτών» από τη διεθνή κοινότητα, στους οποίους διατυπώνονται βασικές αρχές περί προστασίας και επεμβάσεων σε μνημεία. Έτσι λοιπόν το 1935 συντάσσεται ο «Χάρτης της Αθήνας» και το 1964, μετά από συντονισμένες ενέργειες διεθνών οργανισμών συντάσσεται και υπογράφεται ο «Χάρτης της Βενετίας». Αρκετές από τις διατάξεις που ορίζονται στους πιο πάνω χάρτες έχουν ένα πολύ γενικό χαρακτήρα, γι' αυτό κατά καιρούς αποτέλεσαν αντικείμενο περαιτέρω επεξεργασίας και ανάλυσης». (Μίλτων Α. Δημοσθένους, Δρ Πολιτικός Μηχανικός, Μέθοδοι και υλικά αποκατάστασης και ενίσχυσης διατηρητέων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία», Τ.Ε.Ε. / Τ.Κ.Μ., Φεβρουάριος 2009, σελ.3-4)

Επόμενη κατηγορία αποτελεί αυτή των διατηρητέων κτηρίων, η οποία αποτελεί και αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Όταν αναφερόσαστε σε ένα διατηρητέο κτίριο στην ουσία μιλάμε για ένα κέλυφος ιδιαίτερης ιστορικής ή καλλιτεχνικής αξίας ή για σύνολα κελυφών τα οποία είναι ενταγμένα, μέσω ειδικών διατάξεων, σε προστατευμένες περιοχές (Ιστορικά κέντρα πόλεων, περιοχές με ιδιαίτερα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά κ.α.). Τελευταία κατηγορία αποτελεί αυτή των παραδοσιακών κτιρίων όπου κυρίως την ευθύνη για το αποτέλεσμα της επέμβασης φέρει ο μελετητής δεδομένου ότι δεν υπάρχουν σαφή όρια-περιορισμοί στον τρόπο επεξεργασίας-αντιμετώπισης διαφόρων ζητημάτων όπως αυτό της ενιαίας αρχιτεκτονικής μορφολογίας, ενός ομοιόμορφου αρχιτεκτονικού ρυθμού, τα υλικά επέμβασης στο φέροντα οργανισμό του κτιρίου, της ποιότητας των νέων υλικών και ένταξης-εναρμόνισης τους με τα υφιστάμενα. Θα μπορούσαμε να πούμε σε γενικά πλαίσια ότι για τα παραδοσιακά κτίρια υπάρχει ένας βαθμός ελευθερίας επιλογών ως προς τον τρόπο επέμβασης, όπου εκτός του μελετητή καθοριστικό ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα διαδραματίζει η οικονομική δυνατότητα του ενδιαφερομένου-ιδιώτη.

1.2. Κατηγορίες επέμβασης-Ορολογία

Εκτός από τα προαναφερθέντα, δηλαδή τον σαφή διαχωρισμό των κτιρίων με βάση της τρεις κατηγορίες(μνημεία, διατηρητέα, παραδοσιακά), προκειμένου να γίνει μια επέμβαση σε ένα κτίριο θα πρέπει να καθοριστεί ο τρόπος, η διαδικασία αυτή μέσω της οποίας θα επέλθει η κατασκευή στην προκαθορισμένη μορφή-κατάσταση που ορίζουν οι ρυθμιστικές διατάξεις και η εκπονηθήσα μελέτη από τον υπεύθυνο μελετητή-μηχανικό.

Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά οι ορολογίες επεμβάσεων με βάση την διεθνή βιβλιογραφία:

- Επέμβαση (intervention) είναι γενικότερος όρος και αναφέρεται σε οποιαδήποτε από τις παρακάτω έννοιες ή εργασίες.
- Επισκευή (repairing) ορίζεται ως η εφαρμογή της κατάλληλης ενέργειας για την επαναφορά του υπό μελέτη στοιχείου στην αρχική του κατάσταση. Σε περίπτωση εκτεταμένων ή σοβαρών βλαβών είναι φρόνιμο η επέμβαση να περιλαμβάνει και ενίσχυση της κατασκευής ενώ σε περιορισμένες ή μικρές βλάβες αρκεί συνήθως η επισκευή.
- Στερέωση-Ενίσχυση (strengthening) ορίζεται ως η εφαρμογή των κατάλληλων ενεργειών για την επαναφορά των υπό μελέτη στοιχείων σε ένα επιτρεπτό επίπεδο προσδίδοντας-αναβαθμίζοντας-επαναφέροντας τις μηχανικές τους ιδιότητες (αντοχή, δυσκαμψία δομικού στοιχείου ή κτίσματος μέχρις ενός επιθυμητού ή απαιτητού επιπέδου). Ο σεβασμός του αρχικού δομικού συστήματος και η χρήση καλών ποιοτικά υλικών αποτελούν βασική προϋπόθεση για μια ορθή στερέωση-ενίσχυση.

- Ανακατασκευή (reconstruction) ορίζεται ως η πραγματοποίηση των απαιτούμενων ενεργειών σε ένα δομικό σύστημα για την κατασκευή του, στην θέση του παλαιού, του ελλείποντος μέρους του ή ολόκληρου τμήματος.
- Αναστήλωση (restoration) ορίζεται ως η εξολοκλήρου επαναφορά του υπό μελέτη δομήματος στην αρχική του κατάσταση. Κατά την διαδικασία της αναστήλωσης τηρείται αυστηρότητα , με βάση κανόνες και θεσμικά πλαίσια, προκειμένου το τελικό αποτέλεσμα να διατηρεί την ιστορική φυσιογνωμία του.
- Επανάχρηση (rehabilitation) είναι συνήθως ο όρος που χρησιμοποιείται στην ειδικότητα του αρχιτέκτονα. Στην ουσία αφορά στον επανασχεδιασμό ενός μέρους ενός κτιρίου ή στο σύνολο του καθώς απαιτείται μεγάλη προσοχή ώστε οι νέες χρήσεις να ανταποκρίνονται στην μελέτη από τον μελετητή-μηχανικό.
- Διατήρηση (preservation) ορίζεται η διαφύλαξη της υπάρχουσας κατάστασης με μέτρα αποτροπής περαιτέρω φθορών ³ .
- Συντήρηση (conservation) είναι γενικότερος όρος με ευρύτερη χρήση. Συνίσταται σε μια ήπιας μορφής επέμβαση, που ενέχει τις έννοιες της πρόληψης και της προστασίας. Στοχεύει στην άρση και στην ανακοπή της προϋούσας φθοράς του μνημείου, περιορίζεται σε επιφανειακές επεμβάσεις που δεν θίγουν ριζικά ή αλλοιώνουν την μορφή και την δομή του ³ .
- Αποκατάσταση (restoration) ορίζεται μια σύνθετη και εξιδανικευμένη επέμβαση που αποσκοπεί εκτός από τη διάσωση και διατήρηση της φυσικής υπόστασης του κελύφους στην ανάδειξη του άυλου πολιτιστικού του χαρακτήρα και των εγγενών πολιτιστικών του αξιών ⁴ .
- Ολική στιλιστική αποκατάσταση (stylistic restoration) είναι η αποκατάσταση που συνεπάγεται την αξιολόγηση του κελύφους με βάση ποιοτικά αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά, την ανάλυση των εκάστοτε πιθανών ιστορικών φάσεων-προσθηκών που πιθανός να έχει αυτό υποστεί και την επαναφορά του στην αρχική του κατάσταση.

Τέλος θα πρέπει να τονιστεί ότι όταν αναφερόμαστε στον όρο επέμβαση σε ένα υφιστάμενο κέλυφος καλούμαστε να προβούμε σε μια σύνθετη διαδικασία στην οποία ο τρόπος επέμβασης δεν επιβάλλει να τηρηθεί μια από τις προαναφερθείσες ενέργειες αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις συνδυασμός αυτών για το βέλτιστο επιθυμητό αποτέλεσμα.

³ Μίλτων Α. Δημοσθένους, Δρ Πολιτικός Μηχανικός, *Μέθοδοι και υλικά αποκατάστασης και ενίσχυσης διατηρητέων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία*», Τ.Ε.Ε. / Τ.Κ.Μ., Φεβρουάριος 2009, σελ.4-5

⁴ Φανή Μαλλούχου-Tufano, *Προστασία και διαχείριση μνημείων- Ιστορικές και θεωρητικές προσεγγίσεις από την αρχαιότητα έως τις μέρες μας*, Αθήνα, 2004, σελ. 1-9

1.3. Παθολογία κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία

Μιλώντας για παθολογία κατασκευών γίνεται λόγος για τις επιδράσεις-φθορές τις οποίες έχει υποστεί ένα υπό μελέτη κτίριο λόγω διαφόρων παραγόντων στην πάροδο του χρόνου (Εικ.03). Οι επιδράσεις αυτές μπορούν να είναι πολύ ή λιγότερο καταστρεπτικές για το σύνολο του κτιρίου ενώ μπορούν να προσβάλλουν μεμονωμένα τμήματα του αναλόγως με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται, την προϊστορία του, τα υλικά δόμησης του, την συχνότητα και τον βαθμό συντήρησης του κ.α.



Εικ.03: Φθορά τείχους της παλαιάς πόλης των Χανίων

Συγκεκριμένα «ως φθορά ορίζεται η απομείωση στο χρόνο των ιδιοτήτων (φυσικών, χημικών, μηχανικών κ.α.) και των χαρακτηριστικών (ορυκτολογικών, υφής κ.α.), της συνοχής, των διαστάσεων και της αισθητικής των υλικών και των δομικών στοιχείων μιας κατασκευής. Η μεταβολή αυτή είναι το αποτέλεσμα φυσικών, χημικών, μηχανικών και βιολογικών διεργασιών. Η φθορά είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ των υλικών και των περιβαλλοντικών παραγόντων στους οποίους είναι εκτεθειμένα. Οι παράγοντες αυτοί δρουν είτε διαρκώς είτε περιοδικά, με αυξομειούμενη ένταση και καθ' όλη τη διάρκεια ζωής ενός κτιρίου. Η αλληλεπίδραση εντοπίζεται στη διεπιφάνεια υλικού-υλικού ή υλικού-περιβάλλοντος αλλά καθώς τα δομικά υλικά που εξετάζονται εδώ (λιθοδομή) είναι πορώδη και συνεπώς διαπερατά από υγρά και αέρια, η φθορά λαμβάνει χώρα όχι μόνο επιφανειακά αλλά και εντός του πορώδους συστήματός τους⁵» .

⁵ Αθανασιάδης Βασίλειος, Σχεδιασμός μεθοδολογίας επιστημονικής υποστήριξης στη λήψη αποφάσεων για την προστασία ιστορικών κτιρίων και μνημείων με κριτήρια αειφορίας των υλικών, Διπλωματική εργασία, Τομέας επιστήμης και τεχνικής των υλικών, Σχολή χημικών μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, σελ. 15-20

Προκειμένου να έχουμε μια σαφή εικόνα για τις φθορές του κτιρίου, και δεδομένου ότι δεν μπορούμε να κάνουμε μια εκτενή αναφορά στο ζήτημα της φθοράς των υλικών των κτιρίων διότι δεν αποτελεί καθεαυτό αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, μπορούμε να εντάξουμε τις φθορές τις οποίες παρουσιάζονται, συνήθως, σε ένα υφιστάμενο κέλυφος με βάση τις παρακάτω κατηγορίες:

- Τρωτότητα μια κατασκευής από φέρουσα τοιχοποιία.
- Φθορά λόγω στατικών και σεισμικών φορτίσεων.
- Φθορά λόγω δράσης περιβαλλοντικών παραγόντων.

Μιλώντας για τρωτότητα σε μια κατασκευή στην ουσία αναφερόμαστε στην προδιάθεση εμφάνισης βλαβών σε περίπτωση σεισμικής φόρτισης ή άλλων φορτίων με συνεπακόλουθο την απώλεια μέρους της λειτουργικότητας της ή ακόμα δε και της ευστάθειας της. Παράγοντες που προσδίδουν υψηλή τρωτότητα σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία είναι:

- Κακή ποιότητα των υλικών δόμησης.
- Κακή ποιότητα κατά την διάρκεια εκτέλεσης οικοδομικών εργασιών.
- Κακή σύλληψη του συνόλου κι' έλλειψη σχεδιασμού.
- Απουσία συντήρησης.
- Προσθήκη διαφόρων στοιχείων χωρίς στοιχειώδη μελέτη.
- Γήρανση των υλικών και χαλάρωση των δεσμών συνάφειας μεταξύ τους.
- Συσσώρευση βλαβών από διάφορες δράσεις κατά το παρελθόν.
- Πρόκληση βλαβών από ατελείς και άστοχες επεμβάσεις ⁶.

Αναφερόμενοι για πιθανή φθορά λόγω στατικών και σεισμικών φορτίσεων εύκολα κανείς αντιλαμβάνεται ότι γίνεται λόγος για την περίπτωση εκδήλωσης σεισμού ή σειρά σεισμικών φορτίσεων που επιδρούν σε ένα κτίριο στην πάροδο του χρόνου. Θα πρέπει να τονιστεί ότι στην περίπτωση αυτή την συμπεριφορά του υπό μελέτη κελύφους επηρεάζει το υπέδαφος (πιθανή καθίζηση), η συνεργασία και το είδος των δομικών υλικών μεταξύ τους, η δυσκαμψία του συστήματος κ.α.

Έτσι όταν προβαίνουμε σε μια μελέτη αποκατάστασης θα πρέπει να μελετήσουμε πολύ προσεκτικά το δομικό σύστημα που είναι κατασκευασμένο το κτίριο για να είμαστε σε θέση να αντιμετωπίσουμε επιτυχώς την συμπεριφορά του σε μελλοντικές σεισμικές φορτίσεις.

⁶ Μίλτων Α. Δημοσθένους, Δρ Πολιτικός Μηχανικός, *Μέθοδοι και υλικά αποκατάστασης και ενίσχυσης διατηρητέων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία*, Τ.Ε.Ε. / Τ.Κ.Μ., Φεβρουάριος 2009, σελ.5-8

Εάν αυτό δεν επιτευχτεί ως αποτέλεσμα θα αναπτυχθούν τάσεις μεγαλύτερες της αντοχής του υλικού και συνεπώς παραμορφώς βλαβερές για την στατική επάρκεια του. Παρακάτω παρουσιάζονται οι πιθανές μορφές αστοχίας σε περίπτωση σεισμικής φόρτισης σε μια φέρουσα τοιχοποιία:

- Εφελκυστικές ρηγματώσεις του κονιάματος σε περιοχές ανάπτυξης εφελκυστικών τάσεων. Παρατηρούνται συνήθως λόγω κάμψης στη βάση της τοιχοποιίας (εντός ή εκτός επιπέδου) και στις γωνίες ανοιγμάτων λόγω έντονης ανάπτυξης τάσεων στις θέσεις αυτές που ενίοτε είναι και εφελκυστικές.
- Διατμητικές ρηγματώσεις του κονιάματος, μέσα από κατάλληλο συνδυασμό διατμητικών και θλιπτικών τάσεων (συνήθως οι ορθές τάσεις δεν υπερβαίνουν το 30% της μέγιστης θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας).
- Διατμητικές ρηγματώσεις με ταυτόχρονη θραύση των λιθοσωμάτων (τάσεις > 30%).
- Συντριβή της τοιχοποιίας, συνήθως βάση της τοιχοποιίας, ως αποτέλεσμα της ανάπτυξης θλιπτικών τάσεων πολύ κοντά στη θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας. Η μορφή αυτής της αστοχίας μπορεί να προκύψει και για μικρότερες τιμές της θλιπτικής τάσης με κατάλληλο συνδυασμό με αντίστοιχες διατμητικές ⁷.

Η τελευταία κατηγορία αποτελεί μια από τις πιο συχνές περιπτώσεις πρόκλησης φθοράς μιας κατασκευής στην χώρα μας, ειδικά σε αποκαταστάσεις διατηρητέων κτιρίων. Αυτό επειδή λόγω της ανεπαρκούς ανάληψης κρατικής πρωτοβουλίας, κτιριακά σύνολα τα οποία διέπονται από ασαφή νομοθετικό πλαίσιο (κηρυγμένα μνημεία, διατηρητέα κτίρια) ή και μη, αφήνονται ανεκμετάλλευτα στο πέρασμα του χρόνου με αποτέλεσμα την πρόκληση τεράστιων φθορών. Θα μπορούσαμε να κατηγοριοποιήσουμε τους περιβαλλοντικούς παράγοντες σε αυτόν της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, της αιολικής διάβρωσης, της διάβρωσης λόγω βροχής και την εμφάνιση της υγρασίας.

Σε ότι αφορά τους προαναφερθέντες με εξαίρεση τον τελευταίο, αυτοί δρουν κυρίως στην εξωτερική επιφάνεια του κελύφους. Σε αντίθεση, στην περίπτωση εκδήλωσης υγρασίας θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή καθώς δρα και στο εσωτερικό ενός κελύφους προκαλώντας φθορές σε μακροχρόνια χρονικά διαστήματα όπως:

- Σημαντικές φθορές λόγω αναρριχόμενης υγρασίας σε διατηρητέα κτήρια που φτάνει έως και το 1.5 μέτρο ύψος.
- Προβλήματα στην εσωτερική συνάφεια των υλικών της φέρουσας τοιχοποιίας.
- Συγκέντρωση μεγάλου ποσοστού υγρασίας στη διεπιφάνεια κονιάματος και λιθοσώματος και χαλάρωση του δεσμού συνάφειας. Το φαινόμενο αυτό συμβάλει καθοριστικά στη μείωση της διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας ⁷.

⁷ Μίλτων Α. Δημοσθένους, Δρ Πολιτικός Μηχανικός, *Μέθοδοι και υλικά αποκατάστασης και ενίσχυσης διατηρητέων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία*, Τ.Ε.Ε. / Τ.Κ.Μ., Φεβρουάριος 2009, σελ.5-8

- Συγκέντρωση και εγκλωβισμός μεγάλου ποσοστού υγρασίας εντός της μάζας του κονιάματος με συνεπακόλουθο τη μείωση της θλιπτικής του αντοχής. Κατά συνέπεια μειώνεται και η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας⁷.

1.4. Διαδικασία-Στόχος επέμβασης σε υφιστάμενα κελύφη

Ο τρόπος επέμβασης σε ένα υφιστάμενο κτίριο αποτελεί, όπως προαναφέρθηκε, μια σύνθετη διαδικασία, ειδικά όταν αυτό αποτελεί μια διεπιστημονική διαδικασία (μηχανικές ιδιότητες, αντοχή υλικών, κατάσταση φέροντα οργανισμού, εντοπισμός φθορών, αρχιτεκτονική αξία). Αυτοσκοπός θα πρέπει να θεωρείται η εκπόνηση εκείνου του είδους της μελέτης μέσω της οποίας ο μηχανικός θα επιτύχει τα βέλτιστα αποτελέσματα. Για το λόγο αυτό διατυπώνεται παρακάτω η διαδικασία που θα πρέπει να τηρηθεί προκειμένου τα αποτελέσματα να ανταποκρίνονται στους στόχους και τα ζητήματα που έχουν τεθεί.

Η διαδικασία που ακολουθείται χωρίζεται σε δυο μέρη, το πρώτο αφορά την ανάλυση και διεξαγωγή αποτελεσμάτων της υφιστάμενης ανάλυσης του υπό μελέτη κτιρίου και το δεύτερο τον επανασχεδιασμό, την ανάλυση και διεξαγωγή αποτελεσμάτων για μια ακόμη φορά της νέας μελέτης.

Κατά το πρώτο μέρος, περισυλλέγονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία (ιστορικά, πολιτισμικού ενδιαφέροντος, πληροφορίες για τον φέροντα οργανισμό, αρχιτεκτονική αποτύπωση, παθολογία υλικών) προκειμένου ο μελετητής να σχηματίσει μια πρώτη εικόνα για την υφιστάμενη κατάσταση. Επίσης πραγματοποιείται μακροσκοπικός έλεγχος (οπτική και φωτογραφική τεκμηρίωση) προκειμένου να διαπιστωθούν πιθανά σημεία εμφάνισης παθογενειών στην κατασκευή. Ακόμη θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο μηχανικός οφείλει να λάβει σοβαρά υπόψη του τον περιβάλλοντα χώρο στον οποίον βρίσκεται το υπό μελέτη κέλυφος γιατί θα τον βοηθήσει να κατανοήσει ορθότερα τυχόν εμφάνιση βλαβών στο κτίριο. Τα παραπάνω συντελούν στην δημιουργία μιας πρώτης εκτίμησης της υφιστάμενης κατάστασης και παίζουν πρωταρχικό ρόλο για τον μετέπειτα επανασχεδιασμό-επέμβαση.

Κατά το δεύτερο μέρος, έχοντας ως οδηγό τα προαναφερθέντα, πραγματοποιείται ο επανασχεδιασμός του κελύφους (όταν μιλάμε για επέμβαση σε υφιστάμενα κτίρια) και οι διάφορες επεμβάσεις που πιθανόν να χρειαστούν τα φέροντα στοιχεία (διαδικασίες ενίσχυσης και διατήρησης ή και ανακατασκευής του δομικού συστήματος) της κατασκευής. Σε αυτό το σημείο χρειάζεται προσοχή στα υλικά επέμβασης καθώς μια λάθος επιλογή μπορεί λειτουργήσει αρνητικά στην συμπεριφορά του δομικού συστήματος.

Τέλος σε ότι αφορά τις παραπάνω διαδικασίες, και στα δύο μέρη θα ακολουθηθεί η σύνθετη διαδικασία όπως φαίνεται παρακάτω:

- Προσομοίωση
- Ανάλυση
- Διεξαγωγή αποτελεσμάτων
- Διαστασιολόγηση

2. Διάγνωση βλαβών σε υφιστάμενα κτίρια και μέθοδοι αντιμετώπισης

Η διαδικασία διάγνωσης βλαβών περιλαμβάνει το συνδυασμό της οπτικής αξιολόγησης της κατασκευής με τις κατάλληλες ενόργανες μεθόδους διάγνωσης βλαβών (Εικ.04) με σκοπό την απόκτηση επαρκών στοιχείων για την κατάσταση της κατασκευής. Επίσης, η θέση και η επιλογή των προς εξέταση δειγμάτων είναι σημαντική για την εξαγωγή σωστών συμπερασμάτων που αφορούν στο σύνολο του φορέα. Ο αριθμός των ελέγχων διάγνωσης πρέπει να επαρκεί για την επιλογή της σωστής στρατηγικής επεμβάσεων και την καλή εκτίμηση του συνολικού τμήματος της κατά-σκευής που χρήζει επισκευών.



Εικ.04: Απεικόνιση διαδικασίας διάγνωσης βλαβών

Για τη διεξαγωγή των ελέγχων απαιτείται πεπειραμένο συνεργείο, το οποίο σε συνεργασία με το μελετητή μηχανικό πρέπει να διασφαλίσει τα ακόλουθα:

- Την εφαρμογή των κατάλληλων μεθόδων διάγνωσης βλαβών στην πράξη, συμπεριλαμβανομένης της λειτουργίας του απαραίτητου μηχανικού εξοπλισμού.
- Την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου και θέσης ελέγχου ανάλογα με το είδος της βλάβης- διάγνωσης.
- Την ορθή και λεπτομερή περιγραφή των αποτελεσμάτων της έρευνας, καθώς και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων αυτών.

2.1. Μέθοδοι διάγνωσης βλαβών

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία ελέγχων διάγνωσης βλαβών που χρησιμοποιούνται για την διερεύνηση των μηχανικών ιδιοτήτων διαφόρων υλικών. Οι έλεγχοι αποσκοπούν κυρίως στην εκτίμηση της έμμεσης θλιπτικής αντοχής του κάθε υλικού και στον προσδιορισμό περιοχών που χαρακτηρίζονται από μεγάλη διαπερατότητα, ρηγματώσεις, αποφλοιώσεις, μειωμένη πυκνότητα, κλπ.

Παρακάτω παρατίθενται συνοπτικά κατηγοριοποιημένες οι μέθοδοι διάγνωσης βλαβών σε υφιστάμενα κτίσματα καθώς και οι διάφοροι τρόποι μέτρησης:

- Μη καταστροφικοί έλεγχοι
 - Οπτικός έλεγχος
 - Κρουσιμέτρηση
 - Χρήση υπερήχων
 - Μαγνητικές μέθοδοι
 - Μέτρηση του ηλεκτρικού δυναμικού σιδηροοπλισμού
 - Ακτινογράφιση με ακτίνες “Χ” και “Γ”
 - Θερμογράφιση με υπέρυθρη ακτινοβολία
 - Μέτρηση του ποσοστού υγρασίας με εκπομπή νετρονίων
- Ημικαταστροφικοί Έλεγχοι
 - Λήψη πυρήνων
 - Χρήση εξολκέα
 - Έλεγχος ράβδων οπλισμού σε εφελκυσμό
 - Μέθοδος της πετρογραφικής ανάλυσης
- Επιτόπου Χημικοί Έλεγχοι
 - Έλεγχος του βάθους ενανθράκωσης
 - Έλεγχος χλωριόντων
- Έλεγχοι καθολικής φόρτισης

Εκτός από τις παραπάνω κύριες κατηγορίες ελέγχων διάγνωσης βλαβών, μία κατασκευή μπορεί επίσης να υποβληθεί και σε άλλους συμπληρωματικούς ελέγχους για την εξαγωγή συμπερασμάτων όπως:

- Έλεγχοι της γεωμετρίας των δομικών στοιχείων του φορέα
 - Μετρήσεις του εύρους των ρωγμών στο σκυρόδεμα ή στη φέρουσα τοιχοποιία.
 - Μετρήσεις των παραμενουσών παραμορφώσεων
- Έλεγχοι της θεμελίωσης και του εδάφους έδρασης:
 - Μέτρηση των διαστάσεων των θεμελιώσεων και αξιολόγηση με την εκσκαφή τάφρων ελέγχου.

2.2. Μη καταστρεπτική μέθοδος

Οι μη καταστρεπτικές μέθοδοι (ή και έμμεσες μέθοδοι) αποσκοπούν στον έμμεσο προσδιορισμό αντοχής μιας κατασκευής. Είναι εύκολες στην χρήση, οικονομικές αλλά η αξιοπιστία τους εξαρτάται από το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Με τις μεθόδους αυτές δεν μετρίεται άμεσα η θλιπτική αντοχή ενός υλικού, αλλά ένα άλλο χαρακτηριστικό του το οποίο σχετίζεται έμμεσα με την θλιπτική αντοχή. Ωστόσο, σε μερικές περιπτώσεις είναι απαραίτητο να απομακρυνθούν τελειώματα (σοβάς) προκειμένου να γίνει έλεγχος. Ο έμμεσος αυτός προσδιορισμός της αντοχής κρίνεται αναγκαίος στις περιπτώσεις κατά τις οποίες θέλουμε:

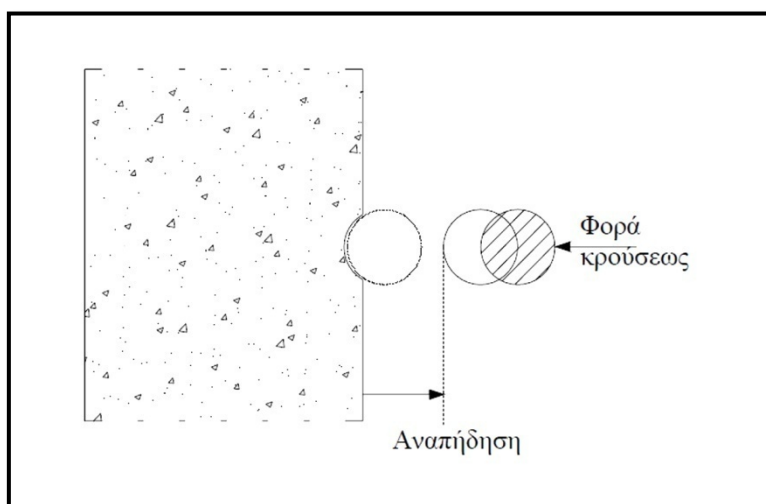
- Να εξετάσουμε την ομοιογένεια της αντοχής του υλικού σε μια κατασκευή.
- Να παρακολουθήσουμε την ανάπτυξη της αντοχής με την πάροδο του χρόνου (προκατασκευή, αφαίρεση ξυλοτύπων κλπ).
- Να προσδιορίσουμε την θλιπτική αντοχή του υλικού επιτόπου στο έργο.
- Να προσδιορισθεί η επιφανειακή σκληρότητα, η ελαστικότητα, η πυκνότητα καθώς και η εφελκυστική αντοχή του υλικού.

2.3. Κρουσιμέτρηση

Η μέθοδος του κρουσίμετρου είναι μια μη καταστρεπτική μέθοδος εκτιμήσεως της έμμεσης θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος (συνήθως), η οποία βασίζεται στην μέτρηση της επιφανειακής σκληρότητας των δομικών στοιχείων που εξετάζονται. Με την μέθοδο αυτή εξετάζεται η ποιότητα της εξωτερικής επιφάνειας των κατασκευών και σε βάθος έως 30mm. Ακόμη, χρησιμοποιείται για την διαπίστωση της ομοιογένειας των εξεταζόμενων δομικών στοιχείων, κυρίως πριν τον έλεγχό τους από άλλες μεθόδους όπως πυρηνοληψία και εξόλκευση ήλου⁸. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι με την εφαρμογή της μεθόδου αυτής μπορούμε να διεξάγουμε αξιόπιστα αποτελέσματα για την αντοχή ενός δομικού στοιχείου μόνο όταν συνδυαστεί και με άλλες μεθόδους.

⁸ Η ομοιογένεια και η ποιότητα του σκυροδέματος μας ενδιαφέρουν ακόμη στα προεντεταμένα δομικά στοιχεία, όπου περιοχές με χαμηλή ποιότητα μπορεί να οδηγήσουν σε αστοχία του έργου. Η μέτρηση του δείκτη επιφανειακής σκληρότητας πρέπει να γίνεται για ηλικίες σκυροδέματος μεταξύ 14 ημερών και 3 μηνών. Για τέτοιες ηλικίες το σφάλμα των μετρήσεων μπορεί να φτάσει το 15%, ενώ αντίθετα για σκυροδέματα ηλικίας μεγαλύτερης των 3 μηνών, για τα οποία δεν έχουμε αρκετά στοιχεία για την σύνθεση και συντήρησή τους, το σφάλμα φτάνει το 25%. (Χρ. Σπανός, Μ. Σπιθάκης, Κ. Τρέζος, *Πρακτικά-Διδακτικά εγχειρίδια. Μεθοδολογία για την επιτόπου αποτίμηση των χαρακτηριστικών των υλικών*, Ομάδα εργασίας II-3, Αντισεισμική θωράκιση υφιστάμενων κατασκευών, ΤΕΕ, Αθήνα, Μάιος 2001, σελ.62-65)

Η αρχή της λειτουργίας της έγκειται στο γεγονός ότι μια μεταλλική μάζα προσκρούει στην επιφάνεια του εξεταζόμενου υλικού (Σχήμα01). Το εύρος της αναπήδησής της έχει άμεση σχέση με την ελαστικότητα του μέσου στο οποίο προσκρούει συνεπώς και με την εκτιμώμενη αντοχή. Απαραίτητη προεργασία αποτελεί αυτή της απομακρύνσεως πετασμάτων(σοβάς) της μετρηθείσας επιφάνειας για σωστή διεξαγωγή μετρήσεων. Ακόμη, απαιτούνται 10 τουλάχιστον μετρήσεις σε κάθε θέση προκειμένου το δείγμα να κριθεί ικανοποιητικό-αξιόπιστο για περαιτέρω υπολογισμό της έμμεσης θλιπτικής αντοχής.



Σχήμα01: Αρχή λειτουργίας της μεθόδου της κρουσιμέτρησης

Παρακάτω παρουσιάζονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την εκτίμηση της αντοχής με την μέθοδο του κρουσίμετρου οι οποίοι θα πρέπει, στο μέτρο του δυνατού, να λαμβάνονται υπόψη κατά την διεξαγωγή της διαδικασίας:

- **Υγρασία:** Η ύπαρξη υγρασίας στην υπό μέτρηση επιφάνεια ενδέχεται να επηρεάσει σημαντικά τις ενδείξεις του κρουσίμετρου. Για αυτόν τον λόγο θα πρέπει η διαδικασία να πραγματοποιείται σε ξηρές επιφάνειες. Η μείωση αυτή του δείκτη επιφανειακής σκληρότητας, ανάλογα με το ποσοστό υγρασίας, μπορεί να φτάσει το 20% ¹⁰.
- **Θερμοκρασία:** Η θερμοκρασία του περιβάλλοντα χώρου συμβάλλει και αυτή στην ακρίβεια των μετρήσεων. Επισημαίνεται ότι θα πρέπει να κυμαίνεται από 10^oC έως 30^oC. Για θερμοκρασιακές τιμές κοντά στο μηδέν οι ενδείξεις ενδέχεται να παρουσιάζονται αυξημένες σε σχέση με τις πραγματικές ¹⁰.
- **Τύπος και γεωμετρία των εξεταζόμενων δοκιμίων:** Οι επιφάνειες που δοκιμάζονται με την μέθοδο του κρουσίμετρου πρέπει να είναι απόλυτα λείες. Συμπερασματικά μπορεί να αναφερθεί ότι οι προς δοκιμή επιφάνειες θα πρέπει ή να προέρχονται από καλούπι ή να λειαίνονται αν είναι ανώμαλες, καθότι έχει παρατηρηθεί ότι οι ενδείξεις του κρουσίμετρου στις λείες επιφάνειες είναι αυξημένες σε σχέση με τις ενδείξεις στις ανώμαλες επιφάνειες. Πρέπει να τονιστεί ακόμη ότι εκτός από τις ανώμαλες επιφάνειες, ακατάλληλες για δοκιμή είναι επίσης και οι επιφάνειες που προκύπτουν από κοπή (π.χ. με τροχό) ¹⁰.

- **Διεύθυνση κρουσιμετρήςσης:** Η διεύθυνση μέτρησης θα πρέπει να είναι όσο δυνατόν περισσότερο κάθετη με την επιφάνεια επαφής. Σε διαφορετική περίπτωση προβλέπονται διορθωτικοί συντελεστές αναλόγως με την γωνία μέτρησης που πραγματοποιήθηκε η κρουσημετρηση ¹⁰.

R	Διορθώσεις για γωνίες κλίσεως			
	+90°	+45°	-45°	-90°
10			+2.4	+3.2
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1
40	-3.9	-2.6	+2.0	+2.7
50	-3.1	-2.1	+1.6	+2.2
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7

Πίνακας01: Πίνακας διορθωτικών συντελεστών για αποκλίνουσες γωνίες μέτρησης (R=δείκτης επιφανειακής σκληρότητας)

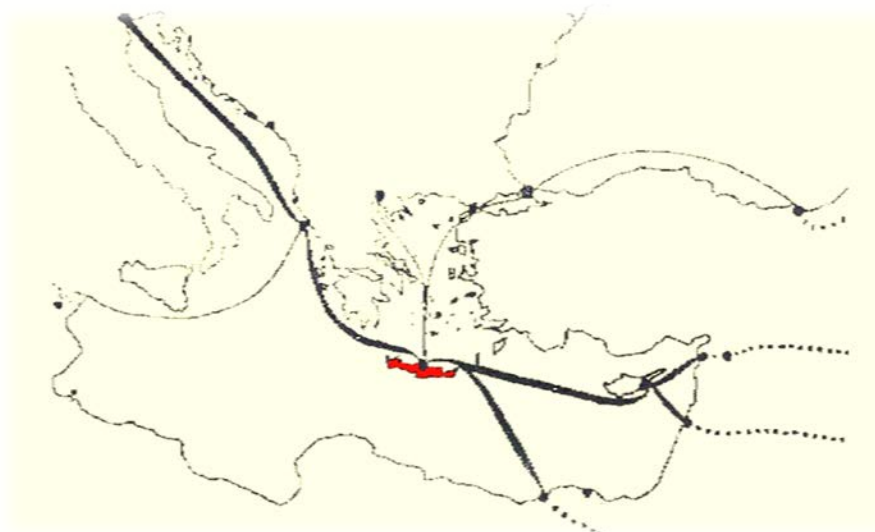
- **Αριθμός και θέσεις δοκιμών:** Ο προβλεπόμενος αριθμός μετρήσεων σε μια κρουσιμέτρηση θα πρέπει να κυμαίνεται από 5 έως 10. Η απόσταση από το τέλος της επιφάνειας, ειδικά όταν πρόκειται για υποστύλωμα, δεν θα πρέπει να είναι λιγότερο από 30mm. Η απόσταση μεταξύ των μετρήσεων προβλέπεται να είναι από 150 έως 300 mm. Ακόμη ως τελική τιμή μετριέται ο μέσος όρος των πραγματοποιηθέντων μετρήσεων καθώς απορρίπτεται οποιαδήποτε μέτρηση διαφέρει από την μέση τιμή πάνω από 5 μονάδες. Τέλος, αν το 20% των μετρήσεων μιας θέσεως διαφέρει από τον μέσο όρο περισσότερο από 6 μονάδες, η μέτρηση της θέσεως θεωρείται αναξιόπιστη και επαναλαμβάνεται ¹⁰.
- **Ενανθράκωση:** Όταν τα δομικά στοιχεία είναι μεγάλης ηλικίας ή εκτίθενται σε περιβάλλον πλούσιο σε CO² αναπτύσσεται το φαινόμενο της ενανθρακώσεως. Το φαινόμενο αυτό, προκαλεί αύξηση των ενδείξεων του κρουσίμετρου έως και 50%. Γίνεται εύκολα κατανοητό ότι για μεγάλα βάθη ενανθρακώσεως η διαφορά μεταξύ της συμβατικής αντοχής f_c και της $f_c(R)$ είναι τόσο μεγάλη, που μας επιτρέπει να πούμε ότι γι' αυτές τις τιμές του βάθους ενανθρακώσεως η μέθοδος του κρουσίμετρου παύει να είναι ένα αντικειμενικό κριτήριο για την εκτίμηση της αντοχής μιας κατασκευής ⁹.

⁹ «Η ομοιογένεια και η ποιότητα του σκυροδέματος μας ενδιαφέρουν ακόμη στα προεντεταμένα δομικά στοιχεία, όπου περιοχές με χαμηλή ποιότητα μπορεί να οδηγήσουν σε αστοχία του έργου. Η μέτρηση του δείκτη επιφανειακής σκληρότητας πρέπει να γίνεται για ηλικίες σκυροδέματος μεταξύ 14 ημερών και 3 μηνών. Για τέτοιες ηλικίες το σφάλμα των μετρήσεων μπορεί να φτάσει το 15%, ενώ αντίθετα για σκυροδέματα ηλικίας μεγαλύτερης των 3 μηνών, για τα οποία δεν έχουμε αρκετά στοιχεία για την σύνθεση και συντήρησή τους, το σφάλμα φτάνει το 25%». (Χρ. Σπανός, Μ.Σπιθάκης, Κ.Τρέζος, Πρακτικά-Διδακτικά εγχειρίδια. Μεθοδολογία για την επιτόπου αποτίμηση των χαρακτηριστικών των υλικών, Ομάδα εργασίας II-3, Αντισεισμική θωράκιση υφιστάμενων κατασκευών, ΤΕΕ, Αθήνα, Μάιος 2001, σελ.62-65)

- **Σημεία που πρέπει να αποφεύγονται:** Τα σημεία κρουσιμετρήσεως θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 30mm μακριά από τις ακμές ή τις απότομες ασυνέχειες του δοκιμίου. Περιοχές με οπλισμούς θα πρέπει, όσο είναι δυνατόν, να αποφεύγονται. Λεπτοί τοίχοι και πλάκες (με πάχος μικρότερο των 12cm) δίνουν μειωμένες ενδείξεις, λόγω της ταλαντώσεως που δημιουργείται απ' την κρουσιμέτρηση. Οι κανονισμοί δίνουν ότι το ελάχιστο πάχος, των δοκιμαζόμενων με την μέθοδο του κρουσίμετρου (R), μελών μιας κατασκευής πρέπει να είναι 100mm (ASTM C805 1985, ISO DIS 8045 1982) ¹⁰.

3. Το νησί, η πόλη, η ονομασία

Η πόλη των Χανίων αποτελεί ένα μωσαϊκό από διαφορετικούς πολιτισμούς. Αυτό οφείλεται στην γεωγραφική της θέση όπου καταλαμβάνοντας το κέντρο της Ανατολικής Μεσογείου, βρίσκεται στο σημείο όπου συναντιούνται τρεις διαφορετικοί πολιτισμοί, η Ευρώπη, η Ασία και η Αφρική (Εικ.05). Παράλληλα το μακρόστενο σχήμα του νησιού (Κρήτη) αποτελεί ένα φυσικό όριο διαχωρισμού του Αιγαίου από το Λιβυκό πέλαγος. Έτσι, λόγω της στρατηγικής του θέσης, ιστορικά, το νησί δέχτηκε τεράστιες επιδρομές από διάφορους πολιτισμούς οι οποίοι είχαν ως απώτερο τους σκοπό τον έλεγχο των εμπορικών δρόμων μεταξύ Ανατολής και Δύσης.



Εικ.05: Απεικόνιση στρατηγικής-γεωγραφικής θέσης της Κρήτης και δικτύου θαλάσσιων δρόμων του 15^{ου} -16^{ου} αιώνα.
Χανιά, Καστέλι ως η αρχαιότερη πόλη

Οι αρχαιολογικές έρευνες στην πόλη των Χανίων αποδεικνύουν ότι αυτή είναι χτισμένη πάνω στα ερείπια της Κυδωνίας, μιας αξιόλογης αρχαίας πόλης η οποία χτίστηκε κατά τους προϊστορικούς χρόνους από τον Κύδωνα, γιο - σύμφωνα με τους αρχαίους Κρήτες - του Ερμή - κατ' άλλους του Απόλλωνα - και της νύμφης Ακακαλίδας, κόρης του Μίνωα. Η Κυδωνία αναφέρεται από τον Όμηρο ως μια από τις σπουδαιότερες πόλεις της Κρήτης, ενώ οι Κύδωνες θεωρούνται ως προελληνικό φύλο. Οι αρχαίοι συγγραφείς θεωρούν την Κυδωνία "μητέρα των άλλων κρητικών πόλεων".

Όσον αφορά την ετυμολογία του τοπωνυμίου της πόλης υπάρχουν πολλές εκδοχές από τις οποίες πιθανόν η πόλη να πήρε το όνομα Χανιά. Μια πρώτη εκδοχή εντοπίζεται από την παραφθορά του ονόματος Χθονία, που ήταν ένα από τα αρχαία ονόματα της Κρήτης. Σύμφωνα με άλλη εκδοχή η ονομασία προέρχεται από το Αραβικό Χάνι ή τέλος από την αλχανία κώμη (προάστιο ή συνοικία της Κυδωνίας).

Δεδομένης της πλούσιας ιστορικής εξέλιξης της Κρήτης, της ποικιλομορφίας διάφορων πολιτισμικών επιρροών και του υψηλού επιπέδου που επέδειξε ο Μινωικός πολιτισμός, παρατηρείται ένα πλούσιο δείγμα ανάπτυξης και εξέλιξης της στο πέρασμα των χρόνων έχοντας τις ρίζες του από την αρχαιότητα. Αποτέλεσμα των προαναφερ-

θεντων αποτελούν τα σημαντικά μνημεία και ευρήματα που έχουν βρεθεί μέσω των οποίων χαρακτηρίζεται σε σημαντικό βαθμό η φυσιογνωμία της πόλης των Χανίων σήμερα. Τέλος, αναφέρεται ότι η πόλη των Χανίων άκμασε και παρήκμασε ως αρχαία Κυδωνιά, ξαναϊδρύθηκε από τους Ενετούς με το σημερινό της όνομα και εν συνεχεία κατακτήθηκε από τους Τούρκους (Πίνακας 02) .

Νεολιθική Εποχή	6100-2800 π.Χ.
Πρωτομινωική Εποχή	2800-2100 π.Χ.
Μεσομινωική Εποχή	2100-1550 π.Χ.
Υστερομινωική Εποχή	1550-1100 π.Χ.
Γεωμετρική Εποχή	1100-685 π.Χ.
Αρχαϊκή-Κλασσική-Ελληνορωμαϊκή Περίοδος	685-330 μ.Χ
Α' Βυζαντινή Περίοδος	330-824 μ.Χ.
Αραβοκρατία	824-961 μ.Χ.
Β' Βυζαντινή περίοδος	961-1204 μ.Χ.
Ενετοκρατία	1204-1645 μ.Χ.
Α' Περίοδος Τουρκοκρατίας	1645-1830 μ.Χ.
Αιγυπτιακή Κυριαρχία	1830-1841 μ.Χ.
Β' Περίοδος Τουρκοκρατίας	1841-1878 μ.Χ.
Γ' Περίοδος Τουρκοκρατίας	1878-1889 μ.Χ.
Δ' Περίοδος Τουρκοκρατίας	1889-1898 μ.Χ.
Αυτόνομη Κρητική Πολιτεία	1898-1913 μ.Χ.
Ένωση της Κρήτης με την Ελλάδα	1913 μ.Χ.

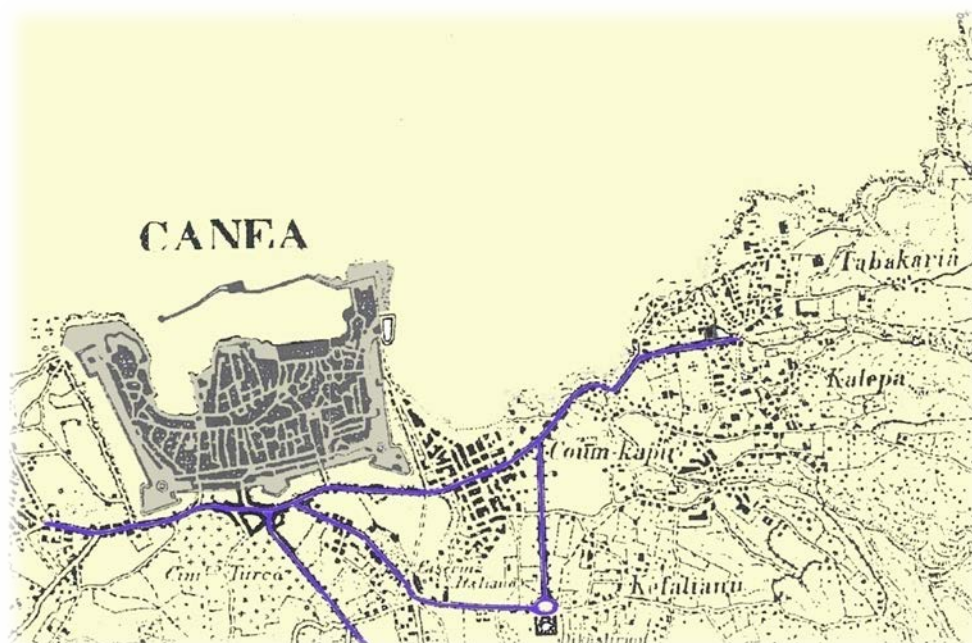
Πίνακας02: Απεικόνιση ιστορικών περιόδων κατά το πέρασμα των χρόνων

3.1. Ιστορική και πολεοδομική εξέλιξη από το 1878 έως σήμερα

Η αναφορά στο ιστορικό και πολεοδομικό κομμάτι μιας πόλης κρίνεται αναγκαία προκειμένου να κατανοηθεί με ουσιαστικό και ποιοτικό τρόπο η δομή του αστικού ιστού της καθώς και να αποσαφηνιστούν οι ανάγκες που οδήγησαν την εξάπλωση της προς την σημερινή υφιστάμενη κατάσταση. Για τον λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμο να γίνει μια γνωριμία σε ότι αφορά το ιστορικό και το πολεοδομικό επίπεδο μελετώντας τρεις χρονικές περιόδους σταθμούς για την μετεξέλιξη της δομής της πόλης των Χανίων κατά τα νεότερα χρόνια. Η πρώτη έχει ως αρχή το έτος 1878 όταν υπογράφεται η

Σύμβαση της Χαλέπας, η δεύτερη το έτος 1898 όταν ιδρύεται η Κρητική Πολιτεία και η τρίτη αναφέρεται στην περίοδο από το 1913, με την ένωση της Κρήτης με την Ελλάδα έως σήμερα.

Το 1878, με την ήττα της Τουρκίας στο Ρωσσοτουρκικό πόλεμο, αποφασίζεται η παραχώρηση ημιαυτονομίας στην Κρήτη η οποία επικυρώνεται με την Σύμβαση της Χαλέπας ¹⁰. Με το προσύμφωνο αυτό παραχωρούνται προνόμια στους Κρητικούς καθώς τους επιτρέπεται η διοίκηση του νησιού κάτω από την Τουρκική εποπτεία. Την εποχή εκείνη το Κρητικό ζήτημα έχει πάρει διεθνείς διαστάσεις και αποτελεί ένα από τα ακανθώδη προβλήματα στις Ελληνοτουρκικές σχέσεις με έντονη ανάμειξη και των «Μεγάλων Δυνάμεων» τις εποχής. Στα μεταγενέστερα χρόνια τα Χανιά μετατρέπονται με σταθερούς ρυθμούς σε κοσμοπολίτικη πόλη λόγω της παρουσίας πολλών προξε-



Εικ.6: Οι πρώτες γειτονιές έξω από τα τείχη το 1900

νείων που αναπτύσσουν έντονη διπλωματική δράση και προσελκύουν την εγκατάσταση πολλών Ευρωπαίων εμπόρων-κατοίκων. «Με την σύμβαση της Χαλέπας και μετά ήρθε και η πρόοδος σε όλους τους τομείς. Φιλεκπαιδευτικοί, δραματικοί, φιλαρμονικοί σύλλογοι ιδρύονταν ο ένας μετά τον άλλον. Τότε άρχισαν να καταφτάνουν πολυμελείς θίασοι από την Ελλάδα και από την Ευρώπη» ¹¹. Μια από τις περιοχές, γνωστή με την σημερινή ονομασία της από τότε, η Χαλέπα, προσελκύει ήδη από τα μισά του 19^{ου} αιώνα πλούσιους Κρητικούς οι οποίοι κτίζουν μεγάλα σπίτια με κήπους με αποτέλεσμα η περιοχή αυτή να μετεξελιχθεί σε χώρο δράσης της τότε αριστοκρατίας. Στον ίδιο χώρο εδρεύουν και προξενεία των ξένων δυνάμεων με αποτέλεσμα να μετατραπεί η περιοχή αυτή σε κέντρο της διπλωματικής ζωής ¹².

¹⁰ Γιάννης Δημ. Τσίβης, *Χανιά 1252-1940*, εκδ. Γνώση, Αθήνα, 1993, σελ. 31-262

¹¹ Μάρω Δούκα, *Αθώοι και φταίχτες*, εκδ. Κέδρος, Εικοστή τρίτη έκδοση, 2004, σελ. 27

¹² Αιμιλία Κλάδου-Μπλέτσα, *Τα Χανιά έξω από τα Τείχη*, εκδ. ΤΕΕ-Τμήμα Δυτικής Κρήτης, έκδοση Β, Αθήνα, 1998, σελ.22

Η παλιά πόλη την εποχή εκείνη ασφυκτιά μέσα στα όρια των οχυρώσεων , με τα στενά δρομάκια και την αποπνικτική ατμόσφαιρα. *«Η Κρήτη είχε δεθεί στο άρμα της Ευρώπης. Κυρίαρχο αίτημα για τους αστούς της εποχής ο εκσυγχρονισμός. Έπρεπε να ανοιχτούν δρόμοι, να γίνουν κοινωφελή έργα, να εξωραϊστεί η πρωτεύουσα»* ¹³ .

Έτσι παρατηρείται, το 1881, ιδιαίτερη οικοδομική δραστηριότητα, κυρίως έξω από τα τείχη της πόλης με αποτέλεσμα τα Χανιά να περιλαμβάνουν την εντός των τειχών πόλη και τις συνοικίες κάτω και άνω Κουμ Καπί (Πόλη της Άμμου) στις οποίες στεγάζονται κυρίως οι πρώτοι πρόσφυγες επί Οθωμανικού καθεστώτος, νέγροι και άραβες αλλά κυρίως η κατώτερη εργατική τάξη, οι Χαλικούτες, υπό άθλιες συνθήκες σε ιδιοκατασκευές-τσαντρία οι οποίες ονομάστηκαν τρώγλες ¹⁴ (Εικ.6). Ακόμη, εκτός των τειχών της πόλης, οι μόνες εγκαταστάσεις που είχαν πραγματοποιηθεί έως τότε ήταν τα νεκροταφεία, το Λοβοχώρι, ο τεκές των Μεβλεβίδων και το κτήμα με το σπίτι του Κουκουλάκη ¹⁵ . Να σημειωθεί ότι η Χαλέππα δεν εντάσσεται στην πόλη των Χανίων καθώς αποτελεί ανεξάρτητο οικισμό. Πληθυσμιακά το έτος 1881 η πόλη φτάνει στο σύνολο της τους 13.882 κατοίκους, εκ των οποίων 9.715 είναι Τούρκοι, 3.256 Έλληνες, 600 Εβραίοι και 214 Ευρωπαίοι.

Στις 23 Ιανουαρίου του έτους 1897 οι Τούρκοι προβαίνουν σε μεγάλη σφαγή του Χανιώτικου πληθυσμού, ως αντίδραση των προσπαθειών που είχαν γίνει για την ένωση της Κρήτης με το Ελληνικό Κράτος ¹⁶ . Έτσι το 1898, ύστερα από την επέμβαση των τεσσάρων μεγάλων δυνάμεων, ο πρίγκιπας Γεώργιος κηρύσσει στα Χανιά την ίδρυση της Κριτικής Αυτόνομης Πολιτείας ενώ ταυτόχρονα διατάσσεται η αποχώρηση από την Κρήτη 48.000 Τουρκοκρητικών ¹⁷ . Η πόλη των Χανίων γνωρίζει την μεγαλύτερη ακμή στην ιστορία της αφού αναγνωρίζεται πρωτεύουσα της Κρήτης.

¹³ Μάρω Δούκα, ο.π., σελ.64

¹⁴ «Η περιοχή εκτός από την ονομασία Κουμ Καπί λεγότανε άλλοτε Τενεκέ Μαχαλά ή και Χαλικούτικα, μια μεγάλη αμμούσα από την παραλία ως το σημερινό πάρκο Ειρήνης και Φιλίας. Και όλο το παραθαλάσσιο πέταλο, ακτή Μιαούλη σήμερα, αποτελούσε εκείνα τα χρόνια το κάτω Κουμ Καπί, εφόσον, λόγω του μεγάλου δρόμου της Χαλέπας που χώριζε την αμμούσα στα δύο, υπήρχε και το Άνω Κουμ Καπί, όπου κατοικούσαν Αιγύπτιοι, Βεγγάζοι, Αλτζερίνοι, Αιθίοπες, φανατικοί μουσουλμάνοι όλοι. Είχαν και τζαμί δικό τους εκεί και έμεναν σε καλύβες στεγασμένες με βούρλα ή με γκαζοτενεκέδες. Διότι το πετρέλαιο ή το γκάζι εισαγόταν τότε σε τενεκέδες, και αφθονούσε, ως ήταν επόμενο, αυτό το οικοδομικό υλικό. Εκτός από αχυροκαλύβες, το παραλιακό μέτωπο είχε και πολλά χαμόσπιτα-τρώγλες», Μάρω Δούκα, ο.π., σελ.93-94

¹⁵ Το Λοβοχώρι ή Κομεριανά βρίσκεται στην σημερινή θέση Βαρούσι, δυτικά της πόλης, και αποτελούσε τον συνοικισμό των λεπτρών. Η κυβέρνηση είχε μεταφέρει τους λεπτρούς κοντά στην πόλη για να μπορούν να ζουν είτε με το πούλημα λαχανικών είτε με την κτηνοτροφία και την ορνιθοτροφία. Ο τεκές των Μεβλεβίδων αποτελεί το σημερινό ορφανοτροφείο ενώ το σπίτι του Κουκουλάκη εντοπίζεται ακριβώς δίπλα του», (Αιμιλία Κλάδου-Μπλέτσα, ο.π., σελ.20-23)

¹⁶ «Φλεβάρης του 1897 ήταν, λίγες μέρες μετά τις σφαγές του Γενάρη, τότε που είχε λυσσάξει το γενιτσαριό, είχε λυσσάξει όμως και πριν από οχτώ μήνες. Μάη του 1986, κι είχε πυρπολήσει την πόλη, τότε που η Τριμάρτυρη είχε καεί, χαλασμός, κι απείς ησυχάσανε τα πράγματα, τότε ζώσανε τον τσάρο τα κρίματα, μπορεί και να του εμφανίστηκε η Παναγία να τότε ραβδίσει, λόγω που τα δικά του κανόνια κατάτρωπα είχανε βαρέσει τους επαναστάτες στο Ακρωτήριο, και το εκκλησιδάκι επαέ, τον Προφήτη Ηλία, ο τσάρος το χτισέ και κάτω στην πόλη έχτισε φάτσα στην Τριμάρτυρη μια μεγάλη στοά, ως είκοσι μέτρα μακρός, έχτισε και τα Επισκοπικά γραφεία, επισκεύασε και την καμένη τριμάρτυρη, αυτά και άλλα πολλά, από χρόνια όμως γκρεμίστηκε η στοά και έγινε μια ωραιότατη πλατεία μπροστά στο ναό για τους τουρίστες και για τα παιδιά και για τα πιτσούνια», (Μάρω Δούκα, ο.π., σελ.93-94)

¹⁷ Γιάννης Δημ. Τσίβης, ο.π., σελ.31-262

Την περίοδο αυτή το πρόβλημα της έλλειψης χώρου μέσα στην παλιά πόλη ολοένα και αυξάνεται με αποτέλεσμα η οχύρωση να λειτουργεί περισσότερο ως εμπόδιο για την ανάπτυξη της παρά ως μηχανισμός προστασίας της. Ταυτόχρονα η έκταση που έχει καταλειφθεί εκτός των τειχών είναι πολλαπλάσια αυτής της παλαιάς πόλης και ολοένα και μετατοπίζεται προς αυτήν. Επομένως δημιουργείται η ανάγκη για εκσυγχρονισμό της ρυμοτομίας της πόλης. Η πρώτη ενεργεία πραγματοποιείται το 1900 όπου ο ρυθμός ανοικοδόμησης καλπάζει σε πολύ υψηλά επίπεδα (Σχέδιο 01).

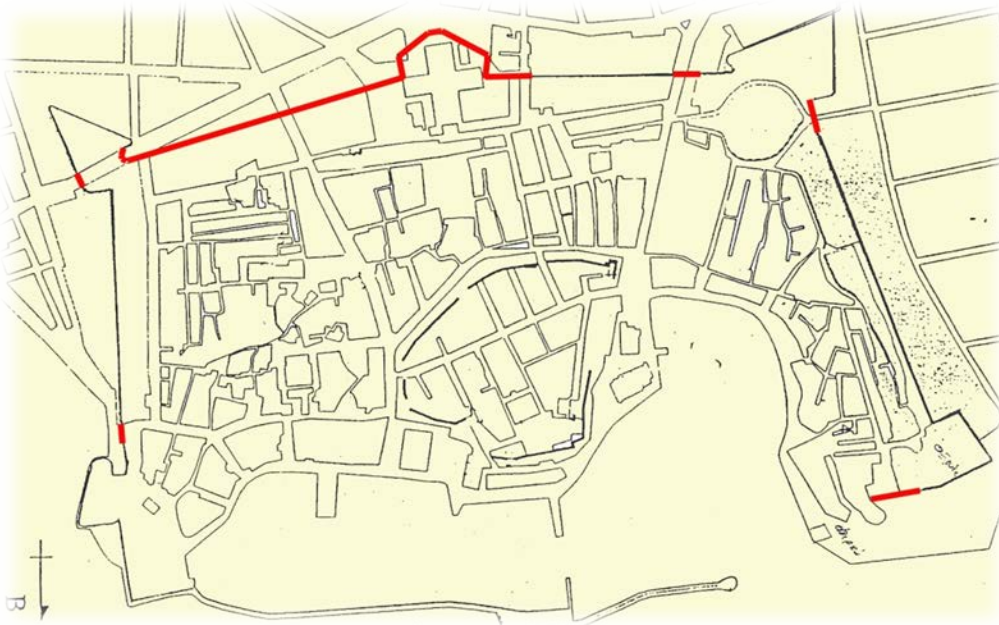


Σχέδιο01: Το πρώτο σχέδιο της πόλης το 1900

Έτσι, μετά από εκπόνηση μελέτης τον Ιανουάριο του 1901, υπό τους μηχανικούς της Κρητικής Πολιτείας Χ.Τσολίνα και Μ.Σαββάκη, το νέο σχέδιο πόλης δημιουργείται πάνω στην υφιστάμενη ήδη κατάσταση, έξω από τα τείχη της παλαιάς πόλης και πάνω στους άξονες που ορίζουν ο δρόμος της Χαλέπας, η οδός Ηρώων Πολυτεχνείου έως το κτίριο των Δικαστηρίων, ο Δημοτικός Κήπος και ο δρόμος περιπάτου Νεάρχου-Τζανακάκη. Πιο συγκεκριμένα στις 5 Απριλίου του 1901 δημοσιεύεται στην εφημερίδα της Κρητικής Πολιτείας το 331 Διάταγμα «Περί σχεδίου πόλεων, κωμοπόλεων και χωρίων» και στις 4 Αύγουστου του ίδιου έτους με το Διάταγμα 340 αρχίζει να εφαρμόζεται η ρυμοτομία του τμήματος της νέας πόλης των Χανίων έξω από τα τείχη. Ο μηχανικός Μ. Σαββάκης εκτός από το νέο σχέδιο πόλης είχε εκπονήσει και επιβλέψει πληθώρα έργων για την πόλη των Χανίων. *«Έφτασε στα Χανιά το Μάρτιο του 1892, επί Μαχμούντ πασά, τον προσέλαβε η γενική Διοίκηση Κρήτης, κι αμέσως ξεχώρισε με τα τόσα χαρίσματα του. Σπουδαγμένος, λέει, στο Βέλγιο, ακάματος, έντιμος, πρωτοπόρος, ευφάνταστος αλλά και πρακτικός, γνώστης λαμπρός της επιστήμης του και ευαίσθητος παρατηρητής του κριτικού τοπίου, αυτός μελέτησε και επέβλεψε την κατασκευή των μεγάλων δρόμων Χαλέπας-Σούδας, αυτός ανέλαβε την επίβλεψη του στρατιωτικού νοσοκομείου που δεν επρόκειτο να λειτουργήσει ως νοσοκομείο αλλά ως Διοικητήριο, λίγα χρόνια αργότερα, όταν όλα πια είχαν αλλάξει»*¹⁸.

¹⁸ Ο μηχανικός Χ.Τσολίνας που υπηρετεί στα Δημόσια Έργα, «...λίαν γνωστός εν Ελλάδι επί άρτια επιστημονική μόρφωση, ανέλαβων από τινός χρόνου το σχέδιο της πόλεως χάριν του οποίου πυρετωδώς καθ' εκάστην καταγίνεται μετ' εκτάκτου επιστημονικής δεξιότητος και ακρίβειας...» ασχολείται με την σύνταξη του σχεδίου της πόλης. Την εποπτεία όμως για την σύνταξη έχει ο αρχιμηχανικός της Κρητικής Πολιτείας Μιχάλης Σαββάκης (Αιμιλία Κλάδου-Μπλέτσα, ο.π., σελ.30)

Το έτος 1905 τα τείχη της παλαιάς πόλης παραχωρούνται στον δήμο Χανίων για κατεδάφιση και η τάφρος μετατρέπεται κατά το μεγαλύτερο μέρος της σε λαχανόκηπους προς καλλιέργεια (Σχέδιο 02) . Κατά την σταδιακή κατεδάφιση της οχύρωσης με σκοπό την ομαλή σύνδεση της με την εκτός των τειχών της πόλης, κατεδαφίζονται πρώτα, τμήματα των τειχών στην ανατολική, τη νότια και την δυτική πλευρά και ακολουθούν νέα ρήγματα και επιχωματώσεις της περιμετρικής τάφρου (Εικ06). Στην θέση της κεντρικής πόλης Καλέ-Καπί και του προμαχώνα Piatta Forma κατασκευάζεται η οδός Μουσούρων και η σημερινή πλατεία Κοτζαμπάση. «Το 1908 κατεδαφίζεται ο προμαχώνας Piatta Forma για να χτιστεί η Δημοτική Αγορά. Το Ηγεμονικό Συμβούλιο είχε διατάξει την μεταφορά εντός δεκαπέντε ημερών όλων των λεπτρών της περιοχής στο μακρινό αυτό νησάκι. Αρκετοί Χανιώτες τότε χάθηκαν οριστικά από τους δικούς τους. Πριν γίνει αυτό, η Γενική Διεύθυνση είχε αγοράσει το 1887, από το χωριό Κάτω Γαλατά για 20.000 γρόσια την παραθαλάσσια περιοχή των Αγίων Αποστόλων, τους αναμάζωξε και τους περιόρισε όλους εκεί, πλάι στη θάλασσα».¹⁹



Σχέδιο02: Τοπογραφικό σχέδιο παλαιάς πόλης
Με κόκκινο απεικονίζονται τα κατεδαφισμένα σημεία του τείχους

¹⁹ Τα τείχη, χτισμένα το 1252, είχαν τρεις πύλες, μια στα ανατολικά, την πύλη της Αμμου (Σαμπιονέρα) στο Κουμ-Καπί, που είχε ονομασθεί έτσι από το αμμώδες έδαφος της περιοχής, μια πύλη στη συνοικία Τοπχανά, το "πορτάκι", στο τέλος της σημερινής οδού Θεοτοκοπούλου, που εξυπηρετούσε τη στρατιωτική Υπηρεσία, αλλά και τους Εβραίους που έμεναν στη συνοικία της Οβριακής και όταν είχαν κηδεία κατευθυνόταν στο Εβραϊκό νεκροταφείο, στα νοτιοδυτικά του εργοστασίου της ΑΒΕΑ και τέλος την πύλη του Καλέ-Καπισί, πύλη του φρουρίου, Porta Retimiota όπως λεγόταν παλαιότερα, μια που από εκεί άρχιζε ο δρόμος για το Ρέθυμνο, που βρισκόταν στα νότια του τείχους που περιέκλειε την πόλη. Στα παλαιότερα χρόνια, όπως άλλωστε οι περισσότερες πύλες των φρουρίων, άνοιγε με την ανατολή του ηλίου και κλειδωνόταν με τη δύση του. Από αυτή είχε βγει και ο τελευταίος Τούρκος στρατιώτης στις 3 Νοεμβρίου του 1898.

Είναι φανερό πλέον ότι η Παλιά Πόλη αποτελεί το κέντρο ανάπτυξης και επέκτασης της πόλης καθώς οι οδοί Τζανακάκη, Δημοκρατίας, Κισάμου, Αποκορώνου και Ελευθερίου Βενιζέλου συγκλίνουν ακτινωτά στη Δημοτική αγορά. Η πληθυσμιακή κατανομή της πόλης ανέρχεται στους 20.972 κατοίκους, εκ των οποίων οι 11.219 είναι Χριστιανοί, 9.112 είναι Μουσουλμάνοι και 641 Εβραίοι.

Μετά την νικηφόρα έκβαση για την Ελλάδα των Βαλκανικών πολέμων, υπογράφεται την 1^η Δεκεμβρίου του 1913 η ένωση της Κρήτης με τον Ελλαδικό χώρο και τα Χάνια συνεχίζουν την πορεία τους ως μια μεγάλη επαρχιακή πόλη ²⁰.



Εικ.06: Ρήγματα τείχους της παλιάς πόλης των Χανίων

Την ίδια εποχή η πόλη επεκτείνεται και καταλαμβάνει όλο και μεγαλύτερη έκταση. Αυτό φέρει ως αποτέλεσμα την ένταξη στο σχέδιο πόλης νέων συνοικιών όπως αυτές της Νέας Χώρας, του Αγίου Λουκά, των Δικαστηρίων, του Αγίου Ιωάννη, των Λενταριανών καθώς και η συνοικία της Χαλέπας εντάσσεται στον Δήμο Χανίων (Σχέδιο 03-04).

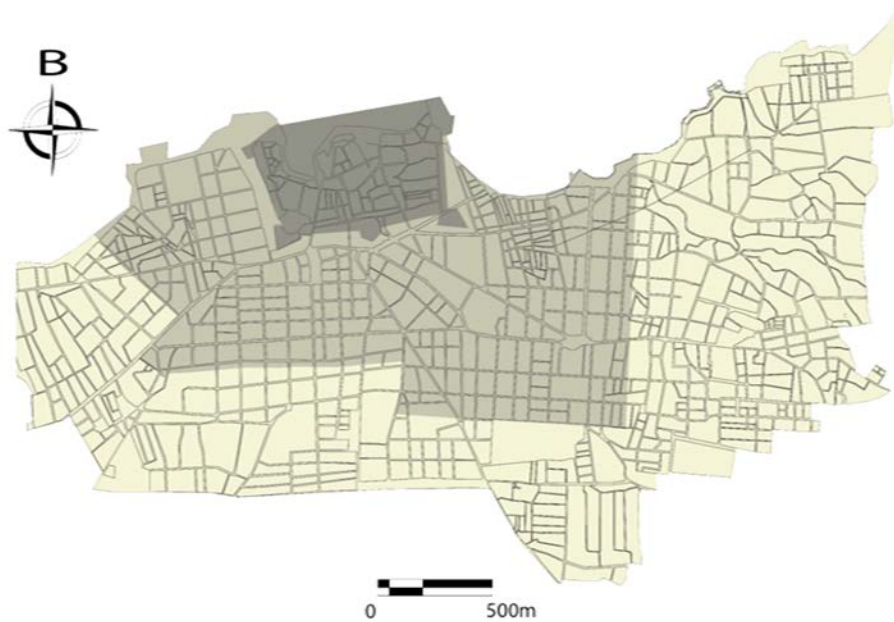
Το 1922, η Μικρασιατική καταστροφή φέρει ως επακόλουθο την ανάγκη στεγαστικής αποκατάστασης μεγάλου αριθμού προσφύγων για την πόλη των Χανίων. Έτσι η πόλη αφενός έχει να αντιμετωπίσει το μεγάλο πρόβλημα της ένταξης και αποκατάστασης αυτών των ανθρώπων στην τοπική κοινωνία της, αφετέρου όμως λόγω της ραγδαίας αύξησης του πληθυσμού δημιουργούνται για μια ακόμη φορά οι ανάγκες για ανασυγκρότηση του σχεδίου πόλεως. Τέλος οι κακουχίες συνεχίζονται με την «μεγάλη Μάχη της Κρήτης» κατά τον Β΄ παγκόσμιο πόλεμο όπου το ιστορικό κέντρο της παλαιάς πόλης των Χανίων υφίσταται τεράστια πλήγματα λόγω των βομβαρδισμών με αποτέλεσμα να καταστρέφεται μεγάλο μέρος της πολιτιστικής της κληρονομιάς.

Σε ότι αφορά την πολεοδομική εξέλιξη της περιόδου αυτής το 1946 πραγματοποιείται η δεύτερη φάση του σχεδίου πόλεως με το βασιλικό διάταγμα 335/14.11.46. Στα χρόνια που ακολουθούν με την γερμανική κατοχή, το ρυμοτομικό

²⁰ Γιάννης Δημ. Τσίβης, ο.π., σελ.31-262

σχέδιο προέβλεπε εξαφάνιση του ιστορικού και πολεοδομικού ιστού της παλαιάς πόλης με την κατεδάφιση μεγάλου αριθμού κατοικιών και μνημείων σε αναδασμό των οικοπέδων που θα προέκυπταν (ΦΕΚ 50/16.4.47). Σε ορισμένες περιοχές όπου εφαρμόστηκε το ανωτέρω σχέδιο οι συνέπειες ήταν καταστροφικές.

Το 1965 η πάλαια πόλη χαρακτηρίζεται ως «ιστορικό διατηρητέο μνημείο» με υπουργική απόφαση 6478/65 ΦΕΚ 523Β, όπου και αρχίζει μια προσπάθεια διατήρησης και ανάδειξης της. Μόλις το 1978 εγκρίνονται οι πρόσφατοι έως και σήμερα όροι δόμησης με το διάταγμα 678/Δ/1978 και το 1988 εγκρίνεται και δημοσιεύεται το Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο Χανίων.

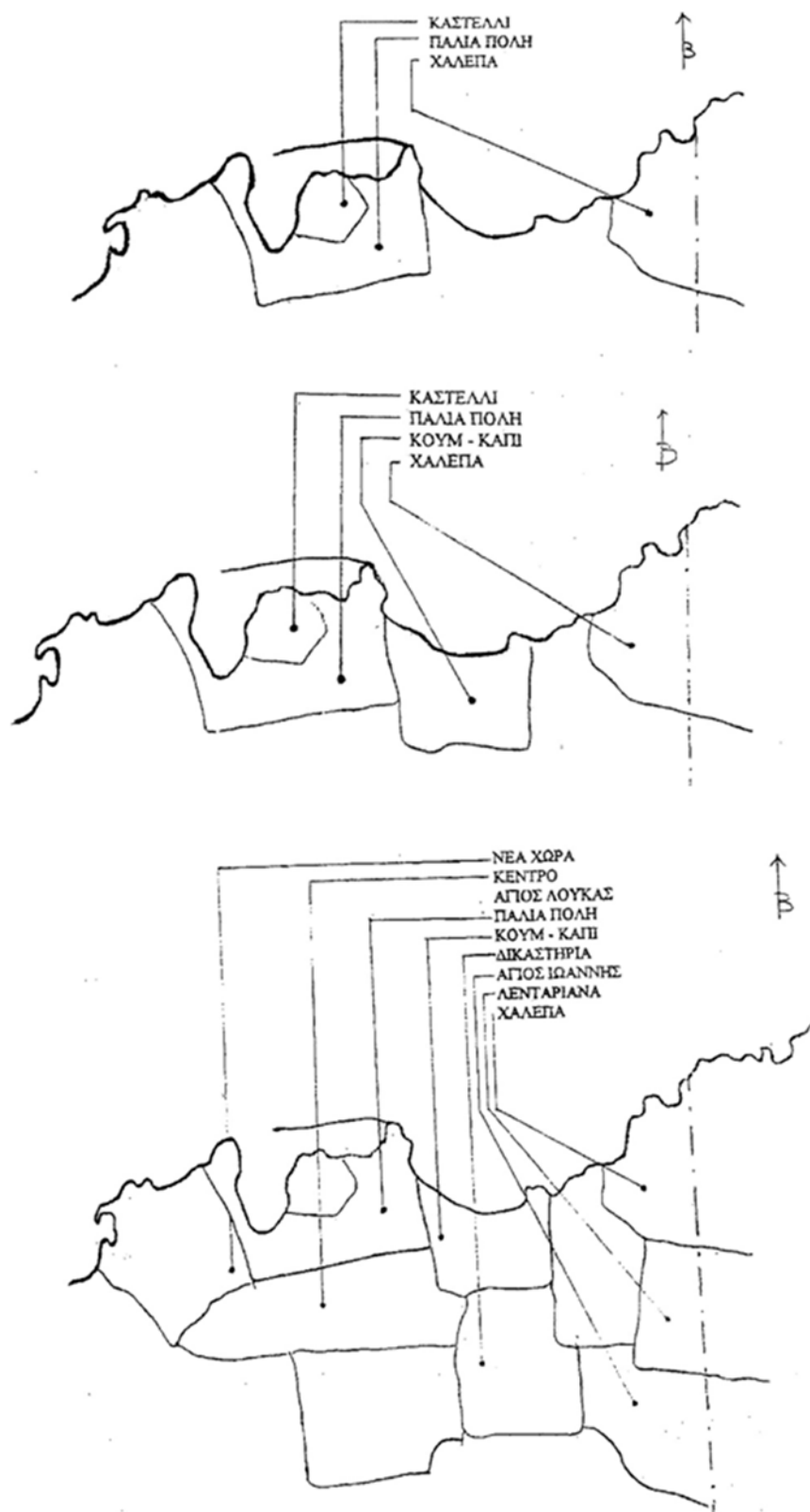


Σχέδιο03: Το νέο σχέδιο πόλης όπως αυτό διαμορφώθηκε από το 1913 μετά την ένωση της Κρήτης με την Ελλάδα. Με αποχρώσεις του γκρι, από το πιο σκούρο στο πιο ανοιχτό τόνο, απεικονίζονται η παλαιά πόλη, το πρώτο σχέδιο πόλης του 1900 και το νέο σχέδιο πόλης από το 1913 και ύστερα.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι μέχρι το 1997 υπεύθυνο για την εκπόνηση πολεοδομικών μελετών ήταν το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Μετά όμως την ψήφιση του νόμου Ν.250/97 υπεύθυνος για τα Χανιά είναι ο περιφερειάρχης Κρήτης.

ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΩΝ ΧΑΝΙΩΝ		
335/A/1946 Β.Δ.	16/10/1946	Έγκριση σχεδίου πόλεως
1057/47 ΦΕΚ 50	26/4/1947	Αναδασμός
241/A/1947 Β.Δ.	25/11/1947	Όροι δόμησης
274/A/1950 Β.Δ.	24/11/1950	Όροι δόμησης
266/A/1955 Β.Δ.	9/8/1955	Γ.Ο.Κ. 55
75/Δ/1962 Β.Δ.	23/5/1962	Όροι δόμησης
87/Δ/1963 Β.Δ.	15/5/1963	Όροι δόμησης
177/Δ/1963 Β.Δ.		Όροι δόμησης
167/Δ/1964 Β.Δ.	17/11/1964	Όροι δόμησης
6478/65 Υ.Α.ΦΕΚ 523Β	16/8/1965	Ιστορικό μνημείο Π.Π.
33/Δ/1967 Β.Δ.	8/5/1967	Όροι δόμησης
83/Δ/1969 Β.Δ.	12/12/1968	Όροι δόμησης
194/Δ/1969 Β.Δ.	5/9/1969	Εξαίρ. Π.Π. από Ν.395/68
104/Δ/1971 Β.Δ.	27/3/1971	Όροι δόμησης
124/A/1973 Π.Δ.	9/6/1973	Γ.Ο.Κ. 1973
687/Δ/1978 Π.Δ.	21/11/1978	Όροι δόμησης
Ν.1577 ΦΕΚ 210 ^Α	18/12/1985	Γ.Ο.Κ. 85
558/Δ/1988 Υ.Α.	27/4/1988	Γ.Π.Σ.
620/Δ/1992 Υ.Α.	23/5/1992	Γ.Π.Σ. επανέκριση
404/Δ/1993	26/5/1993	Γ.Π.Σ. τροποποίηση
280/Δ/1994	28/2/1994	Γ.Π.Σ.τροποποίηση

Πίνακας03: Πολεοδομική νομοθετική εξέλιξη της πόλης των Χανίων



Σχέδιο04: Η Οικιστική ανάπτυξη της πολης των Χανίων από τα μεσα του 18^{ου} αιωνα μεχρι το 1913, Βαρελλής Παναγιώτης, Φρατζεσκάκη Θεοδοσία, *Διπλωματική Εργασία, Ιστορική και πολεοδομική εξέλιξη της πολης των Χανίων*, Ε.Μ.Π., Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, 1999

3.2. Γενικά-Χαλέπα

Τον πλησιέστερο ιστορικά οικισμό έξω από τα τείχη της πόλης των Χανίων αποτέλεσε το χωριό της Χαλέπας καθώς μετατράπηκε σε κέντρο διπλωματικών δράσεων ήδη από το 1878, με την ήττα της Τουρκίας στο Ρωσοτουρκικό πόλεμο. Η περιοχή βρίσκεται ΒΑ των Χανίων επί των υψωμάτων που δεσπόζουν του ισθμού που ενώνει την χερσόνησο του Ακρωτηρίου με την πεδιάδα των Χανίων καθώς, με την προνομιακή της θέση, διατηρεί ακόμη και σήμερα αρκετά στοιχεία ενός αστικού πλούτου που χαρακτηρίζεται από σημαντικά ιστορικά νεοκλασικά κτίρια, ελεύθερους χώρους και πράσινο (Σχέδιο 05). Η κατοίκηση του μέρους άρχισε λίγο πριν από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα όπου μερικοί Αποκορωνιώτες αγρότες έκτισαν σποραδικά κοντά στη θάλασσα, έχοντας ως επάγγελμα τη βυρσοδεψία, ενώ Τούρκοι και Ευρωπαίοι αξιωματούχοι είχαν τα εξοχικά τους σπίτια.



Σχέδιο05: Η θέση της περιοχής της Χαλέπας (δεξιά) σε σχέση με την παλιά πόλη των Χανίων (αριστερά)

Η Χαλέπα για πρώτη φορά αναφέρεται ονομαστικά ως ιδιαίτερος οικισμός το 1842 ενώ το 1900 αναφέρεται ως προάστιο του Δήμου Χανίων με 3.085 κατοίκους. Με την υπογραφή της σύμβασης της Χαλέπας το 1878 από τον Διοικητή Κώστα Αδοσίδη Πασά παραχωρούνται αρκετά προνόμια για τον Χριστιανικό πληθυσμό ενώ το 1920 βλέπουμε για πρώτη φορά την ένταξη της περιοχής επίσημα στον αστικό ιστό της πόλης των Χανίων ²¹.

²¹ Αιμιλία Κλάδου-Μπλέτσα, ο.π., σελ.30

Λόγω του κλίματος και του φυσικού της περιβάλλοντος η περιοχή φιλοξενούσε κατά καιρούς πρόξενους, εύπορους εμπόρους, εξαγωγείς και ανθρώπους διαφορετικών εθνικοτήτων όπως Τούρκοι, Αιγύπτιοι κ.α. Αυτό συντέλεσε στην εξέλιξη-μετατροπή της σε πολιτικό κέντρο της Κρήτης, κάτι το οποίο έγινε ιδιαίτερα αισθητό στις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Αξιοσημείωτο γεγονός της εποχής αποτέλεσε ότι στην περιοχή είχαν δημιουργηθεί τα προξενεία των τεσσάρων «Προστάτιδων Δυνάμεων», το αρχηγείο των Διεθνών Στρατευμάτων, λέσχες διεθνείς, το ανάκτορο του Ύπατου Αρμοστή και η κατοικία του Ελευθέριου Βενιζέλου ²².



Εικ.07: Πανοραμική απεικόνιση της περιοχής της Χαλέπας

Σε ότι αφορά τις τοπωνυμίες των συνοικιών της αυτές εντοπίζονται κυρίως από τους πρώτους κατοίκους που μετεγκαταστάθηκαν στην περιοχή. Αναφέρεται ότι ο Φακώτος ο Ακρωτηριανός υπήρξε ένας από τους πρώτους κατοίκους της περιοχής από το όνομα του οποίου προέρχεται και η ιδρυθείσα συνοικία, αργότερα, Φακωθιανά. Παρόμοια είναι και η τοπωνυμία της περιοχής των Ταμπκαριών όπου πήρε το όνομα της από τους Αποκορωνιάτες Ταμπκαήδες. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι οι Τούρκοι κατοικούσαν κυρίως στο Κατσαμπά και το Μεϊντάνι που αποτελούσε και την πρωτεύουσα του Δήμου της Χαλέπας στην Τουρκοκρατία ²³.

3.3. Φυσικά Χαρακτηριστικά

Η περιοχή της Χαλέπας χαρακτηρίζεται από ένα ιδιαίτερο φυσικό κάλλος το οποίο αναπτύσσεται αρχικά πάνω σε ένα βραχώδες σύνολο, σχηματίζοντας παραλιακά κατά διαστήματα φυσικούς λιμένες (Εικ.08). Η περιοχή, μια Χαλέπα, κατά το τοπικό ιδίωμα προσφέρει μια ιδιαίτερη θέα δίνοντας την εντύπωση στον επισκέπτη ότι πρόκειται για ένα μέρος το οποίο έχει κρατήσει την φυσιογνωμία του ακέραια στο πέρασμα των χρόνων. Ακόμη στο φυσικό πρανές εντοπίζονται δυο ρέματα, αυτό του Άγιου Παντελεήμονα και της Ευαγγελίστριας τα οποία, λόγω της ανθρωπογενούς

²² Γιάννης Δημ. Τσίβης, ο.π., σελ.31-262

²³ Μεγάλη Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια, τομ. ΚΔ', σελ.416

παρέμβασης, έχουν αλλοιωθεί ως προς τα φυσικά-μορφολογικά τους χαρακτηριστικά με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν μελλοντικά σημαντικά προβλήματα αδυναμίας συγκράτησης του βρόχινου νερού εντός αυτών.



Εικ.08: Άποψη της περιοχής των Ταμπακαριών σήμερα

Το παραλιακό κομμάτι της περιοχής, τα Ταμπακαριά, (Βυρσοδεψία στα Τούρκικα) το οποίο αποτελεί και μέρος της περιοχής μελέτης, παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον καθώς αποτελείται από ένα συνονθύλευμα ‘παραδοσιακών’ κτιρίων περιλαμβάνοντας ένα βιοτεχνικό σύνολο το οποίο ξεκινά από τον όρμο της Αγίας Κυριακής (Βορειοανατολικά) και φτάνει έως το τέρμα της οδού Βιβιλάκη (Βορειοδυτικά).

3.4. Δομημένο περιβάλλον-Οικιστικοί πυρήνες

Η περιοχή αποτελείται από τρεις συνοικίες, καθεμία από αυτές έχει και την δική της εκκλησία. Έτσι η συνοικία των Φακωθιανών εμπεριέχει την εκκλησία της Ευαγγελίστριας, το Μεϊντάνι αυτήν του Αγίου Νικολάου και η κάτω Χαλέππα την εκκλησία του Αγίου Παντελεήμονα.

Ο οικιστικός πυρήνας των Φακωθιανών αναπτύσσεται νοτιοανατολικά από το βιοτεχνικό σύνολο των Ταμπακαριών, δεξιά και αριστερά από το ρέμα της Ευαγγελίστριας, σε ακτινωτή διάταξη με κέντρο την γέφυρα του ρέματος. Οι κατοικίες είχαν συνεχές μέτωπο με πρόσοψη στο δρόμο χωρίς αυλές. Δυτικά του ρέματος κατά την περίοδο 1860-1935 διαμορφώνεται ο κεντρικός πυρήνας της συνοικίας εκεί όπου υπήρχαν ιδιοκτησίες 2- 5 στρεμμάτων όπου τοποθετήθηκαν οι εξοχικές κατοικίες των Τούρκων προυχόντων, αλλά και οι επαύλεις των αποδήμων Κρητών , που πλούσιοι και σοφότεροι από την εμπειρία , την επαφή και την αναμέτρηση με τον δυτικό και ανατολικό πολιτισμό, αλλά και το εμπόριο, επιστρέφουν μετά την Σύμβαση της Χαλέπας στην Κρήτη. Δημιουργείται έτσι ένας πυρήνας μίας νέας αστικής τάξης .

Ο μηχανικός Λ. Λιγκούνης, οι έμποροι Κ. Ε. Βενιζέλος, Θ. Κ. Μητσοτάκης , Γεώργιος Χορτάτζης, είναι από τους πρώτους που κτίζουν τα σπίτια τους δυτικά του ρέματος της Ευαγγελίστριας. Την εγκατάσταση του Πρίγκιπα Γεωργίου στη Χαλέπα και στο σπίτι του Θ. Μητσοτάκη , ακολούθησε και η ανέγερση της εκκλησίας της Αγίας Μαρίας Μαγδαληνής απέναντι ακριβώς, τα εγκαίνια της οποίας πραγματοποιήθηκαν παρουσία και της Βασίλισσας Όλγας της Ελλάδος το 1903. Την ανέγερση της εκκλησίας του Πρίγκιπα, όπως ονομαζόταν αρχικά , ακολούθησε εκείνη του Λαού (στη γειτονιά των Φακωθιανών) , όπως ονομαζόταν η εκκλησία της Ευαγγελίστριας , της οποίας τα εγκαίνια πραγματοποιήθηκαν το 1923. Τις επαύλεις των προυχόντων της εποχής και τις εκκλησίες συμπληρώνουν τα σχολικά κτίρια. Με πρόσοψη στο κεντρικό δρόμο της Χαλέπας, σε διώροφο κτίσμα του Τούρκου Χουσεϊν Πασά , σε έκταση 8746 τ.μ. μετά από αγορά της ιδιοκτησίας το 1895 , λειτούργησε από το 1896 και μέχρι το 1963 η Γαλλική Σχολή Καλογραγιών του Τάγματος του Αγίου Ιωσήφ ²⁴ .

3.5. Πολεοδομικό καθεστώς Χαλέπας

Ενώ τα Χανιά από την αρχή του 20^{ου} αιώνα διέθεταν Σχέδιο Πόλεως (Διάταγμα 34/1901 Κρητικής Πολιτείας), η Χαλέπα δεν περιλαμβανόταν σε αυτό. Η ένταξη της πραγματοποιείται αργότερα στις επεκτάσεις του Σχεδίου του 1946 (ΦΕΚ/Α/14-11-46) με τη μορφή αποσπασματικών συμπληρώσεων.

Η διαμόρφωση που κατά καιρούς ακολουθήθηκε στην περιοχή ήταν αυτή της συνέχισης του αστικού ιστού στην υπάρχουσα κατάσταση με πραγματοποιηθείσες διαπλατύνσεις δρόμων και διαμόρφωση μικρών πρασιών κατά μήκος των συνδετηρίων οδών , σημερινές Ελ. Βενιζέλου (Χαλέπας) , Μ. Κούνδουρου - Ακρωτηρίου, και Δαγκλή. Άλλη μια ενέργεια η οποία πραγματοποιήθηκε στην περιοχή ήταν αυτή της διαπλάτυνσης οδών σε 10 μ. μη διαμορφώνοντας πρασιές σε όλους ανεξαιρέτως τους υπόλοιπους δρόμους είτε αυτοί ήταν κεντρικοί άξονες του αρχικού πυρήνα, είτε ήταν νέες χαράξεις δρόμων.

Στο κέντρο της Χαλέπας δινόταν έμφαση στην οδό Δαγκλή, όπου εκτός από την μεγάλη διαπλάτυνση της (15μ) , προβλεπόταν δημιουργία δυο πλατειών (αστικών διακόσμων) στα άκρα της: της πλατείας Έλενας Βενιζέλου στο βόρειο άκρο, και της πλατείας Κατσαμπά (Μουντάκη) στο νότιο άκρο.

Με το 21/11/1978 διάταγμα ΦΕΚ 687 Δ καθορίσθηκαν οι συντελεστές δόμησης εις την εντός των εγκεκριμένων ρυμοτομικών σχεδίων περιοχή της Χαλέπας (Τομέας IV με Συντελεστή Δόμησης 1, μέγιστο αριθμό ορόφων 3 , μέγιστο ύψος οικοδομής κατά ΓΟΚ και μέγιστος αριθμός ορόφων στην πρόσοψη κατά ΓΟΚ). Σύμφωνα με το Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Χανίων (671917/3441/ΦΕΚ 620/Δ / 1-7-1992), η Πολεοδομική ενότητα της Χαλέπας διατηρεί μέση μικτή πυκνότητα 164 και μέσο Σ. Δ. 0.75 , και στην οποία, εκτός των άλλων, ορίζεται ζώνη προστασίας αρχιτεκτονικών

²⁴ Πρόταση και ανάπτυξη του ιστορικού συνόλου της Χαλέπας, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Τμήμα Δυτικής Κρήτης, Χανιά, Ιούλιος 2006, σελ.5-6,

συνόλων ιστορικής και παραδοσιακής κληρονομιάς , ζώνη ποιοτικής αναβάθμισης σε περιοχές κατοικίας στο Μείντάνι-στο ρέμα Άγιου Παντελεήμονα- Ταμπακαριά - Σχολή Καλογραιών, χωροθέτηση Πολιτιστικών Λειτουργιών στα κτήρια των Ταμπακαριών μετά την απομάκρυνση των βυρσοδεφείων , ζώνη λιανικού εμπορίου , εξυγίανση-ανάπλαση των ακτών Χαλέπας και Αγίας Κυριακής, προστασία της εκκλησίας της Αγίας Κυριακής ²⁵ .

3.6. Υπάρχουσα κατάσταση

Η τελευταία δεκαετία χαρακτηρίζεται μείζονος σημασίας για την περιοχή της Χαλέπας καθώς λόγω διαφόρων ενεργειών που πραγματοποιήθηκαν μετατράπηκε σε ένα οικιστικό πυρήνα εμφανώς αλλοιωμένο από αυτόν για τον οποίο φημίζεται (Εικ.09). Οι 'ξέφρενοι ρυθμοί ανάπτυξης' επέφεραν ως αποτέλεσμα την διαμόρφωση των όρων αυτών, σε πολεοδομικό και αρχιτεκτονικό επίπεδο, ώστε η περιοχή να γίνει ιδιαίτερα ελκυστική για δημιουργία κατοικιών. Οι μεγάλες σε επιφάνεια προϋπάρχουσες ιδιοκτησίες των 2 έως 5 στρεμμάτων σε συνδυασμό με το τρίπτυχο ρυμοτομικό σχέδιο- όροι δόμησης- ΓΟΚ έχουν ως αποτέλεσμα την δημιουργία κτιριακών όγκων δυσανάλογων ως προς τους δημόσιους χώρους. Τα επιτρεπόμενα ύψη δεν περιορίζονται από ειδικές διατάξεις, αλλά καθορίζονται από τον ΓΟΚ και με άλλες συνδυασμένες ενέργειες, όπως η κατασκευή pilotis, κλειστών χώρων στάθμευσης, ημιυπαίθριων χώρων , αφετηρία μέτρησης υψών, έχουν αποτέλεσμα την πλήρη αλλοίωση της.



Εικ.09: Άποψη της Χαλέπας σήμερα

²⁵ Πρόταση και ανάπλαση του ιστορικού συνόλου της Χαλέπας, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Τμήμα Δυτικής Κρήτης, Χανιά, Ιούλιος 2006, σελ.10

Επίσης, λόγω της υψομετρικής διαφοροποίησης του εδάφους δημιουργήθηκαν μεγάλοι κτιριακοί όγκοι οι οποίοι συντέλεσαν στην απόκρυψη της θέας του Κρητικού πελάγους. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω τα διατηρητέα κτίρια τα οποία γεινιάζουν με τα νέα αποκρύπτονται από τα τελευταία χάνοντας την αρχιτεκτονική τους ισχύ και διαμορφώνοντας μια χαώδη κατάσταση μεταξύ νέου και παλαιού, μη λαμβάνοντας υπόψη θέματα ένταξης στον περιβάλλοντα χώρο και διατήρησης-σεβασμού υφιστάμενων κελυφών ιδιαίτερου αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος. Τα υπάρχοντα ρέματα αποχαρκτηρίζονται και την θέση τους παίρνουν νέα κελύφη μηδαμινού και μη ενταγμένου στην φυσιογνωμία της περιοχής αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος.

Παρ' όλα αυτά η περιοχή εξακολουθεί να διατηρεί ακόμα μια σειρά θετικών χαρακτηριστικών όπως αυτό της προνομιακής θέσης της, δίκτυο ελευθέρων δημόσιων χώρων, το ιστορικό και αρχιτεκτονικό της απόθεμα καθώς και την πολιτιστική της κατεύθυνση.

3.7. Ταμπακαριά

Τα Ταμπακαριά είναι η παραθαλάσσια προέκταση της ιστορικής συνοικίας της Χαλέπας, σε απόσταση περίπου 10 λεπτά, ανατολικά της πόλης των Χανίων. Η περιοχή των Ταμπακαριών είναι ευρέως γνωστή δεδομένου ότι αποτέλεσε στο παρελθόν τόπο επεξεργασίας δερμάτων και στέγασης βυρσοδεψιών (Σχέδιο 06).

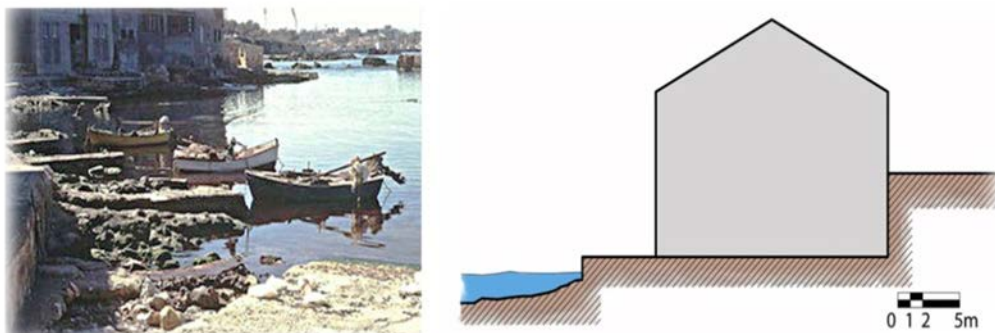


Σχέδιο06: Η θέση της περιοχής των Ταμπακαριών σε σχέση με την παλιά πόλη των Χανίων

Ήδη από το 18^ο αιώνα είχαν αρχίσει να λειτουργούν στην περιοχή τα πρώτα βυρσοδεφία, αλλά η μεγάλη ανάπτυξη επήλθε στα μέσα του 19^{ου} αιώνα (1830-1840), την εποχή της Αιγυπτιακής στην Κρήτη, με βάση επίσημο Αραβικό έγγραφο. Η περιοχή επιλέχθηκε ως το ιδανικό μέρος για κατεργασία δερμάτων λόγω της 'ασφαλούς' απόστασης της από την πόλη των Χανίων αλλά και επειδή η συγκεκριμένη τοποθεσία φιλοξενεί υπόγεια υφάλμυρα νερά, δίπλα σε αβαθή θάλασσα που ήταν χρήσιμη για το πρώτο στάδιο επεξεργασίας των δερμάτων. Η πρώτη εγκατάσταση έγινε στο παραθαλάσσιο τμήμα της οδού Βιβιλάκη και μετά το 1920 επεκτάθηκε ανατολικότερα προς την Αγία Κυριακή. Την μεγάλη τους ακμή και άνθηση γνώρισαν την εποχή του Μεσοπολέμου, σταμάτησαν να λειτουργούν την διάρκεια της κατοχής, ενώ μετά τον πόλεμο η λειτουργία τους τέθηκε και πάλι σε εφαρμογή με περαιτέρω ανάπτυξη τους και πραγματοποίηση εξαγωγών την δεκαετία του 50. Όμως από την δεκαετία του 1970 και ύστερα επήλθε και η σταδιακή συρρίκνωση της δραστηριότητας τους, ως αποτέλεσμα του βιομηχανικού εκσυγχρονισμού αλλά και της έλλειψης ενδιαφέροντος εκ μέρους των νεότερων να ασχοληθούν με το παραδοσιακό αυτό επάγγελμα. Σήμερα ελάχιστος παραμένει ο ενεργός αριθμός τους, μόλις 6, λειτουργώντας ως αποθήκες, ανακαινισμένα ξενοδοχεία και ταβέρνες με τα περισσότερα να χρίζουν αντιμετώπισης- αποκατάστασης ερηπυμένα από τους ιδιοκτήτες τους και την μη ανάληψη της κρατικής πρωτοβουλίας για διαμόρφωση-ανάδειξη τους σε ένα παραδοσιακό συνονθύλευμα παραδοσιακού-πολιτισμικού ενδιαφέροντος.

3.8. Τυπολογικά στοιχεία

Τα κτίρια ακολουθούν τις φυσικές κλίσεις του εδάφους, με έναν όροφο στην οδό Βιβιλάκη και το ισόγειο τους να εξασφαλίζει την πρόσβαση προς την θάλασσα. Δημιουργούν μια αρχιτεκτονική ενότητα αφού οι όψεις τους είναι ίδιου χαρακτήρα και διακόπτονται με πολύ στενά δρομάκια ή σκάλες τα οποία μόλις που ξεχωρίζουν (οδηγούν από την θάλασσα στην οδό Βιβιλάκη και αντίστροφα). Έχοντας καθαρά βιομηχανικό χαρακτήρα δεν συναντούμε κάποια ιδιαίτερη αρχιτεκτονική άποψη αλλά ουσιαστικά μια ξεκάθαρη διεκπαιρευτική ιδέα που συνίσταται σε καθαρές και ανοιχτές κατόψεις με φανερά τα υποστυλώματα τα οποία οργανώνουν και τους χώρους (Εικ.10).



Εικ.10: Αριστερά, Φυσικός λιμένας Ταμπακαριών
Δεξιά, Απεικόνιση ανάγλυφου επί της οδού Βιβιλάκη

Οι κατόψεις είναι συνήθως ορθογωνίου σχήματος με εφαιπτόμενες στους τοίχους σκάλες. Οι όψεις είναι απλές, με μεγάλα ορθογώνια παράθυρα κανονιστικά τοποθετημένα χωρίς μπαλκόνια ή διασκοσμητικά στοιχεία. Βασικό κατασκευαστικό υλικό είναι η πέτρα και το κεραμίδι στην στέγη. Μεταγενέστερα έχουν υπάρξει παρεμβάσεις, είτε προσθήκες τμημάτων, είτε υλικά στις τοιχοποιείες, είτε εσωτερική διαρρύθμιση. Οι αλλαγές αυτές σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν σπιλώσει και αναιρέσει τον αρχικό χαρακτήρα του κτιρίου .

3.9. Θεσμικό πλαίσιο

Το νομοθετικό πλαίσιο στο οποίο εντάσσεται η περιοχή των Ταμπακαριών θα μπορούσε να συνοψιστεί στις εξής ενέργειες:

- Ένα τμήμα της περιοχής των βυρσοδεψείων δεν είχε ενταχθεί στο σχέδιο πόλης των Χανίων του 1946. Στο ίδιο σχέδιο προβλέπεται η διαπλάτυνση της οδού Βιβιλάκη προς βορρά και τη ρυμοτόμηση και κατεδάφιση τμημάτων των βυρσοδεψείων που υπάρχουν. Γι' αυτόν τον λόγο, οι ιδιοκτήτες των βυρσοδεψείων που βρίσκονται βόρεια της οδού Βιβιλάκη δεν μπορούν να οικοδομήσουν ούτε να επισκευάσουν νόμιμα τα κτίσματα τους, παρ' ότι πολλοί από αυτούς είχαν οικοδομήσει νόμιμα με άδεια του Ελληνικού κράτους από το έτος 1923 και ύστερα.
- Με απόφαση 400/1985 (ΦΕΚ 29/1985, τευχ. Δ') της Νομαρχίας Χανίων καθορίστηκε γραμμή αιγιαλού – παραλίας στην περιοχή και η γραμμή του παλιού αιγιαλού τοποθετήθηκε στο βόρειο όριο της οδού Βιβιλάκη. Βάση αυτής της διοικητικής πράξης, οι εκτάσεις και τα κτίσματα που περιλαμβάνονται μεταξύ των οριογραμμών του παλαιού και νέου αιγιαλού ανήκουν κατά τεκμήριο στο Ελληνικό Δημόσιο, παρ' ότι οι περισσότερες ιδιοκτησίες και τα κτίσματα της ζώνης αυτής κατέχονται από ιδιώτες με νόμιμους τίτλους που φτάνουν πριν το έτος 1900 και μάλιστα πολύ πριν το έτος 1985, κατά το οποίο το Ελληνικό Δημόσιο νομιμοποιήθηκε να αξιώνει ιδιοκτησιακά δικαιώματα.
- Επιπλέον, το δημοτικό συμβούλιο του Δήμου, με την υπ' αριθμ. 252/2004 απόφαση του, έχει χαρακτηρίσει την περιοχή διατηρητέα, απαντώντας θετικά στην πρόταση της Εφορείας Νεότερων Μνημείων.
- Με τροποποίηση του Γ.Π.Σ , με την υπ' αριθμ. 8293/1484/28,2,1994 (δ'280) με βάση την οποία έγινε ένταξη εντός των ορίων της Πολεοδομικής Ενότητας 6 (Χαλέπας) του Δήμου Χανίων της περιοχής περιβαλλοντικής αναβάθμισης (αστικό πράσινο, αθλητικές εγκαταστάσεις) καθορίστηκαν χρήσεις στην περιοχή αυτή γενικής κατοικίας και αθλητικών εγκαταστάσεων.

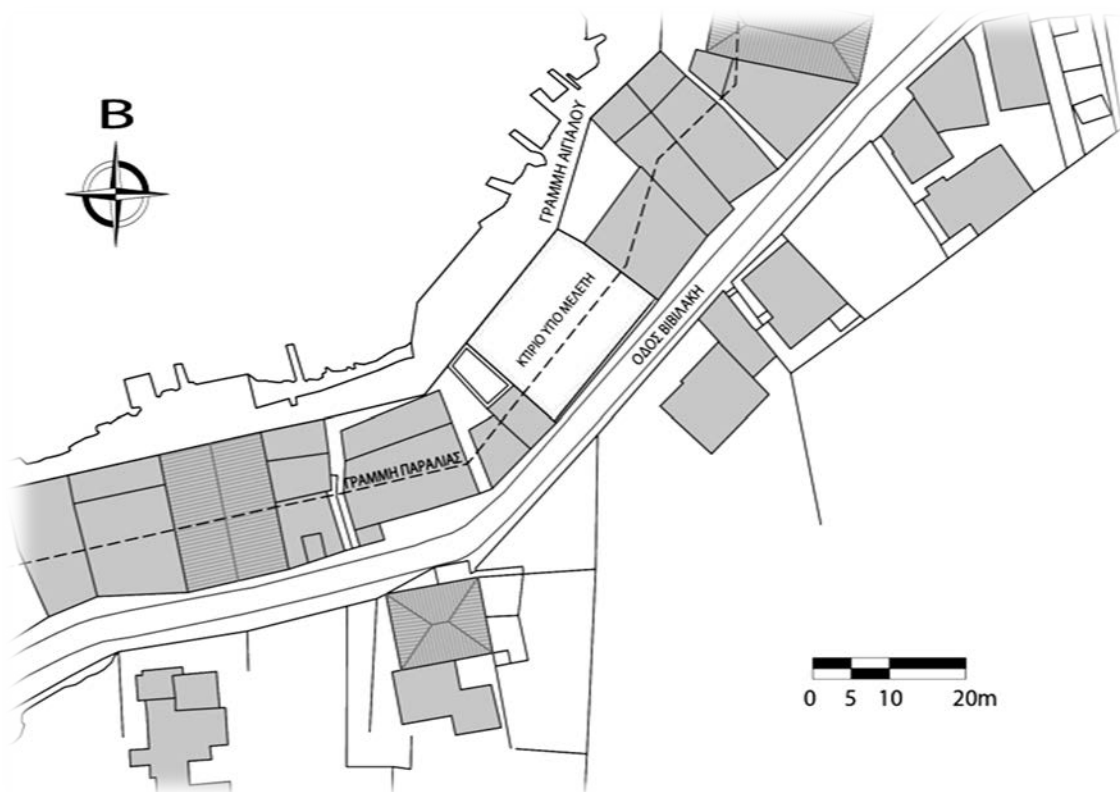
Τέλος, αναφέρεται ότι την περίοδο αυτήν, κατόπιν παρουσίασης μελέτης αναβάθμισης της περιοχής της Χαλέπας από το Τ.Ε.Ε., πραγματοποιείται ενέργεια από τον δήμο Χανίων, για να προωθηθεί με νομοθετική ρύθμιση, η αξιοποίηση της περιοχής των Ταμπακαριών (Σχέδιο 07). Αν η προσπάθεια αυτή καρποφορήσει τότε γίνεται λόγος για μια ουσιαστική-ποιοτική αναβάθμιση-ανάδειξη της περιοχής σε χώρους αναψυχής, πολιτισμικού ενδιαφέροντος και ιδιαίτερου αρχιτεκτονικού κάλους.



Σχέδιο07: Χάρτης οριοθέτησης ιστορικού συνόλου Χαλέπας (μωβ χρώμα)

4. Υφιστάμενη κατάσταση κτιρίου-Αποθήκη 17

Η τοποθεσία της εντοπίζεται επί της οδού Βιβιλάκη, από όπου και υπάρχει η μια από τις δυο εισόδους της (Σχέδιο 08). Οι σημερινοί της ιδιοκτήτες είναι η οικογένεια Αγοραστάκη με αριθμό απόφασης 50377/2007 και αριθμό ΦΕΚ 572 με βάση την οποία έγινε και ο χαρακτηρισμός του βυρσοδεψείου ως διατηρητέο κτίριο. Η πρώτη αναφορά λειτουργίας ως βυρσοδεψείο είναι το 1931 ενώ ο πρώτος ιδιοκτήτης φαίνεται να είναι ο Γαγάνης Φώτιος σύμφωνα με αλληλογραφία του 1937 ²⁶.



Σχέδιο08: Γενικό τοπογραφικό περιοχής, θέση υπό μελέτη κτιρίου

Το κτίριο αποτελείται από δύο επίπεδα, καθένα από τα οποία εξυπηρετούσαν διαφορετικές χρήσεις ως προς την διαδικασία επεξεργασίας δέρματος, όντας παλιό Βυρσοδεψείο. Στο ισόγειο υπάρχει ένας ανοικτός ενιαίος ψηλός χώρος αποτελούμενος από αυστηρό κάναβο, τον οποίο σχηματίζουν δυο σειρές υποστυλωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα (ο χώρος αυτός χρησιμοποιούνταν αυστηρά για μεταποίηση και επεξεργασία δερμάτων). Επίσης υπάρχουν δυο στέρνες και ένα μικρό ξύλινο πατάρι. Η πρόσβαση στο άνω επίπεδο εξασφαλίζεται μέσω ενός κλιμακοστασίου είτε από την οδό Βιβιλάκη (Εικ.11-12). Εδώ συναντάμε πάλι έναν ενιαίο χώρο με αυστηρό κάναβο, λόγω των υποστυλωμάτων, σχηματίζοντας ένα ισχυρό περιμετρικό στοιχείο (απόληξη υποστυλωμάτων) πάνω στο οποίο κρέμονταν διάφορα αντικείμενα και στηρίζεται

²⁶ Αυγερινού Σάββας, Ζαφείρης Δημήτρης, Βιδάλης Δημήτρης, Βελιβασάκης Γεώργιος, Ισιδώρα Ντούλου, Εριάντα Γερομίτσου, Νάγια Γιακουβή, Ειρήνη Τριβιζά, Μαρία-Κλαίρη Χαρτσιά, Αποθήκη 17 στα Τανπακαριά Χανίων, Ομαδική εργασία, Επεμβάσεις σε υφιστάμενα κελύφη, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χειμερινό εξάμηνο, Ακαδ.Ετος 2010-11

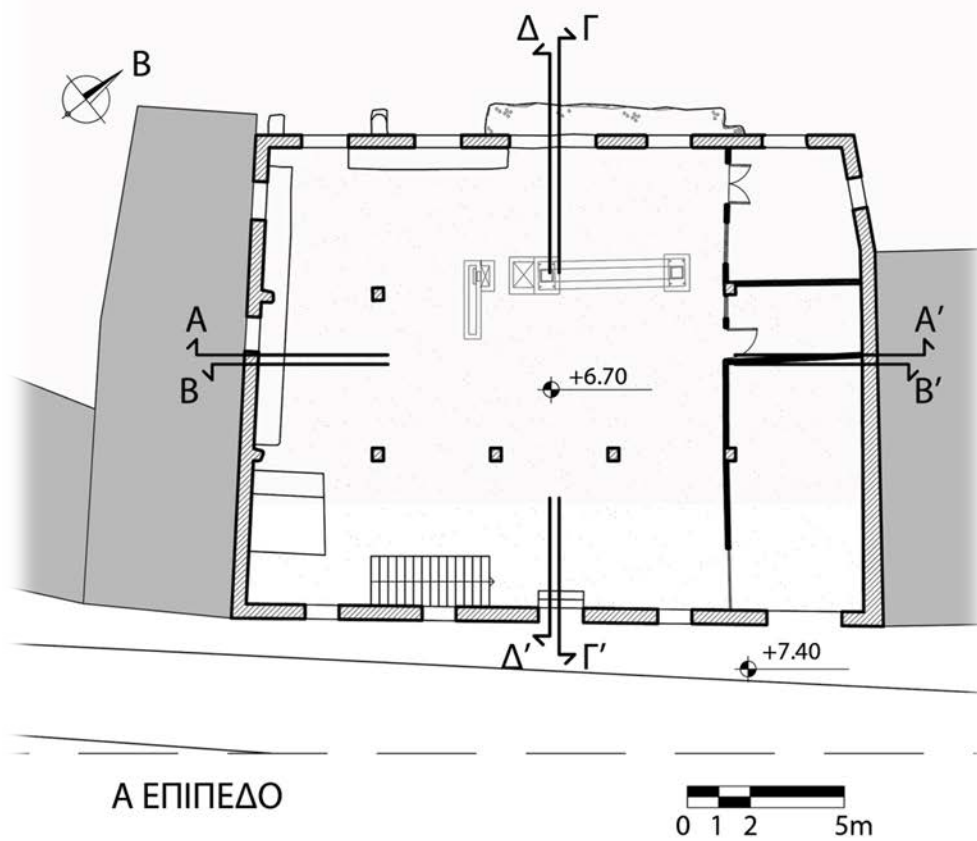
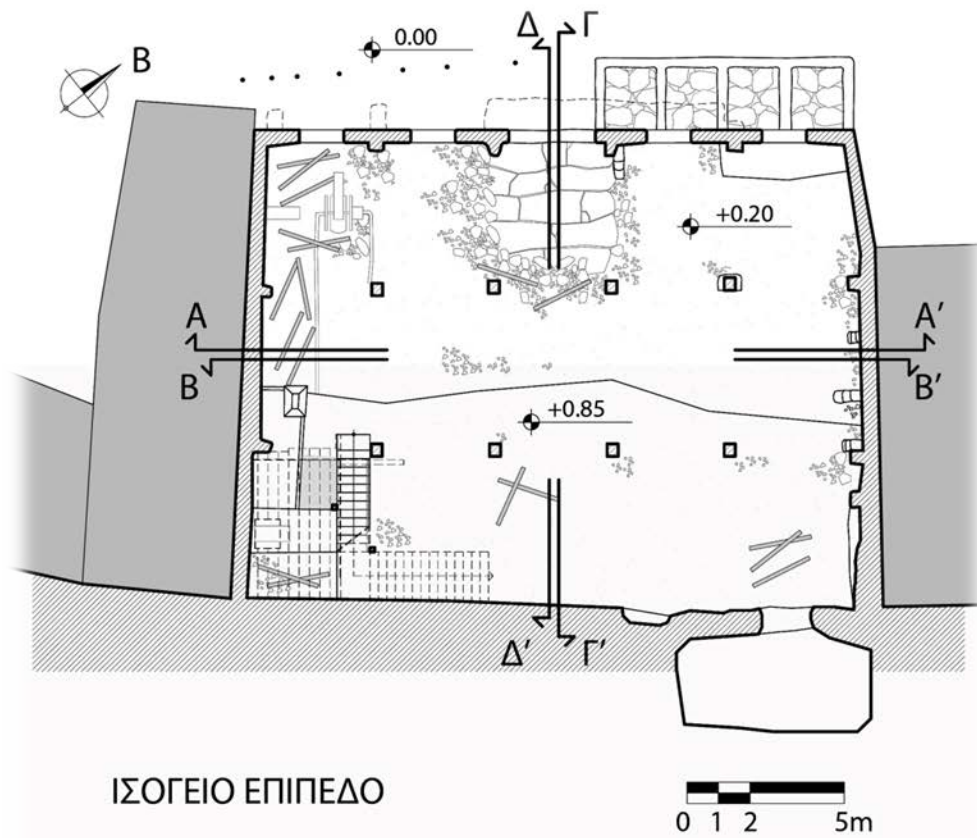


Εικ.11: Απεικόνιση αποθήκης 17, Είσοδος από το παραλιακό μέτωπο

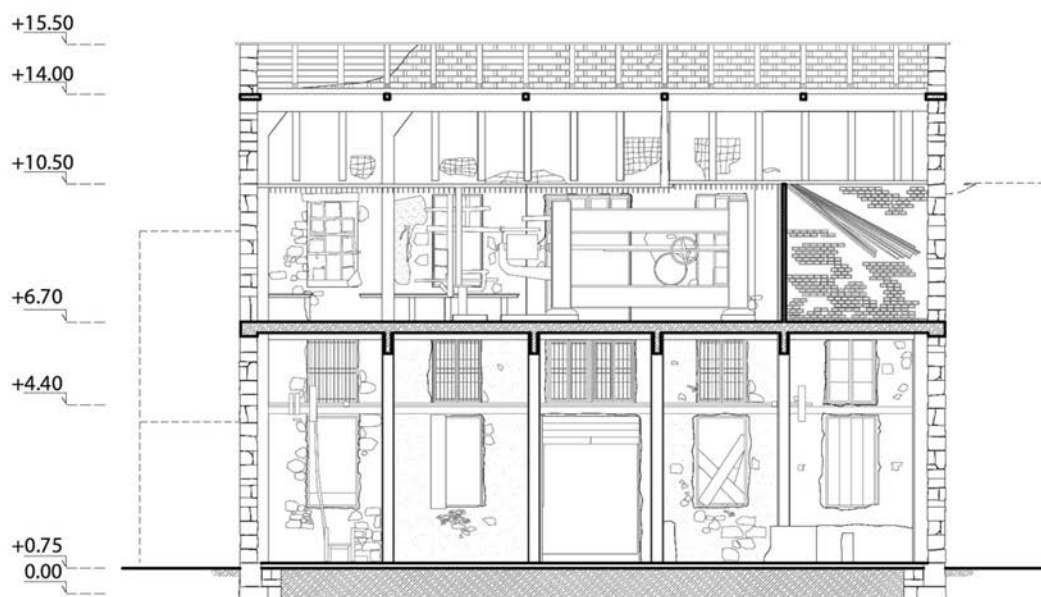
μέρος στις στέγης. Ακόμη ένα μικρό δωμάτιο, αυτό του 'διευθυντή', και ένας χώρος παραλαβής και αποθήκευσης δερμάτων συμπληρώνουν το εν λόγω επίπεδο. Από αρχιτεκτονικής σκοπιάς, ως έναν γενικό χαρακτηρισμό, θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι κατόψεις του κτιρίου είναι απλές ελεύθερες ορθογώνιες με εμφανή υποστυλώματα και δοκάρια, λόγω της χρήσης της οποίας είχε, μέσω των οποίων διαφαίνεται ένα παλαιό βιομηχανικό στυλ (Σχέδιο 09-12). Τέλος σε ότι αφορά τις κύριες προσβάσεις του, αυτές επιτυγχάνονται από το παραλιακό μέτωπο και επί της οδού Βιβιλάκη καθώς η συνολική επιφάνεια του κτιρίου ανέρχεται στα 618 τ.μ.



Εικ.12: Απεικόνιση αποθήκης 17, Είσοδος επί της οδού Βιβιλάκη

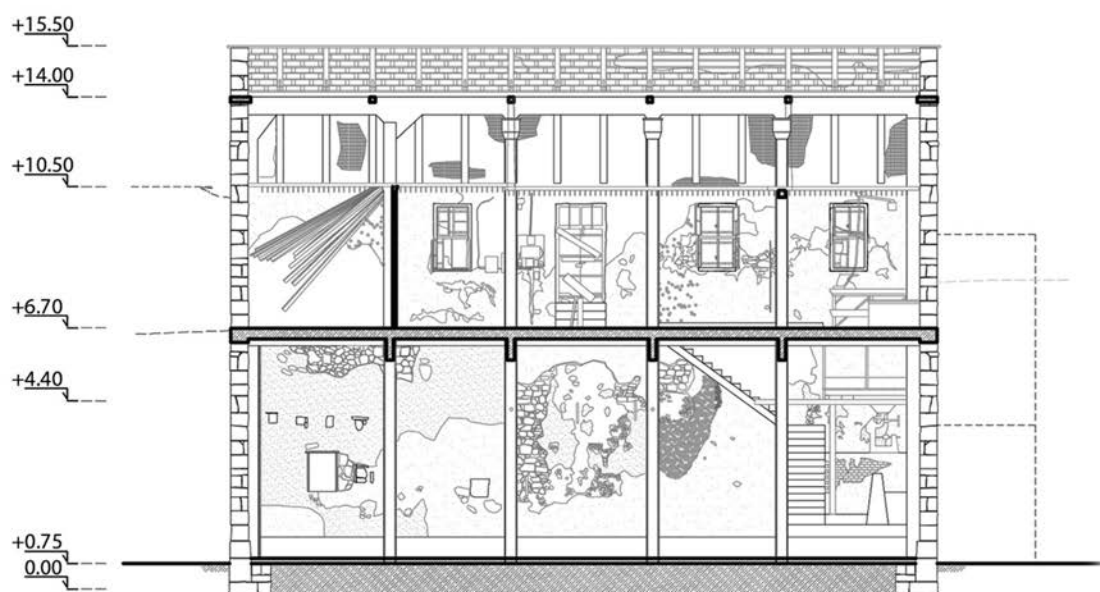


Σχέδιο09: Κατόψεις κτιρίου



TOMH A-A'

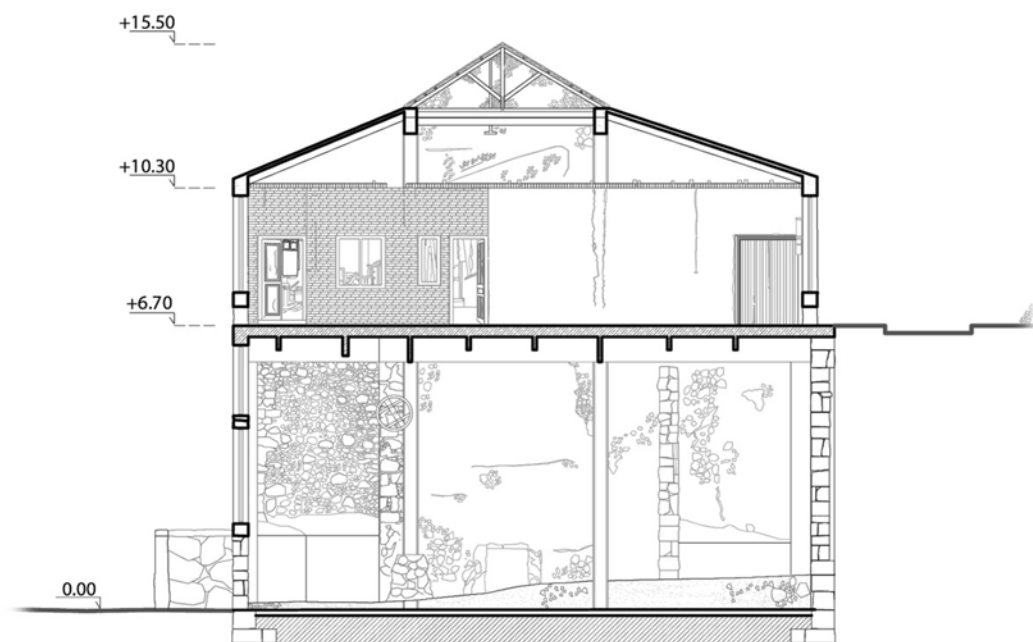
0 1 2 5m



TOMH B-B'

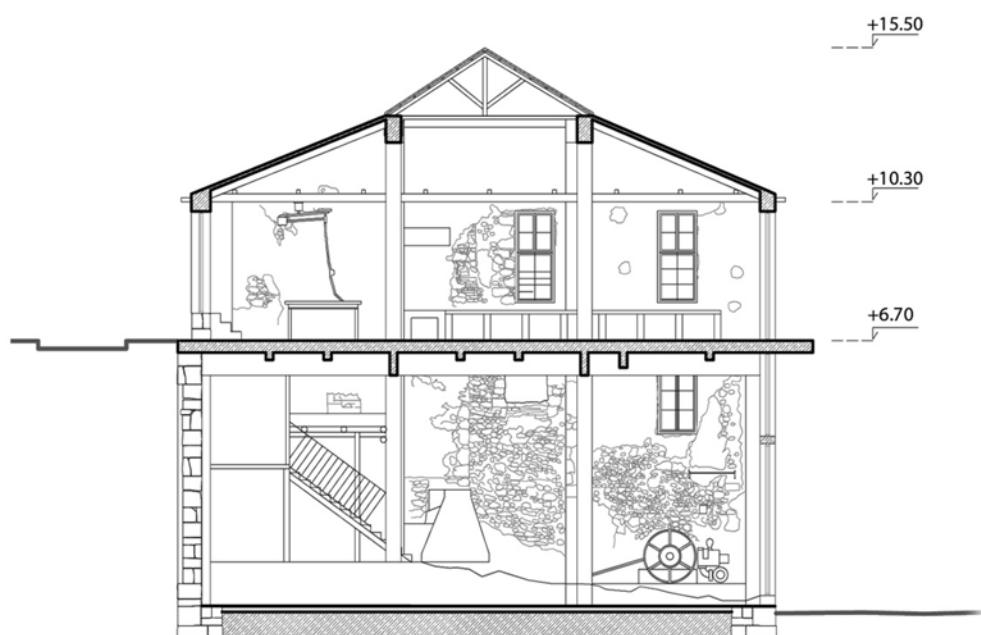
0 1 2 5m

Σχέδιο 10: Τομές κτιρίου



ΤΟΜΗ Γ-Γ'

0 1 2 5m



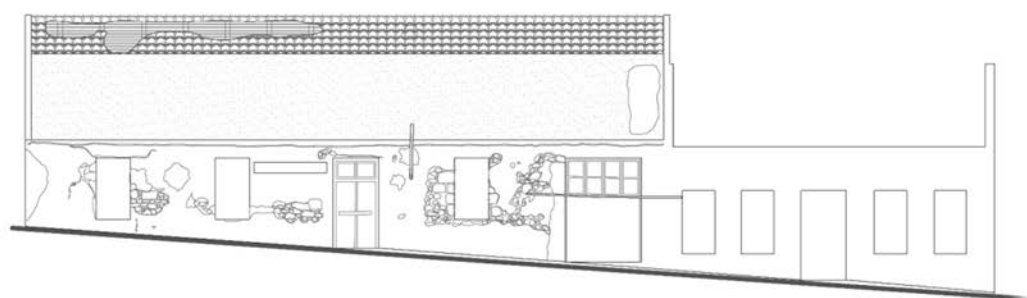
ΤΟΜΗ Δ-Δ'

0 1 2 5m

Σχέδιο 11: Τομές κτιρίου



ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ



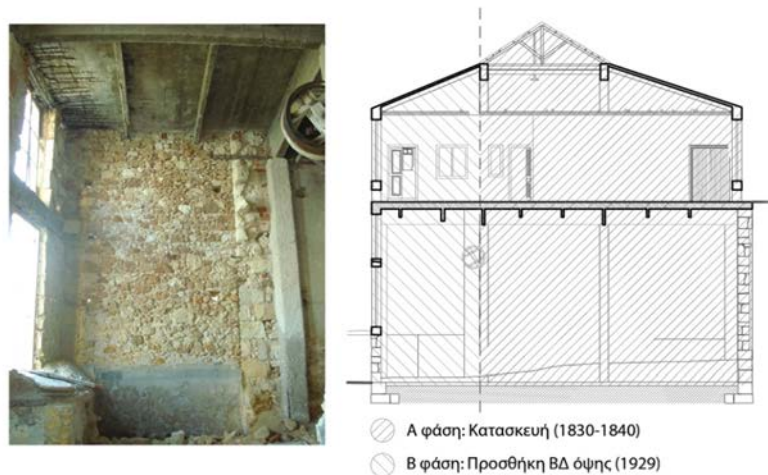
ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ



Σχέδιο 12: Όψεις κτιρίου

4.1. Ιστορικές φάσεις κτιρίου

Κατά την διαδικασία της αποτύπωσης-οπτικού ελέγχου, παρατηρήθηκε ότι το υπό μελέτη κτίριο παρουσιάζει δυο διαφορετικές φάσεις μετασκευής του στο πέρασμα του χρόνου (Εικ.13).



Εικ.13: Προσθήκη νέου τμήματος (αριστερά), Φάσεις κατασκευής (δεξιά)

Το βορειοδυτικό κομμάτι της φέρουσας τοιχοποιίας μαρτυρά την προσθήκη ενός νέου τμήματος το οποίο ολοκληρώθηκε το 1929. Παρατηρώντας το κανείς φαίνεται καθαρά το νέο με το παλαιό τμήμα, μέσω ενός εντόνου αρμού (Εικ. 14). Ακόμη η ύπαρξη στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος, τα οποία πλέον αποτελούν ένα ισχυρό κομμάτι του φέροντα οργανισμού συντελώντας στην στήριξη του νέου τμήματος και συμβάλλοντας ουσιαστικά στην στήριξη της νέας στέγης, δείχνει τις ανάγκες που απαιτούνταν δεδομένου των πολλών φορτίων που έφερε το κτίριο. Τέλος, η χωροθέτηση των μηχανημάτων σε συνδυασμό με τις στέρνες που βρίσκονται στην αρχική τους θέση, μαρτυρά την διαδικασία της επεξεργασίας του δέρματος.



Εικ.14: Επεμβάσεις σε διαφορετικές χρονικές φάσεις: Προσθήκη νέου τμήματος (αριστερά), Υποστυλώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα (κέντρο), στήριξη στέγης (δεξιά)

4.2. Δομικό σύστημα υφιστάμενου κελύφους

Το δομικό σύστημα του κτιρίου αποτελείται από φέρουσα τοιχοποιία και οπλισμένο σκυρόδεμα καθώς όπως αναφέρθηκε αυτό οφείλεται στην διαμόρφωση-προσθήκη μέρους του υφιστάμενου κτιρίου σε δυο διαφορετικές φάσεις (Σχέδιο 13).

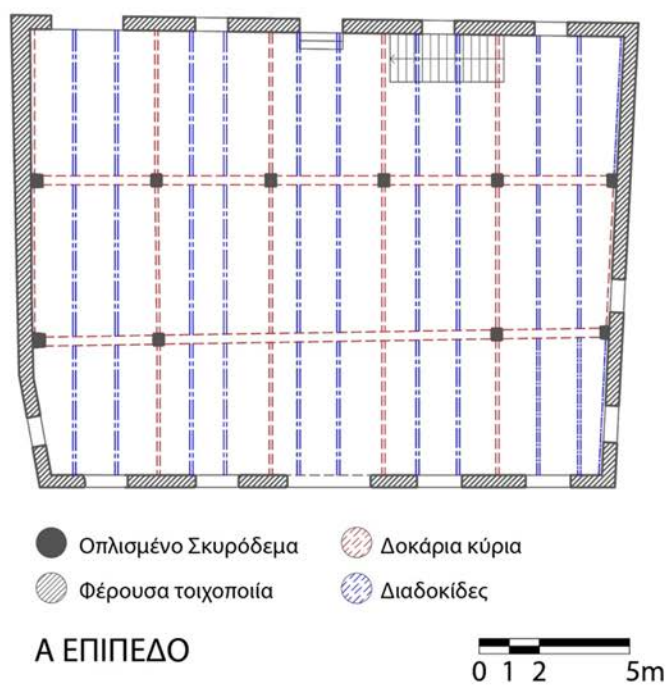
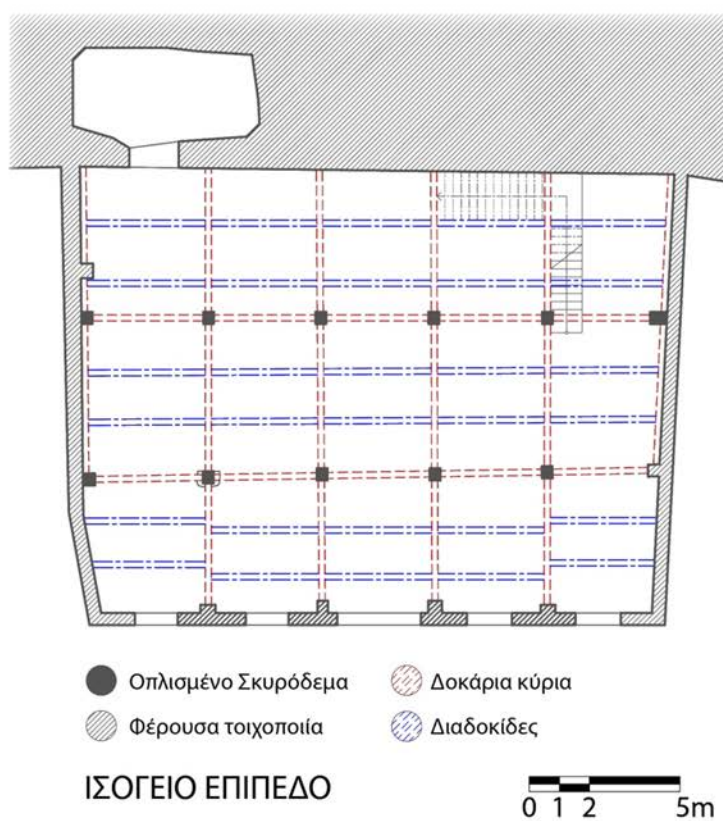
Η φέρουσα τοιχοποιία αποτελείται από πωρόλιθο και είναι κατασκευασμένη με τη συνήθη διαδικασία, δηλαδή την τοποθέτηση μεγάλων λαξευμένων λίθων στις κρίσιμες περιοχές με τις μεγαλύτερες στατικές απαιτήσεις (Γωνίες τοίχων, περιοχές που φέρουν μεγάλα φορτία, υποστυλώματα από λίθο, δημιουργία θεμελίων κ.α.) και το γέμισμα μεταξύ τους, με χυτή τοιχοποιία, αποτελούμενη από μικρότερους ακανόνιστου μεγέθους λίθους και κονίαμα. Το σχήμα των μεγάλων λίθων είναι ορθογώνιο, με διαστάσεις που δεν ξεπερνούν αυτές των $l=50\text{ cm}$ σε μήκος, και $h=50\text{ cm}$ σε ύψος, ενώ των μικρότερων στοιχείων πλήρωσης είναι ακανόνιστο, πάντα όμως με την προϋπόθεση οι εδρασμένες επιφάνειες να έχουν καλή συνάφεια μεταξύ τους για να αποδοθεί ένα στιβαρό σύνολο.

Σε ότι αφορά τα στοιχεία του οπλισμένου σκυροδέματος αυτά αφορούν την πλειοψηφία των υποστυλωμάτων, την άνω πλάκα με τα δοκάρια και τις διαδοκίδες που αυτή έχει, τον σχηματισμό ενός σκληρού περιμετρικού πλαισίου (δοκάρι κρεμάσματος $h=60\text{ cm}$) που αποτελεί την απόληξη των υποστυλωμάτων και φέρει μέρος της στέγης, και τα δυο ακριανά τμήματα της στέγης τα οποία με την σειρά τους σχηματίζουν διαδοκίδες πάχους $20*20\text{ cm}$ οι οποίες ενώνονται με το περιμετρικό δοκάρι.

Αξίζει να σημειωθεί και χρήζει της προσοχής μας ο τρόπος με τον οποίον είναι κατασκευασμένο το νέο τμήμα της κατασκευής. Κατά την διαδικασία της προσθήκης στο μπροστινό μέρος του κτιρίου (βορειοδυτική όψη), προκειμένου να αποφευχθεί ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος της κατάρρευσης της νέας φέρουσας τοιχοποιίας στην πάροδο του χρόνου, η νέα άνω πλάκα αγκυρώνει στην τοιχοποιία σχηματίζοντας σενάζ πάχους $d_{\text{σενάζ}}=40\text{ cm}$. Επίσης, το άνω μέρος της φέρουσας τοιχοποιίας, με την δημιουργία ενός άλλου σενάζ (και με την βοήθεια των διαδοκίδων) ενώνεται με το περιμετρικό πλαίσιο το οποίο στηρίζουν τα υποστυλώματα (Εικ.15,20).

Σε ότι αφορά τον νέο όροφο, αυτός όπως προαναφέρθηκε αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα πλακάς πάχους $d_{\text{πλακάς}}=15\text{ cm}$ στηριζόμενος σε υποστυλώματα περίπου ίσων διαστάσεων $35*40\text{ cm}$. Τα δοκάρια αποτελούνται από μεγάλο ύψος $h_{\text{δοκ.}}=70\text{ cm}$ και πάχους $d_{\text{δοκ.}}=20\text{ cm}$ ενώ οι διαδοκίδες έχουν ύψος $h_{\text{διαδ.}}=25\text{ cm}$ και πάχος ίσο με αυτό των δοκαριών (Εικ.20,21). Η μεταξύ τους απόσταση κυμαίνεται μεταξύ $1-1,80\text{ m}$ παρουσιάζοντας μια συνέχεια μεταξύ τους, στην διεύθυνση τους από το ένα άκρο του κτιρίου στο άλλο, εκτός από τα δυο ακριανά τμήματα της βορειοδυτικής όψης. Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι όλο το δομικό σύστημα υπακούει σε έναν κάναβο αυξομειούμενων διαστάσεων οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ $3,5-4,0*4,0-4,8\text{ m}$.

Τέλος, δευτερεύων στοιχείο του δομικού συστήματος αποτελεί μια σειρά ξύλινων ζευκτών (κεντρικό σημείο κτηρίου) τα οποία ως μόνη λειτουργία έχουν την μεμονωμένη στήριξη αυτού του σημείου της στέγης.



Σχέδιο 13: Απεικόνιση δομικού συστήματος, προβολές δοκαριών-διαδοκίδων

4.3. Παθολογία κτιρίου-Μετρήσεις με την μέθοδο του κρουσίμετρου

Κατά την πρώτη επαφή με το υπό μελέτη κτίριο πραγματοποιήθηκε έλεγχος και αποτύπωση του για να διαπιστωθούν τα σημεία εκείνα που φέρουν φθορές ώστε να εκτιμηθεί, σε συνδυασμό με τις τιμές μέτρησης με την διαδικασία της κρουσιμέτρησης, η υφιστάμενη κατάσταση των δομικών στοιχείων καθώς και η αντοχή τους στην πάροδο του χρόνου.

Δεδομένης της τοποθεσίας του κτιρίου, καθώς αυτό εκτίθεται καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου σε υφάλμυρα νερά (Φυσικοί λιμένες Ταμπακαριών) και δυνατούς ανέμους, παρατηρήθηκε έντονη υγρασία, το φαινόμενο της κυψελοειδούς φθοράς ²⁷, βιοδιάβρωση, διάβρωση, μερική καθίζηση, μικρές ρηγματώσεις και κατάρρευση του προστατευτικού κονιάματος, όπου αυτό υπήρχε (κυρίως σε διάφορα εσωτερικά τμήματα), σχεδόν στο σύνολο της (Εικ.15-21, Σχέδιο 14-18).

Παρατηρώντας την βορειοδυτική όψη γίνεται αντιληπτή η κυψελοποίηση που έχουν υποστεί οι μεγάλοι λίθοι (κυρίως στις ακμές του κτιρίου και στα ανοίγματα) λόγω των ανεμοπιέσεων, της παρουσίας της έντονης υγρασίας, της συσσώρευση αλάτων και της βιοδιάβρωσης (Εικ.15).



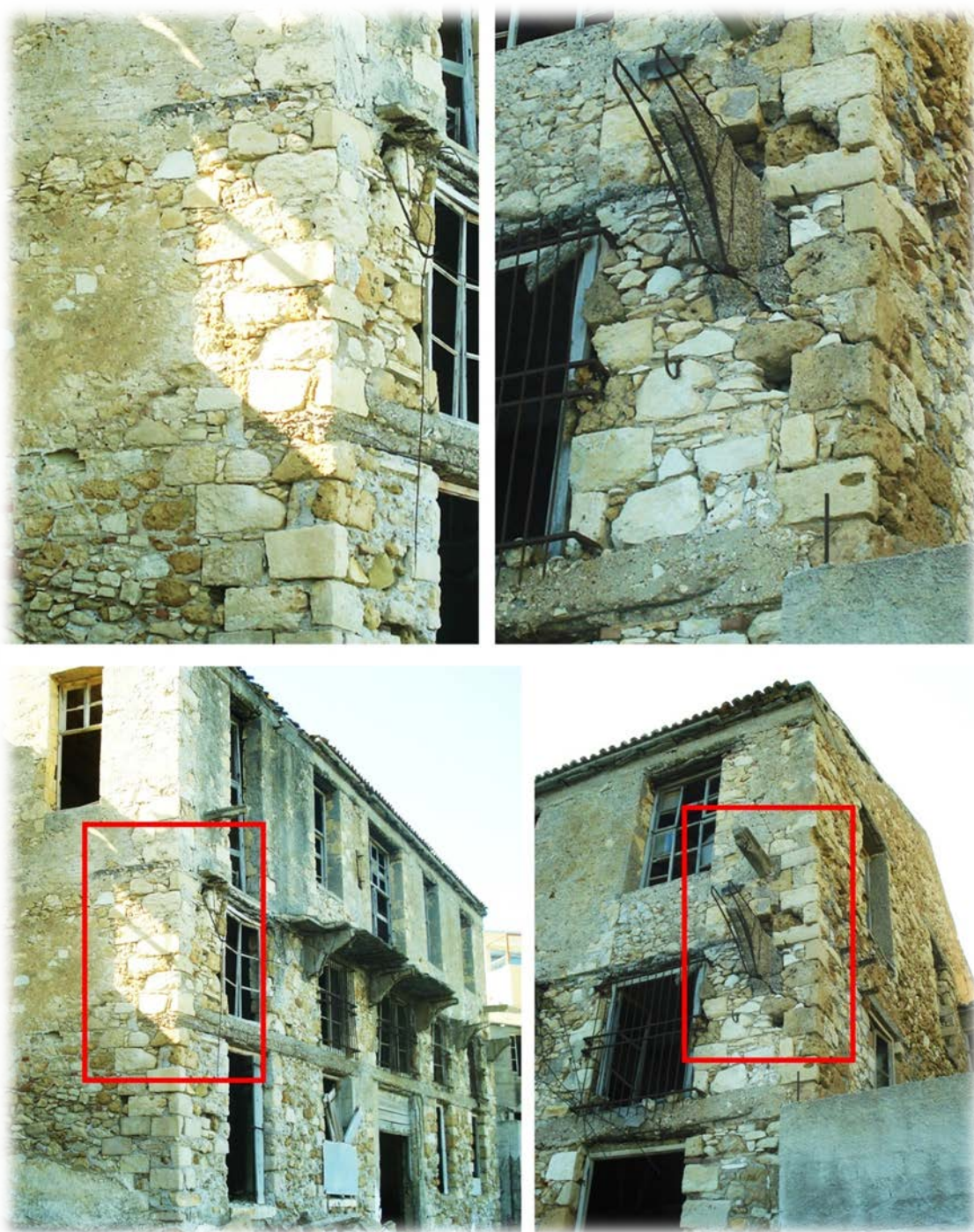
Εικ.15: Απεικόνιση βορειοδυτικής όψης

²⁷ «Ονομάζουμε την εμφάνιση μικρών οπών σποραδικά ή σε συστάδες και είναι αποτέλεσμα συνήθως βιολογικής δράσης που δεν είναι πλέον ενεργή. Ως κυψέλωση έχουμε συνηθίσει να ονομάζουμε επίσης την ιδιόμορφη διάβρωση - απομείωση που παρουσιάζει ο λίθος όταν επηρεάζεται από δυνατούς ανέμους και αιωρούμενα σωματίδια, συνήθως άλατα. Στην περίπτωση αυτή δημιουργούνται στην επιφάνεια του λίθου ασύμμετρες οπές και κοιλότητες που πολλές φορές οδηγούν σε σπηλαιώδεις καταστάσεις.», Παπασταματίου Κλεοπάτρα, Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης Τ.Ε., Συντήρηση λίθου, Εργασία στα πλαίσια εκπαιδευτικής άδειας 2006- 2007, Πανελλήνια Ένωση Συντηρητών Αρχαιοτήτων, 2006- 2007

Ακόμη φαίνεται έντονα η ελαφρά καθίζηση που αυτή έχει υποστεί τμήμα της τοιχοποιίας λόγω της αλλοίωσης των μηχανικών χαρακτηριστικών του συνδετικού κονιάματος η οποία οφείλεται κυρίως στην ύπαρξη υγρασίας αλλά, ιδιαίτερα στα χαμηλά τμήματα, στην αναρριχώμενη υγρασία που φτάνει έως και το 1.5 μέτρο καθώς και ρηγματώσεις στο άκρο. Σε ότι αφορά τα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος που αυτή φέρει παρατηρείται έντονη διάβρωση, αποφλοιώση του σε πολλά σημεία με αποτέλεσμα να έχει υποστεί ζημία ο οπλισμός, καθώς και ολική κατάρρευση του στοιχείου του μπαλκονιού που προϋπήρχε στο κτίριο στίγμα του οποίου μπορεί να παρατηρήσει κανείς στην εναπομείνουσα αντηρίδα στήριξης ιδίου υλικού (Εικ.16-17).

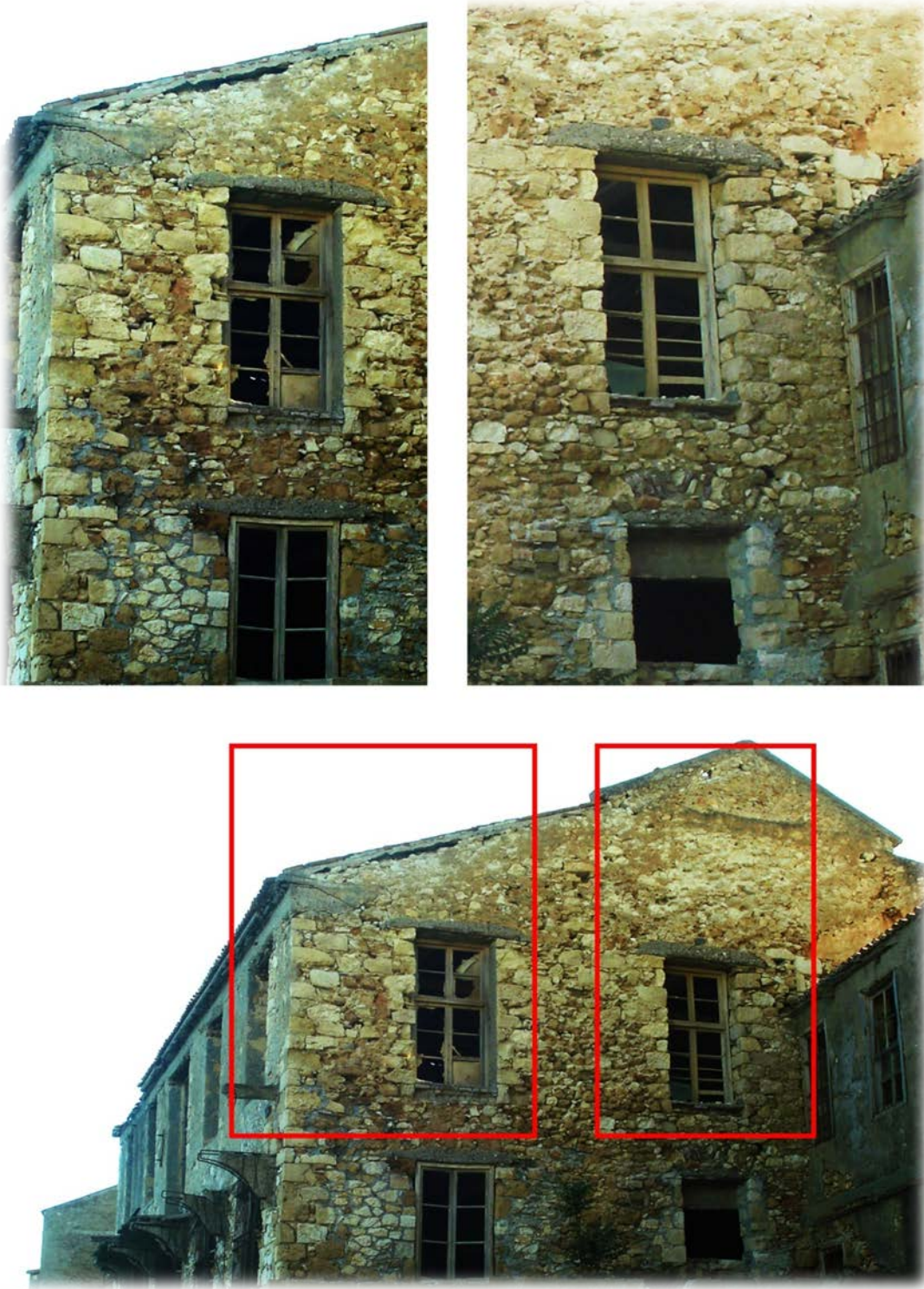


Εικ.16: Αριστερά, φθορές συνδετικού κονιάματος λόγω υγρασίας και διάβρωση οπλισμένου σκυροδέματος (σενάζ) με αποτέλεσμα την αποφλοιώση και εμφάνιση του οπλισμού του. Δεξιά, έντονη φθορά σκυροδέματος στα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος και πλήρης απουσία του μπαλκονιού που υπήρχε στο κτίριο με εναπομένον στοιχείο αυτό της αντηρίδας στήριξης του. Κάτω, Έντονες τριχοειδής ρηγματώσεις και αποφλοιώσεις οπλισμένου σκυροδέματος



Εικ.17: Αριστερά , Φθορές συνδετικού κονιάματος λόγω υγρασίας και διάβρωση οπλισμένου σκυροδέματος (σενάζ) με αποτέλεσμα την αποφλοίωση και εμφάνιση του οπλισμού του
 Αριστερά κάτω, Ελαφρά καθίζηση των στοιχείων πλήρωσης της φέρουσας τοιχοποιίας και ύπαρξη υγρασίας
 Δεξιά κέντρο, Έντονη ρηγμάτωση η οποία ξεκινά από την αντηρίδα και φτάνει έως την ακμή του τοίχου
 Εμφανής υγρασία και μερική καθίζηση της φέρουσας τοιχοποιίας καθώς και διάβρωση οπλισμού στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος

Προχωρώντας στην νοτιοδυτική όψη παρατηρούμε παραπλήσιες φθορές στα στοιχεία που απαρτίζουν την φέρουσα τοιχοποιία ενώ σημαντικό είναι να τονιστεί η έντονη ρωγμή που υπάρχει στο σενάζ του οπλισμένου σκυροδέματος στο τελείωμα της (Εικ.18).



Εικ.18: Αριστερά , Έντονη ρηγμάτωση σκυροδέματος στο σενάζ του τελειώματος της στέγης
Αριστερά, Εμφανής κυψελοποίηση λίθων

Προχωρώντας στο εσωτερικό του ισογείου επιπέδου παρατηρείται ακόμη πιο έντονη η εμφάνιση της υγρασίας, ειδικά στην νοτιοανατολική πλευρά του τοίχου, με αποτέλεσμα την πλήρη πτώση προγενέστερου επιχρίσματος και την δημιουργία στο εναπομένον μιας μαλακής υφής. Ακόμη εντοπίζεται μερική πτώση της βορειοανατολικής μεσοτοιχίας, εμφανής αρμός ο οποίος αντιστοιχεί στην νέα προσθήκη που πραγματοποιήθηκε στο κτίριο μεταγενέστερα και έντονη αποφλοίωση σε πληθώρα σημείων του οπλισμένου σκυροδέματος με αποτέλεσμα την εμφάνιση του οπλισμού. Τέλος, η εμφάνιση της στάθμης των θεμελίων περιμετρικά μας δημιουργεί ερωτήματα για την συμπεριφορά πάκτωσης υποστυλώματος σε μικρή επιφάνεια θεμελίωσης (Εικ.19-20).



Εικ.19: Μερική πτώση των υλικών πλήρωσης της βορειοανατολικής μεσοτοιχίας του κτιρίου
Δεξιά, εμφανής αρμός της νέας προσθήκης του κτιρίου

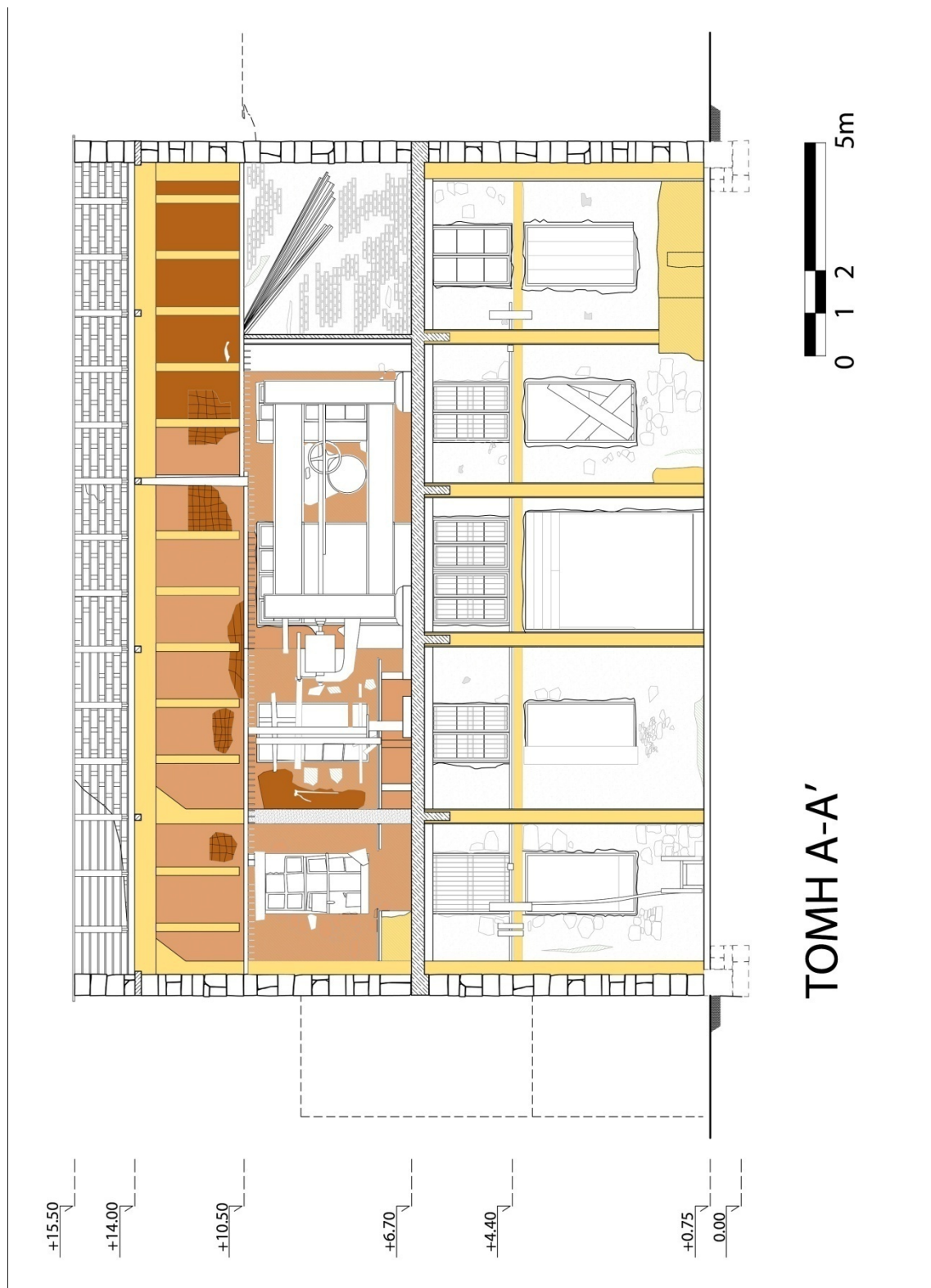


Εικ.20: Απεικόνιση φθορών στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος ισογείου επιπέδου

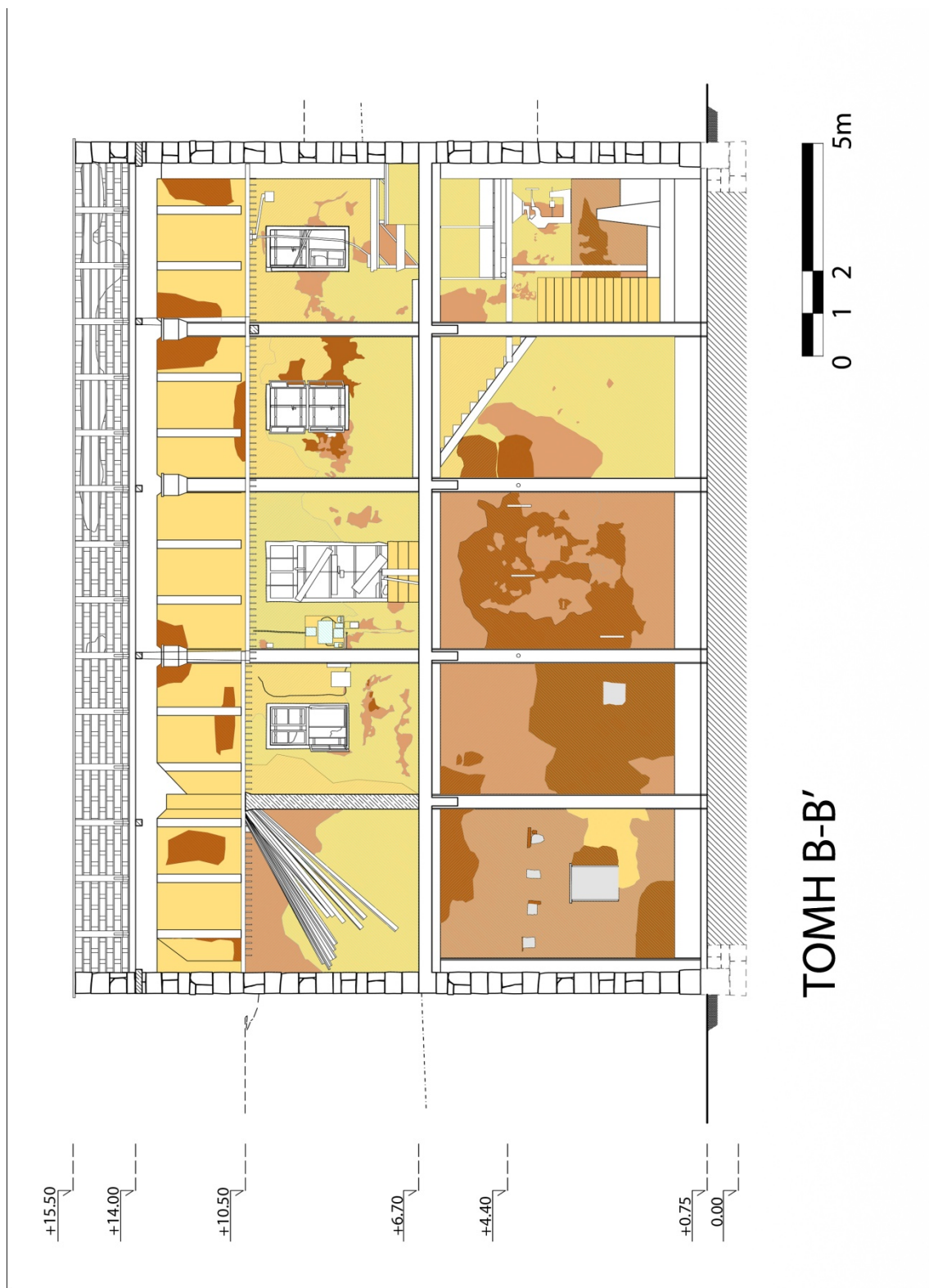
Τέλος στο άνω επίπεδο γίνεται αντιληπτή σχεδόν σε ολόκληρο το τμήμα της στέγης, αποτελούμενης από οπλισμένο σκυρόδεμα η αποφλοίωση και διάβρωση του οπλισμού της (Εικ.21).



Εικ.21: Απεικόνιση φθορών στέγης οπλισμένου σκυροδέματος
Παρατηρείται έντονη αποφλοίωση και διάβρωση του οπλισμού



Σχέδιο14: Αποτύπωση παθολογίας κτιρίου, Τομή Α-Α'



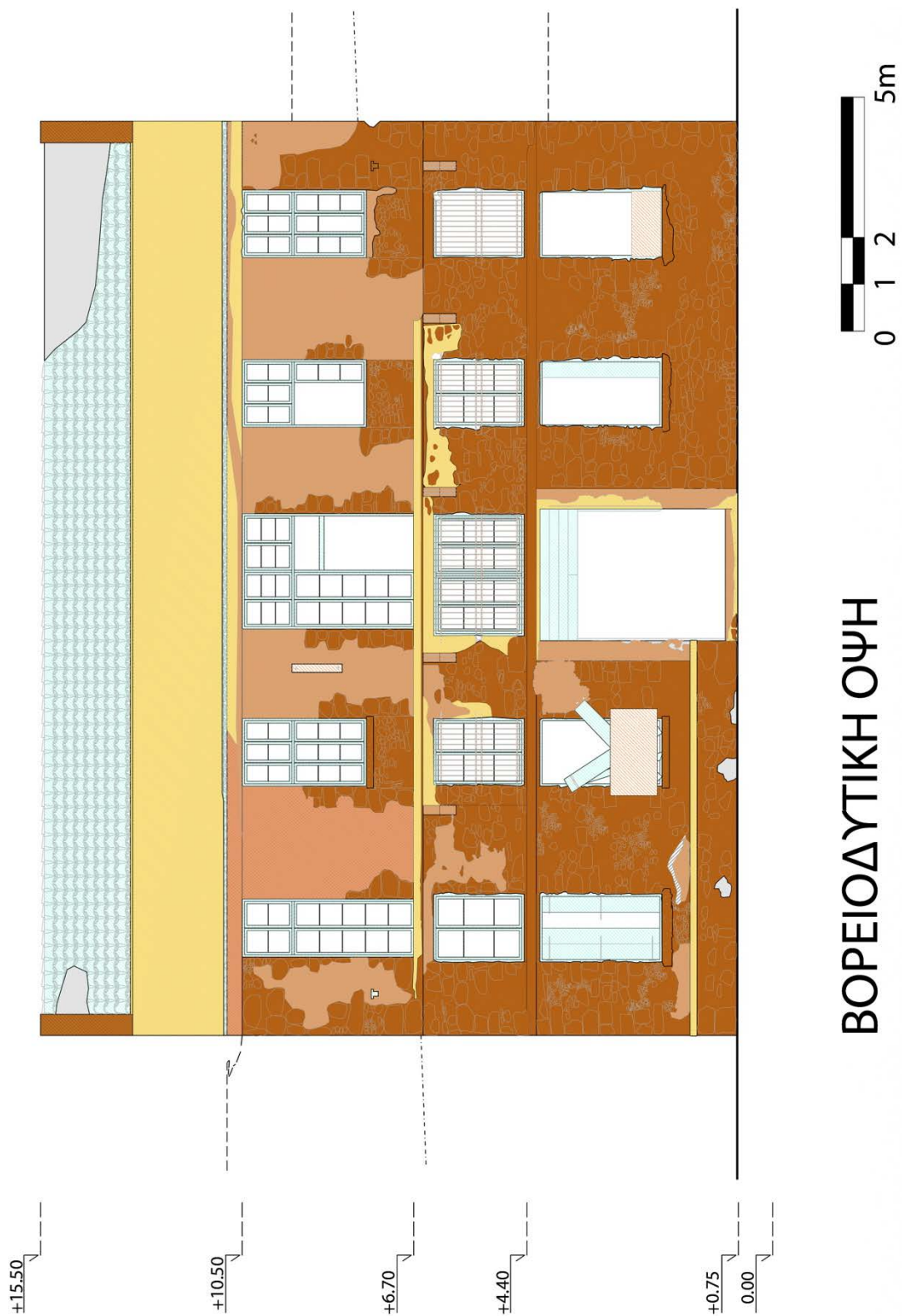
Σχέδιο15: Αποτύπωση παθολογίας κτιρίου, Τομή Β-Β'



Σχέδιο16: Αποτύπωση παθολογίας κτιρίου, Τομή Δ-Δ'

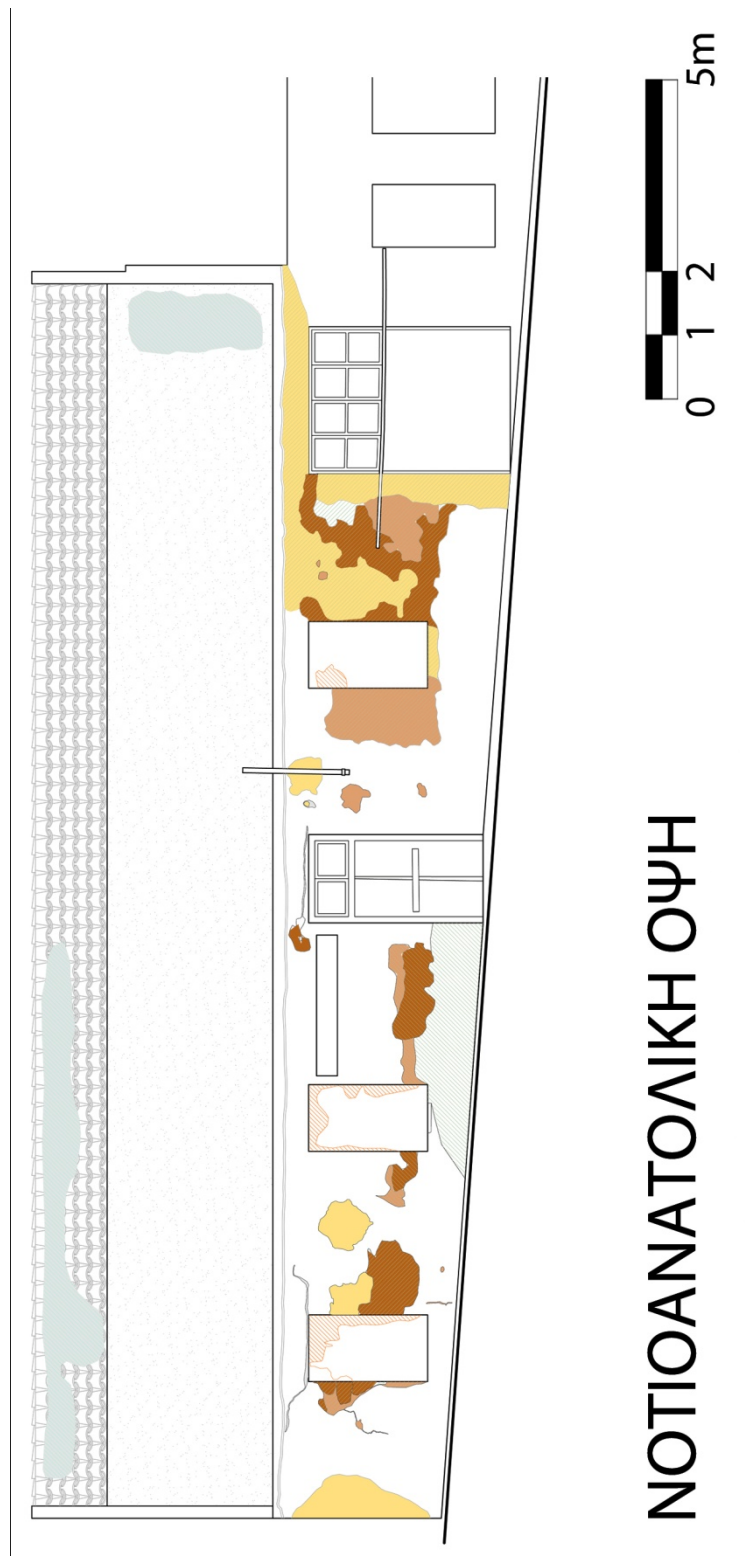


Σχέδιο17: Αποτύπωση παθολογίας κτιρίου, Τομή Γ-Γ'






ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

Σχέδιο18: Αποτύπωση παθολογίας κτιρίου, Βορειοδυτική Όψη



Σχέδιο19: Αποτύπωση παθολογίας κτιρίου, Νοτιοανατολική όψη

Φθορές

-  διάβρωση κονιάματος
-  μερική πτώση επιχρίσματος
-  ολική πτώση επιχρίσματος
-  απουσία υλικού

Αίτια

-  ανερχόμενη υγρασία
-  καθοδική υγρασία
-  τοπική υγρασία
-  θερμική φθορά
-  οξείδωση
-  λοιπές χημικές αλλοιώσεις υλικού

παραδείγματα συνδυασμών

- παράδειγμα1  ολική πτώση επιχρίσματος λόγω τοπικής υγρασίας
- παράδειγμα2  μερική πτώση επιχρίσματος λόγω ανερχόμενης υγρασίας

Πίνακας 04: Επεξήγηση αιτιών παθολογίας κτιρίου

Εκτός από τον μακροσκοπικό οπτικό έλεγχο (φωτογραφική τεκμηρίωση και αρχιτεκτονική αποτύπωση) πραγματοποιήθηκε ενόργανη μέτρηση με κρουσίμετρο (σφύρα Schmidt) προκειμένου να έχουμε ποσοτικές ενδείξεις σχετικά με την κατάσταση των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών του κτιρίου.



Εικ.22: Όργανο μέτρησης, Κρουσίμετρο

Τα επιλεγμένα σημεία μέτρησης κατανέμονται σε όλα τα δομικά στοιχεία του φέροντα οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος και αυτά της φέρουσας τοιχοποιίας (Εικ.218, Παράρτημα 01). Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε όλα τα υποστυλώματα, στην πλακά του άνω ορόφου και σε ένα δοκάρι (δεδομένου του μεγάλου ύψους του κτιρίου και του ιδιοκτησιακού του καθεστώτος ήταν αδύνατον να παρθούν επιμέρους μετρήσεις στα γεωμετρικά στοιχεία του φέροντα οργανισμού). Σε ότι αφορά την φέρουσα τοιχοποιία, πάρθηκαν τιμές ανά τρία σημεία στην κάθε πλευρά. Η τελική τιμή για κάθε κατηγορία γεωμετρικών στοιχείων διαμορφώθηκε υπολογίζοντας το μέσο όρο των μετρήσεων, απορρίπτοντας όμως σημεία τα οποία εμφάνιζαν μεγάλη απόκλιση από τις υπόλοιπες μετρήσεις (Πίνακας 05). Ακόμη, έγινε προσπάθεια να τηρηθούν, στο μέτρο του δυνατού, οι απαιτούμενες ενέργειες για την διεξαγωγή σωστών αποτελεσμάτων όπως αυτή της λείανσης των επιφανειών, της σωστής γωνίας μέτρησης (κάθετη τοποθέτηση με την επιφάνεια επαφής), της αποφυγής σημείων με υπαρκτή υγρασία, την αποφυγή σημείων με εναπομείναντα επιχρίσματα. Σε ότι αφορά τον αριθμό των μετρήσεων, αυτός ανέρχεται σε μια για κάθε σημείο επειδή κατά την διαδικασία διαπιστώθηκε ότι οι τιμές μέτρησης παρουσίασαν σημαντική ομοιογένεια διαφορετικά θα έπρεπε να ανέρχεται στις 10 ανά σημείο το ελάχιστο (Παράρτημα 1).

Τέλος, Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η κρουσιμέτρηση ως αυτή καθαυτή μέθοδος δεν μπορεί να μας δώσει το βέλτιστο της αποτίμησης των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών και θα πρέπει να συνδυαστεί και με άλλη μέθοδο όπως αυτή της πυρηνοληψίας. Αυτό όμως κρίνεται αδύνατον στην παρούσα μελέτη δεδομένου ότι είναι άγνωστη η κατάσταση της αντοχής της υφιστάμενης λιθοδομής, με κίνδυνο κατάρρευσης μέρους της σε προσπάθεια λήψης πυρήνων για περαιτέρω εργαστηριακό έλεγχο καθώς και γιατί το παρών κτίριο είναι ιδιόκτητο πράγμα που μας περιορίζει στην διεξαγωγή οποιουδήποτε άλλου έλεγχου πέραν του μη καταστροφικού.

A/A	Γεωμετρικό στοιχείο	Θλιπτική αντοχή f_c (MPa)	Υλικό	Επίπεδο
1	Υποστυλώματα	29.17	Οπ.Σκυρόδεμα	Ισόγειο
2	Υποστυλώματα	36.35	Λίθος	Ισόγειο
3	Υποστυλώματα	41.20	Οπ.Σκυρόδεμα	A επίπεδο
4	Τοιχοποιία	25.39	Λίθος	Ισόγειο
5	Τοιχοποιία	31.53	Λίθος	A επίπεδο
6	Πλάκα	44.63	Οπ.Σκυρόδεμα	A επίπεδο
7	Δοκάρια	25.40	Οπ.Σκυρόδεμα	A επίπεδο

Πίνακας05: Τιμές μέτρησης έμμεσης θλιπτικής αντοχής των υλικών του κτιρίου

Με μια πρώτη εκτίμηση θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι μετρηθείσες τιμές χαρακτηρίζονται καλές. Αυτό συμπεραίνεται δεδομένου ότι για νέες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα η θλιπτική αντοχή για δοκίμια ποιότητας C20/25 θα πρέπει να κυμαίνεται γύρω στα 30 MPa ενώ για φέρουσες τοιχοποιίες από λιθοδομές γύρω στα 18 MPa.

4.4. Επανασχεδιασμός- Μετατροπή του παλιού βυρσοδεψείου σε χώρο πολιτισμικού ενδιαφέροντος

Η νέα σχεδιαστική πρόταση αφορά την μετατροπή του παλιού βυρσοδεψείου σε έναν χώρο πολιτισμικού ενδιαφέροντος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το εν λόγω κτίριο αποτελεί ένα συνονθύλευμα πολιτισμικού πλούτου, παρέχει την δυνατότητα δυο ανεξάρτητων εισόδων έντονης υψομετρικής διαφοροποίησης (Οδός Βιβιλάκη και παραλιακό μέτωπο), αποπνέει ένα γυμνό βιομηχανικό στυλ καθώς στο σύνολο του εμφανίζει την καθαρότητα των υλικών δόμησης του, έχει μεγάλο ύψος στον κάθε όροφο, αποφασίστηκε η διαμόρφωση μιας μεικτής χρήσης όπου πλέον θα στεγάζονται ένας χώρος περιοδικών εκθέσεων και ένα wine-bar-restaurant.

Εκμεταλλευόμενοι την γεωμετρία του κτιρίου αλλά και περιοριζόμενοι, δεδομένου ότι αυτό έχει κηρυχτεί διατηρητέο μη αφήνοντας τον οποιονδήποτε μελετητή να πραγματοποιήσει επεμβάσεις που αφορούν την φθορά-καταστροφή της στατικής λειτουργίας του, αποφασίστηκε να δημιουργηθεί μια αρχιτεκτονική σύνθεση όπου κύριο μέλημα αποτελεί η ενοποίηση-συνοχή του χώρου διαφορετικά αυτό θα έχανε το ενιαίο ύψος που ήδη έχει. Για την επίτευξη του σχεδιαστικού στόχου αυτού προστίθενται δυο επιπλέον επίπεδα, ένα στο άνω επίπεδο και ένα στο κάτω, καθώς δημιουργούνται δυο αίθρια για να διατηρηθεί η οπτική επαφή των επισκεπτών, αναλόγως με το επίπεδο στο οποίο βρίσκονται.

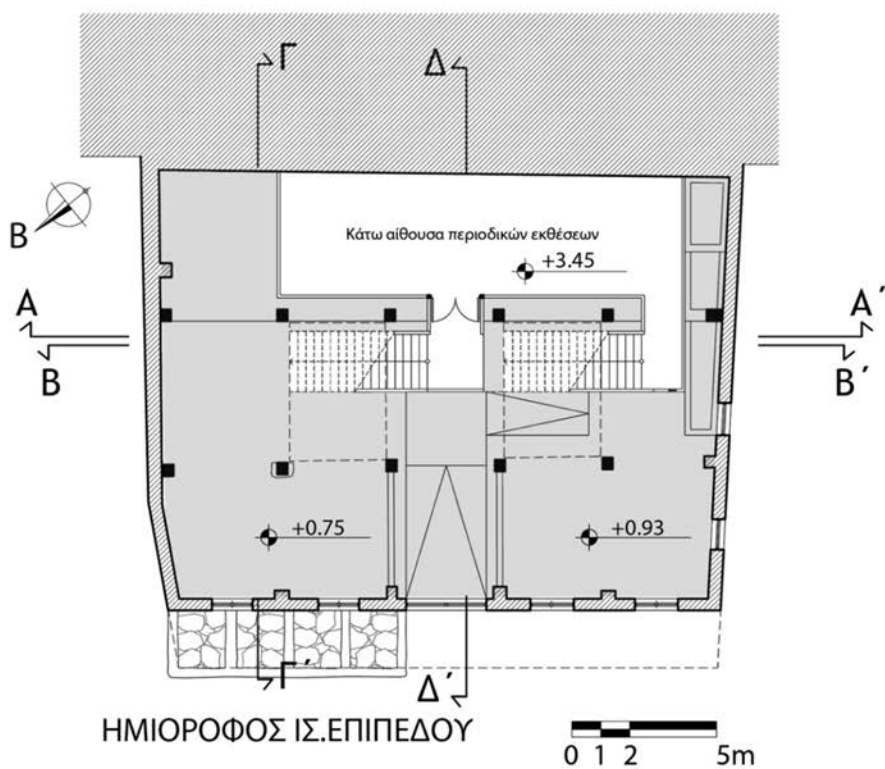
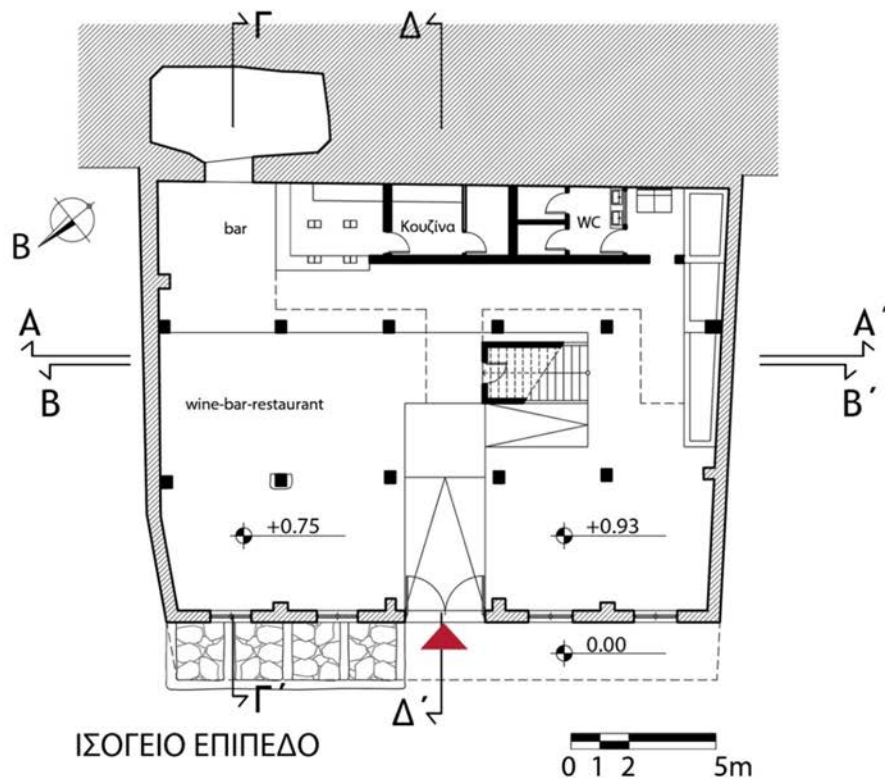
Ο άνω όροφος αποκτά την χρήση των περιοδικών εκθέσεων, όπου ο επισκέπτης ακολουθεί μια πορεία μέσω της οποίας έχει την δυνατότητα να περιηγηθεί στον εκθεσιακό χώρο, να επιστρέψει στο σημείο το οποίο ξεκίνησε ή να κατέβει στο ισόγειο επίπεδο όπου βρίσκεται το wine-bar-restaurant. Ακόμη, στο άνω επίπεδο εμπεριέχεται η διαμόρφωση ενός παταριού που προβλέπεται να φιλοξενήσει το γραφείο της διεύθυνσης, μια αποθήκη παραλαβής και αποθήκευσης έργων και ένας μικρός αμφιθεατρικός χώρος συγκέντρωσης-ενημέρωσης-προβολών μαζί με τους υγρούς χώρους (WC) (Σχέδιο 20).

Το ισόγειο επίπεδο φέρει την χρήση του wine-bar-restaurant όπου στην πραγματικότητα μπορεί να ανεξαρτητοποιηθεί πλήρως από τον άνω όροφο προκειμένου να αποτελέσει ένα προορισμό αναψυχής στο όμορφο κομμάτι των Ταμπακαριων (Σχέδιο 20).

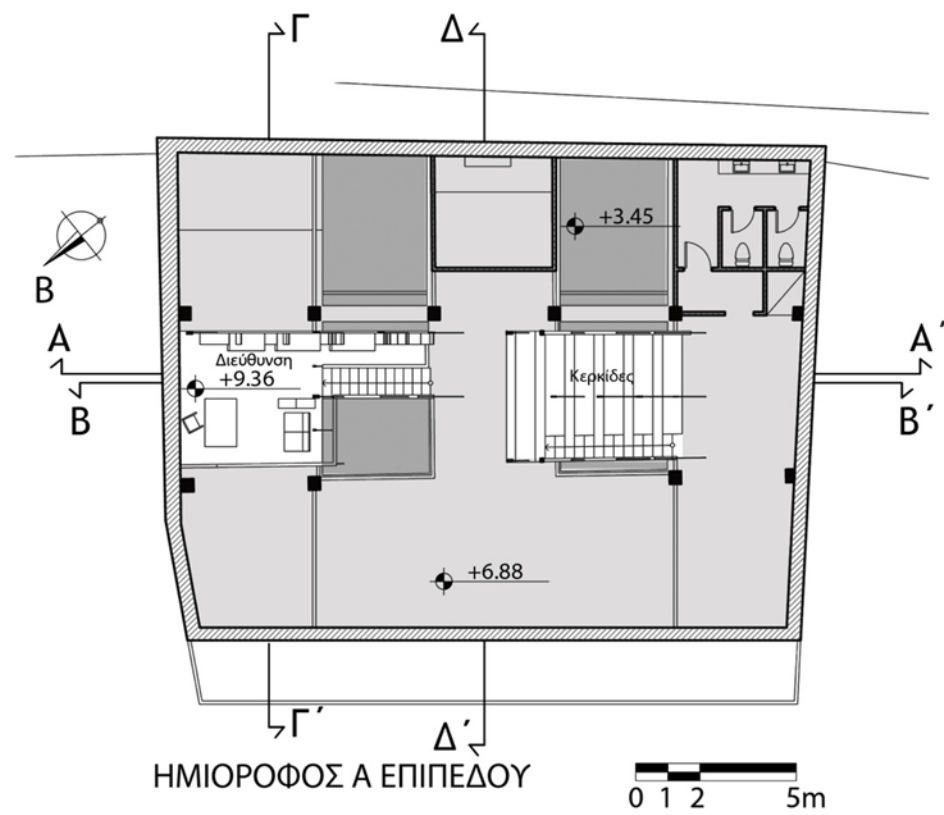
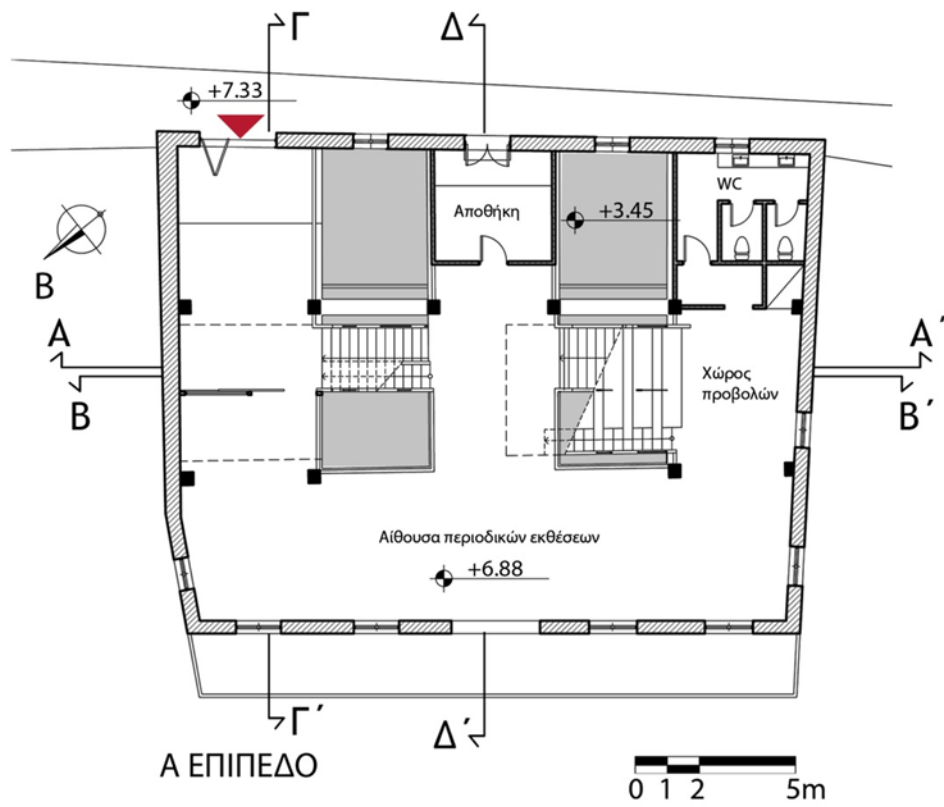
Σε ότι αφορά της προσβάσεις, αυτές πραγματοποιούνται και από τα δυο σημεία του κτιρίου, με το σκεπτικό ότι ακόμη και ο επισκέπτης που έχει ως σκοπό να καταλήξει στο ισόγειο επίπεδο, μέσω της πορείας που θα ακολουθήσει διασχίζοντας τα κλιμακοστάσια του κτιρίου, να δελεαστεί και να έχει την δυνατότητα να περιηγηθεί στον εκθεσιακό χώρο είτε να απολαύσει την αρχιτεκτονική διαμόρφωση του νέου χώρου.

Τα υλικά τα οποία απαρτίζουν το κτίριο αποφασίστηκε να διατηρηθούν ως έχουν στην φέρουσα τοιχοποιία (Η ώχρα του πωρόλιθου και η αίσθηση του μπρουταλισμού που απορρέει από τα στοιχεία του οπλισμένου σκυροδέματος). Τα νέα υλικά τοποθέτησης αποτελούμενα από αυτό του ξύλινου πατώματος, των μεταλλικών στοιχείων και ενός νέου τμήματος οπλισμένου σκυροδέματος, ισχυροποιούν ακόμη περισσότερο την ανάγκη για μια καθαρή αρχιτεκτονική παρέμβαση, τόσο σε επίπεδο σχεδιασμού όσο σε επίπεδο καθαρότητας των υλικών.

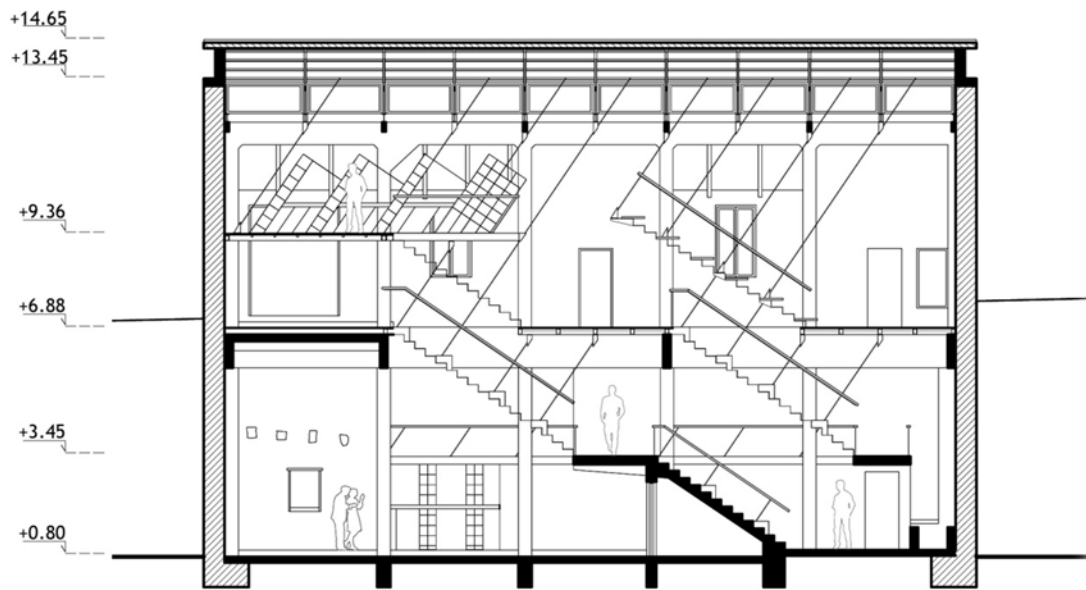
Τέλος, αναφερόμενοι στο δομικό σύστημα του κτιρίου (Σχέδιο 24,25), αποφασίστηκε να γίνει μια ήπιας μορφής επέμβαση (ελαφριά κατασκευή) με απώτερο σκοπό να μην επιβαρυνθεί περαιτέρω με πρόσθετες δυσμενείς φορτίσεις. Η απάντηση σε αυτό το ζήτημα, για το άνω επίπεδο, έγκειται στο γεγονός ότι σχεδιάστηκε νέο δομικό σύστημα αναρτώμενο πλέον από το πιο ισχυρό τμήμα του κτιρίου, δηλαδή αυτό της απόληξης των άνω υποστυλωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος, του περιμετρικού πλαισίου (δοκάρια ύψους 60 cm). Η ανάρτηση πραγματοποιείται μέσω στρόγγυλων ράβδων δομικού χάλυβα διατομής $\Phi_{\text{ραβδ.}}=1.8 \text{ cm}$ η οποία προσδίδει εφελκυστική αντοχή της τάξης των $F_{\text{τχαλ.}}=400 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ (Σχέδιο 22-25). Επιπροσθέτως, έγινε αντικατάσταση των ξύλινων ζευκτών με μεταλλικά. Ακόμη, πρόσθετη ενίσχυση-στιβαρότητα στην επέμβαση προσέδωσε η δημιουργία δυο τοιχίων οπλισμένου σκυροδέματος ποιότητας C20/25 στα δυο άνω άκρα της φέρουσας τοιχοποιίας στα οποία αγκυρώνουν μεταλλικές δοκοί (τεγίδες) με σκοπό να δράσουν ως εντατήρες (περιορισμός κάμψης της στέγης)(Σχέδιο 22,23). Με αυτόν τον τρόπο, τα νέα τμήματα του κτιρίου (πατάρι διεύθυνσης, κερκίδες, στέγη, κλιμακοστάσια) αναρτώνται-συγκρατούνται μέσω των στρόγγυλων ράβδων οι οποίες φτάνουν μέχρι τον καρφιά της στέγης προκειμένου η νέα επέμβαση να συμπεριφερθεί ως ένας ενιαίος δομικός φορέας. Τέλος, στο ισόγειο επίπεδο η δημιουργία ενός τμήματος οπλισμένου σκυροδέματος συμβάλει στην στήριξη του ενός επιπέδου των περιοδικών εκθέσεων και των κλιμακοστασίων καθώς σχεδιάστηκε ώστε να λειτουργεί ως 'ανεξάρτητος φορέας'.



Σχέδιο20: Κατόψεις νέας πρότασης



Σχέδιο21: Κατόψεις νέας πρότασης



ΤΟΜΗ Α-Α'

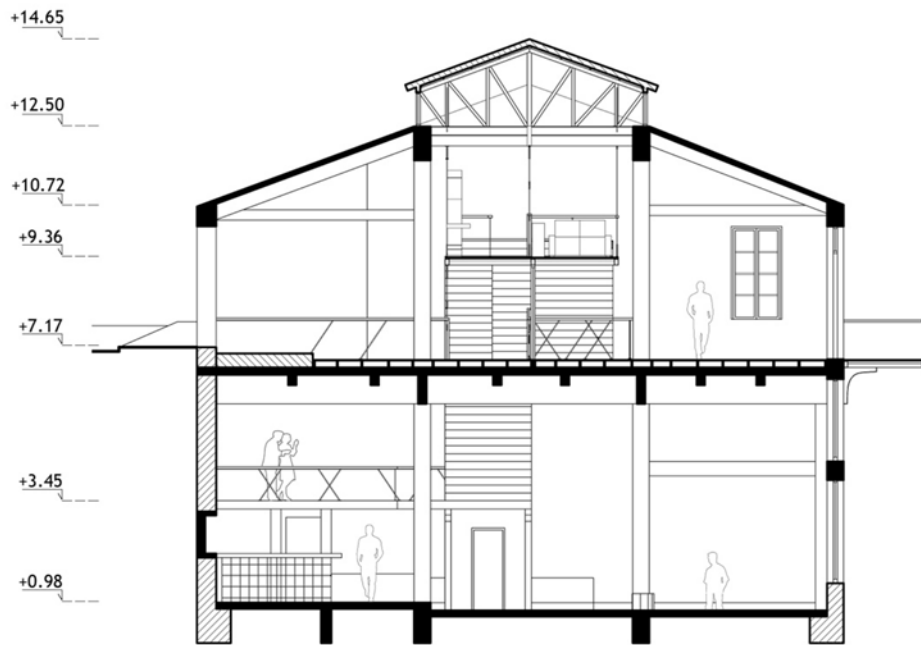
0 1 2 5m



ΤΟΜΗ Β-Β'

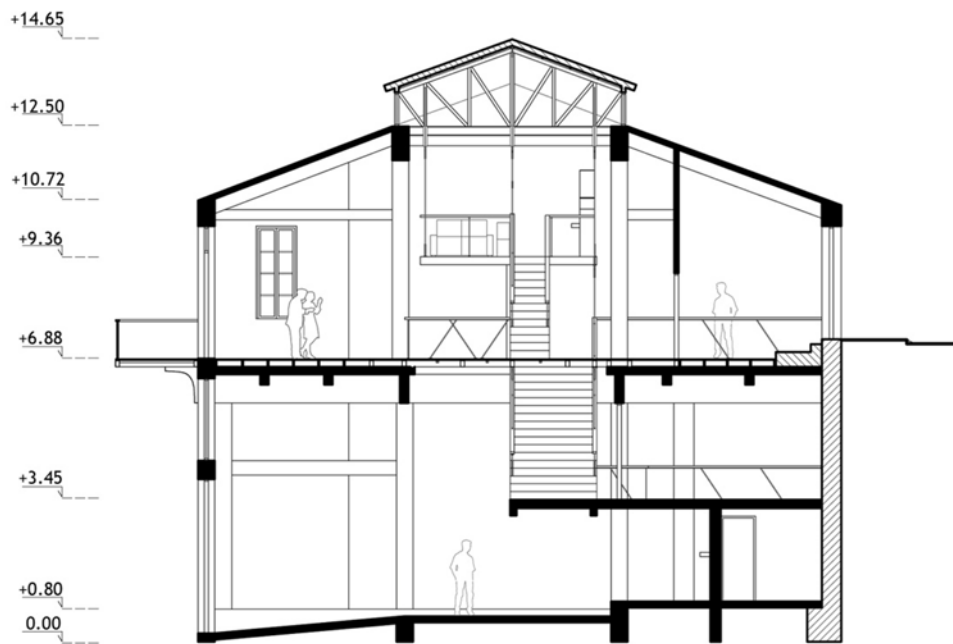
0 1 2 5m

Σχέδιο22: Τομές νέας πρότασης



ΤΟΜΗ Γ-Γ'

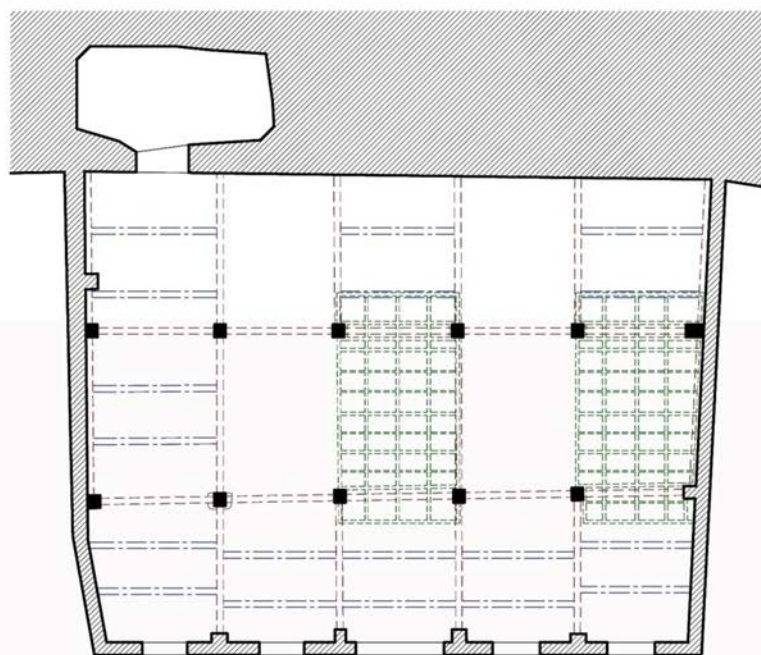
0 1 2 5m



ΤΟΜΗ Δ-Δ'

0 1 2 5m

Σχέδιο23: Τομές νέας πρότασης



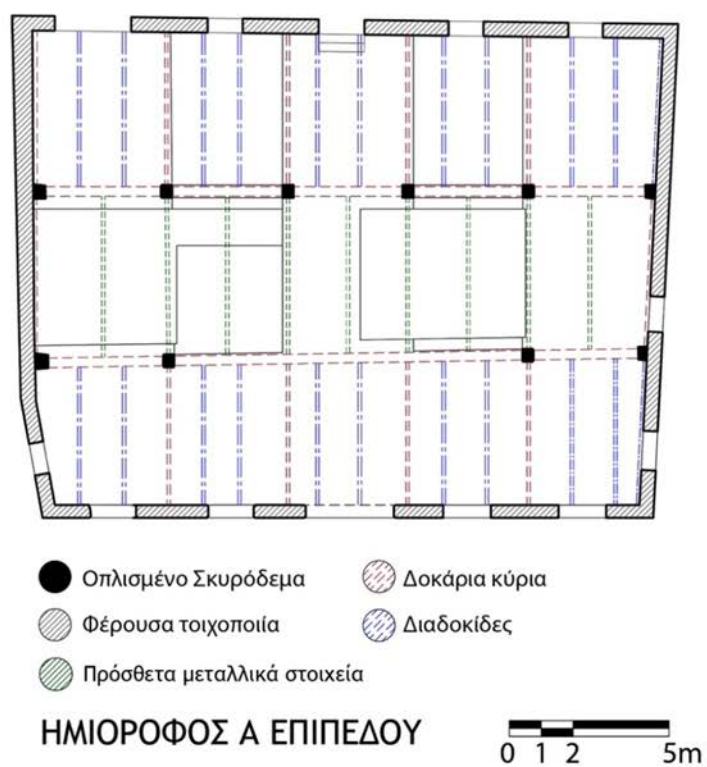
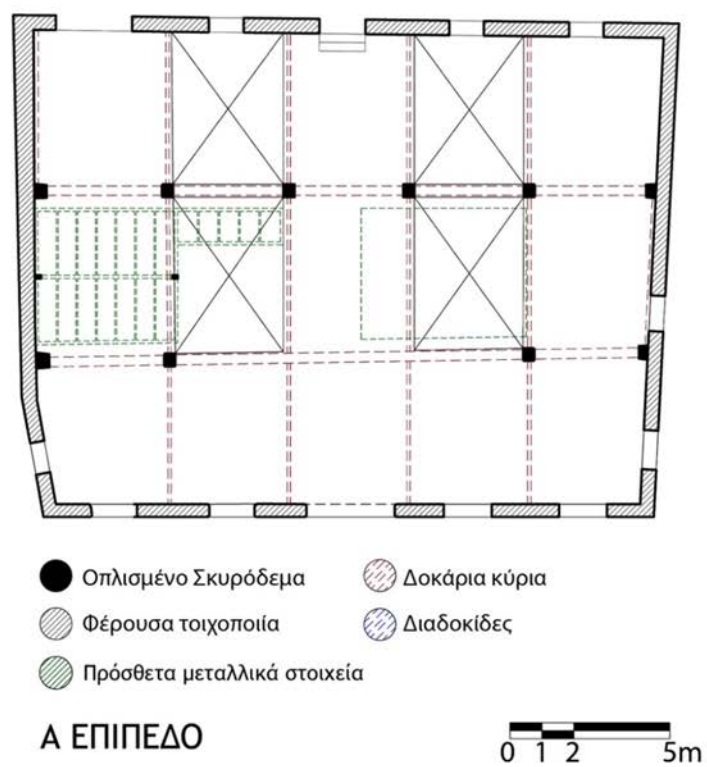
- Οπλισμένο Σκυρόδεμα ▨ Δοκάρια κύρια
- ▨ Φέρουσα τοιχοποιία ▨ Διαδοκίδες
- ▨ Πρόσθετα μεταλλικά στοιχεία

ΙΣΟΓΕΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

0 1 2 5m



Σχέδιο24: Απεικόνιση δομικού συστήματος (Ημιόροφος από οπλισμένο σκυρόδεμα με κόκκινο)



Σχέδιο25: Απεικόνιση δομικού συστήματος

5.0. Πεπερασμένα στοιχεία

Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων, αποτελεί πλέον στις μέρες μας, μια διαδεδομένη διαδικασία αριθμητικής επίλυσης προβλημάτων σε διάφορους επιστημονικούς κλάδους, ιδίως για αυτόν του μηχανικού. Το πεδίο εφαρμογών της μεθόδου καλύπτει ένα ευρύ φάσμα όπως αυτό της ανάλυσης-εύρεσης τάσεων-παραμορφώσεων σε μια κατασκευή, της καταγραφής-απόκρισης ενός συστήματος υπό σεισμική διέγερση, της ανάλυσης ροής θερμότητας, μαγνητικής ροής κ.α.

Ιστορικά, πρώτος ο Hrenikoff το 1941 ήταν αυτός που παρουσίασε μια λύση των προβλημάτων ελαστικότητας με την χρήση της «μεθόδου των δικτυωμάτων». Έπειτα ο Courant, το 1943 έκανε χρήση τμηματικά πολυωνυμικής παρεμβολής σε τριγωνικές υποπεριοχές για να μοντελοποιήσει προβλήματα στρέψης. Αργότερα, επινοήθηκε η χρήση τριγωνικών στοιχείων από τον Ιωάννη Αργύρη, με την πρώτη εφαρμογή τους στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές να πραγματοποιείται μόλις το 1944. Στις αρχές της δεκαετίας του 1960, οι μηχανικοί χρησιμοποιούσαν την μέθοδο για να δώσουν προσεγγιστικές λύσεις σε προβλήματα ανάλυσης τάσεων, ροής ρευστών, μεταφοράς θερμότητας και άλλων τομέων. Στην συνέχεια, γύρω στις αρχές της δεκαετίας του 1970, άρχισε να γίνεται εφαρμογή με την βοήθεια των πεπερασμένων στοιχείων σε μη γραμμικά προβλήματα και μεγάλες παραμορφώσεις. Τυπικά, η διατύπωση των πεπερασμένων στοιχείων έγινε από τον Clough, Αργύρη και Kelsey το 1960 με το πρώτο επίσημο βιβλίο να αποτελεί αυτό του Αργύρη το 1960, όπου έθεσε τα θέματα για μελλοντική ανάπτυξη στις μελέτες των πεπερασμένων στοιχείων, και αυτό του Oden για τα μη γραμμικά συνεχή το 1972 ²⁸. Από την εποχή εκείνη έως και σήμερα, η χρήση της μεθόδου αυτής αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι-εργαλείο του μηχανικού σε ζητήματα προσομοίωσης, σχεδιασμού και απόκρισης ενός νέου ή υφιστάμενου κτιρίου. Θετικό δε κρίνεται το γεγονός ότι με την εξέλιξη της τεχνολογίας και των Η/Υ πλέον δίδεται η δυνατότητα εκτέλεσης αριθμητικών πράξεων με μεγάλη ταχύτητα καθώς και η επίλυση σύνθετων προβλημάτων τα οποία ήταν ανέφικτο να πραγματοποιηθεί τα προηγούμενα χρόνια.

Η αρχή της μεθόδου έγκειται στο γεγονός ότι, με την βοήθεια χρήσης Y/H , αντικαθίσταται η διαφορική εξίσωση με μια προσεγγιστική αλγεβρική προκειμένου, μέσω κατάλληλου λογισμικού, να υπολογιστεί η λύση του εκάστοτε προβλήματος ²⁹. Κατά την μοντελοποίηση ενός μέσου (π.χ. μιας τοιχοποιίας) κρίνεται απαραίτητη η διαδικασία της διακριτοποίησης του δηλαδή η υποδιαίρεση του συνεχούς μέσου σε μικρότερα διακριτά στοιχεία, τα πεπερασμένα στοιχεία (Finite Elements). Μετά την προαναφερθείσα διαδικασία κάθε νέο τμήμα που δημιουργείται, αναλόγως με την επιλεχθείσα γεωμετρία (τρόπος διακριτοποίησης) που του έχουμε προσδώσει (τριγωνική, τετραγωνική κ.α.), ενώνεται με το γειτονικό του μέσω των κόμβων (nodes).

²⁸ Tirupathi R.Chandrupatla, Ashok D.belegundu, *Εισαγωγή στα πεπερασμένα στοιχεία για μηχανικούς*, Επιστημονική επιμέλεια ελληνικής έκδοσης: Χαράλαμπος Φραγκάκης, καθηγητής Α.Π.Θ., Τρίτη Αμερικάνικη έκδοση, Εκδ. κλειδάριθμος, 2005, σελ. 19-20

²⁹ Μαρία Ελ.Σταυρουλάκη, Λέκτορας Πολυτεχνείου Κρήτης, Σημειώσεις μεταπτυχιακού μαθήματος Υπολογιστικής Μηχανικής, Εργαστήριο εφαρμοσμένης μηχανικής, Γενικό Τμήμα, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2009-2010

Όπως και στην μητρωϊκή ανάλυση, έτσι και εδώ υπάρχει η δυνατότητα επιλογής των κομβικών μετατοπίσεων ή των κομβικών δυνάμεων σαν βασικών μεταβλητών του προβλήματος. Τέλος κάθε πεπερασμένο στοιχείο που έχει διακριτοποιηθεί φέρει τις ιδιότητες που του έχουμε ορίσει (μηχανικά χαρακτηριστικά, υλικά κ.α.).

Παρακάτω αναφέρονται τα βήματα τα οποία θα πρέπει κάποιος να τηρήσει προκειμένου το πρόβλημα επίλυσης να προσεγγίζει το πραγματικό μέσο προσομοίωσης:

- Σχεδιασμός κατασκευής σε κατάλληλο λογισμικό.
- Υποδιαίρεση (διακριτοποίηση) κατασκευής σε πεπερασμένα στοιχεία.
- Ορισμός γεωμετρικών ιδιοτήτων πεπερασμένων στοιχείων (Αν χρησιμοποιούμε τρισδιάστατη γεωμετρία αυτό δεν απαιτείται καθώς οι γεωμετρικές ιδιότητες έχουν ήδη προσδιορισθεί από τον τύπο του πεπερασμένου στοιχείου).
- Ορισμός μηχανικών ιδιοτήτων πεπερασμένων στοιχείων (περιγραφή μηχανικών ιδιοτήτων υλικού).
- Ορισμός συνοριακών συνθηκών (Φορτία, περιορισμοί κίνησης, κ.α.).
- Διάρθρωση και επίλυση συστήματος αλγεβρικών εξισώσεων.
- Εξαγωγή αποτελεσμάτων (ποικίλει αναλόγως με το είδος του προβλήματος επίλυσης).

5.1. Εξίσωση κίνησης

Αναφερόμενοι στον όρο ‘κατασκευή’ γίνεται λόγος σαφώς για ένα σύστημα με άπειρους βαθμούς ελευθερίας το οποίο παρουσιάζει συνεχή κατανομή μάζας και ελαστικών χαρακτηριστικών.

Προσομοιάζοντας ένα σύστημα με την μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων θεωρούμε ως κίνηση του έναν αριθμό παραμέτρων με αντίστοιχη ελευθερία κινήσεων των κόμβων, επιτρέποντας κατά αυτόν τον τρόπο την ελαστική διακριτοποίηση. Ο αριθμός των παραμέτρων αυτών εξαρτάται από τη δομή του συστήματος, τον τρόπο διέγερσης και την επιδιωκόμενη ακρίβεια. Ο τρόπος παραμετροποίησης θα πρέπει να πραγματοποιείται με τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται στον μέγιστο βαθμό στην πραγματική κίνηση του συστήματος.

Προκειμένου να καθορίσουμε την κίνηση ενός ελαστικού φορέα θα πρέπει να γνωρίζουμε δυο φυσικές του μεταβλητές, την αδράνεια του η οποία αναφέρεται στην μάζα του και την ελαστικότητα του. Ακόμη, ένα σύστημα, είτε μονοβάθμιο είτε πολυβάθμιο, φέρει αντίσταση κατά την επίδραση σε αυτό, ταλάντωσης, λόγω σεισμικής

διέγερσης. Για αυτόν τον λόγο ,κατά την φάση του σχεδιασμού, μέγιστο ρόλο στην ικανοποιητική ανταπόκριση του διαδραματίζει ο συντελεστής απόσβεσης του

συστήματος που δεν είναι τίποτα άλλο από τον τρόπο και τον ρυθμό κατά τον οποίο ένα σύστημα μπορεί να αποσβένει-εκτονώνεται ³⁰.

Η εξίσωση κίνησης ενός μηχανικού συστήματος με χρήση μητρώων γράφεται:

$$M\ddot{v} + C\dot{v} + Kv = P(t)$$

η οποία ορίζει ένα σύστημα N γραμμικών διαφορικών εξισώσεων δευτέρας τάξης.

$$M = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & \dots & M_{1N} \\ M_{21} & M_{22} & \dots & M_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ M_{N1} & M_{N2} & \dots & M_{NN} \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1N} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{N1} & C_{N2} & \dots & C_{NN} \end{bmatrix}, K = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & \dots & K_{1N} \\ K_{21} & K_{22} & \dots & K_{1N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ K_{N1} & K_{N2} & \dots & K_{NN} \end{bmatrix}$$

Όπου:

- M Το μητρώο μάζας του συστήματος
- C Το μητρώο απόσβεσης του συστήματος
- K Το μητρώο ακαμψίας του συστήματος
- \ddot{v} Το διάνυσμα των κομβικών επιταχύνσεων
- \dot{v} Το διάνυσμα των κομβικών ταχυτήτων
- v Το διάνυσμα των κομβικών μετατοπίσεων
- P Το διάνυσμα των χρονικά μεταβαλλόμενων δυνάμεων που εφαρμόζονται σε κάθε κόμβο.

Στην περίπτωση που το σύστημα διεγείρεται από κάποια εδαφική επιτάχυνση (σεισμικό φορτίο) τότε η εξίσωση γίνεται:

$$M\ddot{v} + C\dot{v} + Kv = -M\ddot{u}_g(t)$$

όπου \ddot{u}_g το διάνυσμα των εδαφικών επιταχύνσεων

³⁰ Μαρία Ελ.Σταυρουλάκη, *Βέλτιστος σχεδιασμός επεμβάσεων ενίσχυσης σε δομικούς φορείς-Εφαρμογή στην προένταση*, Διδακτορική διατριβή, Εργαστήριο εφαρμοσμένης μηχανικής, Γενικό τμήμα-Τομείς μηχανικής, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, 1996, σελ.24-32

5.1.2.Ιδιομορφές και Ιδιοσυχνότητες

Το σύστημα που ορίζεται από τις N γραμμικές εξισώσεις που αποτελούν την προαναφερθείσα εξίσωση κίνησης, μπορεί να επιλυθεί απλούστερα με τη βοήθεια ορισμένων απλών κινήσεων ανεξάρτητων από την εξωτερική (σεισμική) διέγερση. Οι κινήσεις αυτές προδιαγράφονται από τα φυσικά χαρακτηριστικά του συστήματος, είναι θεωρητικού χαρακτήρα και υπολογίζονται με καθαρή μαθηματική ανάλυση του προσομοιώματος του πραγματικού συστήματος³⁰.

Για τον προσδιορισμό τους θεωρείται ότι το σύστημα εκτελεί απλή ελεύθερη ταλάντωση με μηδενική απόσβεση, προκαλούμενη όχι από εξωτερική διέγερση αλλά από προγενέστερη διέγερση γνωστή κατά την αρχή μέτρησης του χρόνου.

Έτσι η εξίσωση κίνησης για ένα μηχανικό σύστημα που ταλαντώνεται υπό ένα σύστημα συντηρητικών δυνάμεων, θα έχει τη μορφή :

$$M\ddot{v}(t) + Kv(t) = 0, (1)$$

όπου M και K θετικά ορισμένα μητρώα μάζας και δυσκαμψίας.

Υποθέτοντας ότι η λύση της προηγούμενης εξίσωσης είναι της μορφής :

$$v(t) = a * f(t)$$

όπου a ένα άγνωστο διάνυσμα μετακινήσεων και $f(t)$ μία άγνωστη συνάρτηση κοινή για όλες τις μετακινήσεις, τότε η λύση που θα προκύψει από τις δύο παραπάνω εξισώσεις (η οποία θα χαρακτηρίζει μια συγχρονισμένη κίνηση όλων των μαζών) θα έχει τη μορφή :

$$(K - \lambda M) * a = 0$$

όπου $\lambda = -f''(t)/f(t)$ μια σταθερά. Το σύστημα για να έχει λύση θα πρέπει:

$$\det(K - \lambda M) = 0$$

η λύση της οποίας (ως προς λ) μας δίνει τις ιδιοτιμές του προβλήματος. Για κάθε λ δίνεται και το αντίστοιχο διάνυσμα μετακινήσεων a_i που λέγεται ιδιοδιάνυσμα του προβλήματος ιδιοτιμής. Για τον υπολογισμό των a_i γίνεται κανονικοποίησή τους και προκύπτουν τα ιδιοδιανύσματα φ_i όπου γενικά $\varphi_i = c_i a_i$ με c_i αυθαίρετη σταθερά. Θεωρώντας αρμονική την ταλάντωση του συστήματος, το διάνυσμα των μετακινήσεων θα έχει η μορφή :

$$V = \varphi \sin \omega t, (2)$$

όπου φ = ιδιοδιάνυσμα, ω = γωνιακή συχνότητα, αντικαθιστώντας την (2) στην (1) προκύπτει η εξίσωση:

$$(K - \omega^2 M) * \varphi = 0, (3)$$

Η οποία λέγεται εξίσωση ιδιοτιμής και αποτελείται από ένα σύνολο ομογενών εξισώσεων. Στην περίπτωση όπου η ορίζουσα :

$$\det(K - \omega^2 M) \neq 0$$

Η μόνη δυνατή λύση της είναι η $\varphi=0$ δηλαδή προκύπτει η περίπτωση του συστήματος χωρίς κίνηση. Για να προκύψει μη μηδενική λύση πρέπει η ορίζουσα:

$$\det(K - \omega^2 M) = 0, \quad (4)$$

οπότε $\varphi \neq 0$ και δίνεται από την λύση της (4). Η λύση της μας δίνει διακριτές ιδιοτιμές $\omega_i^2 = \lambda_i$, όπου $i=1, \dots, N$ ο αριθμός των ιδιοτιμών και N το πλήθος των βαθμών ελευθερίας

της διακριτοποιημένης κατασκευής. Σύμφωνα με την (3) σε κάθε λύση της (4) αντιστοιχεί ένα ιδιοδιάνυσμα φ_i . Η (3) γράφεται στη γενικότερη μορφή:

$$(K - \omega_i^2 M) \cdot \varphi_i = 0, \quad i=1, 2, \dots, N$$

Κάθε ιδιοτιμή και ιδιοδιάνυσμα ορίζει μία ελεύθερη ταλάντωση του μηχανικού συστήματος, την ιδιοταλάντωση. Η ιδιοτιμή λ_i σχετίζεται με την i -στη φυσική συχνότητα ή ιδιοσυχνότητα f_i του μηχανικού συστήματος ως ακολούθως:

$$f_i = \omega_i / 2\pi, \quad i=1, 2, \dots, N$$

Ο αριθμός των ιδιοτιμών και ιδιοδιανυσμάτων είναι ίσος με τον αριθμό βαθμών ελευθερίας του συστήματος στους οποίους αντιστοιχούν συγκεντρωμένες μάζες. Οι κύριοι τρόποι ταλάντωσης είναι απλές αρμονικές κινήσεις με περιόδους:

$$T_i = 2\pi / \omega_i, \quad i=1, 2, \dots, N$$

που ειδικότερα ονομάζονται φυσικές περίοδοι ή ιδιοπερίοδοι του συστήματος³⁰. Κάθε ιδιοταλάντωση η οποία λαμβάνει χώρα στην αντίστοιχη ιδιοσυχνότητα και κατά την ανάλογη ιδιοπερίοδο, αντιστοιχεί σε μία μοναδική ιδιομορφή του μηχανικού συστήματος η οποία απεικονίζει το ταλαντευόμενο τμήμα της κατασκευής που διεγείρεται στις τιμές αυτές.

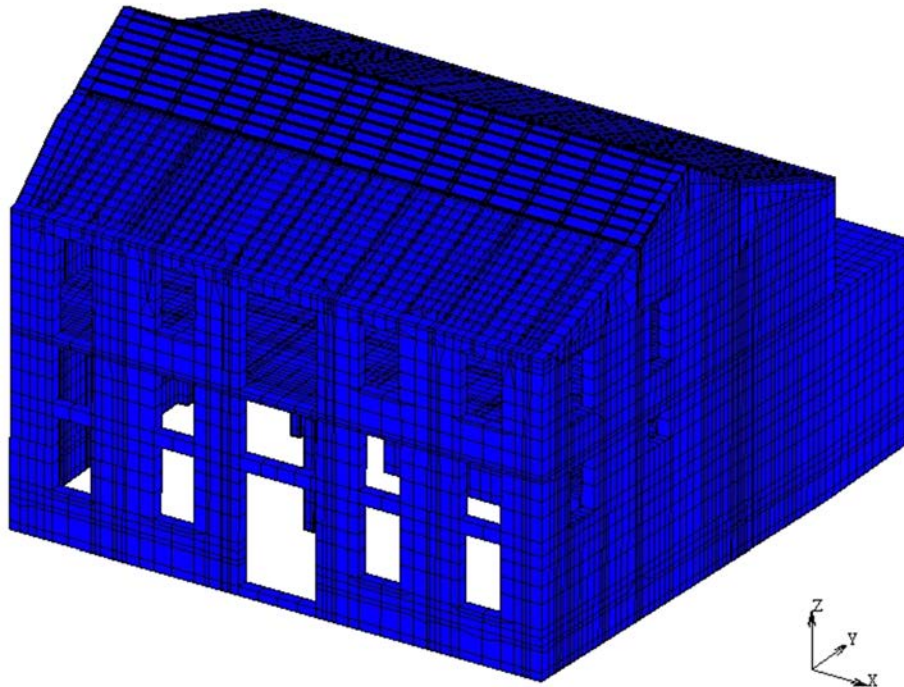
Οι ιδιομορφές μαζί με τις ιδιοσυχνότητες μιας κατασκευής αποτελούν εργαλείο διερεύνησης της παθολογίας της. Τα προγράμματα που χρησιμοποιούν πεπερασμένα στοιχεία έχουν τη δυνατότητα εύρεσης αυτών των ιδιομορφών και ιδιοσυχνοτήτων, σύμφωνα πάντα με τα θεωρητικά δεδομένα, τις παραδοχές και τις απλοποιήσεις που γίνονται³¹.

³¹ Τσιναράκης Θεόδωρος, Αποτίμηση φέροντος οργανισμού νοτίου ενετικού νεωρίου Χανίων 'Benedetto Moro' με ιδιομορφική ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων, Διπλωματική διατριβή μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης, Κατεύθυνση: «Μηχανική και Τεχνολογία Κατασκευών», Πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών-Εφαρμοσμένες επιστήμες και τεχνολογία, Χανιά, 2011, σελ. 42-44

Παράλληλα η σύγκριση των ιδιομορφών και ιδιοσυχνοτήτων που προσδιορίζονται υπολογιστικά από το τριδιάστατο μοντέλο, με αυτά που προκύπτουν από την επεξεργασία των επιτόπου μετρήσεων, βοηθά στον έλεγχο της αξιοπιστίας της προσομοίωσης του φορέα, καθώς και στον εντοπισμό τοπικών αστοχιών του. Τα στοιχεία αυτά σε συνδυασμό με τη γνώση της παθολογίας του, οδηγούν στην επιλογή των επιτρεπτών μεθόδων ενίσχυσης του ³⁰.

5.2. Περιγραφή προσομοίωσης-Υφιστάμενη κατάσταση

Η διαδικασία που πραγματοποιήθηκε προκειμένου να προσομοιωθεί το υπό μελέτη κτίριο στο πρόγραμμα Marc, υπό την μορφή πεπερασμένων στοιχείων, ξεκινά από την εισαγωγή της γεωμετρίας του κτιρίου σε μορφή επιφανειακών (surfaces) κατόπιν προγενέστερης δημιουργίας του υπό μορφή επιφανειών στο πρόγραμμα Rhino. Αυτό μας επέτρεψε, δεδομένης της πολυπλοκότητας του μοντέλου, να δημιουργήσουμε ένα λεπτομερές κτιριακό όγκο συμπεριλαμβανομένων όλων των επιμέρους τμημάτων που αυτό εμπεριέχει μιας και θα ήταν δύσκολο και αρκετά χρονοβόρο να δημιουργηθούν όλα αυτά από την αρχή σε ένα πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων όπως το Marc.



Σχήμα02: Απεικόνιση μοντέλου πεπερασμένων στοιχείων, δυτική πλευρά

Κατόπιν εισαγωγής των επιφανειών, έγινε μετατροπή τους σε δισδιάστατα πεπερασμένα στοιχεία και στην συνέχεια επέκταση της διακριτοποίησης στο χώρο χρησιμοποιώντας εξαεδρικά οκτάκομβα (hex8) προκειμένου το μοντέλο μας να μας δώσει την δυνατότητα εξαγωγής όσο το δυνατότερο καλύτερων αποτελεσμάτων κατά την διαδικασία της προσομοίωσης-επίλυσης του προβλήματος. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονιστεί ότι, δεδομένης της λεπτομέρειας που φέρει το μοντέλο, έγινε μια λεπτομερή διακριτοποίηση σχεδιάζοντας από την αρχή ένα πυκνό πλέγμα πεπερασμένων στοιχείων.

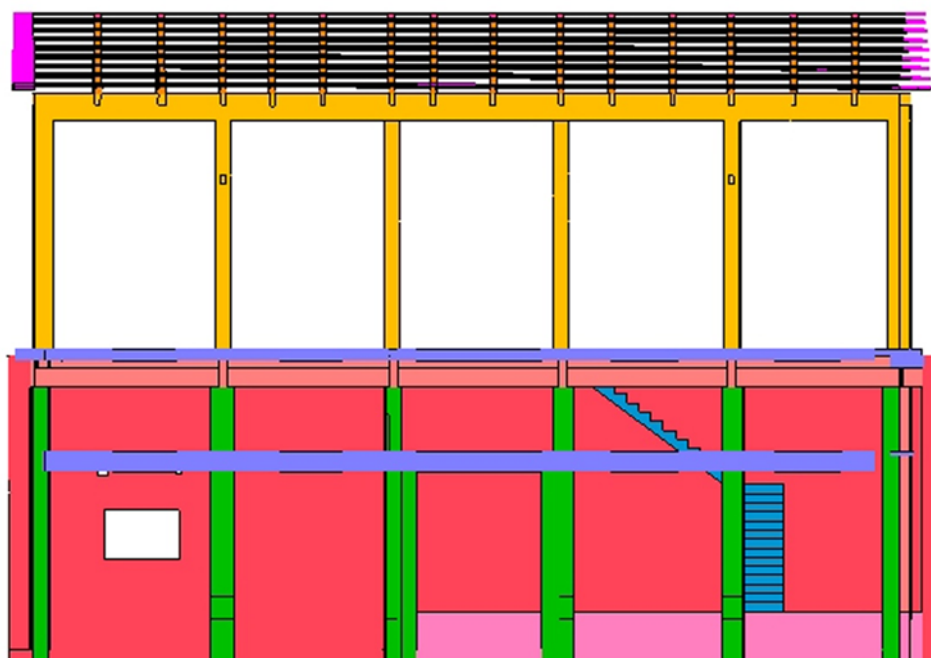
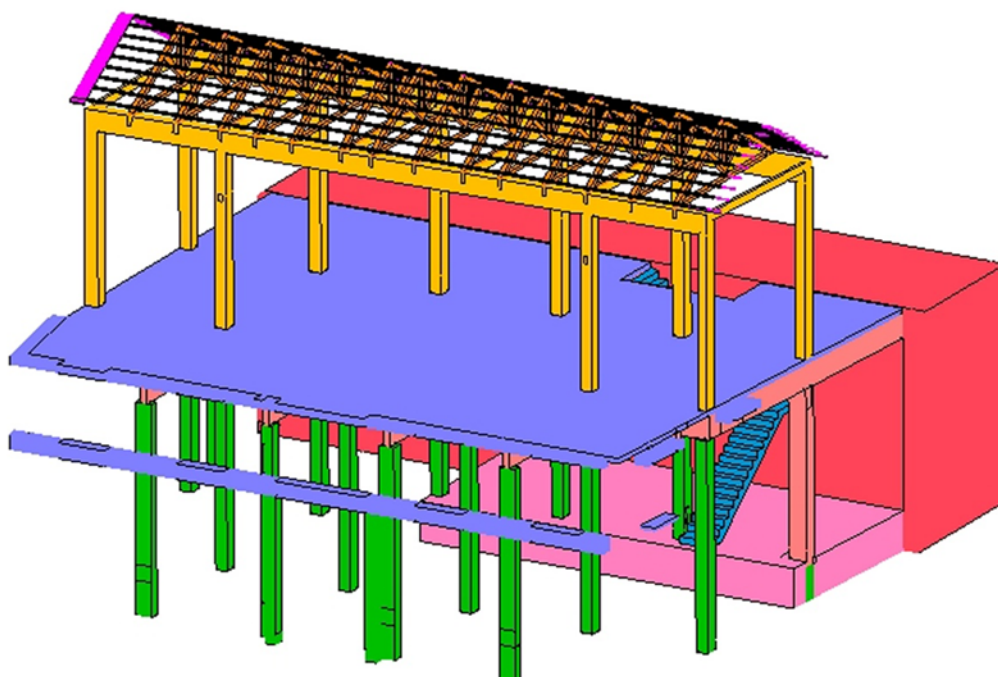
Μοντέλο	Elements	Nodes
	27089	46086

Πίνακας06: Μέγεθος μοντέλου σε πεπερασμένα στοιχεία και κόμβους

Σε ότι αφορά τις μηχανικές ιδιότητες των υλικών, λαμβάνοντας υπόψη ότι το κτίριο αποτελείται από φέρουσα τοιχοποιία (πωρόλιθος) και από μεταγενέστερη επέμβαση (πλάκα, υποστυλώματα, δοκάρια) οπλισμένου σκυροδέματος, όντας και τα δύο ψαθυρά υλικά, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις με κρουσίμετρο προκειμένου αυτές να προσδιορισθούν ώστε η προσομοίωση να γίνει λαμβάνοντας υπόψη ένα ομοιογενές ελαστικό μέσο με γραμμική ελαστική συμπεριφορά . Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί για μια ακόμη φορά ότι η διαδικασία της κρουσιμέτρησης θα έπρεπε να συνδυαστεί με την διαδικασία της λήψης πυρήνων για διεξαγωγή ορθότερων αποτελεσμάτων αλλά αυτό κρίθηκε αδύνατο για τους λόγους που προαναφέρθηκαν. Έπειτα-από εργαστηριακή επεξεργασία, υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά των υλικών όπως φαίνονται στο παρακάτω πίνακα (Παράρτημα 2):

Υλικό	Μέτρο Ελαστικότητας E (N/m ²)	Λόγος Poisson (ν)	Φαινομενική Πυκνότητα (Kg/m ³)	Αντοχή σε Εφελκισμό ft (N/m ²)	Αντοχή σε Θλίψη Fc (N/m ²)
Ξύλο	10*10 ⁹	0.3	550		
Λιθοδομή Ισόγειο	29.412*10 ⁹	0.15	2500	1.26*10 ⁶	25.39*10 ⁶
Λιθοδομή Α Επίπεδο	31.5*10 ⁹	0.3	2500	1.57*10 ⁶	31.53*10 ⁶
Οπ.Σκυρόδεμα Πλάκες	33.697*10 ⁹	0.15	2350	3.77*10 ⁶	44.63*10 ⁶
Υποστυλώματα Ισογείου Οπ.Σκυρόδεμα	29.41*10 ⁹	0.15	2350	2.84*10 ⁶	29.17*10 ⁶
Υποστυλώματα Ισογείου Λίθος	36.35*10 ⁹	0.3	2500	1.81*10 ⁶	36.35*10 ⁶
Υποστυλώματα Α επιπέδου Οπ.Σκυρόδεμα	32.80*10 ⁹	0.15	2350	3.57*10 ⁶	41.20*10 ⁶
Δοκάρια Οπ.Σκυρόδεμα	27.92*10 ⁹	0.15	2350	2.59*10 ⁶	25.4*10 ⁶

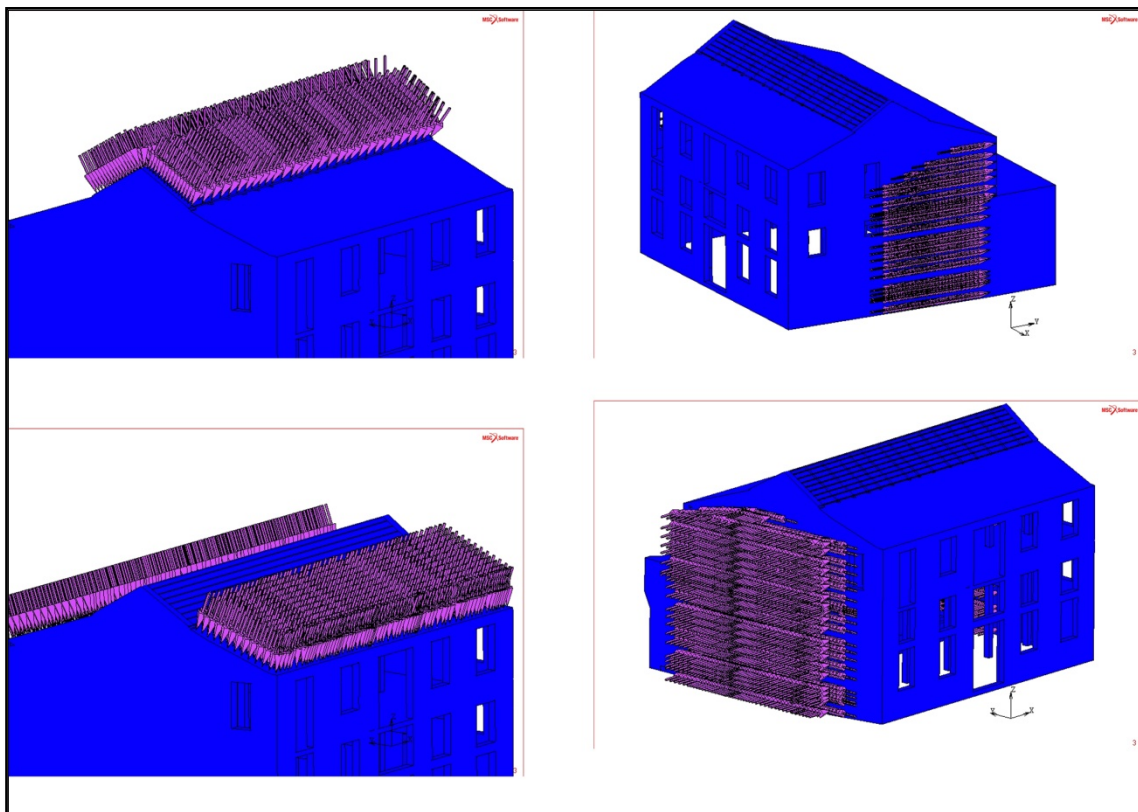
Πίνακας07: Μηχανικές ιδιότητες υλικών κτιρίου



Σχήμα03: Απεικόνιση μοντέλου πεπερασμένων στοιχείων χωρίς την φέρουσα τοιχοποιία

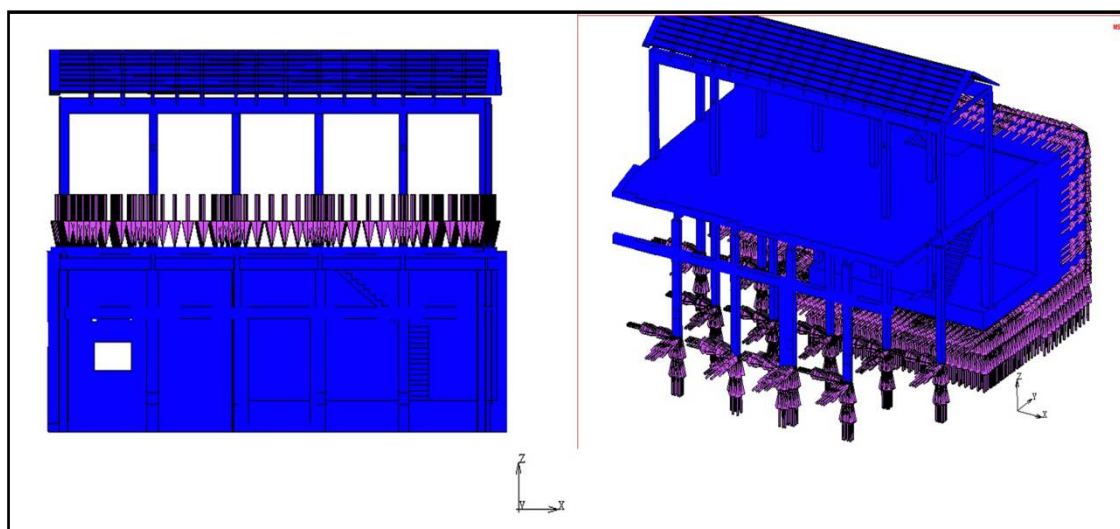
Προχωρώντας προκειμένου να προσδιορίσουμε της συνοριακές συνθήκες του μοντέλου (Σχήμα 04-05) αναφέρεται ότι:

- Το μοντέλο φέρει πάκτωση στα υποστυλώματα του και στην φέρουσα τοιχοποιία
(Displacement X= Displacement Y= Displacement Z = 0)
(Rotation X= Rotation Y= Rotation Z=0)
- Το μοντέλο εφάπτεται στις δύο πλευρές του (Βορειανατολική Όψη, Νοτιοδυτική Όψη) συνεπώς θα μπορούσαμε να το προσομοιάσουμε ως άρθρωση αφήνοντας ως βαθμό ελευθερίας κίνησης αυτής της ενδεχόμενης κάθιξης της τοιχοποιίας λόγω ιδίου βάρους
(Displacement X= Displacement Y=0)
- Ορίζεται φορτίο στέγης (Face load) της τάξης των $F_{\text{στέγης}} = -1.4 \text{ kN/m}^2$
- Ορίζεται φορτίο πατώματος (Face load) της τάξης των $F_{\text{πατ.}} = -2 \text{ kN/m}^2$
- Ορίζεται φορτίο λόγω ιδίου βάρους (Gravity load) της τάξης των $F_{\text{grav}} = -10 \text{ m/sec}^2$



Σχήμα04: Απεικόνιση φορτίσεων, περιορισμών κινήσεων

Αριστερά, Φόρτιση στέγης $F_{\text{στέγης}} = -1.4 \text{ kN/m}^2$
Δεξιά, Άρθρωση (Displacement X= Displacement Y=0)



Σχήμα05: Απεικόνιση φορτίσεων, περιορισμών κινήσεων
 Αριστερά, Φόρτιση πατώματος $F_{\text{πατ.}} = -2 \text{ kN/m}^2$
 Δεξιά, Πάκτωση
 (Displacement X= Displacement Y= Displacement Z = 0)
 (Rotation X= Rotation Y= Rotation Z=0)

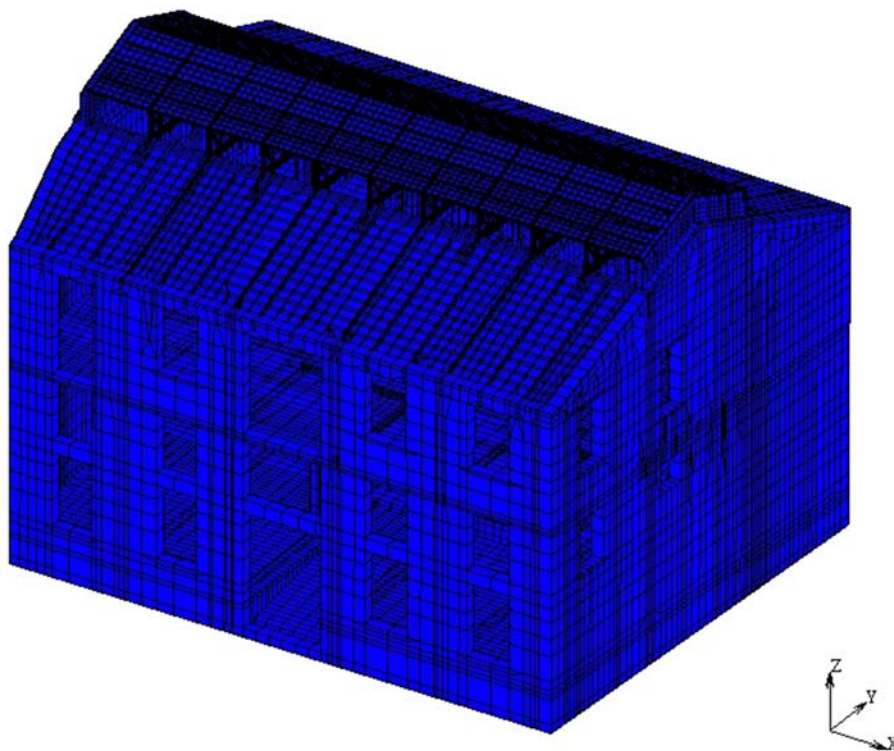
5.3. Περιγραφή προσομοίωσης-Νέα πρόταση επέμβασης

Η διαδικασία επανασχεδιασμού-προσομοίωσης του υπό μελέτη κτιρίου αποτελεί συνέχεια του υφιστάμενου μοντέλου που έχει ήδη δημιουργηθεί στο πρόγραμμα Marc. Τα βήματα που ακολουθήθηκαν είναι τα ίδια όπως αυτά προαναφέρθηκαν στην διαδικασία προσομοίωσης του υφιστάμενου κτιρίου.

Ως πρόσθετα γεωμετρικά στοιχεία (Σχήμα 07) θεωρούνται αυτά που έχουν περιγραφεί στην νέα πρόταση-μελέτη (βλέπε για περισσότερες λεπτομέρειες κεφ.4.4 Επανασχεδιασμός- Μετατροπή του παλιού βυρσοδεψείου σε χώρο πολιτισμικού ενδιαφέροντος) και αφορούν κυρίως στην δημιουργία ενός παταριού στον Α επίπεδο, ενός μικρού χώρου προβολών-ενημέρωσης (κερκίδες), την αντικατάσταση των ξύλινων ζευκτών με μεταλλικές κοιλοδοκούς ορθογωνικής διατομής, την δημιουργία ενός ημιόροφου οπλισμένου σκυροδέματος στο ισόγειο επίπεδο και τέλος την δημιουργία μεταλλικών κλιμακοσταςίων. Σε ότι αφορά την γεωμετρία των νέων πεπερασμένων στοιχείων αυτών παραμένει της επιλογής των εξαεδρικών οκτάκομβων (hex8) (Πίνακας 08, Σχήμα 06).

Μοντέλο	Elements	Nodes
	42580	81022

Πίνακας08: Μέγεθος νέου μοντέλου σε πεπερασμένα στοιχεία και κόμβους



Σχήμα06: Απεικόνιση νέου μοντέλου πεπερασμένων στοιχείων, δυτική πλευρά

Οι μηχανικές ιδιότητες των νέων στοιχείων (Πίνακας 09) προσδιορίζονται με βάση ήδη υφιστάμενες προδιαγραφές ενώ των κοιλοδοκών με βάση μια παραδοχή προκειμένου αυτή να προσομοιωθεί ως ισοδύναμη δοκός ορθογωνικής διατομής (Παράρτημα 3) .

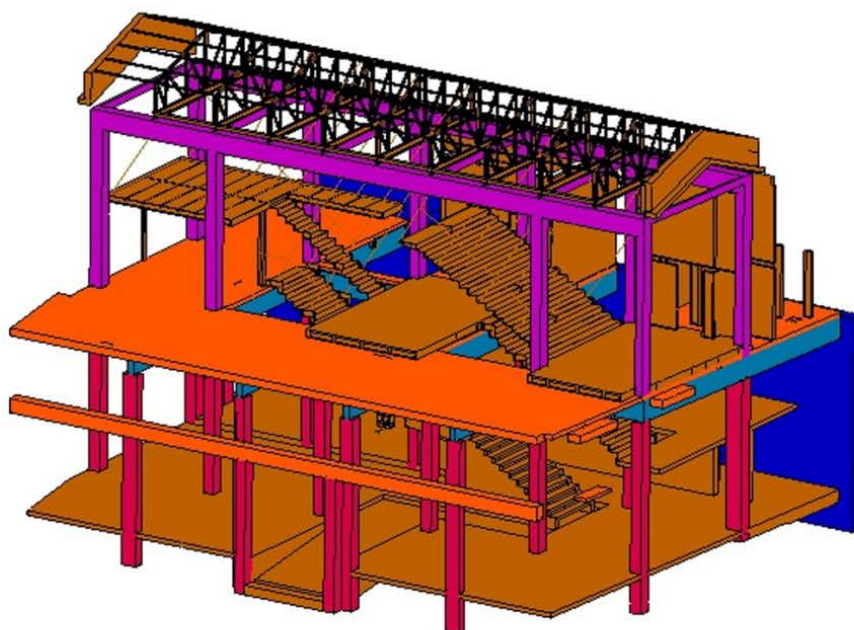
Υλικό	Μέτρο Ελαστικότητας E (N/m ²)	Λόγος Poisson (ν)	Φαινομενική Πυκνότητα (Kg/m ³)	Αντοχή σε Εφελκισμό f_t (N/m ²)	Αντοχή σε Θλίψη F_c (N/m ²)
Ξύλο	$10 \cdot 10^9$	0.3	550		
Λιθοδομή Ισόγειο	$29.412 \cdot 10^9$	0.15	2500	$1.26 \cdot 10^6$	$25.39 \cdot 10^6$
Λιθοδομή Α Επίπεδο	$31.5 \cdot 10^9$	0.3	2500	$1.57 \cdot 10^6$	$31.53 \cdot 10^6$
Οπ.Σκυρόδεμα Πλάκες	$33.697 \cdot 10^9$	0.15	2350	$3.77 \cdot 10^6$	$44.63 \cdot 10^6$
Υποστυλώματα Ισογείου Οπ.Σκυρόδεμα	$29.41 \cdot 10^9$	0.15	2350	$2.84 \cdot 10^6$	$29.17 \cdot 10^6$

Υποστυλώματα Ισογείου Λίθος	36.35*10 ⁹	0.3	2500	1.81*10 ⁶	36.35*10 ⁶
Υποστυλώματα Α επιπέδου Οπ.Σκυρόδεμα	32.80*10 ⁹	0.15	2350	3.57*10 ⁶	41.20*10 ⁶
Οπ.Σκ. C20/25	29*10 ⁹	0.15	2350	2.56*10 ⁶	25*10 ⁶
Δοκάρια Οπ.Σκυρόδεμα	27.92*10 ⁹	0.15	2350	2.59*10 ⁶	25.4*10 ⁶
Οπτοπλινθοδομή	2.5*10 ⁹	0.25	1100	0.125*10 ⁶	2.5*10 ⁶
Διαδοκίδες Δομ.Χάλυβας 40*40 mm	31.14*10 ⁹	0.3	1222.5	62.28*10 ⁶	62.28*10 ⁶
Κοιλοδοκοί Δομ.Χάλυβας 50*100 mm	54.28*10 ⁹	0.3	2130.49	108.56*10 ⁶	108.56*10 ⁶
Κοιλοδοκοί Δομ.Χάλυβας 40*50 mm	76.8*10 ⁹	0.3	3014.4	153.6*10 ⁶	153.6*10 ⁶
Δομικός Χάλυβας	200*10 ⁹	0.3	7850	400*10 ⁶	400*10 ⁶
Κοιλοδοκοί Δομ.Χάλυβας 60*100 mm	48.56*10 ⁹	0.3	1906.24	97.12*10 ⁶	97.12*10 ⁶
Κοιλοδοκοί Δομ.Χάλυβας 40*80 mm	88.08*10 ⁹	0.3	3457.2	176.16*10 ⁶	176.16*10 ⁶
Κοιλοδοκοί Δομ.Χάλυβας 50*50 mm	41.76*10 ⁹	0.3	1639.08	83.52*10 ⁶	83.52*10 ⁶
Κοιλοδοκοί Δομ.Χάλυβας 200*100 mm	28.36*10 ⁹	0.3	1113.13	56.72*10 ⁶	56.72*10 ⁶

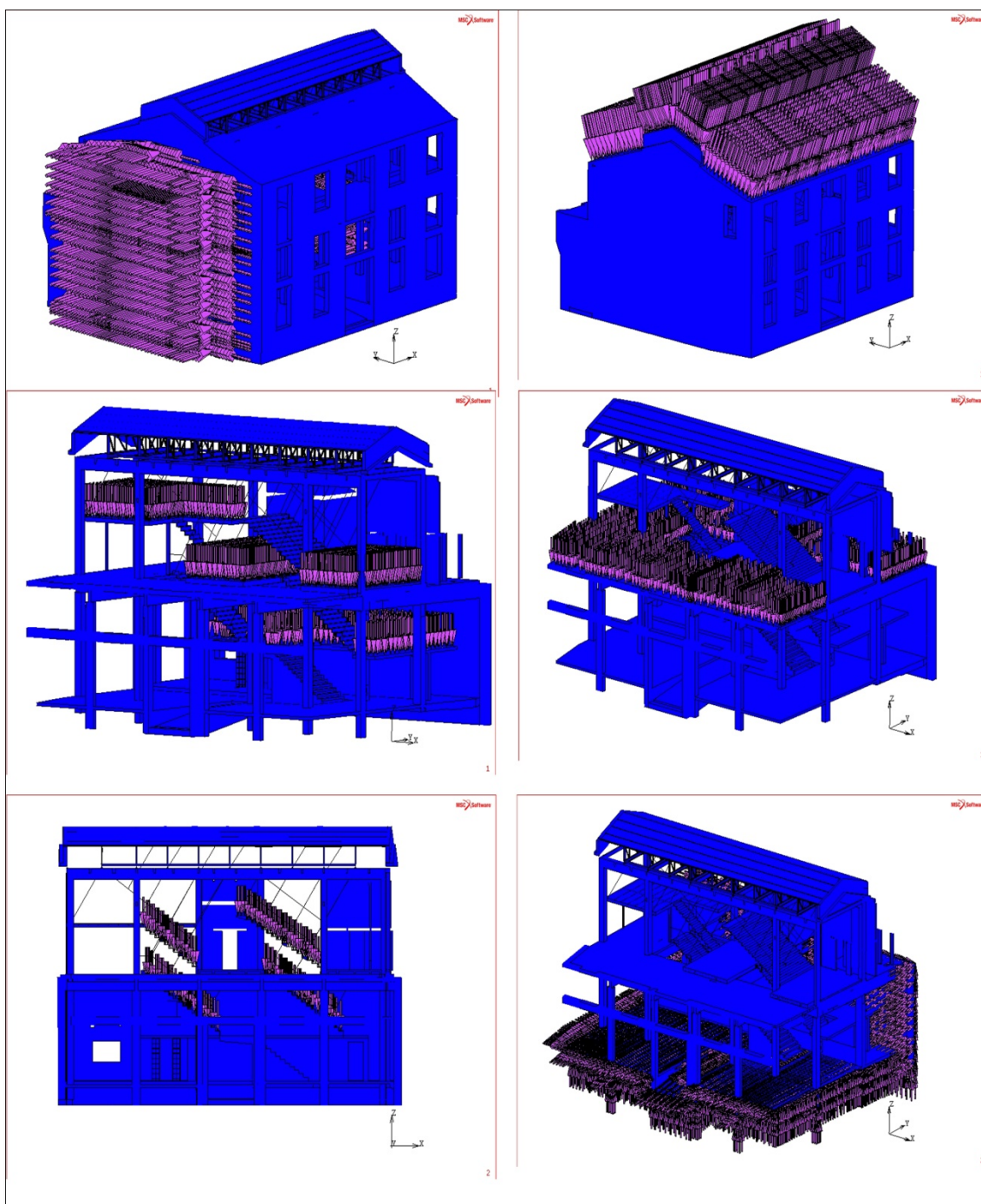
Πίνακας09: Μηχανικές ιδιότητες υλικών κτιρίου

Τέλος, στις συνοριακές συνθήκες (Σχήμα 08) προστίθενται οι νέες και στο σύνολο τους παρουσιάζονται παρακάτω:

- Το μοντέλο φέρει πάκτωση στα υποστυλώματα του και στην φέρουσα τοιχοποιία
(Displacement X= Displacement Y= Displacement Z = 0)
(Rotation X= Rotation Y= Rotation Z=0)
- Το μοντέλο εφάπτεται στις δυο πλευρές του (Βορειανατολική Όψη, Νοτιοδυτική Όψη) συνεπώς θα μπορούσαμε να το προσομοιάσουμε ως άρθρωση αφήνοντας ως βαθμό ελευθερίας κίνησης αυτής της ενδεχόμενης κάθιξης της τοιχοποιίας λόγω ιδίου βάρους
(Displacement X= Displacement Y=0)
- Ορίζεται φορτίο στέγης (Face load) της τάξης των $F_{\text{στέγης}} = -1.4 \text{ kN/m}^2$
- Ορίζεται φορτίο πατώματος, κερκίδων, κλιμακοστασίων (Face load) της τάξης των $F = -5 \text{ kN/m}^2$ επειδή το κτίριο αλλάζει χρήση (χώρος περιοδικών εκθέσεων)
- Ορίζεται φορτίο λόγω ιδίου βάρους (Gravity load) της τάξης $F_{\text{grav}} = -10 \text{ m/sec}^2$



Σχήμα07: Απεικόνιση νέου μοντέλου πεπερασμένων στοιχείων χωρίς την φέρουσα τοιχοποιία



Σχήμα08: Απεικόνιση φορτίσεων, περιορισμών κινήσεων

Αριστερά πάνω, Άρθρωση (Displacement X= Displacement Y=0)

Δεξιά πάνω, Φορτίο στέγης $F_{\text{στέγης}} = -1.4 \text{ kN/m}^2$

Μέση, Φορτίο πατώματος $F = -5 \text{ kN/m}^2$ (εξαιρείται φορτίο πατώματος διεύθυνσης $F = -2 \text{ kN/m}^2$)

Αριστερά κάτω, Φορτίο κλιμακοστασίων-κερκίδων $F = -5 \text{ kN/m}^2$

Δεξιά κάτω, Πάκτωση

(Displacement X= Displacement Y= Displacement Z = 0)

(Rotation X= Rotation Y= Rotation Z=0)

5.4. Αποτελέσματα ανάλυσης προσομοιωμάτων (Κύριες μέγιστες τάσεις-Ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις)

Προχωρώντας στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των προσομοιωμάτων γίνεται μια επεξήγηση στον τρόπο με τον οποίο δομείται-αναλυεται η παρουσίαση του παλιού Βυρσοδεψείου με σκοπό την βέλτιστη κατανόηση από τον αναγνώστη και τον ορθότερο-σαφή τρόπο παρουσίασης-διεξαγωγής των αποτελεσμάτων.

Ο τρόπος που επιλέγεται είναι αυτός της σύγκρισης μεταξύ της υφιστάμενης και νέας πρότασης μελέτης του κτιρίου ο οποίος χωρίζεται στις εξής ενότητες:

- Ανάλυση της φέρουσας τοιχοποιίας , του φέροντα οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος και της στέγης μεταξύ υφιστάμενης και νέας πρότασης μελέτης.
- Ανάλυση του συστήματος των νέων ζευκτών-στρόγγυλων δοκών-κλιμακωστών-παταριών-κερκιδών του κτιρίου και διεξαγωγή αποτελεσμάτων προκειμένου να διαπιστωθεί εάν η σχεδιασθείσα γεωμετρία ανταποκρίνεται στην στατική επάρκεια των φορτίων που φέρει.
- Σύγκριση των εμφανιζόμενων μέγιστων τιμών με το όριο διαρροής των υφιστάμενων αλλά και των νέων υλικών για κάθε περίπτωση.
- Εύρεση μέσω της διαδικασίας της ιδιομορφικής ανάλυσης των ιδιοσυχνοτήτων και σύγκριση με την πρόταση μελέτης προκειμένου να εξακριβωθεί εάν συμπίπτουν ή όχι.
- Σύγκριση τεσσάρων επιλεγμένων σημείων κάνοντας για κάθε ένα από αυτά μια τομή καθ' ύψος προκειμένου να διαπιστωθεί κατά πόσο η νέα πρόταση μελέτης βελτίωσε την συμπεριφορά του κτιρίου ή όχι.

Στην συγκριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν κυρίως οι μετατοπίσεις που ενδεχομένως να παρουσιάσει το κτίριο, η ανάπτυξη ορθών τάσεων, ειδικά για την φέρουσα τοιχοποιία αλλά και για το οπλισμένο σκυρόδεμα, ο εντοπισμός διατμητικών τάσεων καθώς και ο έλεγχος-ευρεση μεμονωμένων σημείων που τα υλικά του μοντέλου ξεπερνούν το όριο διαρροής-θραύσης

Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων γίνεται για κάθε στοιχείο κανονικοποίηση στην κλίματα των τιμών, όπου αυτό επιτρέπεται, ώστε να υπάρχει ένα εμφανέστερο μέτρο σύγκρισης στην ποιοτική αξιολόγηση, παράλληλα με την ποιοτική με σκοπό την εξαγωγή τελικών συμπερασμάτων αξιολόγησης της πρότασης αποκατάστασης.

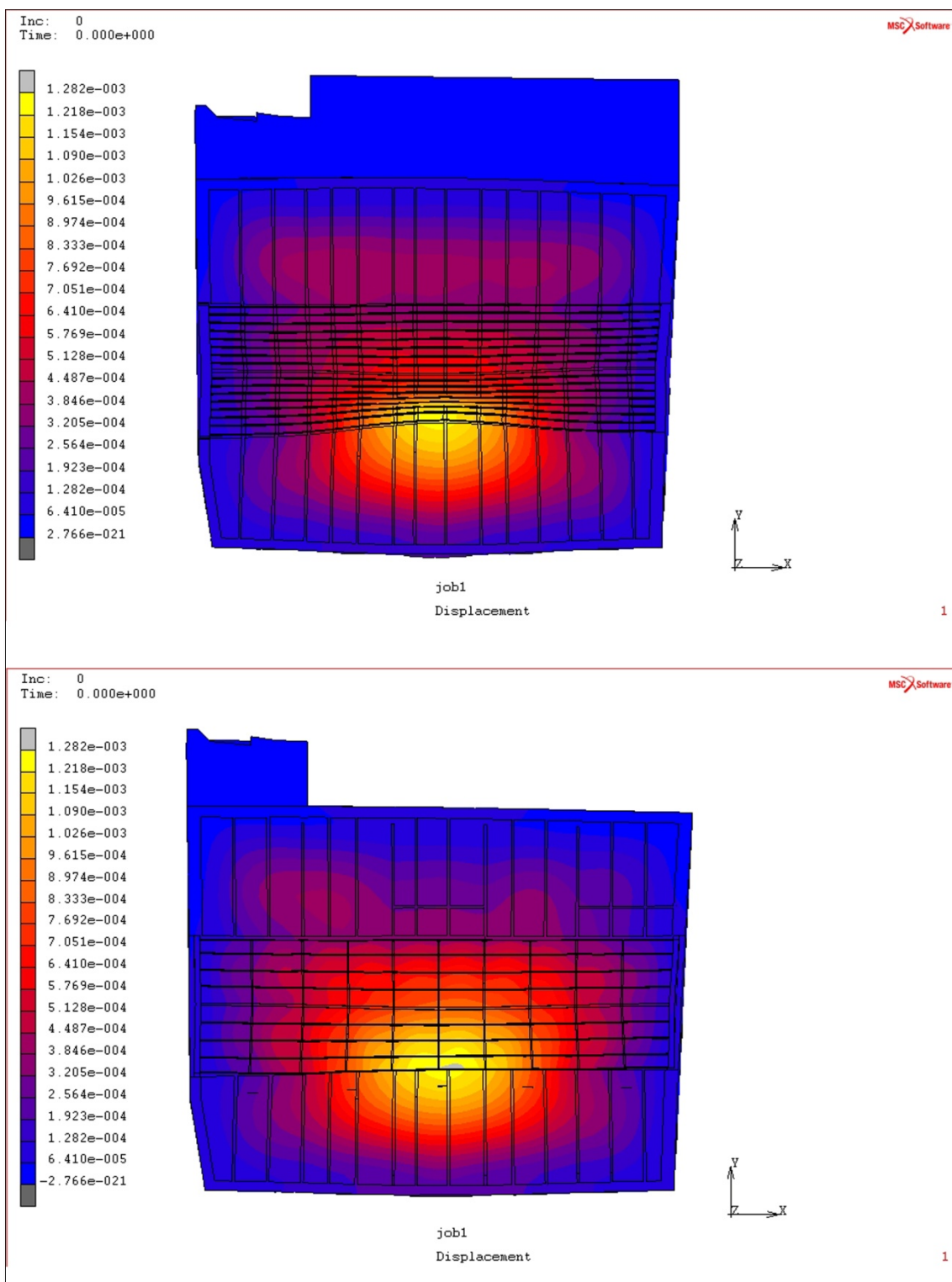
5.4.1. Μετατοπίσεις κτιρίου

Μια πρώτη διαπίστωση που μπορούμε να κάνουμε είναι ότι το εύρος των συνολικών μετατοπίσεων (Displacement) και για της δυο περιπτώσεις (υφιστάμενο και νέο μοντέλο προσομοίωσης) μόλις που ανέρχεται σε μέγιστη τιμή 1,28 mm.

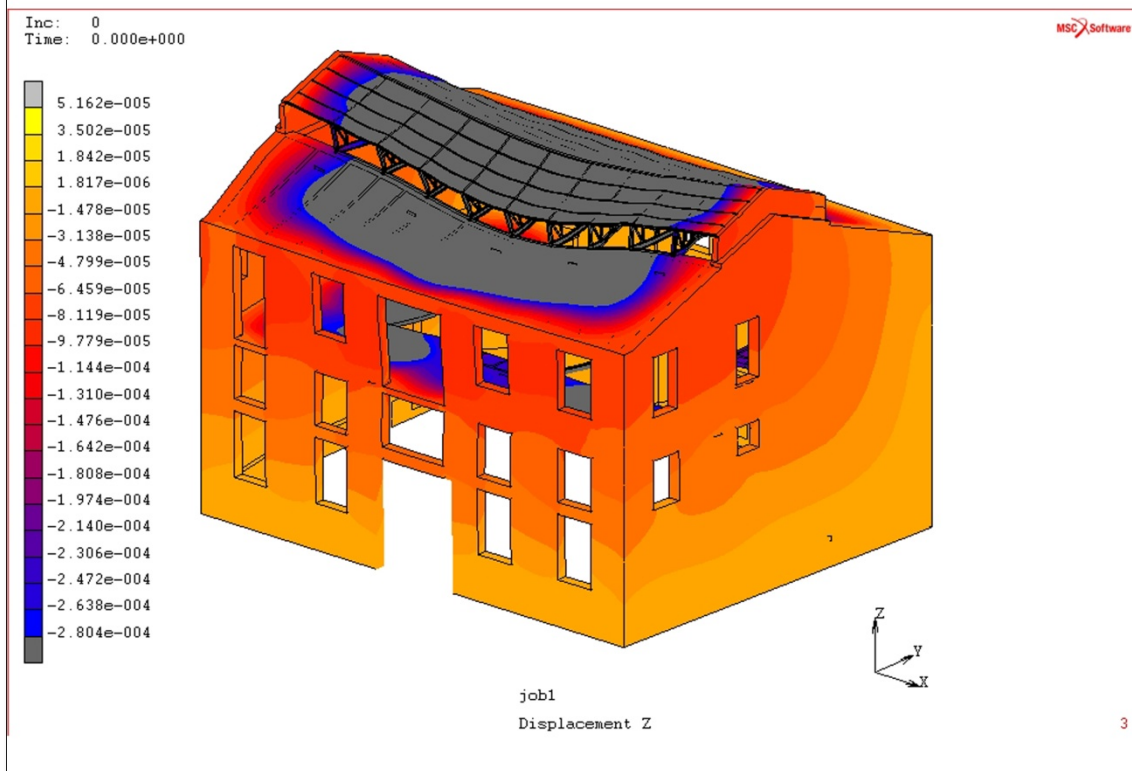
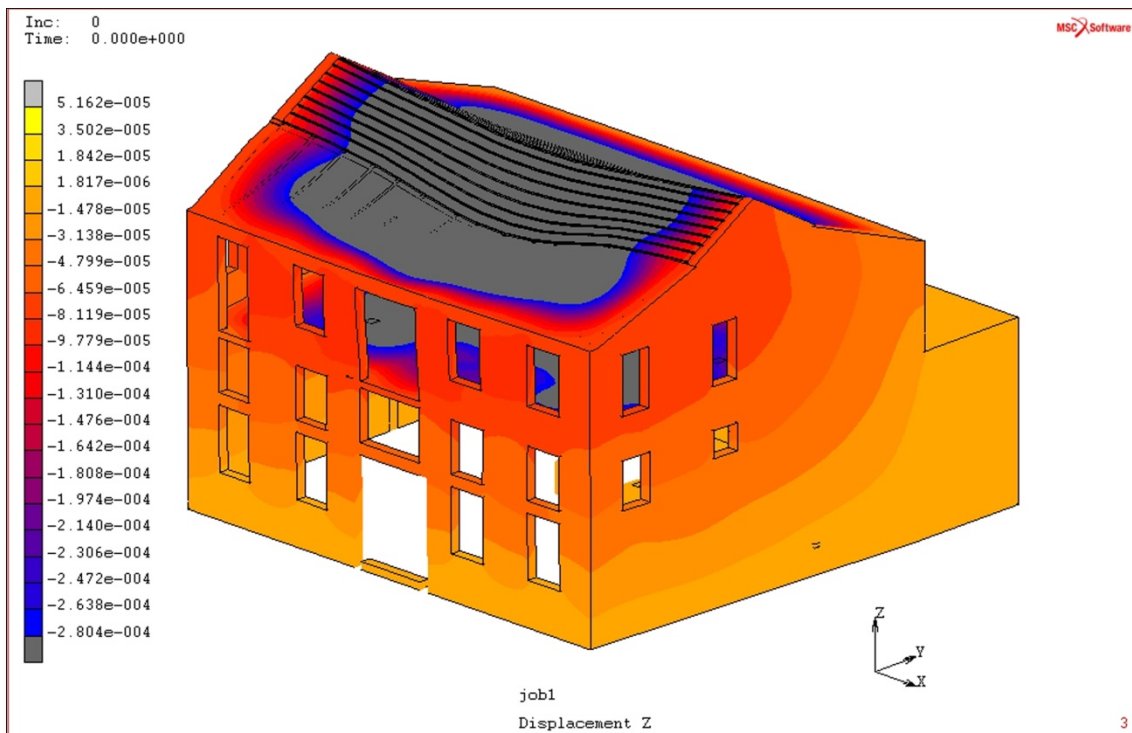
Κοιτώντας προσεκτικά τις στέγες των κτιρίων παρατηρούμε τις μεγαλύτερες μετατοπίσεις στο κέντρο της στέγης (Σχήμα 09) . Ο βασικός λόγος για τον οποίον συμβαίνει αυτό είναι επειδή τα προσομοιώματα στην βορειοδυτική πλευρά τους, εσωτερικά, φέρουν μόνο τέσσερα υποστυλώματα οπλισμένου σκυροδέματος και όχι οχτώ (όπως γίνεται στην εσωτερική νοτιοανατολική). Έτσι έχουμε ως αποτέλεσμα μια ελαφριά 'κρέμαση-παραμόρφωση' του δοκαριού, λόγω του ιδίου βάρους της στέγης αλλά και των φορτίων που αυτή φέρει η οποία τείνει να μετατοπίσει (όπως φαίνεται παραμορφωμένο στα προσομοιώματα) τις δυο όψεις αντίστοιχα. Συγκεκριμένα για το προσομοίωμα της υφιστάμενης κατάστασης η μέγιστη συνολική μετατόπιση που αναπτύσσεται στα δυο άκρα της στέγης είναι της τάξης των $D_{\sigma\tau\epsilon\gamma.} = 1,923 \cdot 10^{-4}$ m και της νέας πρότασης μελέτης των $D_{\sigma\tau\epsilon\gamma.ν\acute{\epsilon}\alpha} = 2,564 \cdot 10^{-4}$ m.

Αναφερόμενοι στην φέρουσα τοιχοποιία, παρατηρούμε μετατοπίσεις στον άξονα z (displacement z) οι οποίες κυμαίνονται από $-1,144 \cdot 10^{-4}$ έως $1,842 \cdot 10^{-5}$ m. Αυτές ανατάσσονται λόγω του ιδίου βάρους του υλικού της λιθοδομής αλλά και από την ανάπτυξη ορθών τάσεων (οι διαδοκίδες που φέρει η στέγη επιβαρύνουν την φέρουσα τοιχοποιία δεδομένου ότι εδράζονται στα άκρα των δυο όψεων του κτιρίου). Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι οι μετατοπίσεις είναι πολύ μικρές καθώς φαίνεται από τα παρακάτω σχήματα ότι κατά κύριο λόγο η μεγαλύτερη μετατόπιση $D_{\tau\omicron\iota\chi. \max} = -1,144 \cdot 10^{-4}$ m εμφανίζεται στο Α επίπεδο της βορειοδυτικής όψης, το οποίο αποτελεί και μέρος της νέας προσθήκης του κτιρίου, και σταματά στο ύψος της πλάκας του οπλισμένου σκυροδέματος (Σχήμα 10) . Παρατηρώντας τα δυο προσομοιώματα φαίνεται ένας ελαφρύς περιορισμός της προαναφερθείσας μετατόπισης, ειδικά στις δυο πλάγιες όψεις της νέας πρότασης επέμβασης (Σχήμα 10-11) .

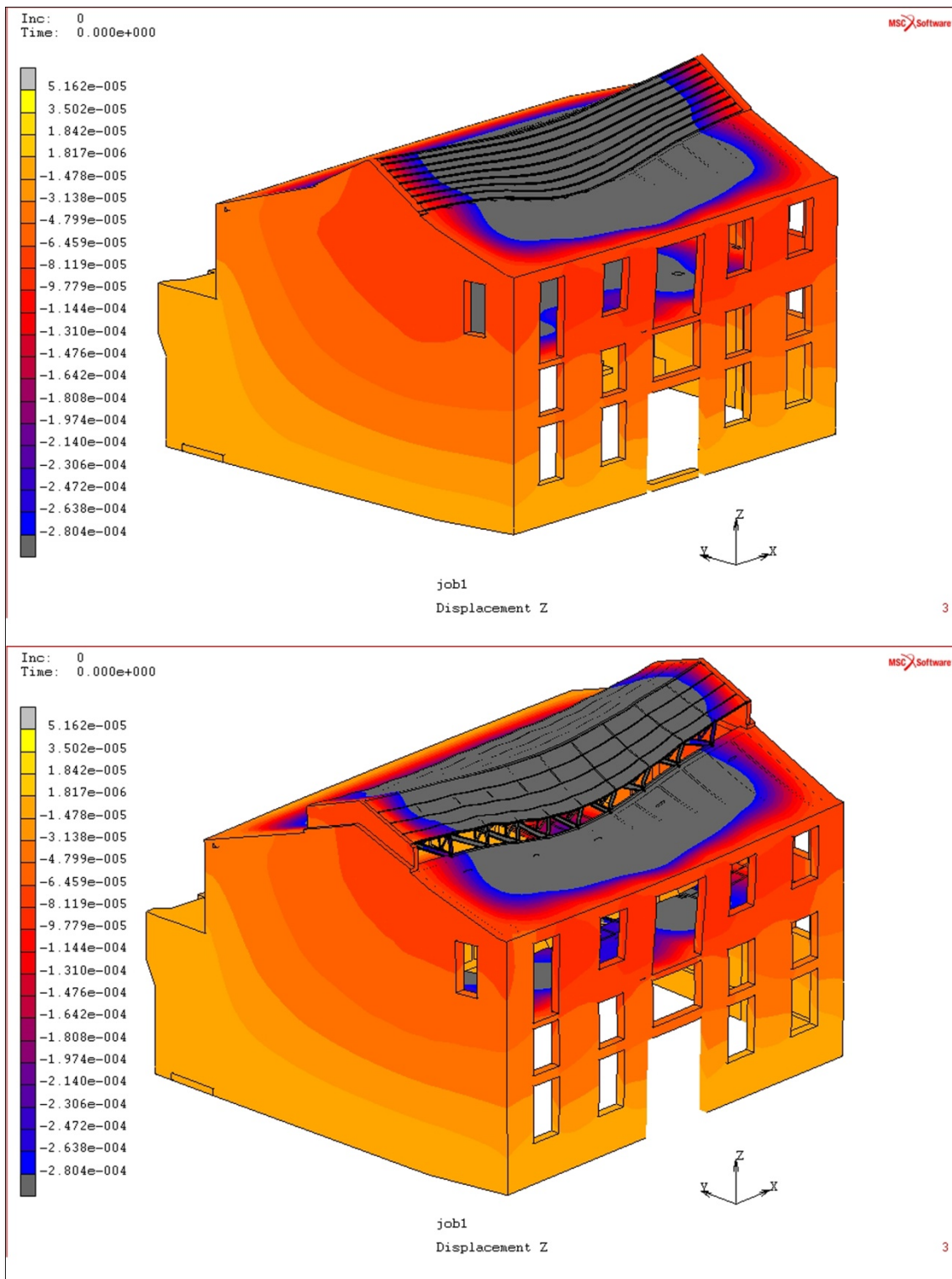
Τέλος σε ότι αφορά τα δομικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, αυτά παρουσιάζουν μετατόπιση στον άξονα z (displacement z) η οποία κυμαίνεται από $-1,256 \cdot 10^{-3}$ έως $-1,376 \cdot 10^{-5}$ m. Η μέγιστη τιμή κατακόρυφης μετατόπισης παρατηρείται στο κρέμασμα του δοκαριού της βορειοδυτικής όψης (Σχήμα 11-12) και είναι της τάξης των $D_{\sigma\kappa\upsilon\rho. \max} = -1,256 \cdot 10^{-3}$ m δεδομένου ότι, όπως προαναφέρθηκε, αυτό στηρίζεται σε τέσσερα υποστυλώματα. Ακόμη, λόγω της διαμόρφωσης της πλακάς οπλισμένου σκυροδέματος του Α επιπέδου, με την δημιουργία δυο αιθρίων, παρουσιάζεται ελαφρός αυξημένη κατακόρυφη μετατόπιση στα δοκάρια εκατέρωθεν των αιθρίων $D_{\delta\omicron\kappa.ν\acute{\epsilon}\omicron} = -6,676 \cdot 10^{-4}$ m έναντι $D_{\delta\omicron\kappa.} = -4,714 \cdot 10^{-4}$ m (Σχήμα 13-14) .



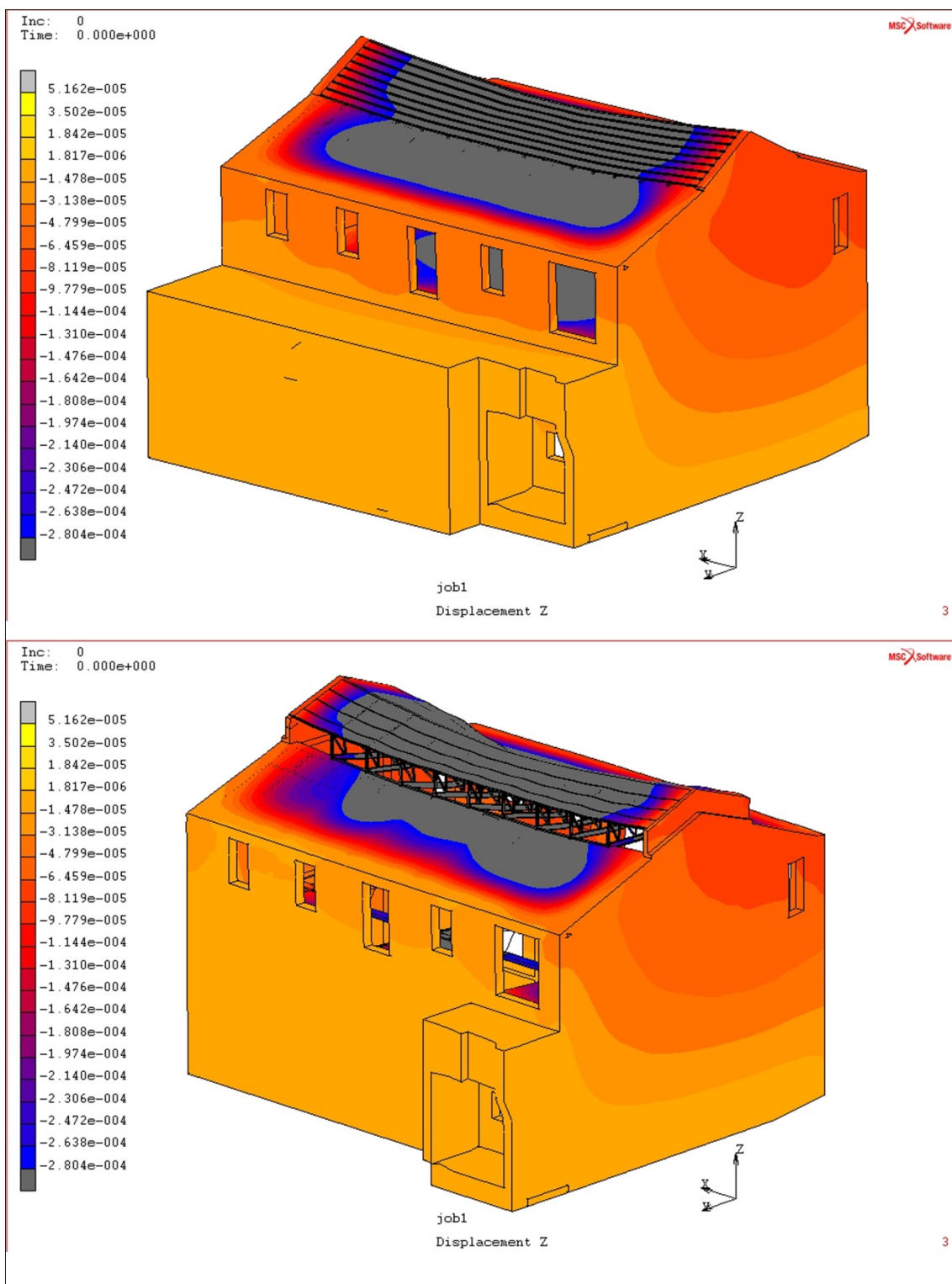
Σχήμα09: Απεικόνιση συνολικής μετατόπισης στέγης, Κάτοψη
 Η μεγίστη συνολική μετατόπιση που αναπτύσσεται στα δυο άκρα της στέγης είναι της τάξης των $D_{\sigma\tau\epsilon\gamma.}=1,923 \cdot 10^{-4}$ m και της νέας πρότασης μελέτης των $D_{\sigma\tau\epsilon\gamma. \nu\acute{\epsilon}\alpha}=2,564 \cdot 10^{-4}$ m.



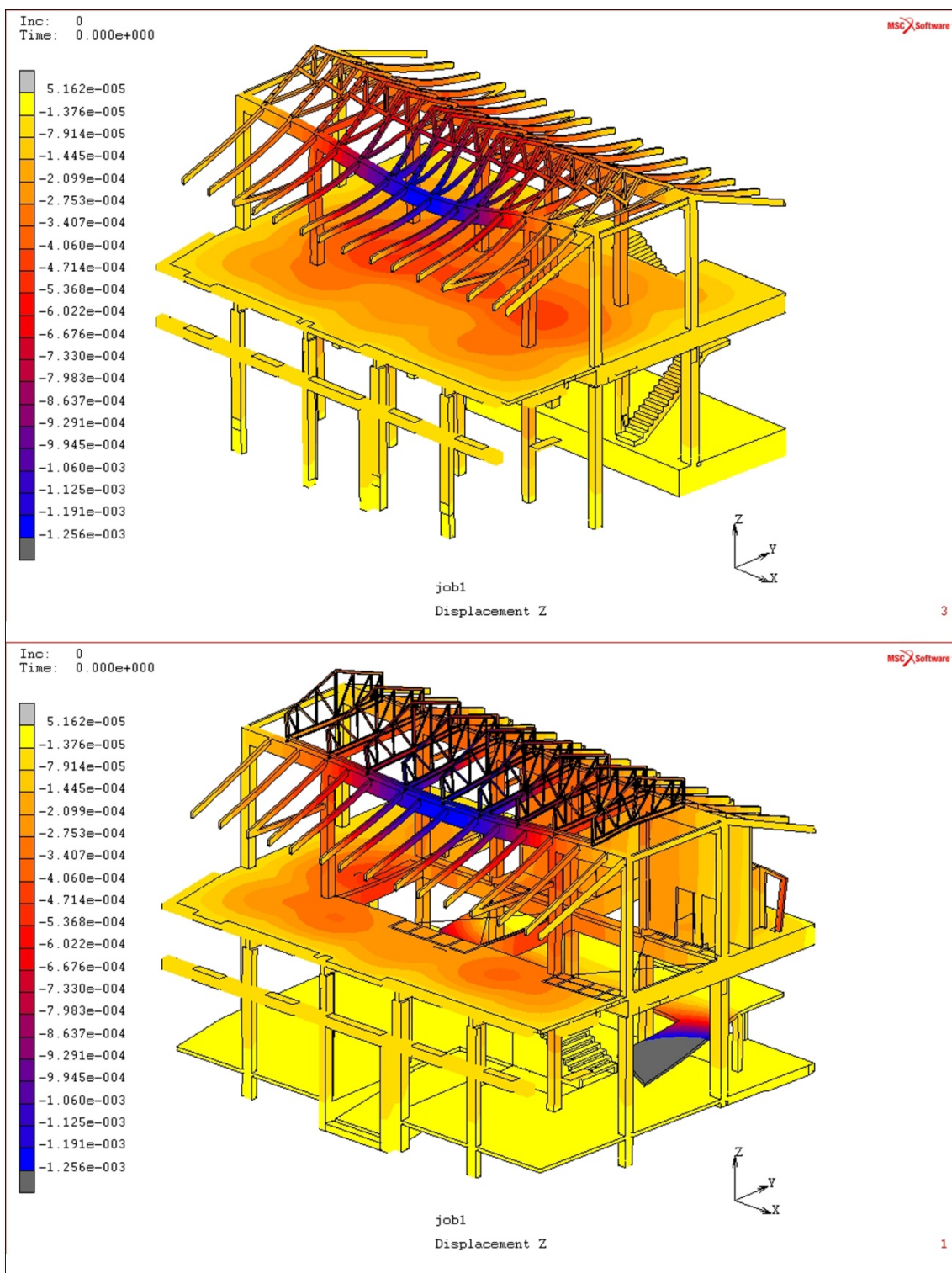
Σχήμα10: Απεικόνιση κάθετης μετατόπισης (displacement z) φέρουσας τοιχοποιίας
Εύρος κάθετων μετατοπίσεων $-1,144 \cdot 10^{-4}$ έως $1,842 \cdot 10^{-5}$ m
Μέγιστη τιμή μετατόπισης $D_{\text{τοιχ,max}} = -1,144 \cdot 10^{-4}$ m, (πορτοκαλί χρώμα)



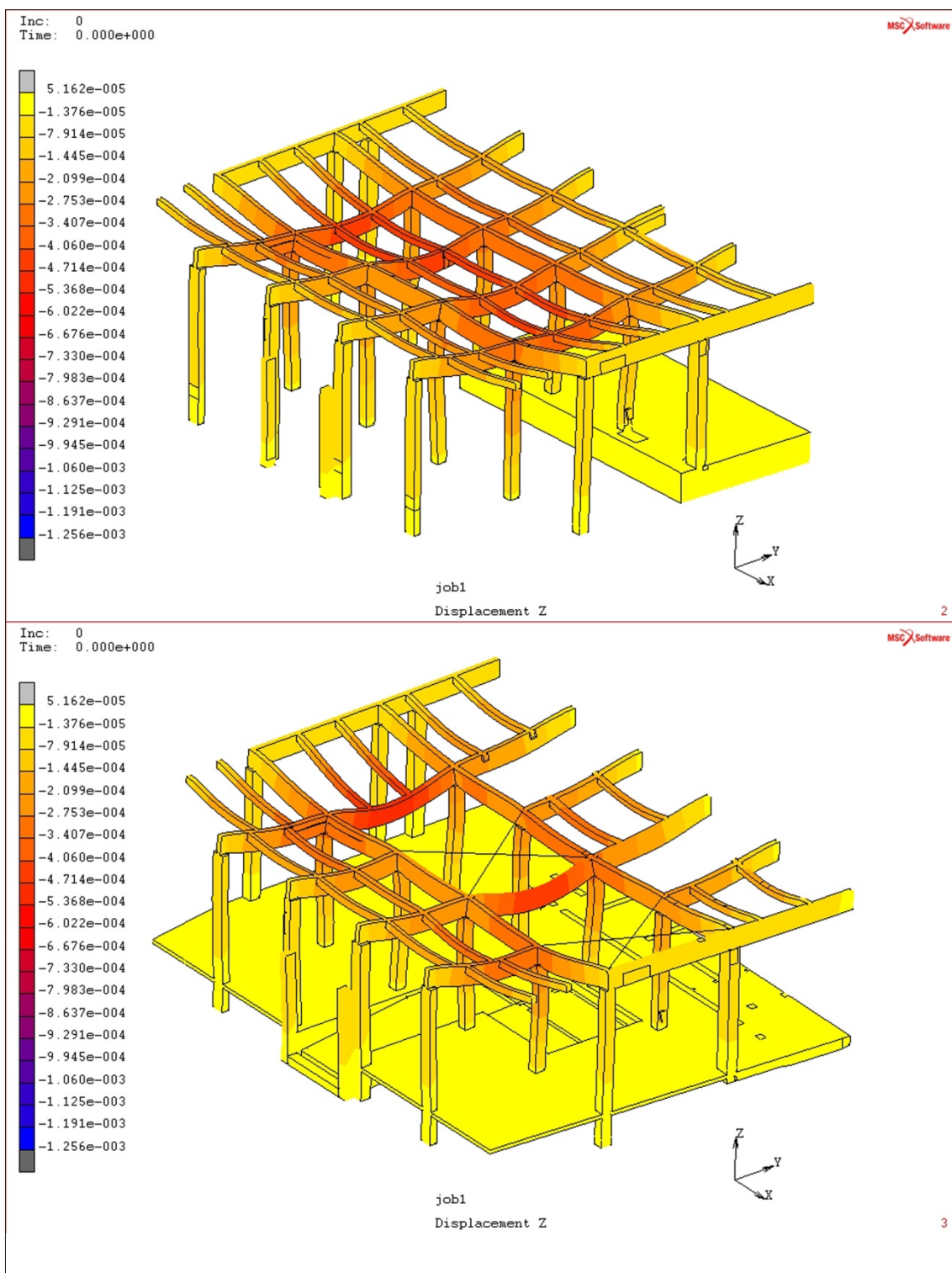
Σχήμα11: Απεικόνιση κάθετης μετατόπισης (displacement z) φέρουσας τοιχοποιίας
Εύρος κάθετων μετατοπίσεων $-1,144 \cdot 10^{-4}$ έως $1,842 \cdot 10^{-5}$ m
Μέγιστη τιμή μετατόπισης $D_{\text{τοιχ.max}} = -1,144 \cdot 10^{-4}$ m, (πορτοκαλί χρώμα)
Βελτίωση της μέγιστης καμπύλης μετατόπισης, εμφανές στο πλαϊνό άνοιγμα



Σχήμα12: Απεικόνιση κάθετης μετατόπισης (displacement z) φέρουσας τοιχοποιίας
Εύρος κάθετων μετατοπίσεων $-1,144 \cdot 10^{-4}$ έως $1,842 \cdot 10^{-5}$ m
Μέγιστη τιμή μετατόπισης $D_{\text{τοιχ.max}} = -1,144 \cdot 10^{-4}$ m, (πορτοκαλί χρώμα)
Βελτίωση-μείωση της καμπύλης μετατόπισης, εμφανές στα ανοίγματα της όψης



Σχήμα13: Απεικόνιση κάθετης μετατόπισης (displacement z) στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος
Εύρος κάθετων μετατοπίσεων $-1,256 \cdot 10^{-3}$ έως $-1,376 \cdot 10^{-5}$ m
Μέγιστη τιμή μετατόπισης $D_{\text{σκυρ.max}} = -1,256 \cdot 10^{-3}$ m στο δοκάρι, (μπλε χρώμα)



Σχήμα14: Απεικόνιση κάθετης μετατόπισης (displacement z) στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος ισογείου επιπέδου
Εύρος κάθετων μετατοπίσεων $-1,256 \cdot 10^{-3}$ έως $-1,376 \cdot 10^{-5}$ m
Μέγιστη τιμή μετατόπισης $D_{\text{σκυρ.max}} = -1,256 \cdot 10^{-3}$ m στο δοκάρι, (μπλε χρώμα)
Ελαφρώς αυξημένη κάθετη μετατόπιση στα δοκάρια εκατέρωθεν των αιθρίων
 $D_{\text{δοκ.νέο}} = -6,676 \cdot 10^{-4}$ m έναντι $D_{\text{δοκ.}} = -4,714 \cdot 10^{-4}$

5.4.2 Τάσεις-παραμορφώσεις στην φέρουσα τοιχοποιία

Οι φέρουσες τοιχοποιίες από λιθοδομή αναπτύσσουν ορθές τάσεις (εφελκυστικές-θλιπτικές) λόγω του ιδίου βάρους τους αλλά και λόγω φθοράς που προκαλείτε στα συνδετικά κονιάματα τα οποία με την σειρά τους λόγω εμφάνισης έντονης διάτμησης την οποία υφίστανται μπορεί να αποβούν από λίγο έως πολύ καταστροφικά για τον δομικό φορέα μιας κατασκευής(φθορά υλικού έως κίνδυνος κατάρρευσης μέρους της τοιχοποιίας). Ακόμη σημεία που φέρουν έντονες φορτίσεις, γωνιακές συνδέσεις τοιχοποιίας, τα σημεία της τοιχοποιίας που μεσολαβούν μεταξύ των ανοιγμάτων καθώς και τα χαμηλά σημεία της τοιχοποιίας πρέπει σε κάθε περίπτωση να ελέγχονται με προσοχή για τυχόν παθογένειες-φθορές.

Προχωρώντας στην μελέτη των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των φορέων μας, θα παρουσιαστούν διαγράμματα κύριων μέγιστων τάσεων (εφελκυστικές-θλιπτικές) καθώς και οι παραμορφώσεις που αυτές υφίσταται λόγω των τελευταίων.

Ξεκινώντας, η ανάπτυξη μέγιστων κύριων τάσεων στα δυο προσομοιώματα κυμαίνεται από $-3,175 \cdot 10^5$ (θλιπτικές) έως $9,2 \cdot 10^5$ N (εφελκυστικές).

Γνωρίζοντας ότι,

$$F_{\text{cmax ισog.}} = -25,39 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$F_{\text{cmax A επιπ.}} = -31,53 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

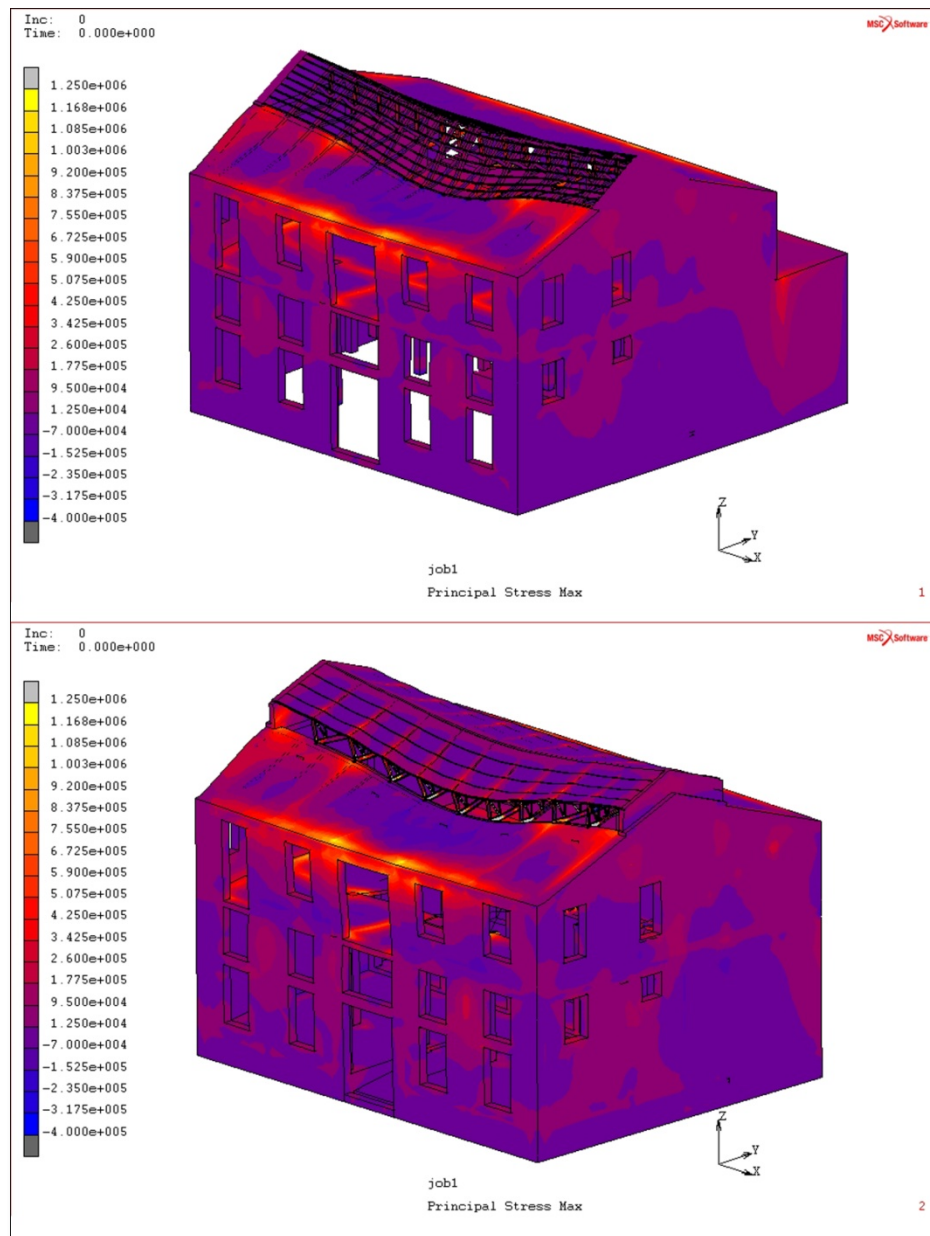
$$F_{\text{tmax ισog.}} = 1,26 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$F_{\text{tmax A επιπ.}} = 1,57 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

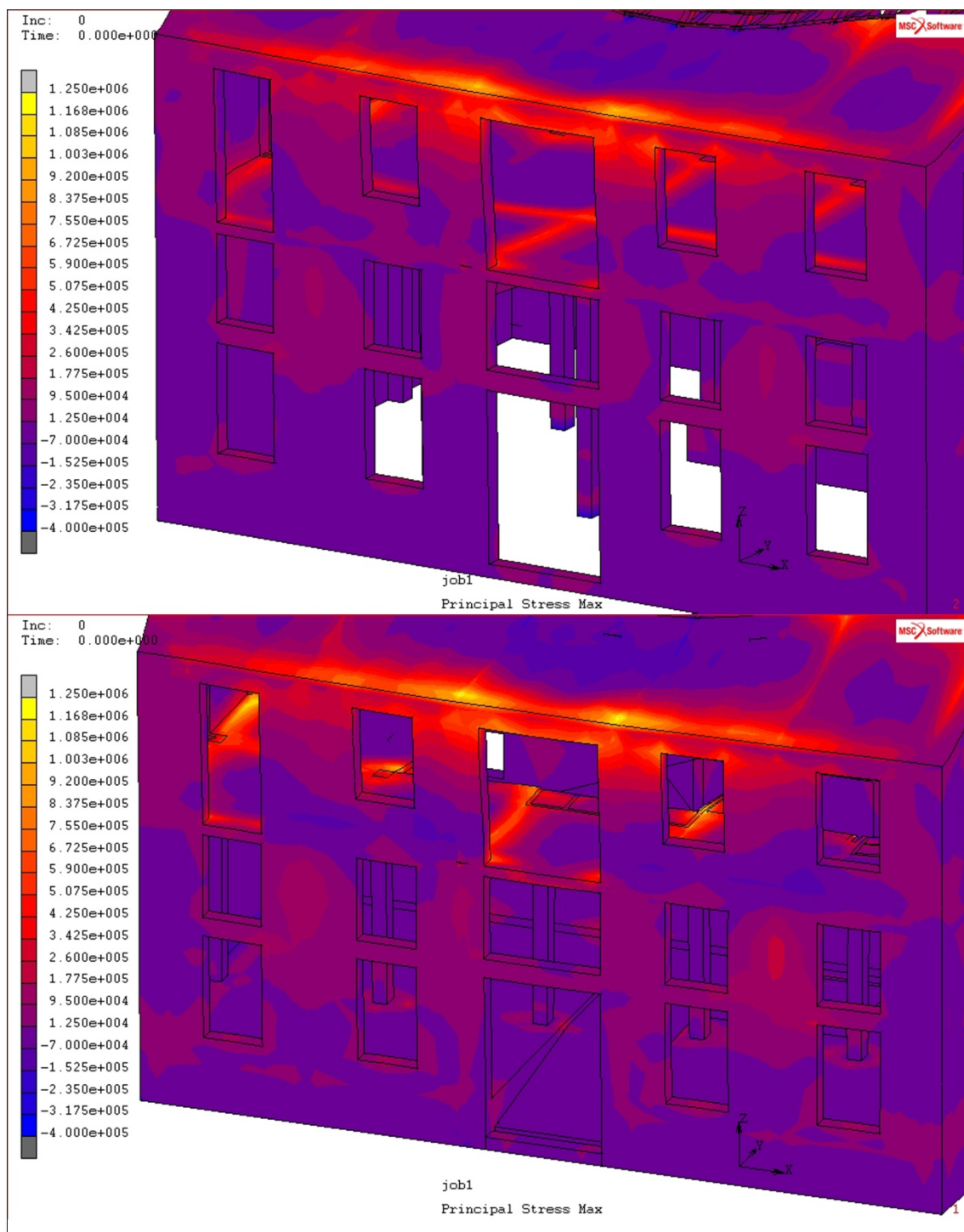
και συγκρίνοντας τις ανωτέρω τιμές με τις τιμές των προσομοιωμάτων βλέπουμε ότι οι ευρεθείσες τιμές της φέρουσας τοιχοποιίας δεν ξεπερνούν το όριο θραύσης.

Προχωρώντας στην ανάλυση της βορειοδυτικής όψης παρατηρούμε ότι ,για τα δυο προσομοιώματα, στο κάτω μέρος δρουν κύριες θλιπτικές τάσεις $F_{\text{cmax}} = -7 \cdot 10^4$ N. Αυτό είναι λογικό να συμβαίνει σε μια φέρουσα τοιχοποιία από λιθοδομή. Ακόμη φαίνεται έντονα η εμφάνιση κύριων εφελκυστικών τάσεων $F_{\text{tmax}} = 1,25 \cdot 10^4$ N ακριβώς στο σημείο όπου είναι τοποθετημένη η πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος του Α επιπέδου (στην μέση του προσομοιώματος) (Σχήμα 15). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι α) οι δυνάμεις που ασκούνται από τα φορτία της στέγης τείνουν να μετατοπίσουν το βορειοδυτικό μέρος της τοιχοποιίας στην διεύθυνση του άξονα y και β) η πλάκα του οπλισμένου σκυροδέματος πιθανά για να περιοριστεί ο κίνδυνος κατάρρευσης του νέου τμήματος της φέρουσας τοιχοποιίας στην πάροδο του χρόνου στην ουσία αγκυρώνει στην βορειοδυτική πλευρά (στο σημείο όπου φαίνεται και από τις φωτογραφίες το σενάζ στην όψη του κτιρίου). Επιπροσθέτως , εμφανίζονται κύριες εφελκυστικές τάσεις στο άνω μέρος της τοιχοποιίας σχεδόν εξολοκλήρου οι οποίες κυμαίνονται από $F_{\text{tmax}} = 2,6 \cdot 10^5$ N έως $F_{\text{tmax}} = 9,2 \cdot 10^5$ N οι οποίες αποτελούν και το μέγιστο σημείο εφελκυσμού της φέρουσας τοιχοποιίας (Σχήμα 16-17) . Τέλος, σε ότι αφορά τα δυο προσομοιώματα παρατηρείται η εμφάνιση υψηλότερων εφελκυστικών τιμών για την νέα σχεδιασθείσα πρόταση, οι οποίες περιορίζονται ελαφρώς στο Α επίπεδο αλλά αυξάνονται στο ισόγειο, ειδικά μεταξύ των ανοιγμάτων, κυμαινόμενες από $F_{\text{tmax}} = 2,6 \cdot 10^5$ N έως $F_{\text{tmax}} = 3,425 \cdot 10^5$ N (Σχήμα 17) .

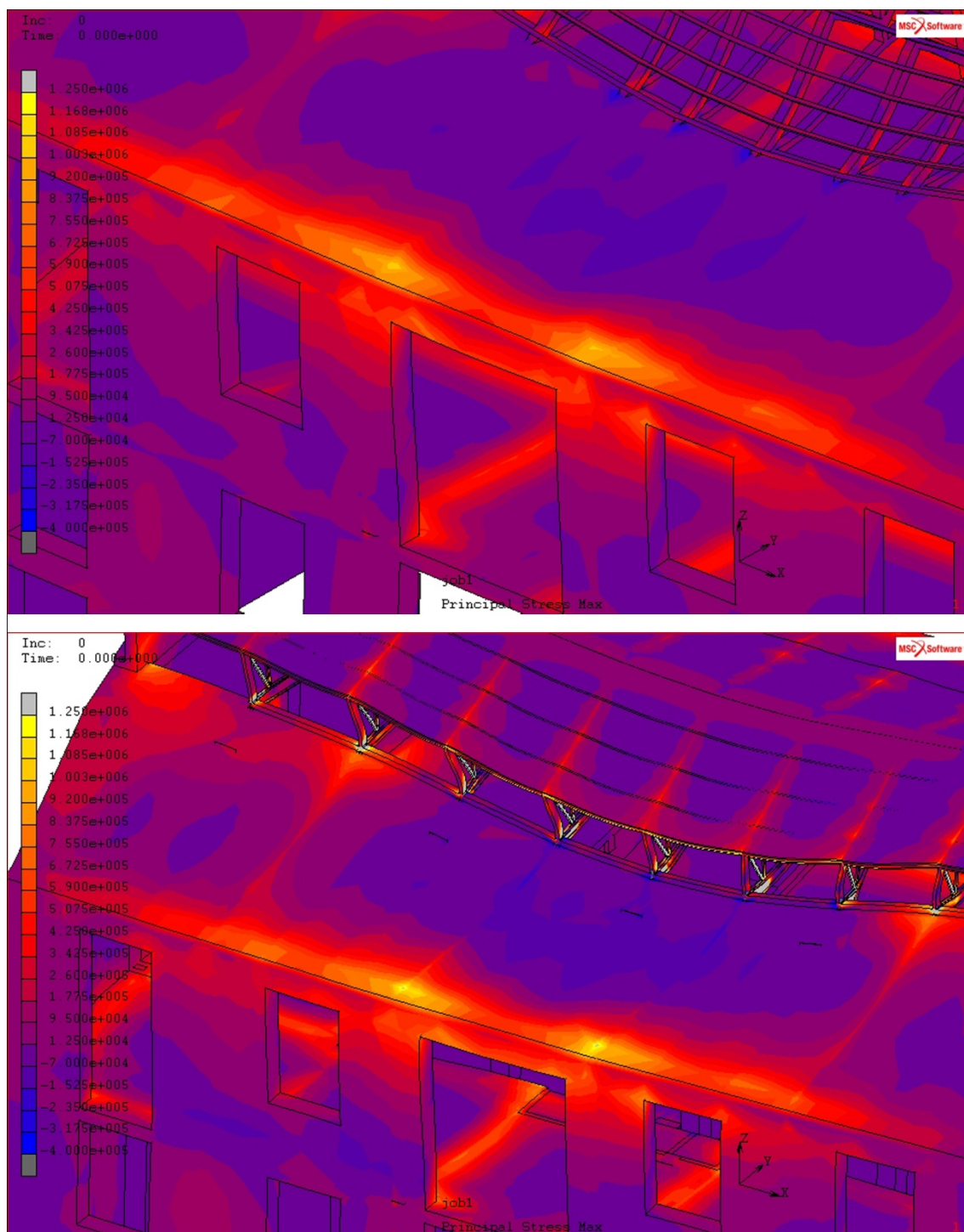
Σε ότι αφορά την ισοδύναμη συνολική παραμόρφωση αυτή φτάνει έως $\varepsilon_{max}=2,4 \cdot 10^{-5} \text{m}$ πράγμα που σημαίνει ότι είναι ένα πολύ μικρό μέγεθος. Παρατηρώντας τα δύο προσομοιώματα φαίνονται έντονα οι παραμορφώσεις στο άνω σημείο της τοιχοποιίας όπου εμφανίζονται και οι μεγαλύτερες τιμές καθώς στο νέο μοντέλο εμφανίζεται έντονη παραμόρφωση στα σημεία μεταξύ των ανοιγμάτων ειδικά στο ισόγειο επίπεδο αλλά μετατοπισμένες προς τα πάνω δεδομένου ότι πλέον έχει γίνει διαμόρφωση του ισογείου επιπέδου στα 0.80 m με άμεση πρόκληση διάτμησης από την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος στην φέρουσα τοιχοποιία (Σχήμα 18-19) .



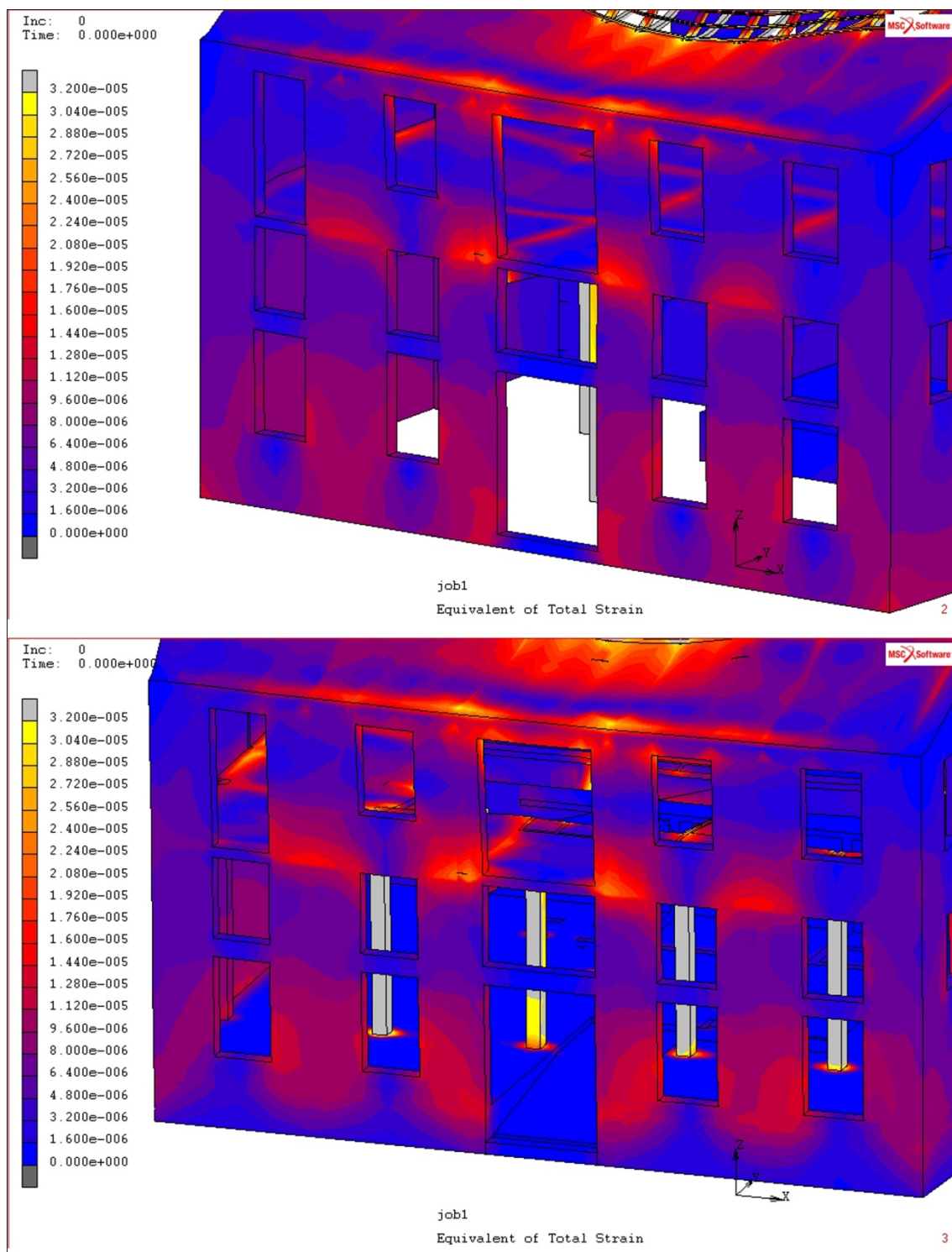
Σχήμα15: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κύριων τάσεων φέρουσας τοιχοποιίας βορειοδυτικής όψης
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-3,175 \cdot 10^5$ (θλιπτικές) έως $9,2 \cdot 10^5 \text{ N}$
Κάτω, Εμφάνιση υψηλότερων εφελκυστικών τιμών στο ισόγειο επίπεδο για την νέα σχεδιασθείσα πρόταση
μεταξύ των ανοιγμάτων κυμαινόμενες από $F_{tmax}=2,6 \cdot 10^5 \text{ N}$ έως $F_{tmax}=3,425 \cdot 10^5 \text{ N}$.



Σχήμα16: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων φέρουσας τοιχοποιίας βορειοδυτικής όψης
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-3,175 \cdot 10^5$ (θλιπτικές) έως $9,2 \cdot 10^5$ N
Εμφάνιση κύριων εφελκυστικών τάσεων $F_{tmax} = 1.25 \cdot 10^4$ N ακριβώς στο σημείο όπου είναι
τοποθετημένη η πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος του Α επιπέδου
Κάτω, Νέα πρόταση μελέτης



Σχήμα17: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων φέρουσας τοιχοποιίας βορειοδυτικής όψης
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-3,175 \cdot 10^5$ (θλιπτικές) έως $9,2 \cdot 10^5$ N
Εμφάνιση κύριων εφελκυστικών τάσεων στο άνω μέρος της τοιχοποιίας σχεδόν
εξολοκλήρου οι οποίες κυμαίνονται από $F_{tmax}=2,6 \cdot 10^5$ N έως $F_{tmax}=9,2 \cdot 10^5$ N
Κάτω, Νέα πρόταση μελέτης

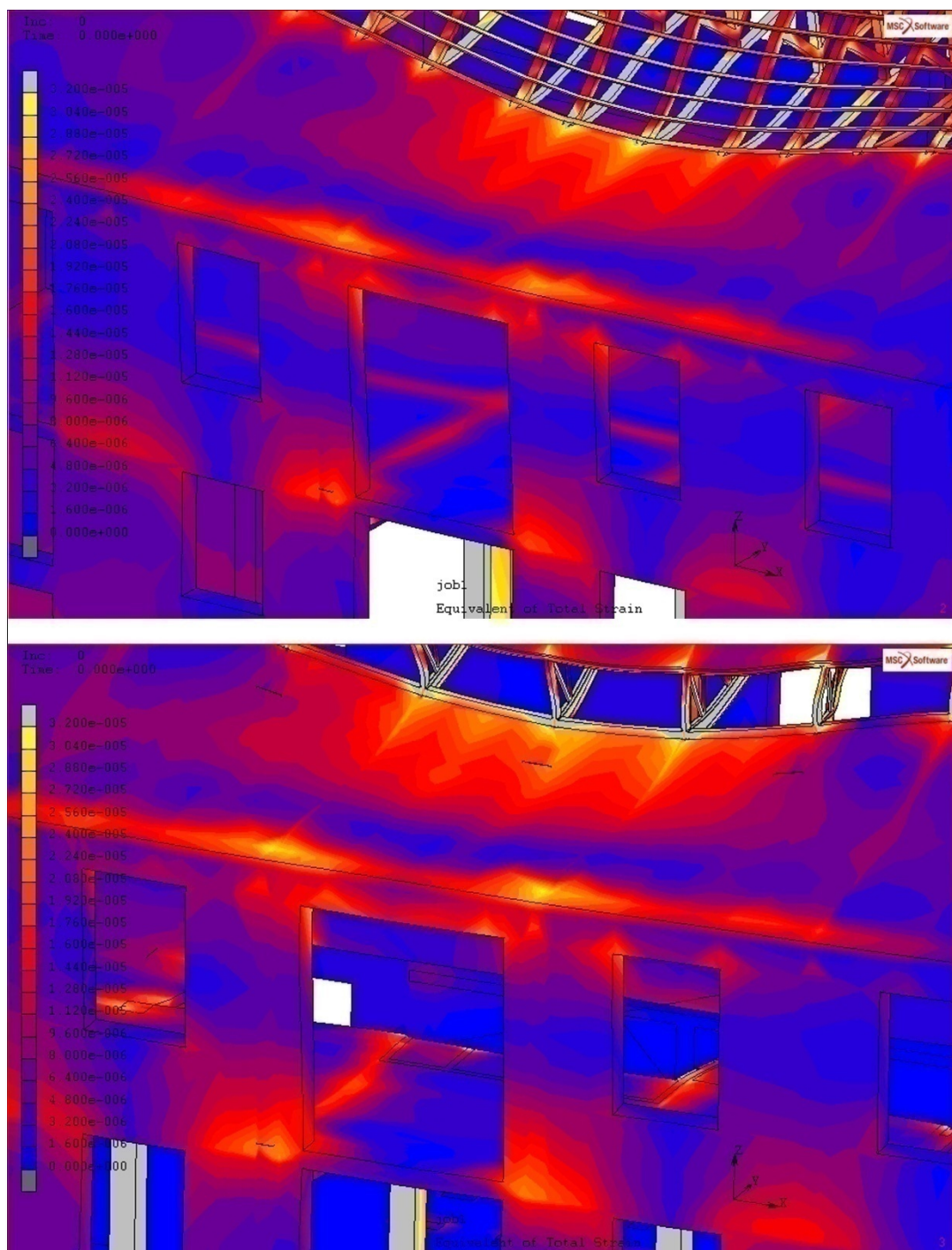


Σχήμα18: Πάνω, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης φέρουσας τοιχοποιίας βορειοδυτικής όψης

Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max} = 2,4 \cdot 10^{-5}$ m

Κάτω, Μετατόπιση παραμόρφωσης προς τα άνω στο ισόγειο επίπεδο στην νέα πρόταση μελέτης λόγω τοποθέτησης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος στα 0.80 m

Αύξηση των τιμών παραμόρφωσης στα σημεία μεταξύ των ανοιγμάτων της φέρουσας τοιχοποιίας



Σχήμα19: Πάνω, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης φέρουσας τοιχοποιίας βορειοδυτικής όψης

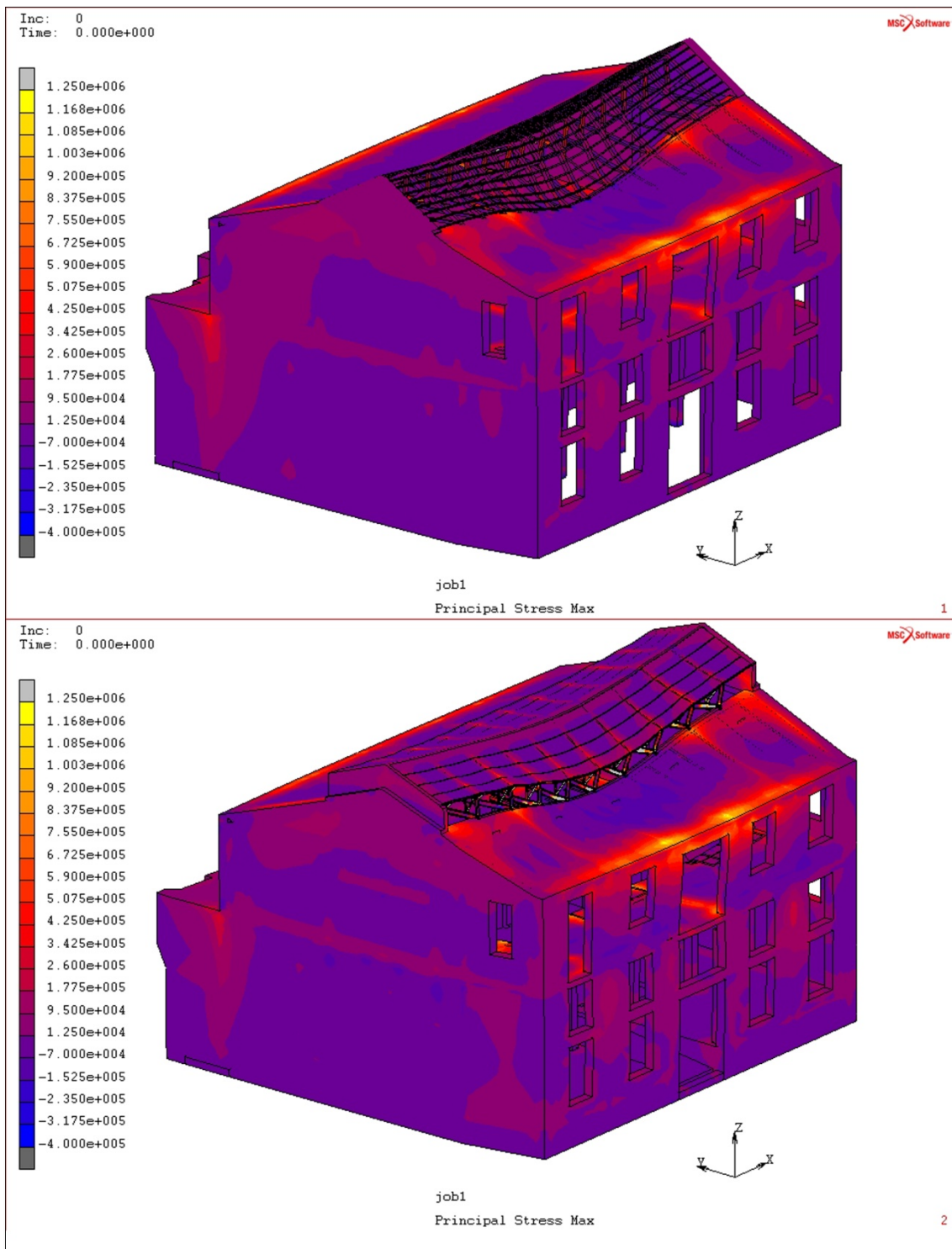
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max} = 2,4 \cdot 10^{-5}$ m

Κάτω, Αύξηση των τιμών παραμόρφωσης στα σημεία μεταξύ των ανοιγμάτων της φέρουσας τοιχοποιίας στην νέα πρόταση μελέτης

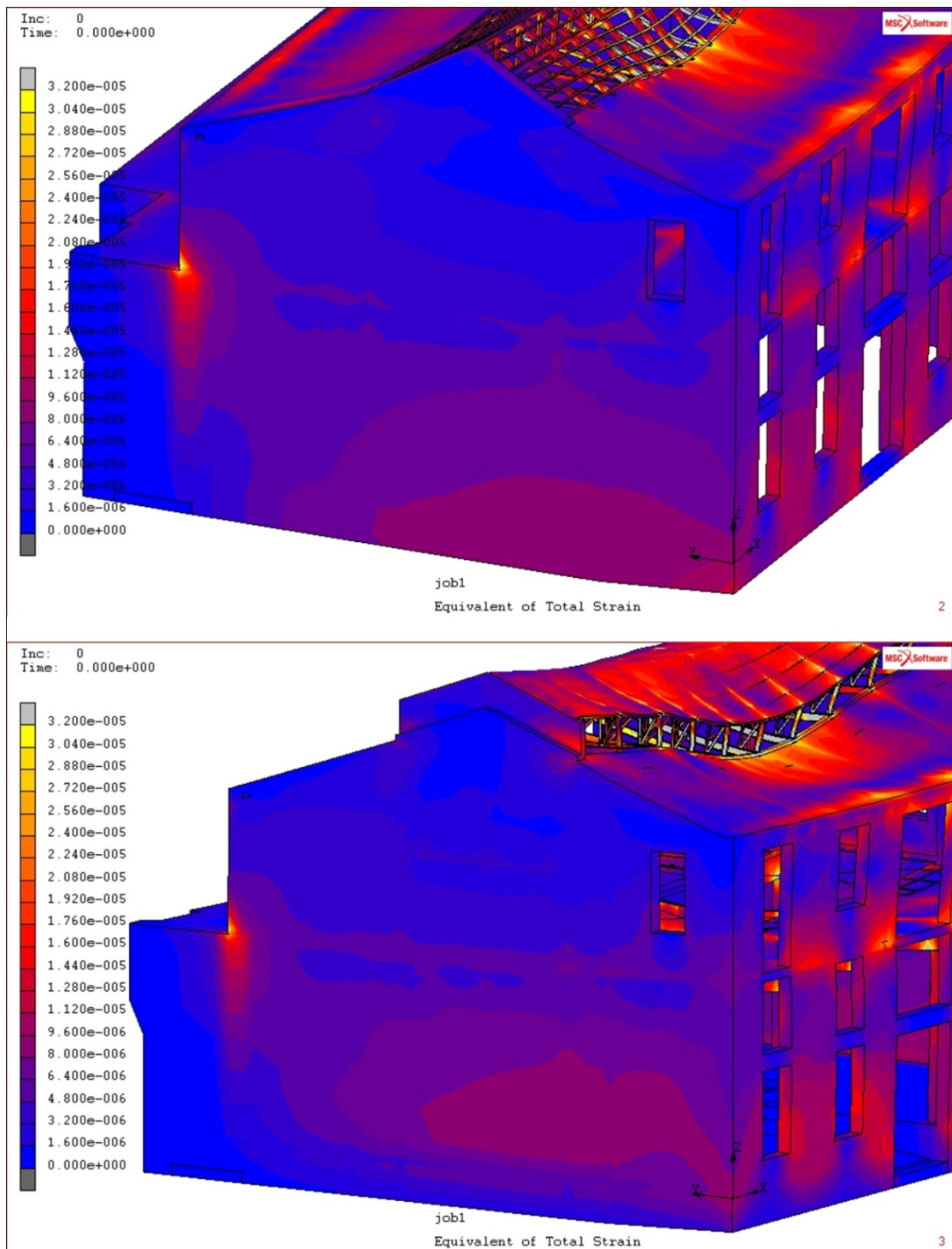
Έντονη παραμόρφωση λόγω διάτμησης στο άνω επίπεδο της στέγης και στις περιοχές περιμετρικά των ανοιγμάτων, (Αποχρώσεις κόκκινου χρώματος)

Η βορειοανατολική πλευρά παρουσιάζει μέγιστες κύριες τάσεις που κυμαίνονται από $-3,175 \cdot 10^5$ N έως $4,25 \cdot 10^5$ N. Και στα δυο προσομοιώματα φαίνεται η ανάπτυξη εφελκυστικών κύριων τάσεων $F_{tmax}=1,25 \cdot 10^4$ N ακριβώς στο σημείο όπου είναι τοποθετημένη η πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος του Α επιπέδου (στην μέση του προσομοιώματος). Ακόμη στο άκρο της φέρουσας τοιχοποιίας εμφανίζεται η μέγιστη τιμή εφελκυσμού $F_{tmax}=4,25 \cdot 10^5$ N διότι α) κατά την προσομοίωση δόθηκαν διαφορετικές τιμές σε ότι αφορά τα μηχανικά χαρακτηριστικά των δυο επιπέδων σύμφωνα με αυτές που μετρήθηκαν με την διαδικασία της κρουσιμέτρησης, β) στο σημείο αυτό υπάρχει άρθρωση με βαθμό ελευθερίας αυτόν της κάθετης μετατόπισης z λόγω μεσοτοιχίας και γ) επειδή στο σημείο εκείνο μεταφέρονται προς το έδαφος οι δυνάμεις που αναπτύσσονται από την στέγη. Τέλος αξίζει να σημειωθεί η διαφοροποίηση της κατανομής των εφελκυστικών δυνάμεων στα δυο επίπεδα, όπου στο Α επίπεδο λόγω της τοποθέτησης της νέας στέγης οπλισμένου σκυροδέματος ποιότητας C20/25 και του εσωτερικού παταριού η καμπύλη εφελκυσμού (ανοιχτό μωβ) $F_{tmax} = 1,25 \cdot 10^5$ N μετατοπίζεται προς τα άνω καθώς φαίνεται έντονα το στίγμα κύριων εφελκυστικών τάσεων του παταριού ενώ στο ισόγειο επίπεδο, στο βορειοδυτικό τμήμα, έχουμε αλλαγή συμπεριφοράς της τοιχοποιίας από θλίψη σε εφελκυσμό που οφείλεται κυρίως στην επιβάρυνση από νέα φορτία (πατάρι-κερκίδες-κλιμακοστάσια) και στην δημιουργία των δυο εσωτερικών αιθρίων (Σχήμα 20) .

Σε ότι αφορά την ισοδύναμη συνολική παραμόρφωση αυτή φτάνει έως $\varepsilon_{max}=3,04 \cdot 10^{-5}$ m στο σημείο όπου αλλάζει διεύθυνση η τοιχοποιία (Άκρο νοτιοδυτικής πλευράς) πράγμα που σημαίνει ότι είναι ένα πολύ μικρό μέγεθος. Στο μεγαλύτερο κομμάτι της τοιχοποιίας οι παραμορφώσεις δεν ξεπερνούν τα $\varepsilon_{max}=9,6 \cdot 10^{-6}$ m. Συγκρίνοντας στο νέο σε σχέση με το παλιό μοντέλο βλέπουμε την αύξηση της παραμόρφωσης για την περιοχή όπου η πλακά οπλισμένου σκυροδέματος του Α επιπέδου εφάπτεται με την φέρουσα τοιχοποιία προκαλώντας της διάτμηση λόγω εφελκυστικών τάσεων καθώς και την συγκέντρωση της παραμόρφωσης του ισογείου επιπέδου στο ύψος των 0.80m όπου είναι πλέον διαμορφωμένη νέα πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος (Σχήμα 21) .Η Νοτιοδυτική πλευρά των προσομοιωμάτων εμφανίζει παραπλήσιες τιμές σε ότι αφορά την ανάπτυξη μέγιστων κύριων τάσεων και ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης. Γι αυτόν τον λόγο η όποια ανάλυση της απεικονίζεται στα σχήματα 23,23 .



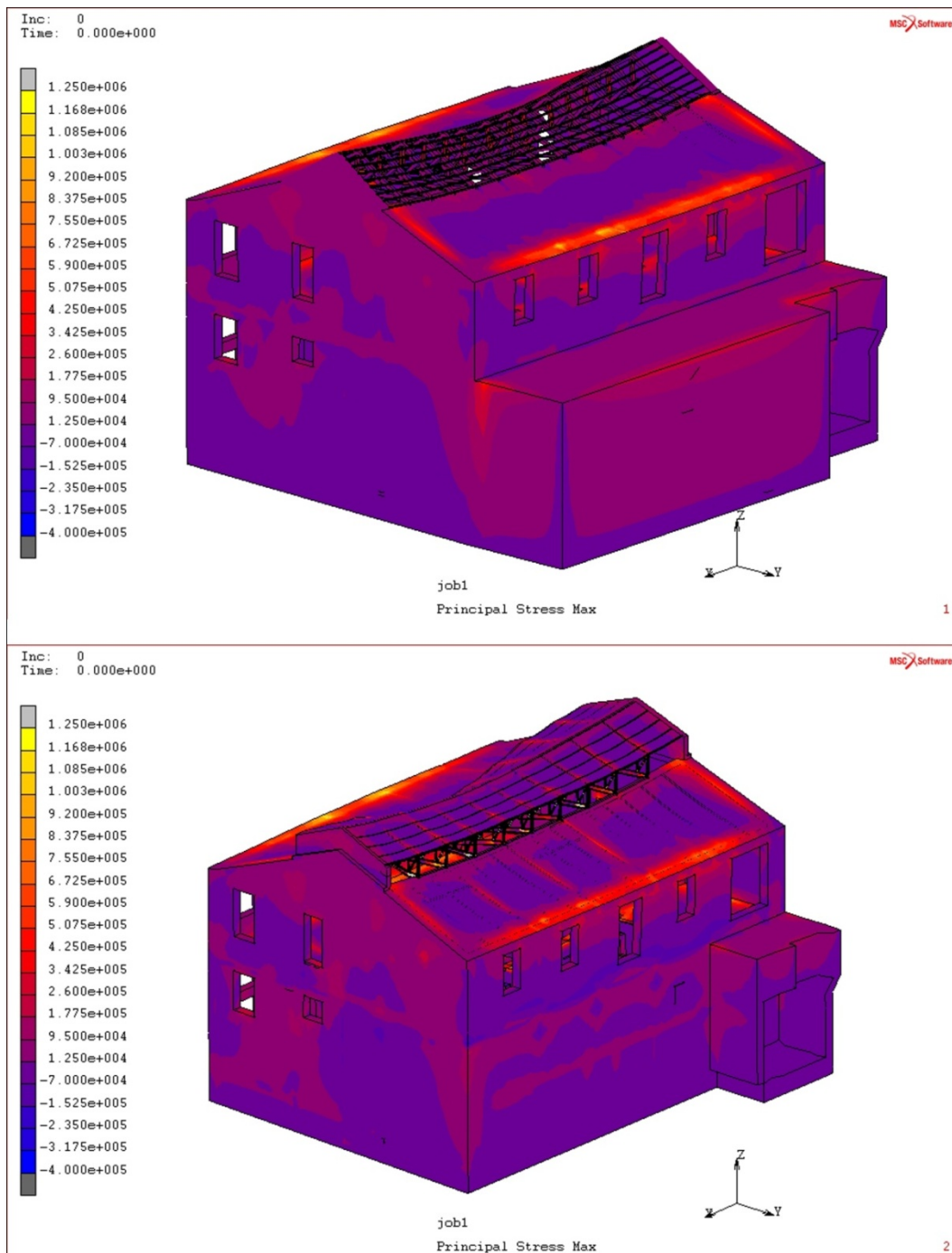
Σχήμα20: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων φέρουσας τοιχοποιίας βορειοανατολικής όψης
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-3,175 \cdot 10^5$ N έως $4,25 \cdot 10^5$ N
Εμφάνιση εφελκυστικών κύριων τάσεων $F_{tmax} = 1,25 \cdot 10^4$ N ακριβώς στο σημείο όπου είναι
τοποθετημένη η πλακά οπλισμένου σκυροδέματος του Α επιπέδου
Εμφάνιση μέγιστης τιμής εφελκυσμού $F_{tmax} = 4,25 \cdot 10^5$ N αριστερά (Κόκκινο χρώμα)
Κάτω, Αλλαγή συμπεριφοράς της τοιχοποιίας από θλίψη σε εφελκυσμό στην νέα πρόταση μελέτης



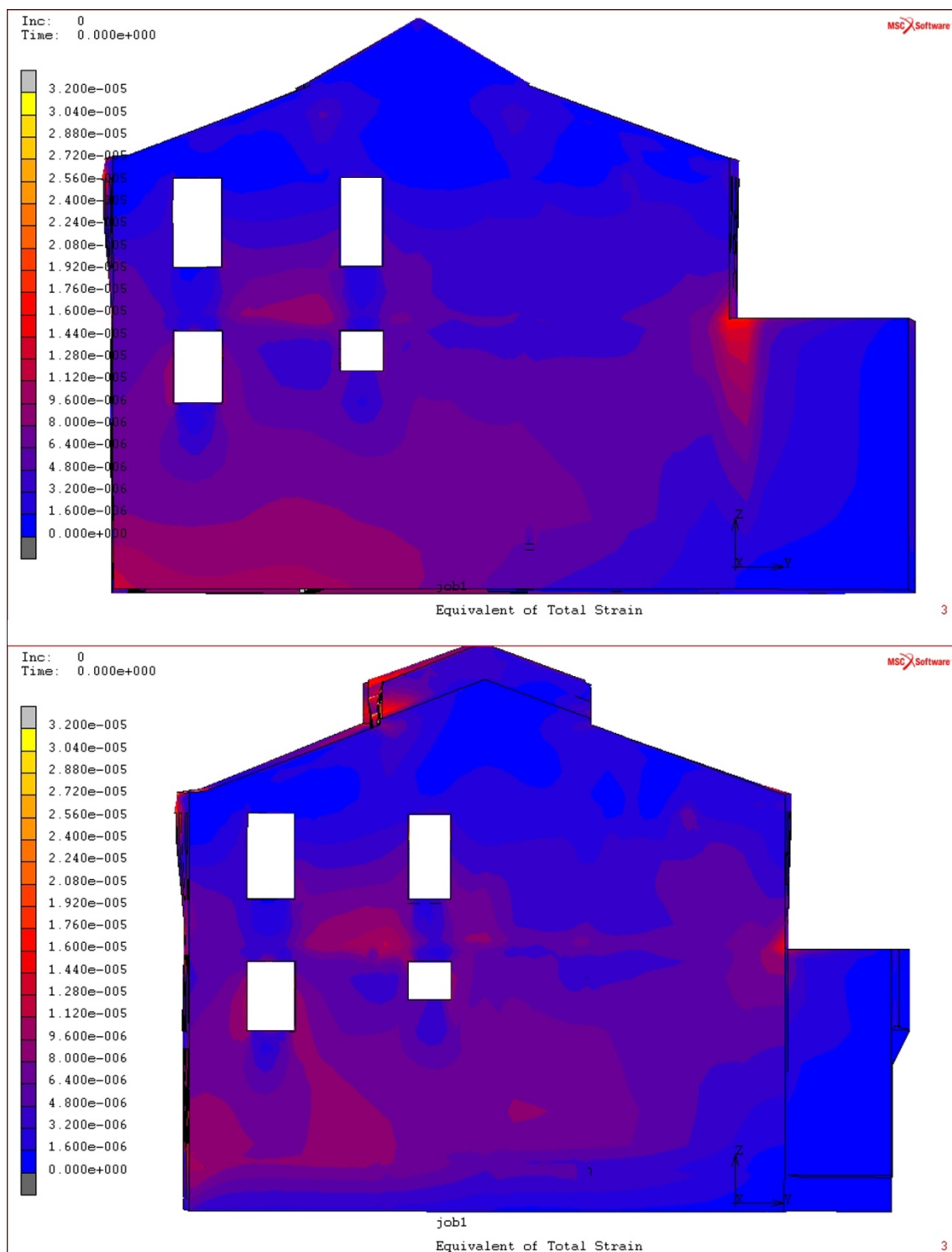
Σχήμα21: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης φέρουσας τοιχοποιίας βορειανατολικής όψης

Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\varepsilon_{max}=3,04 \cdot 10^{-5}m$

Κάτω, Αύξηση της παραμόρφωσης για την νέα πρόταση μελέτης στην περιοχή όπου υπάρχει η πλακά οπλισμένου σκυροδέματος του Α επιπέδου, κέντρο, (Μωβ χρώμα)
Συγκέντρωση της παραμόρφωσης του ισογείου επιπέδου στο ύψος των 0.80 m όπου είναι πλέον διαμορφωμένη νέα πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος, (Ανοικτό μωβ χρώμα)



Σχήμα22: Απεικόνιση μέγιστων κύριων τάσεων φέρουσας τοιχοποιίας Νοτιοδυτικής όψης
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-3,175 \cdot 10^5$ N έως $4,25 \cdot 10^5$ N
Εμφάνιση εφελκυστικών κύριων τάσεων $F_{tmax} = 1.25 \cdot 10^4$ N ακριβώς στο σημείο όπου είναι
τοποθετημένη η πλακά οπλισμένου σκυροδέματος του Α επιπέδου
Εμφάνιση μέγιστης τιμής εφελκυσμού $F_{tmax} = 4,25 \cdot 10^5$ N (Αριστερά με κόκκινο χρώμα)
Κάτω, νέα πρόταση μελέτης



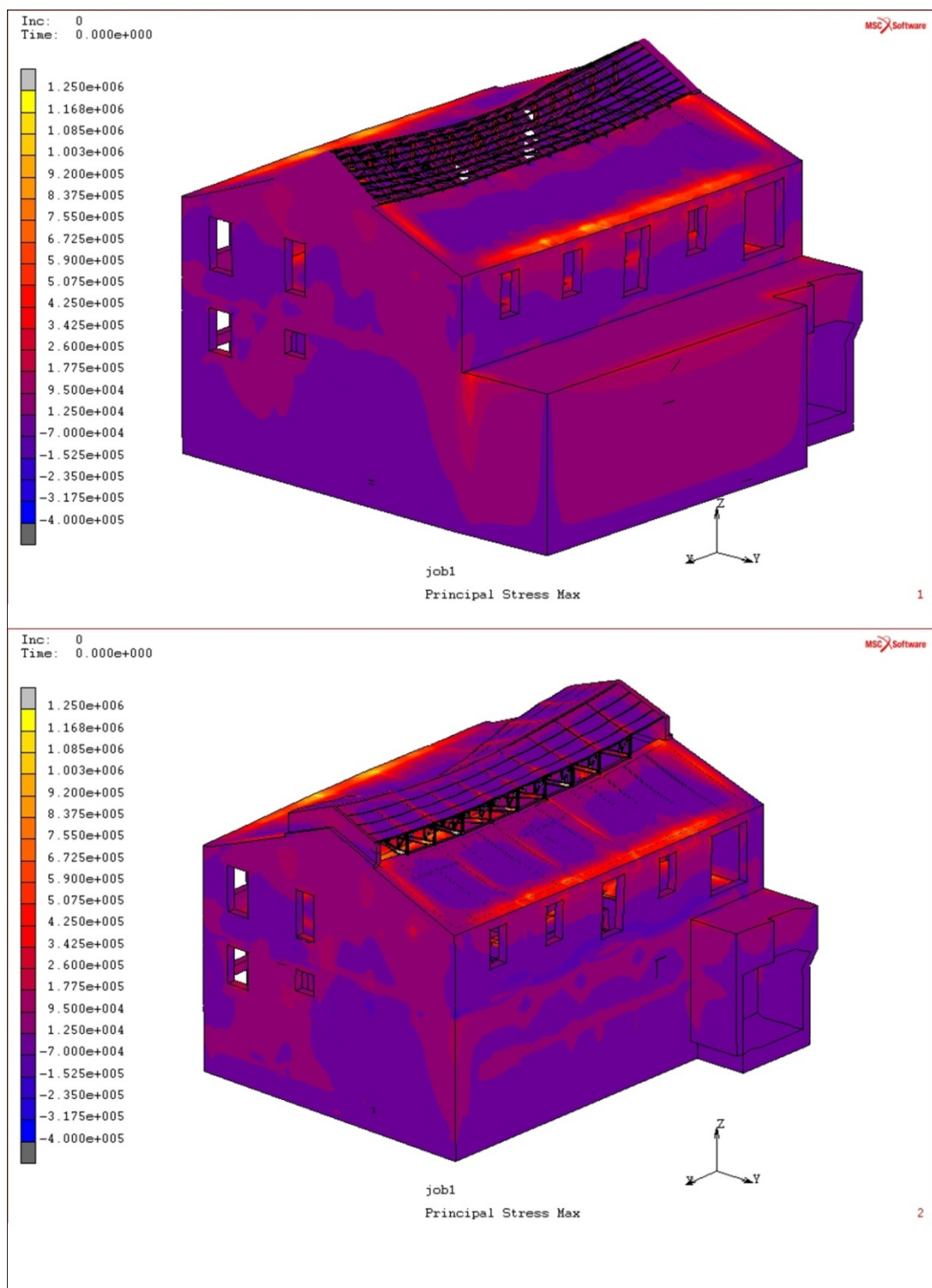
Σχήμα23: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης φέρουσας τοιχοποιίας Νοτιοδυτικής όψης
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max}=1,6 \cdot 10^{-5}m$

Κάτω, Αύξηση της παραμόρφωσης για την περιοχή όπου υπάρχει η πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος του Α επιπέδου στην νέα πρόταση μελέτης, (Κέντρο, μωβ χρώμα)
Συγκέντρωση της παραμόρφωσης του ισογείου επιπέδου στο ύψος των 0.80 m όπου είναι πλέον διαμορφωμένη νέα πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος, (Ανοιχτό μωβ χρώμα)

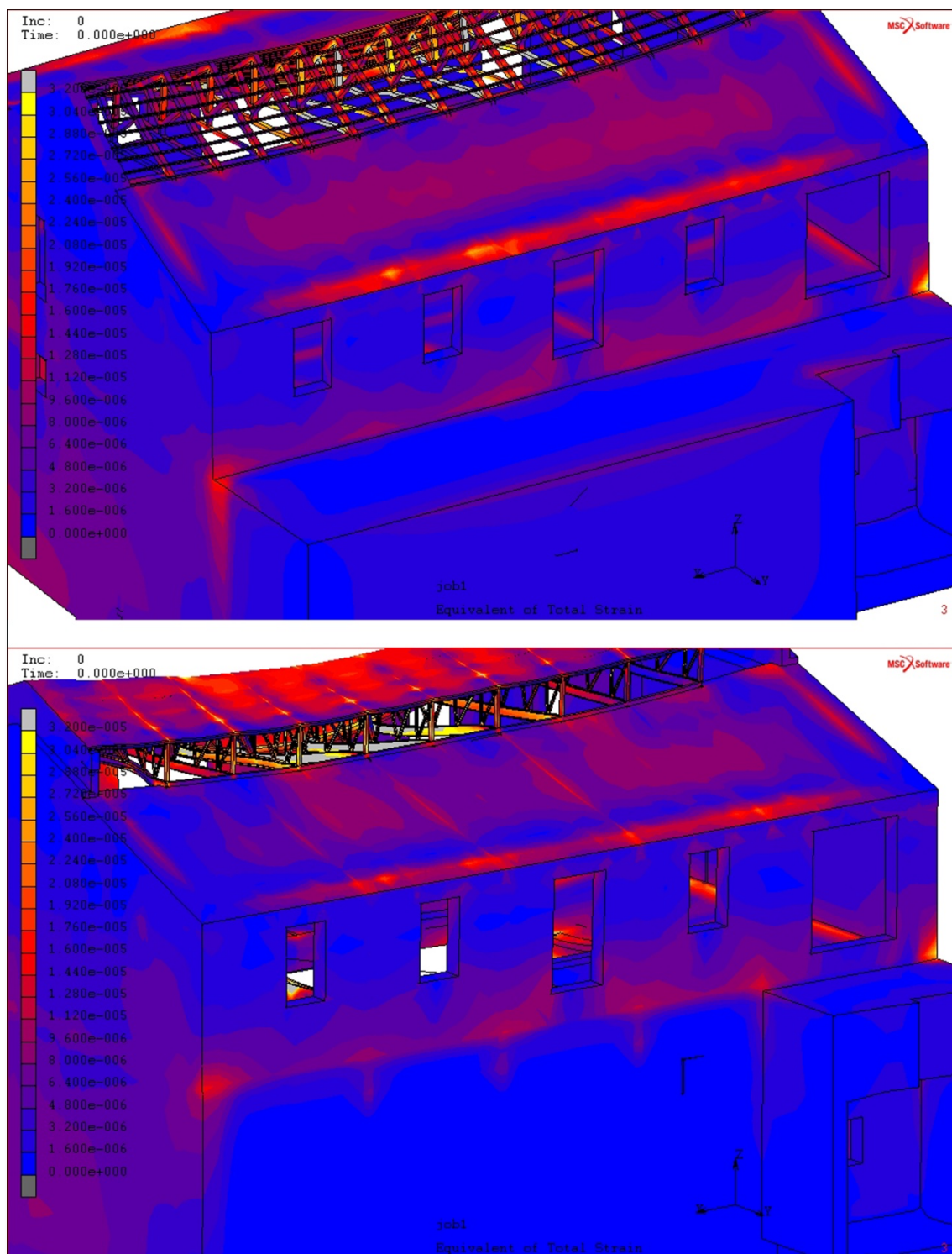
Η Νοτιοανατολική πλευρά παρουσιάζει μέγιστες κύριες τάσεις που κυμαίνονται από $-3,175 \cdot 10^5$ N έως $3,425 \cdot 10^5$ N. Και στα δυο προσομοιώματα φαίνεται ότι η μεγίστη κύρια εφελκυστική τάση $F_{tmax}=3,425 \cdot 10^5$ N αναπτύσσεται στο άνω μέρος της φέρουσας τοιχοποιίας, στο σημείο όπου υπάρχει ένα παχύ σενάζ όπου αγκυρώνουν οι διαδοκίδες της στέγης οπλισμένου σκυροδέματος, καταλαμβάνοντας σχεδόν εξολοκλήρου το μήκος της πλευράς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι δυνάμεις που δρουν στην στέγη τείνουν να μετατοπίσουν την φέρουσα τοιχοποιία κατά την διεύθυνση του άξονα y. Προχωρώντας προς τα κάτω βλέπουμε την εμφάνιση τάσεων στα πρέκια των ανοιγμάτων και την δημιουργία εφελκυστικών κύριων τάσεων $F_{tmax}=3,425 \cdot 10^5$ N. Τέλος, παρατηρούμε αλλαγή κατανομής τάσεων ακριβώς κάτω από την κεντρική πόρτα της όψης όπου εμφανίζονται κύριες θλιπτικές τάσεις $F_{cmax}=-2,350 \cdot 10^5$ N και την εμφάνιση της μεγαλύτερης τιμής κύριων θλιπτικών τάσεων $F_{cmax}=-3,175 \cdot 10^5$ N στο σημείο σύνδεσης των δοκαριών της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος με την φέρουσα τοιχοποιία. Ο λόγος για τον οποίον συμβαίνει αυτό είναι διότι με την δημιουργία των εσωτερικών αιθρίων και την προσθήκη στην νέα πρόταση επέμβασης νέων δαπέδων προκαλείται περεταίρω επιβάρυνση στην φέρουσα τοιχοποιία και στα εναπομείναντα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, τα οποία θεωρούνται αγκυρωμένα στην τοιχοποιία, και αναπτύσσονται αντίστοιχα θλιπτικές δυνάμεις στα εν λόγω σημεία (Σχήμα 24) .

Σε ότι αφορά την ισοδύναμη συνολική παραμόρφωση αυτή φτάνει έως $\varepsilon_{max}=3,04 \cdot 10^{-5}$ m στο σημείο όπου αλλάζει διεύθυνση η τοιχοποιία (Άκρο νοτιοδυτικής πλευράς) πράγμα που σημαίνει ότι είναι ένα πολύ μικρό μέγεθος. Στο μεγαλύτερο κομμάτι της τοιχοποιίας οι παραμορφώσεις δεν ξεπερνούν τα $\varepsilon_{max}=1,44 \cdot 10^{-5}$ m.

Συγκρίνοντας το νέο μοντέλο με το παλιό βλέπουμε ότι οι παραμορφώσεις κυμαίνονται σχεδόν στα ίδια επίπεδα με την μόνη διαφορά ότι λόγω των αυξημένων τάσεων στο σημείο που βρίσκεται κάτω από την πόρτα και σε αυτά της ένωσης των δοκαριών του οπλισμένου σκυροδέματος με την φέρουσα τοιχοποιία εμφανίζεται ελαφρός αυξημένη παραμόρφωση που φτάνει έως τα $1,28 \cdot 10^{-5}$ m (Σχήμα 25) .



Σχήμα24: Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων φέρουσας τοιχοποιίας Νοτιοανατολικής όψης
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-3,175 \cdot 10^5$ N έως $3,425 \cdot 10^5$ N
Εμφάνιση μεγίστης κύριας εφελκυστικής τάσης $F_{tmax}=3,425 \cdot 10^5$ N στο άνω
μέρος της φέρουσας τοιχοποιίας, (Κόκκινο χρώμα)
Εμφάνιση κύριων θλιπτικών τάσεων $F_{cmax}=-2,350 \cdot 10^5$ N κάτω από
την κεντρική πόρτα, (Ελαφρύ μπλε χρώμα)
Κάτω, Νέα πρόταση μελέτης



Σχήμα25: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης φέρουσας τοιχοποιίας
Νοτιοανατολικής όψης

Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max}=3,04 \cdot 10^{-5}$ m

Κάτω, Αύξηση της παραμόρφωσης ελαφρός κάτω από την κεντρική πόρτα και στα σημεία όπου
αγκυρώνουν τα δοκάρια οπλισμένου σκυροδέματος για την νέα πρόταση μελέτης

5.4.3. Τάσεις-παραμορφώσεις στα δομικά στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα

Αναλύοντας κύριες μέγιστες τάσεις και ισοδύναμη συνολική παραμόρφωση για τα σημεία οπλισμένου σκυροδέματος του κτιρίου, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερο βάρος, κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων, στα σύνηθες επιρρεπή μέλη που προσβάλλεται ένα δομικό στοιχείο κατά την επίδραση έντονης φόρτισης. Αναφέρεται ότι η διεξαγωγή γραφημάτων γίνεται λαμβάνοντας κυρίως υπόψη τα υποστυλώματα (θλιπτικές δυνάμεις που προκαλούν διάτμηση), τα δοκάρια (κυρίως στα κρίσιμα σημεία και στην κάμψη τα οποία αυτά υφίστανται λόγω επίδρασης θλιπτικών δυνάμεων) και περιοχές κόμβων δοκών-υποστυλωμάτων (που μεταφέρουν τις φορτίσεις προς το έδαφος).

Ξεκινώντας, η ανάπτυξη μέγιστων κύριων τάσεων στα δυο προσομοιώματα κυμαίνεται από $-5 \cdot 10^6$ (θλιπτικές) έως $5,075 \cdot 10^6$ N (εφελκυστικές). Γνωρίζοντας ότι,

$$F_{c \max \text{ σκυρ.ισογ.}} = -29,17 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$F_{c \max \text{ σκυρ.Α επιπ.}} = -41,20 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$F_{c \max \text{ πλάκας σκυρ.}} = -44,63 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$F_{c \max \text{ δοκ. σκυρ.}} = -25,4 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$F_{t \max \text{ σκυρ.ισογ.}} = 2,84 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$F_{t \max \text{ σκυρ.Α επιπ.}} = 3,57 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

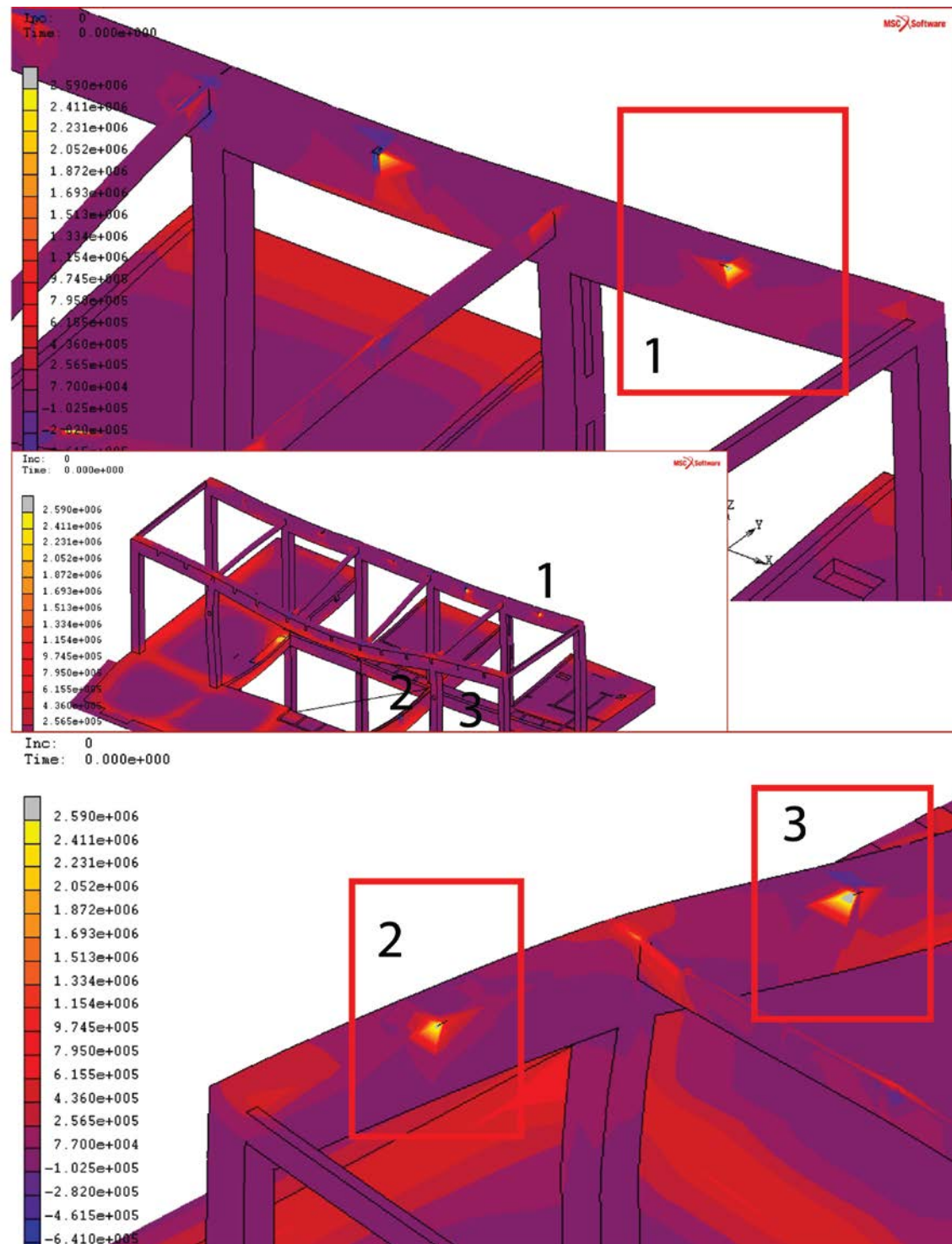
$$F_{t \max \text{ πλάκας σκυρ.}} = 3,77 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$F_{t \max \text{ δοκ. σκυρ.}} = 2,59 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

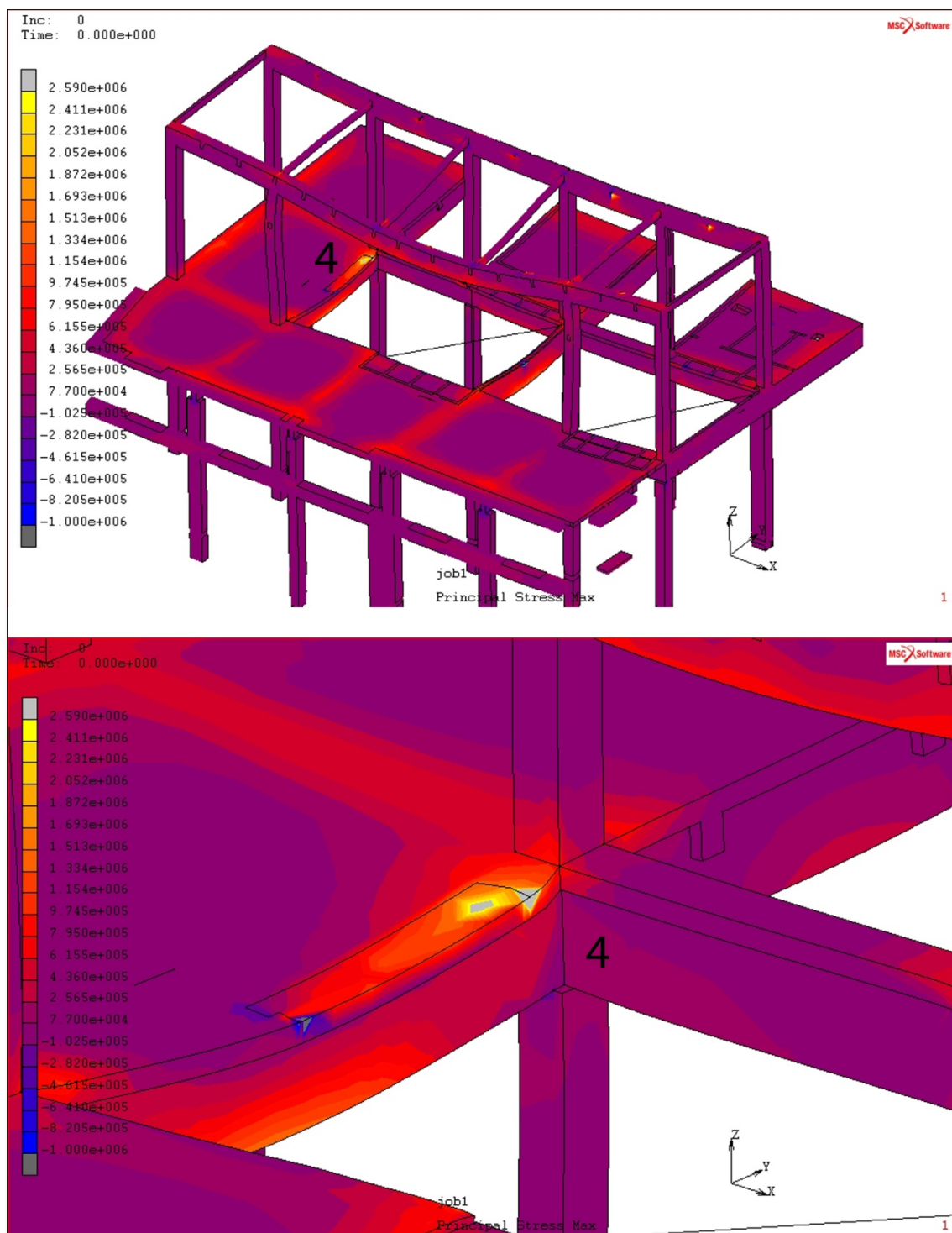
και συγκρίνοντας τις ανωτέρω τιμές με αυτές των προσομοιωμάτων βλέπουμε ότι οι ευρεθείσες τιμές του οπλισμένου σκυροδέματος ξεπερνούν το όριο θραύσης σε ορισμένα σημεία του κτιρίου τα οποία αφορούν το άνω πέλμα ενός δοκαριού και τρία σημεία επαφής των διπλών του της στέγης με το δοκάρι οπλισμένου σκυροδέματος.

Συγκεκριμένα για το άνω πέλμα του δοκαριού οπλισμένου σκυροδέματος παρατηρείται κύρια μέγιστη εφελκυστική τάση $F_{t \max \text{ δοκ.}} = 5,075 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ έναντι $F_{t \max \text{ δοκ. σκυρ.}} = 2,59 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στο συγκεκριμένο σημείο ακουμπά η άκρη ενός κλιμακοστασίου χωρίς άλλο υποβοήθημα στήριξης (όπως γίνεται στην άλλη του πλευρά μέσω των στρόγγυλων αναρτώμενων δοκών) με αποτέλεσμα των σχηματισμό μεγάλης εφελκυστικής τάσης (Σχήμα 27).

Σε ότι αφορά τα τρία σημεία επαφής των διπλών του στο δοκάρι οπλισμένου σκυροδέματος παρατηρείται κύρια μέγιστη εφελκυστική τάση από $4,650 \cdot 10^6$ έως $5,075 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το ίδιο βάρος των μεταλλικών στοιχείων σε συνδυασμό με το υλικό από το οποίο αποτελούνται (δομικός χάλυβας $E=200 \text{ GPa}$) τους προσδίδει μεγάλη ακαμψία. Έτσι θα μπορούσαμε, σε ένα βήμα περαιτέρω, να προβούμε σε έλεγχο διαστάσεων για τα υπολογισμένα μεγέθη ή στην αντικατάστασή τους με διαφορετικό υλικό ή (Σχήμα 26).



Σχήμα26: Απεικόνιση σημείων θραύσης στην νέα πρόταση μελέτης λόγω εμφάνισης κύριας μέγιστης εφελκυστικής τάσης κυμαινόμενης από $4,650 \cdot 10^{-6}$ έως $5,075 \cdot 10^6$ N/m² έναντι $F_t \text{ max δοκ. σκυρ.} = 2,59 \cdot 10^6$ N/m²



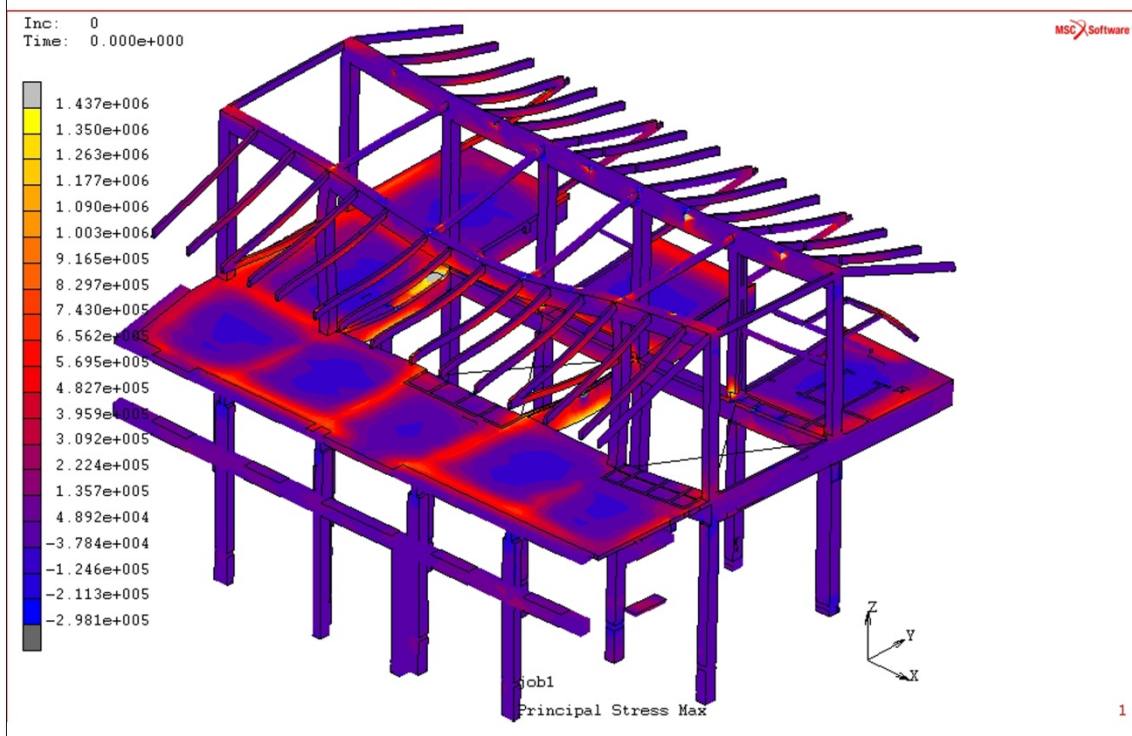
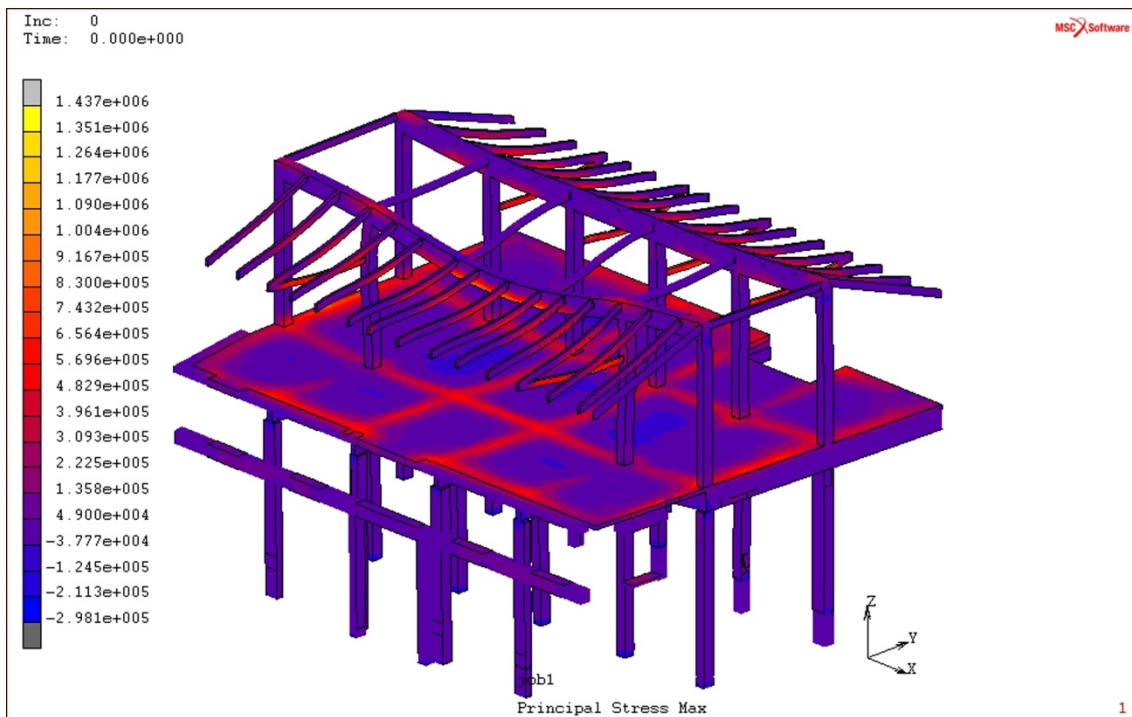
Σχήμα27: Απεικόνιση σημείων θραύσης στην νέα πρόταση μελέτης λόγω εμφάνισης κύριας μέγιστης εφελκυστικής τάσης $F_{t \max \text{ δοκ.}} = 5,075 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ έναντι $F_{t \max \text{ δοκ. σκυρ.}} = 2,59 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$

Προχωρώντας στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που αφορούν τα δομικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος παρατηρείται αύξηση ανάπτυξης των κύριων μέγιστων εφελκυστικών και θλιπτικών τάσεων σε ότι αφορά την πλάκα του οπλισμένου σκυροδέματος λόγω της περαιτέρω φόρτισης που φέρει πλέον το κτίριο (Φορτίο συνωστισμού ανθρώπων $F=-5$ Kn), των επιμέρους επιπέδων που έχουν διαμορφωθεί (πατάρι, κερκίδες, κλιμακοστάσια) και της δημιουργίας εσωτερικών αιθρίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στα σημεία της πλάκας, κυρίως στα σημεία όπου από κάτω υπάρχει δοκάρι, να συναντάμε κύριες μέγιστες εφελκυστικές τάσεις $F_{t,max}=1,35*10^6$ N έναντι $F_{t,max}=5,696*10^5$ N και κύριες μέγιστες θλιπτικές τάσεις $F_{c,max}=-1,246*10^5$ N κατανεμημένες σε μεγαλύτερη πλέον επιφάνεια (Σχήμα 28) . Οι αντίστοιχες παραμορφώσεις στα σημεία αυτά ανέρχονται σε $\varepsilon_{max}=1,408*10^{-5}$ m έναντι $\varepsilon_{max}=1,757*10^{-5}$ m (Σχήμα 29) .

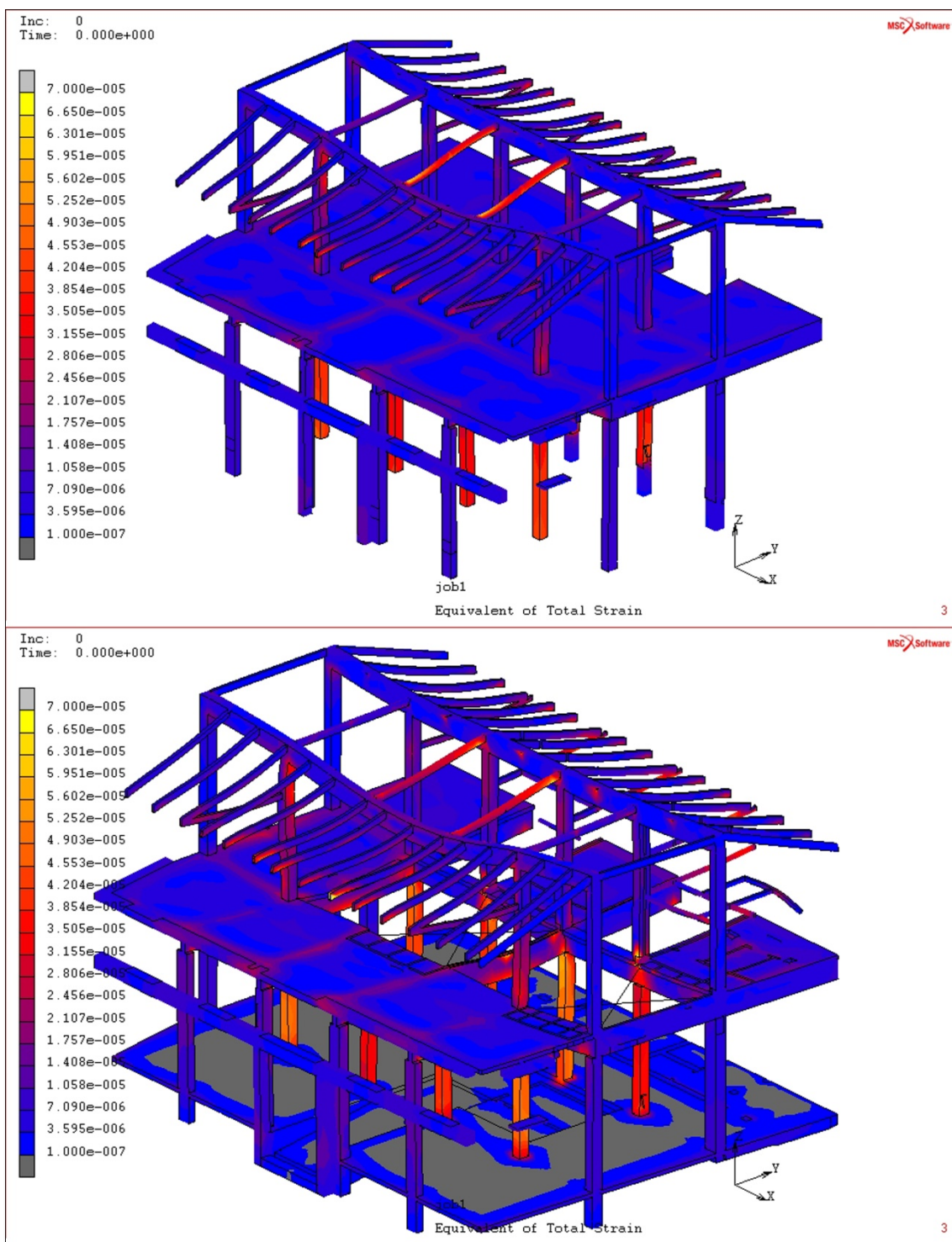
Σε ότι αφορά τα υποστυλώματα, αυτά και στα δυο επίπεδα αναπτύσσουν μέγιστες κύριες θλιπτικές τάσεις $F_{c,max}=-2,981*10^5$ N στα σημεία της πάκτωσης και της έδρασης των δοκαριών σε αυτά (Σχήμα 30) . Οι αντίστοιχες παραμορφώσεις στα σημεία, λόγω ανάπτυξης διατρητικών τάσεων, ανέρχονται από $\varepsilon_{max}=3,155*10^{-5}$ m έως $\varepsilon_{max}=5,602*10^{-5}$ m (Σχήμα 31-33) .

Αναφερόμενοι στα δοκάρια των προσομοιωμάτων και ξεκινώντας από το Α επίπεδο παρατηρείται εντονότερη καταπόνηση για το νέο μοντέλο, ειδικά στα σημεία όπου εδράζονται τα μεταλλικά στοιχεία της στέγης (διπλό ταυ) εμφανίζοντας μέγιστες κύριες εφελκυστικές τάσεις από $4,650*10^{-6}$ N έως $5,075*10^6$ N έναντι $F_{t,max\text{ δοκ.σκυρ.}}=1,351*10^6$ N που παρατηρείται στο αρχικό προσομοίωμα (Σχήμα 36) . Τα σημεία αυτά προαναφέρθηκαν παραπάνω στην διαδικασία ελέγχου καθώς ξεπερνούν το όριο θραύσης του υλικού (οπλισμένο σκυρόδεμα). Ακόμη, στο διαμήκες δοκάρι η μέγιστη εφελκυστική τάση εμφανίζεται ελαφρώς μειωμένη σε σχέση με την αρχική ανερχόμενη σε $F_{t,max\text{ δοκ.σκυρ.}}=1,236*10^6$ N έναντι $F_{t,max\text{ δοκ.σκυρ.}}=1,351*10^6$ N (Σχήμα 34) . Οι αντίστοιχες παραμορφώσεις στα σημεία ανέρχονται από $\varepsilon_{max}=1*10^{-7}$ m έως $\varepsilon_{max}=6,650*10^{-5}$ m (Σχήμα 35) .

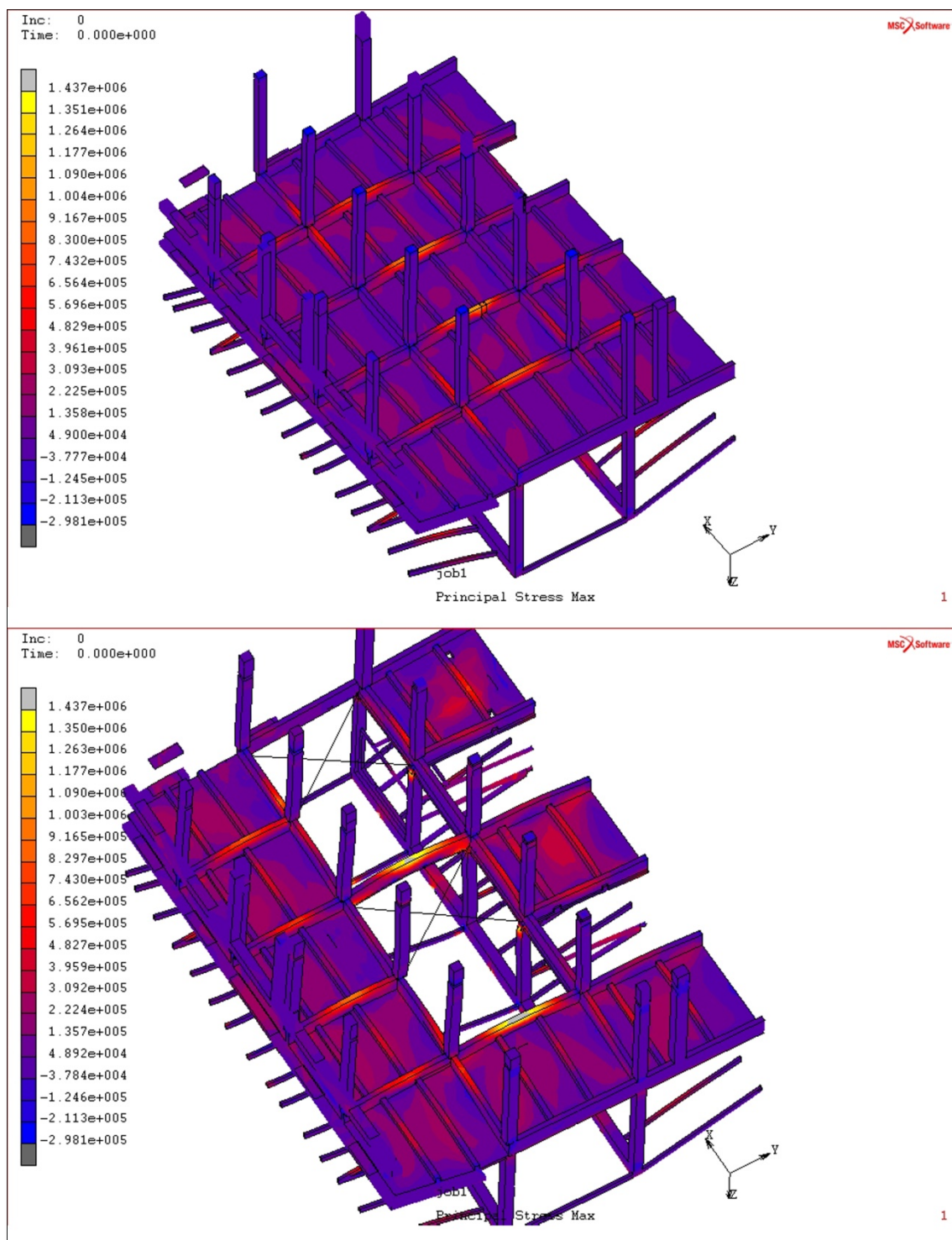
Σε ότι αφορά τα δοκάρια όπου στηρίζουν την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος του Α επιπέδου παρατηρείται έντονη αύξηση κύριων μέγιστων τάσεων, ειδικά για εκείνα που βρίσκονται ανάμεσα στα υποστυλώματα και σε αυτά της βορειοδυτικής πλευράς του κτιρίου (Σχήμα 37) . Αυτό συμβαίνει λόγω α) έντονων φορτίσεων με την προσθήκη νέων μελών που πραγματοποιήθηκε στην νέα πρόταση, β) της δημιουργίας αιθρίων με αποτέλεσμα την αλλαγή της κατανομής των τάσεων και γ) την αλλαγή στην φόρτιση λόγω αλλαγής χρήσης ($F=-5$ Kn). Έτσι οι μέγιστες κύριες τάσεις που αναπτύσσονται φτάνουν έως $F_{t,max\text{ δοκ.}}=5,075*10^6$ N για τα κεντρικά δοκάρια και $F_{c,max\text{ δοκ.}}=5*10^6$ N ενώ για τα δοκάρια της βορειοδυτικής πλευράς παρατηρείται $F_{t,max\text{ δοκ.}}=8,299*10^5$ N και $F_{c,max\text{ δοκ.}}=-1,246*10^5$ N (Σχήμα 39) . Τέλος οι αντίστοιχες παραμορφώσεις στα προαναφερθέντα σημεία ανέρχονται έως $\varepsilon_{max}=6,301*10^{-5}$ m για τα κεντρικά δοκάρια και $\varepsilon_{max}=5,951*10^{-5}$ m για αυτά της βορειοδυτικής πλευράς (Σχήμα 38) .



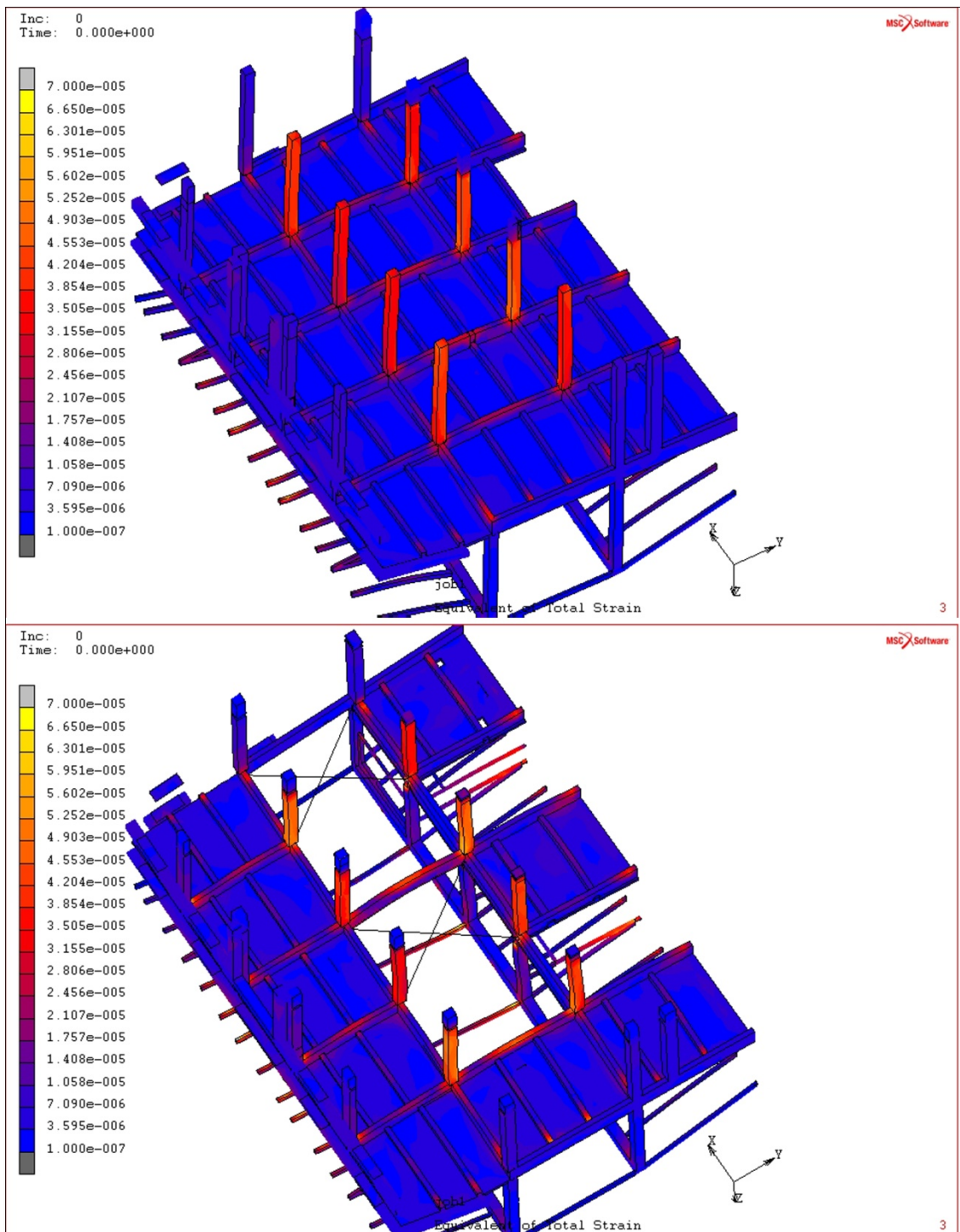
Σχήμα28: Απεικόνιση μέγιστων κύριων τάσεων οπλισμένου σκυροδέματος
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-5 \cdot 10^6$ (θλιπτικές) έως $5,075 \cdot 10^6$ N (εφελκυστικές)
Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_t \cdot \max = 1,35 \cdot 10^6$ N έναντι $F_t \cdot \max = 5,696 \cdot 10^5$ N
(έντονο κόκκινο χρώμα) και κύριων μέγιστων θλιπτικών τάσεων $F_c \cdot \max = -1,246 \cdot 10^5$ N
(μπλε χρώμα) στην πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος
Κάτω, Νέα πρόταση μελέτης



Σχήμα29: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης οπλισμένου σκυροδέματος
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max}=6,650 \cdot 10^{-5}$ m
Μέγιστο σημείο παραμόρφωσης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος
 $\epsilon_{max}=1,408 \cdot 10^{-5}$ m (μωβ χρώμα) έναντι $\epsilon_{max}=1,757 \cdot 10^{-5}$ m
Κάτω, Νέα πρόταση μελέτης



Σχήμα30: Άνοψη προσομοιωμάτων
Απεικόνιση μέγιστων κύριων τάσεων υποστυλωμάτων
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-5 \cdot 10^6$ (θλιπτικές) έως $5,075 \cdot 10^6$ N (εφελκυστικές)
Εμφάνιση κύριων μέγιστων θλιπτικών τάσεων υποστυλωμάτων
 $F_{cmax} = -2,981 \cdot 10^5$ N (σημείο πάκτωσης, μπλε χρώμα)
Κάτω, Νέα πρόταση μελέτης



Σχήμα31: Άνοψη προσομοιωμάτων

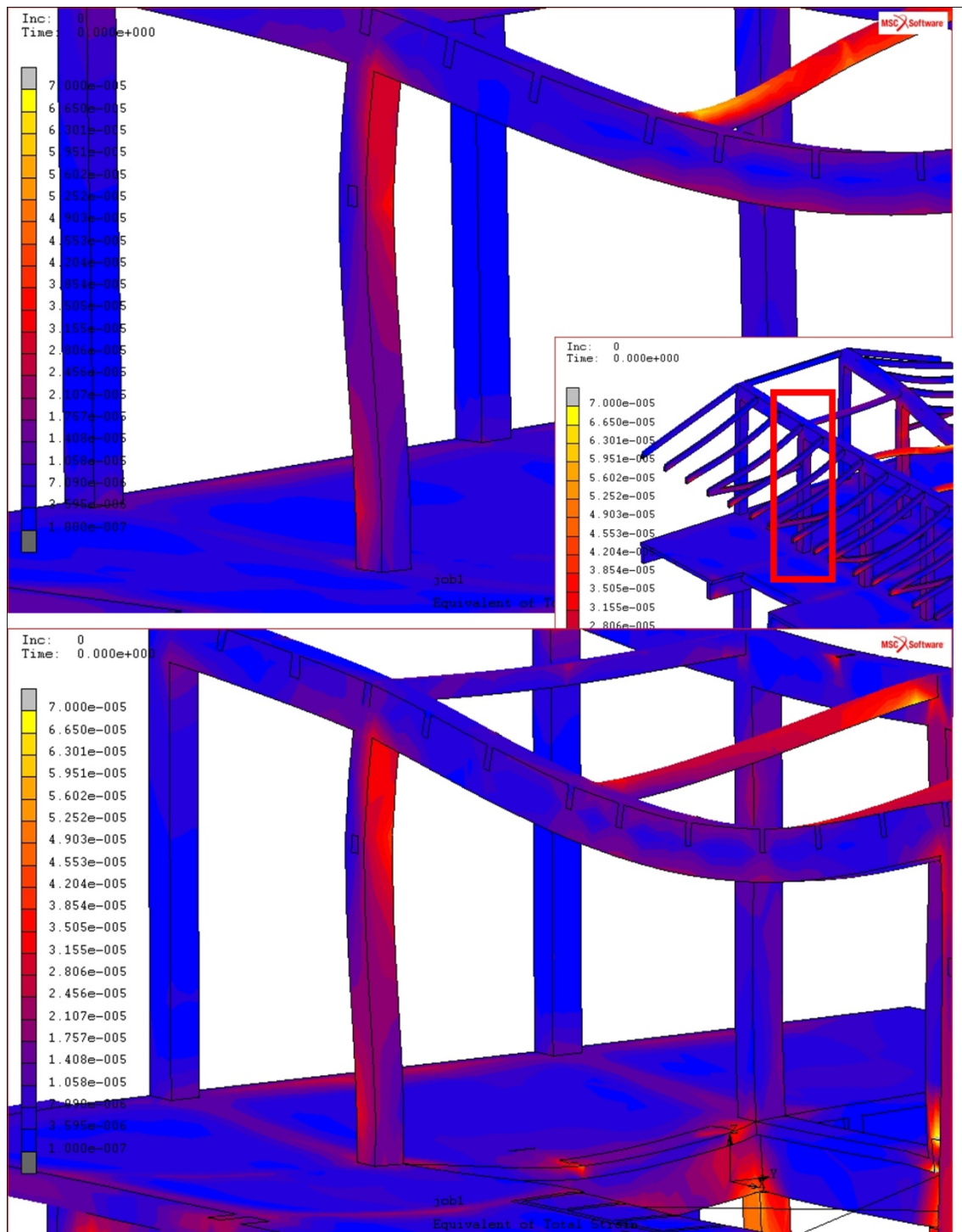
Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης υποστυλωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος

Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max}=6,650 \cdot 10^{-5}$ m

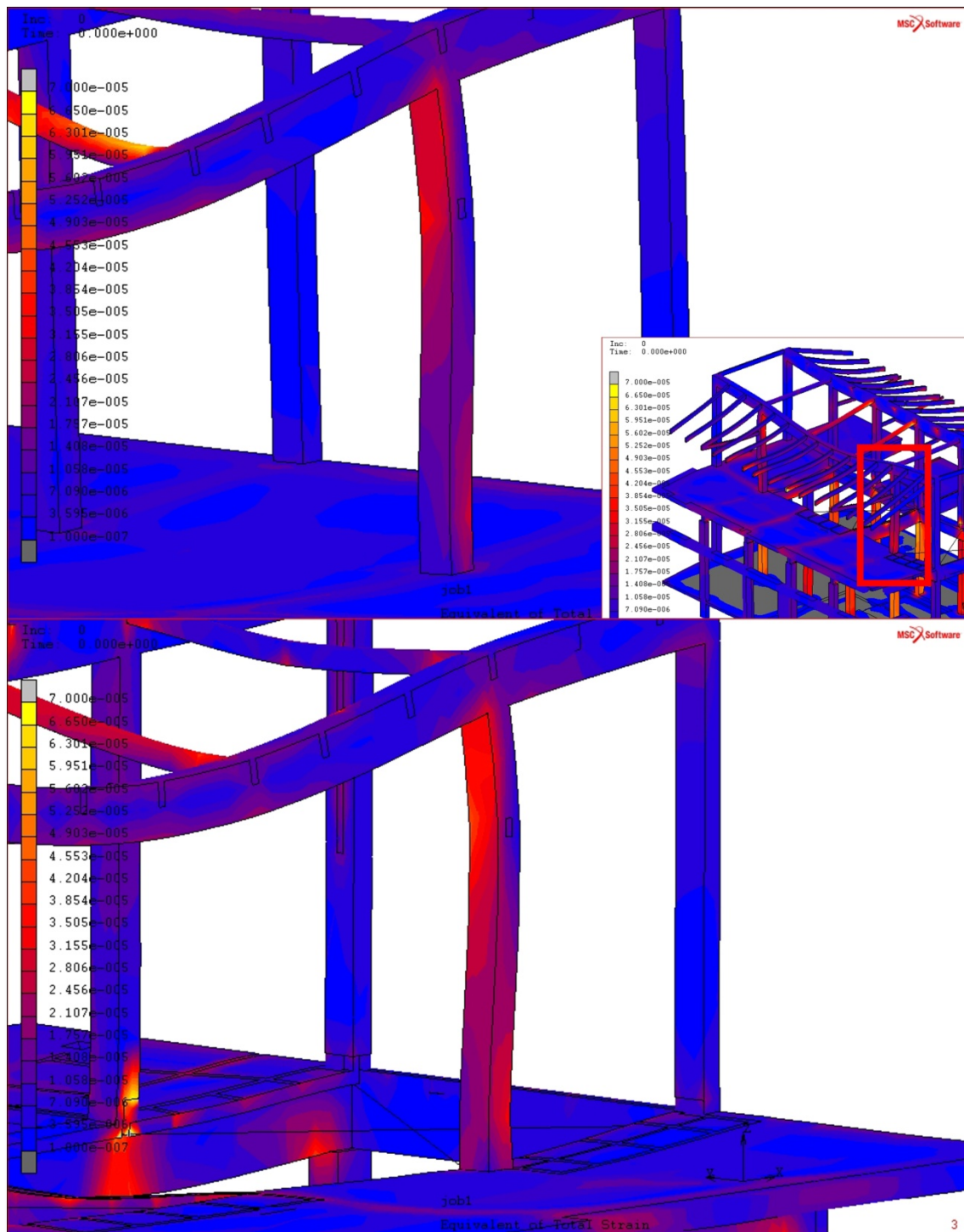
Μέγιστο σημείο παραμόρφωσης υποστυλωμάτων από $\epsilon_{max}=3,155 \cdot 10^{-5}$ m (κόκκινο χρώμα)

έως $\epsilon_{max}=5,602 \cdot 10^{-5}$ m (πορτοκαλί χρώμα)

Κάτω, νέα πρόταση μελέτης



Σχήμα32: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης υποστυλωμάτων Α επίπεδου
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\varepsilon_{max}=6,650 \cdot 10^{-5}$ m
Μέγιστο σημείο παραμόρφωσης υποστυλωμάτων από $\varepsilon_{max}=1,058 \cdot 10^{-5}$ m (μωβ χρώμα)
έως $\varepsilon_{max}=4,204 \cdot 10^{-5}$ m (κόκκινο χρώμα)
Κάτω, Νέα πρόταση μελέτης



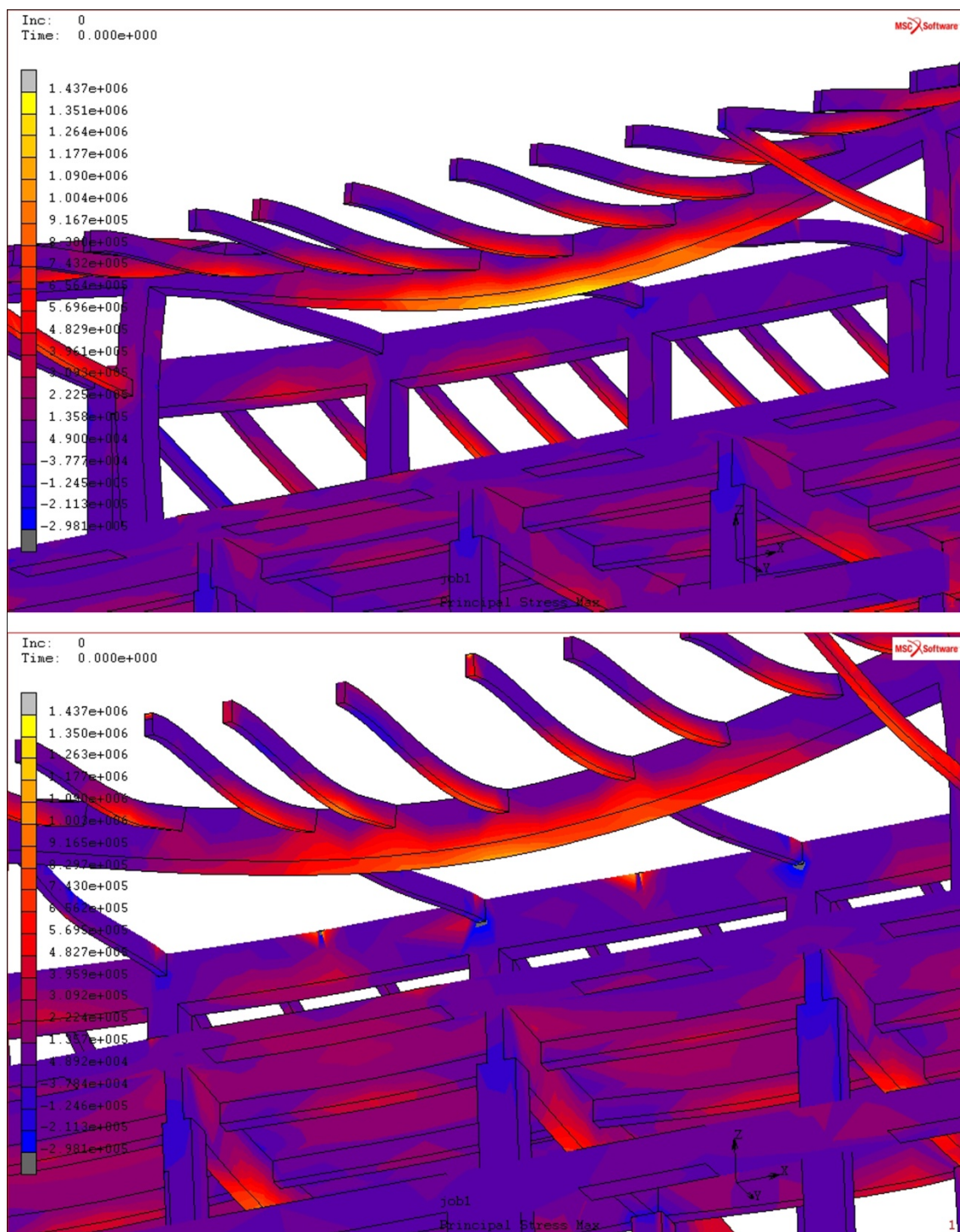
Σχήμα33: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης υποστυλωμάτων Α επιπέδου

Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\varepsilon_{max}=6,650 \cdot 10^{-5}$ m

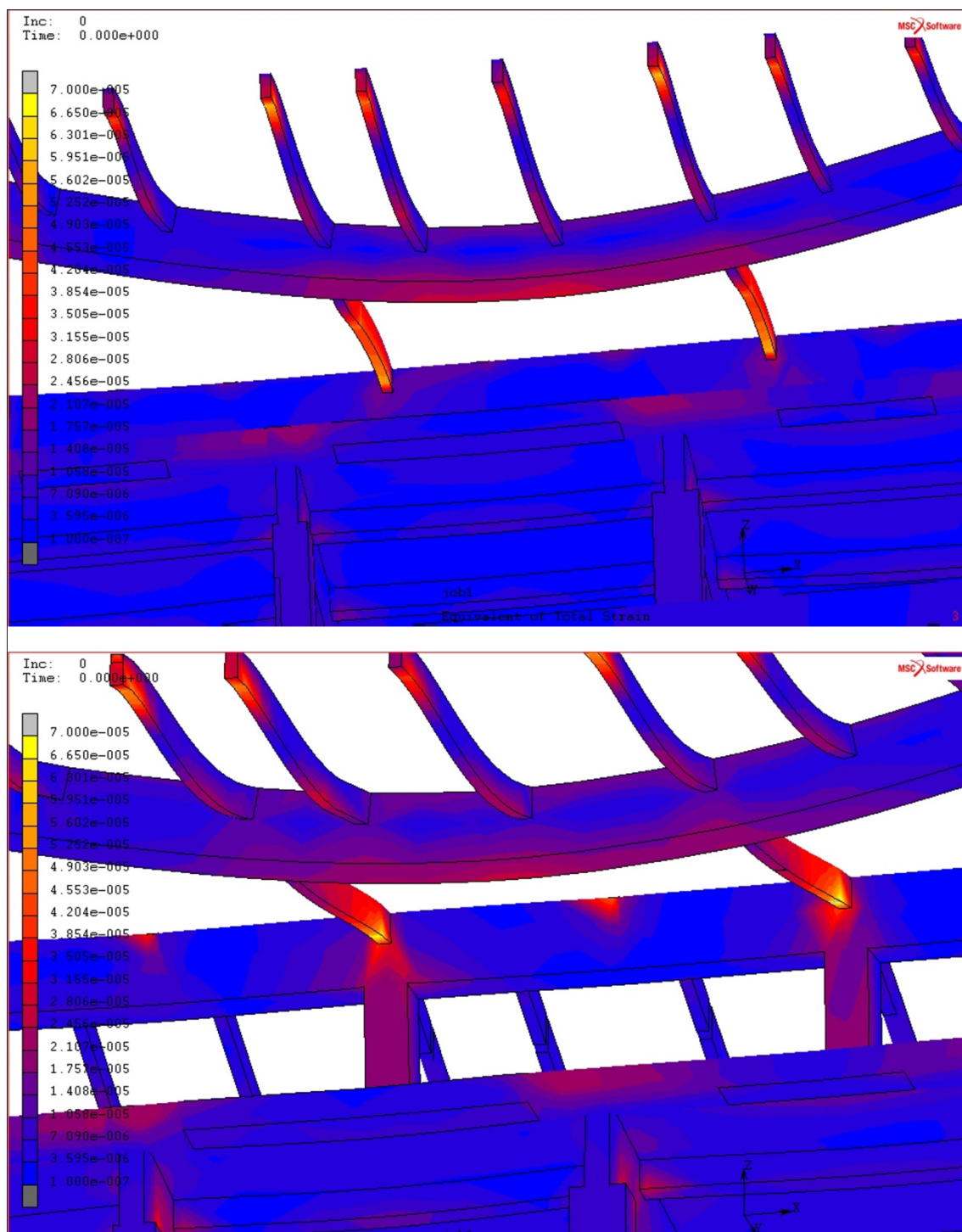
Μέγιστο σημείο παραμόρφωσης υποστυλωμάτων από $\varepsilon_{max}=1,058 \cdot 10^{-5}$ m (μωβ χρώμα)

έως $\varepsilon_{max}=4,204 \cdot 10^{-5}$ m (κόκκινο χρώμα)

Κάτω, Νέα πρόταση μελέτης



Σχήμα34: Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων διαμήκους δοκαριού Α επιπέδου
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-5 \cdot 10^6$ (θλιπτικές) έως $5,075 \cdot 10^6$ N (εφελκυστικές)
Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_t \max_{\text{δοκ.σκυρ.}} = 1,351 \cdot 10^6$ N (κίτρινο χρώμα) έναντι
 $F_t \max_{\text{δοκ.σκυρ.}} = 1,264 \cdot 10^6$ N (κόκκινο προς πορτοκαλί χρώμα)
Κάτω, Νέα πρόταση μελέτης

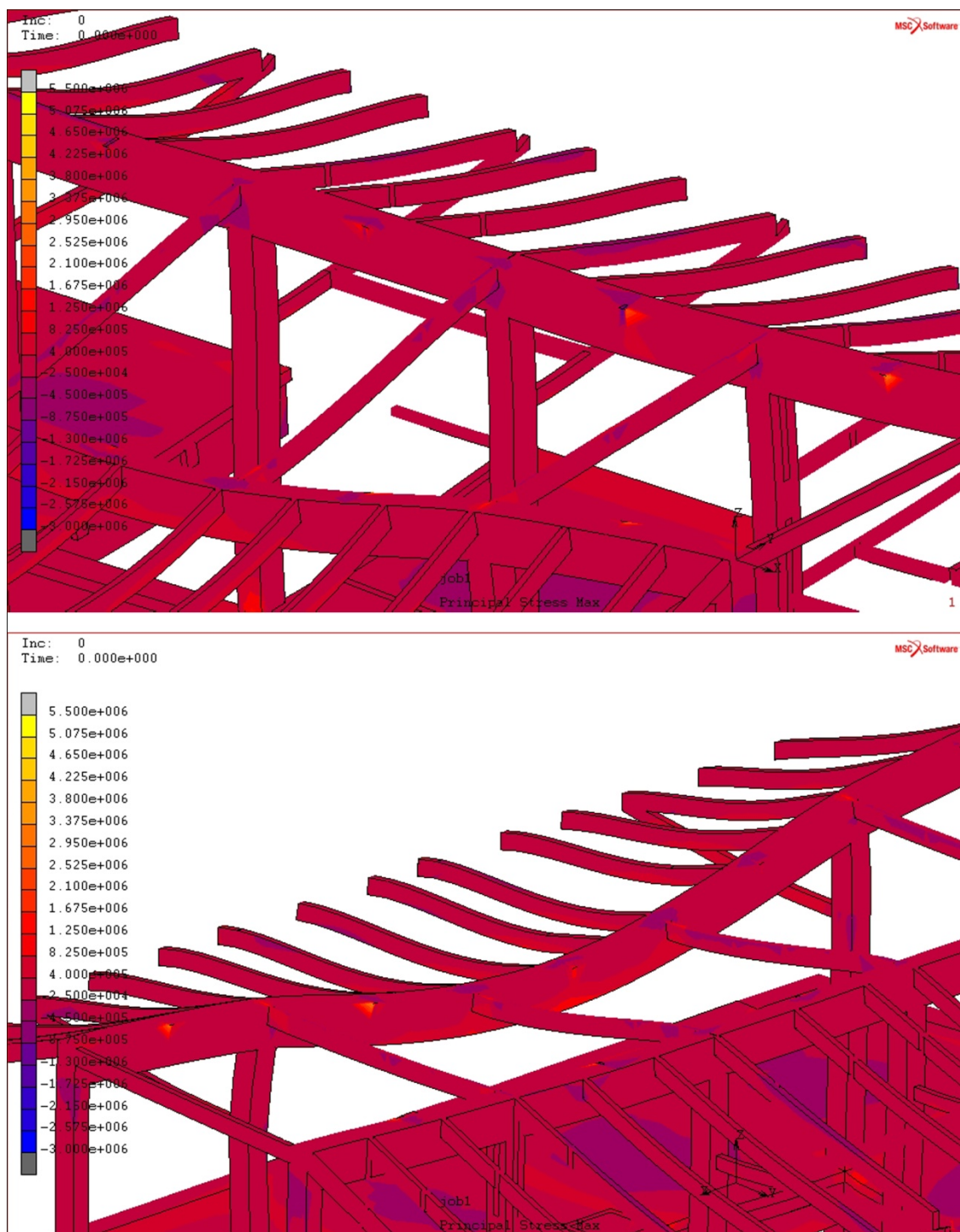


Σχήμα35: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης διαμήκου δοκαριού Α επιπέδου

Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max}=6,650 \cdot 10^{-5}$ m

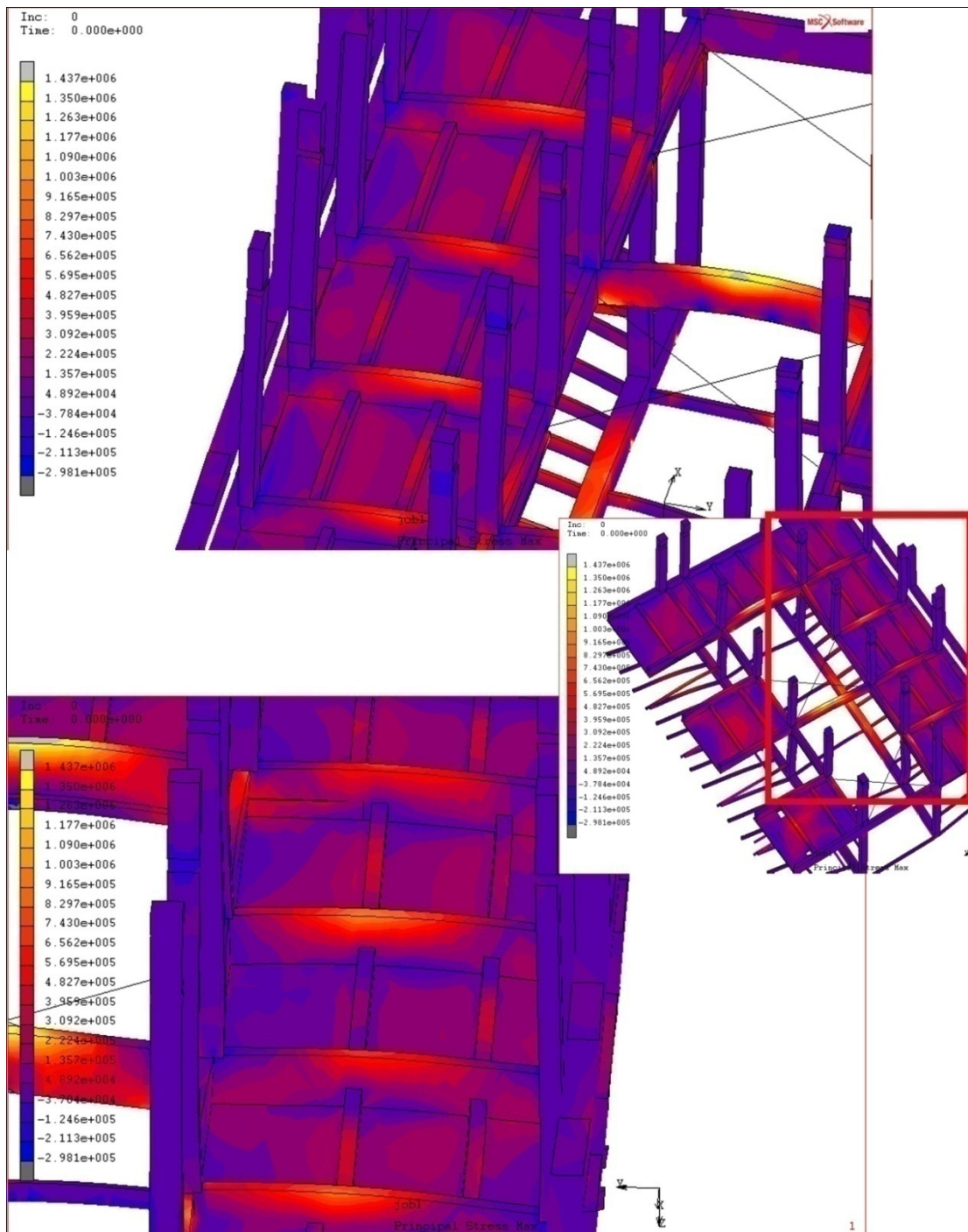
Τιμές παραμόρφωσης δοκαριού από $\epsilon_{max}=1 \cdot 10^{-7}$ m έως $\epsilon_{max}=6,650 \cdot 10^{-5}$ m

Κάτω, Νέα πρόταση μελέτης



Σχήμα36: Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων διαμήκους δοκαριού Α επιπέδου στην νέα πρόταση μελέτης

Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-5 \cdot 10^6$ (θλιπτικές) έως $5,075 \cdot 10^6$ N (εφελκυστικές)
 Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_{t,max.δοκ.σκυρ.} = 5,075 \cdot 10^6$ N (κίτρινο χρώμα)
 και θλιπτικών $F_{c,max.δοκ.σκυρ.} = -8,750 \cdot 10^6$ N (μωβ χρώμα)



Σχήμα37: Απεικόνιση μέγιστων κύριων τάσεων δοκαριών πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος νέας πρότασης μελέτης

Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-5 \cdot 10^6$ (θλιπτικές) έως $5,075 \cdot 10^6$ N (εφελκυστικές)

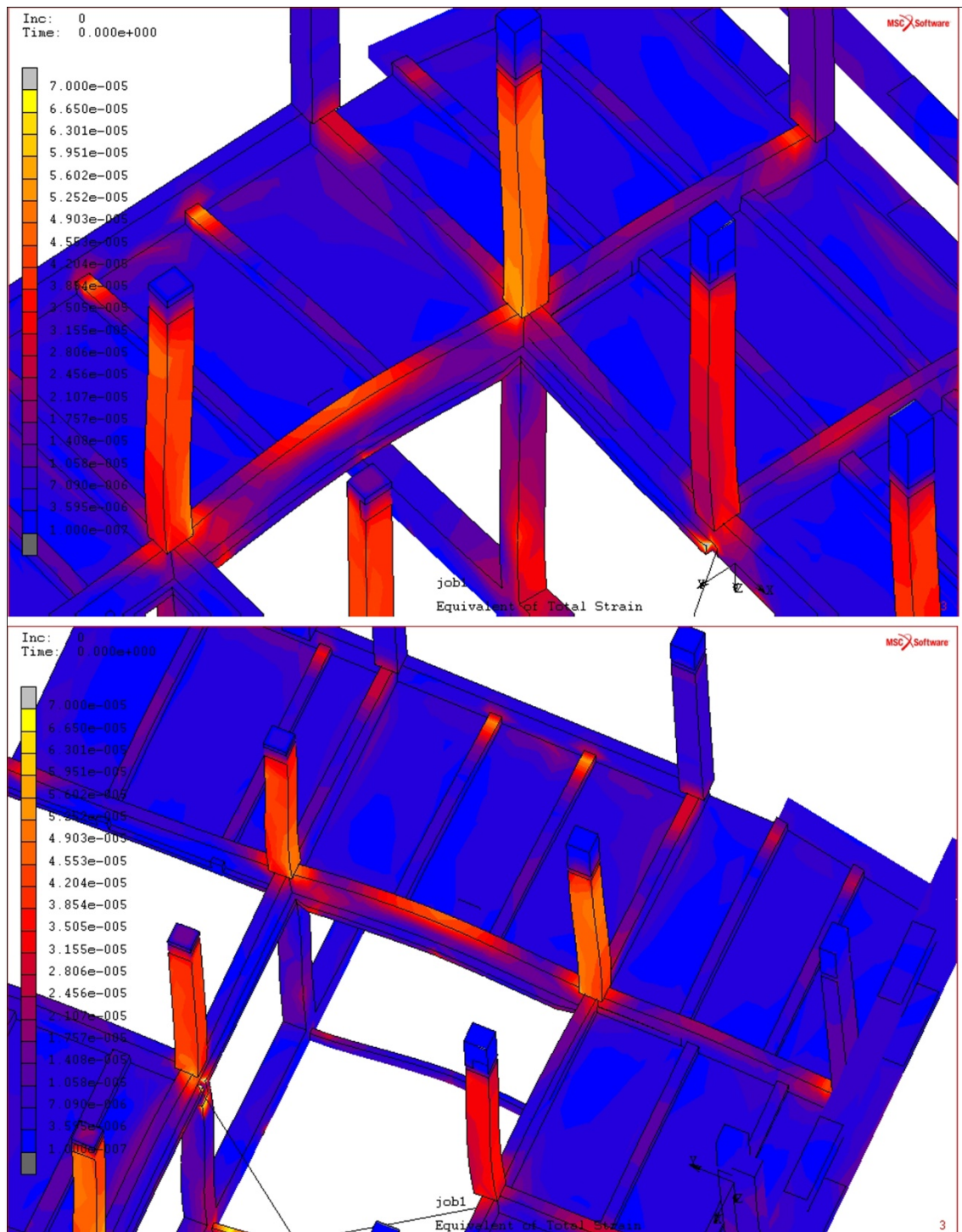
Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_t \max_{\text{δοκ.σκυρ.}} = 1,351 \cdot 10^6$ N (κίτρινο χρώμα) έναντι

$F_t \max_{\text{δοκ.σκυρ.}} = 1,264 \cdot 10^6$ N (κόκκινο προς πορτοκαλί χρώμα)

Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων κεντρικών δοκαριών $F_t \max_{\text{δοκ.}} = 5,075 \cdot 10^6$ N και

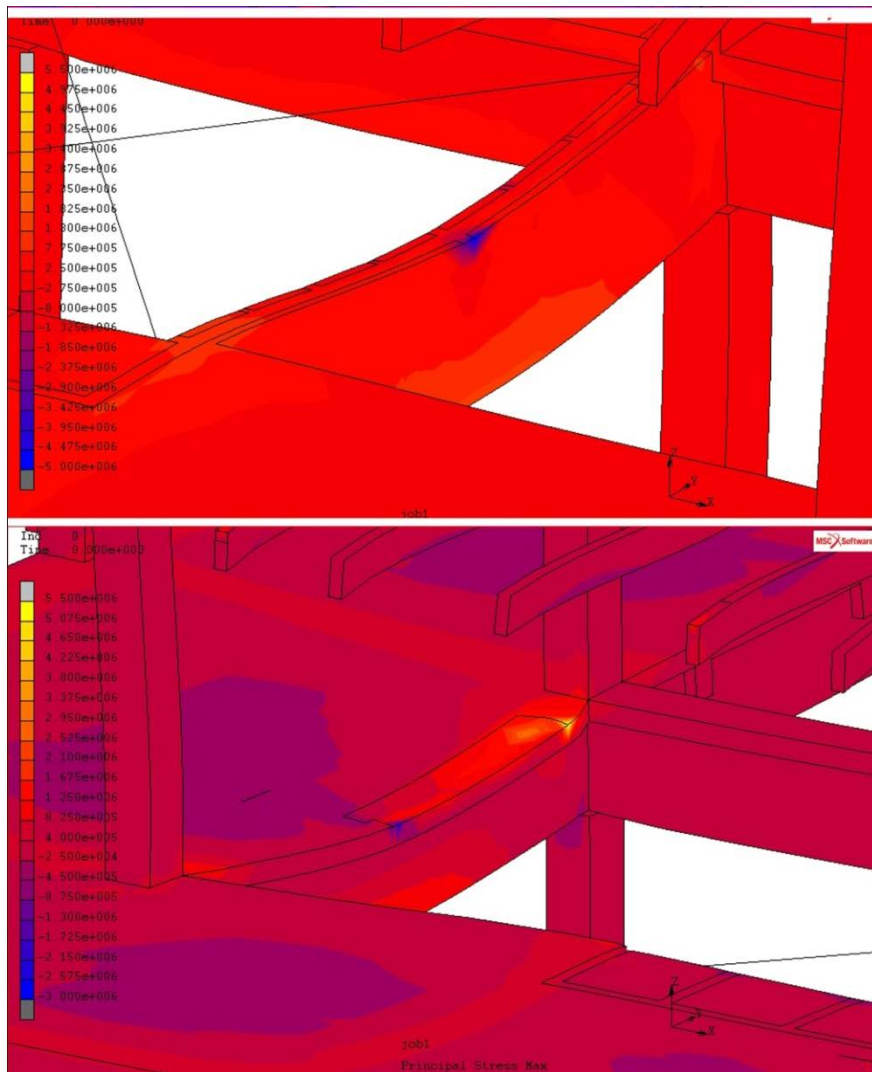
μέγιστων θλιπτικών τάσεων $F_c \max_{\text{δοκ.}} = 5 \cdot 10^6$ N ενώ για τα δοκάρια της βορειοδυτικής πλευράς

παρατηρείται $F_t \max_{\text{δοκ.}} = 8,299 \cdot 10^5$ N και $F_c \max_{\text{δοκ.}} = -1,246 \cdot 10^5$ N στο νέο μοντέλο.



Σχήμα38: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης των δοκαριών της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος νέας πρότασης μελέτης
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\varepsilon_{max}=6,650 \cdot 10^{-5}$ m

Οι τιμές παραμόρφωσης δοκαριών και διαδοκίδων ανέρχονται έως $\varepsilon_{max}=6,301 \cdot 10^{-5}$ m για τα κεντρικά δοκάρια και $\varepsilon_{max}=5,951 \cdot 10^{-5}$ m για αυτά της βορειοδυτικής πλευράς και των διαδοκίδων



Σχήμα39: Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων δοκαριών πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος νέας πρότασης μελέτης

Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-5 \cdot 10^6$ (θλιπτικές) έως $5,075 \cdot 10^6$ N (εφελκυστικές)
 Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_t'_{\max.δοκ.σκυρ.} = 5,075 \cdot 10^6$ N (κίτρινο χρώμα) και
 κύριων μέγιστων θλιπτικών $F_c'_{\max.δοκ.σκυρ.} = -5 \cdot 10^6$ N (μπλε χρώμα) στο νέο μοντέλο

5.4.4. Τάσεις-παραμορφώσεις στην στέγη του μοντέλου

Η στέγη του νέου μοντέλου διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο για την στατική επάρκεια των επιμέρους νέων στοιχείων δεδομένου ότι τα τελευταία, κατά το μεγαλύτερο μέρους τους, αναρτώνται από αυτήν με την βοήθεια στρόγγυλων δοκών διαμέτρου 1,8 cm δομικού χάλυβα. Ακόμη ιδιαίτερη σημασία θα πρέπει να δοθεί στον εντοπισμό κατανομής των τάσεων για τα γεωμετρικά στοιχεία των ζευκτών και των διπλών ταυ, ιδιαίτερα στα σημεία εκείνα όπου στηρίζονται, στα κατώτερα επίπεδα, τα επιμέρους νέα γεωμετρικά στοιχεία.

Ξεκινώντας, η ανάπτυξη μέγιστων κύριων τάσεων κυμαίνεται από $-4 \cdot 10^6 \text{ N}$ (θλιπτικές) έως $8 \cdot 10^6 \text{ N}$ (εφελκυστικές).

Γνωρίζοντας ότι,

$$F_{\text{δοκ.διαρ.6} \cdot 10} = 97,12 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$F_{\text{δοκ.διαρ.4} \cdot 8} = 176,16 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$F_{\text{δοκ.διαρ.χαλυβα}} = 400 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$F_{\text{δοκ.διαρ.4} \cdot 5} = 153,6 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$F_{\text{δοκ.διαρ.20} \cdot 10} = 56,72 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

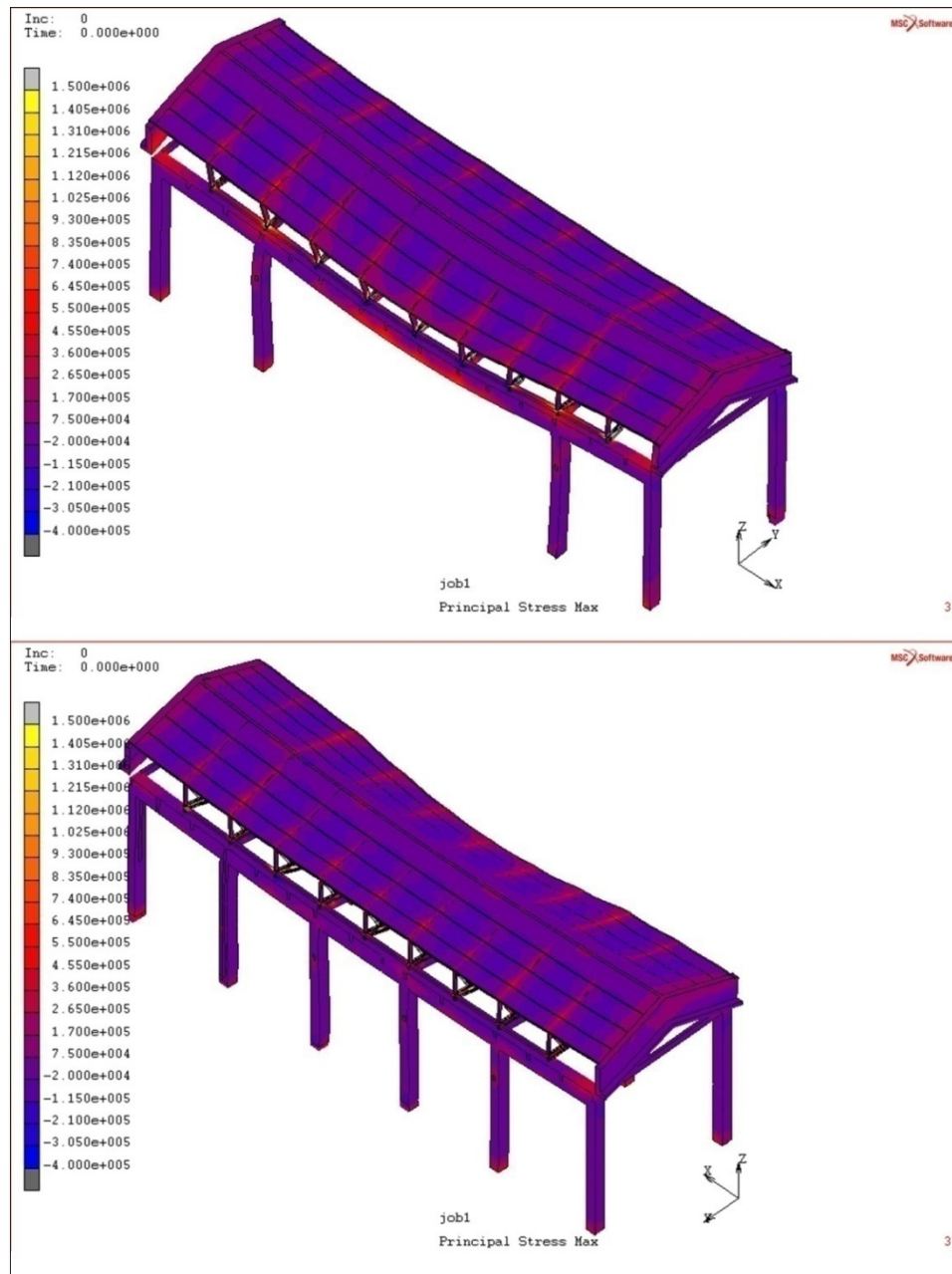
και συγκρίνοντας τις ανωτέρω τιμές με αυτές των προσομοιωμάτων βλέπουμε ότι οι ευρεθείσες τιμές δεν ξεπερνούν το όριο διαρροής.

Προχωρώντας στην ανάλυση της στέγης παρατηρείται εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_{t' \max} = 5,5 \cdot 10^5 \text{ N}$ στο σημείο που η επικάλυψη της είναι ενωμένη με τα ζευκτά καθώς και στο κέντρο της λόγω της καθίζησης που αυτή παρουσιάζει στηριζόμενη σε 4 εσωτερικά υποστυλώματα της βορειοδυτικής πλευράς του κτιρίου ενώ αντίθετη συμπεριφορά παρουσιάζουν τα ενδιάμεσα διαστήματα από ζευκτό σε ζευκτό αναπτύσσοντας κύριες μέγιστες θλιπτικές τάσεις $F_{c' \max} = -1,15 \cdot 10^5 \text{ N}$ (Σχήμα 40) . Οι αντίστοιχες ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις στα σημεία αυτά ανέρχονται σε $\varepsilon_{\max} = 4,755 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ έναντι $\varepsilon_{\max} = 1,434 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ (Σχήμα 41) .

Σε ότι αφορά τα ζευκτά και τα νέα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, εκατέρωθεν του κέντρου της στέγης, παρατηρούνται στα πρώτα ανάπτυξη κύριων μέγιστων εφελκυστικών και θλιπτικών τάσεων κυρίως στα άκρα τους και στο κέντρο της κάτω πλευράς τους λόγω κάμψης ενώ η μέγιστη παραμόρφωση τους γίνεται στα σημεία εκείνα όπου αναρτώνται. Οι τιμές αυτές των κύριων μέγιστων εφελκυστικών-θλιπτικών τάσεων ανέρχονται σε $F_{t' \max} = 8 \cdot 10^6 \text{ N}$ και $F_{c' \max} = -4 \cdot 10^6 \text{ N}$ αντίστοιχα (Σχήμα 44-47) ενώ το εύρος της ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης κυμαίνεται από $\varepsilon_{\max} = 8,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ έως $\varepsilon_{\max} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ (Σχήμα 44-47) .

Στα νέα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος γίνεται αντιληπτή η ανάπτυξη κύριων μέγιστων εφελκυστικών (αλλά και θλιπτικών) τάσεων δεδομένου ότι οι διαδοκίδες τις στέγης δημιουργούν έντονη κάμψη λόγω κάθετης φόρτισης με αποτέλεσμα να τείνουν να συμπαρασύρουν και τα άκρα. Οι τιμές αυτές των κύριων μέγιστων εφελκυστικών-θλιπτικών τάσεων ανέρχονται σε $F_{t' \max} = 2 \cdot 10^5 \text{ N}$ και $F_{c' \max} = -4 \cdot 10^5 \text{ N}$ αντίστοιχα

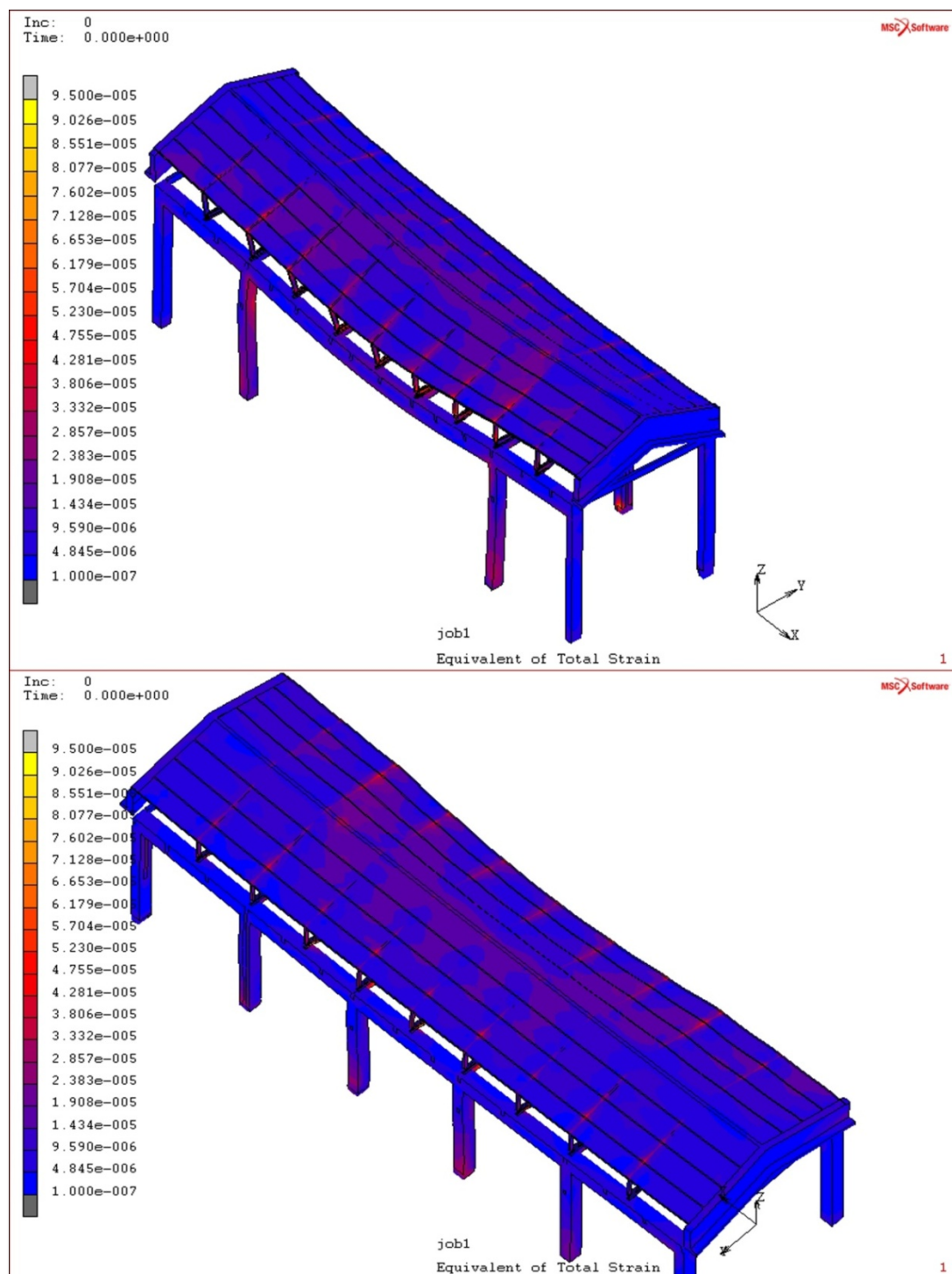
(Σχήμα 42) ενός το εύρος της ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης κυμαίνεται από $\varepsilon_{max} \approx 1,908 \cdot 10^{-5}$ m έως $\varepsilon_{max} \approx 4,845 \cdot 10^{-6}$ m (Σχήμα 42) .



Σχήμα40: Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων νέας στέγης

Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-4 \cdot 10^6$ N (θλιπτικές) έως $8 \cdot 10^6$ N (εφελκυστικές).

Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_{t'_{max}} = 5,5 \cdot 10^5$ N (κόκκινο χρώμα) και κύριων μέγιστων θλιπτικών $F_{c'_{max}} = -1,15 \cdot 10^5$ N (μωβ χρώμα)

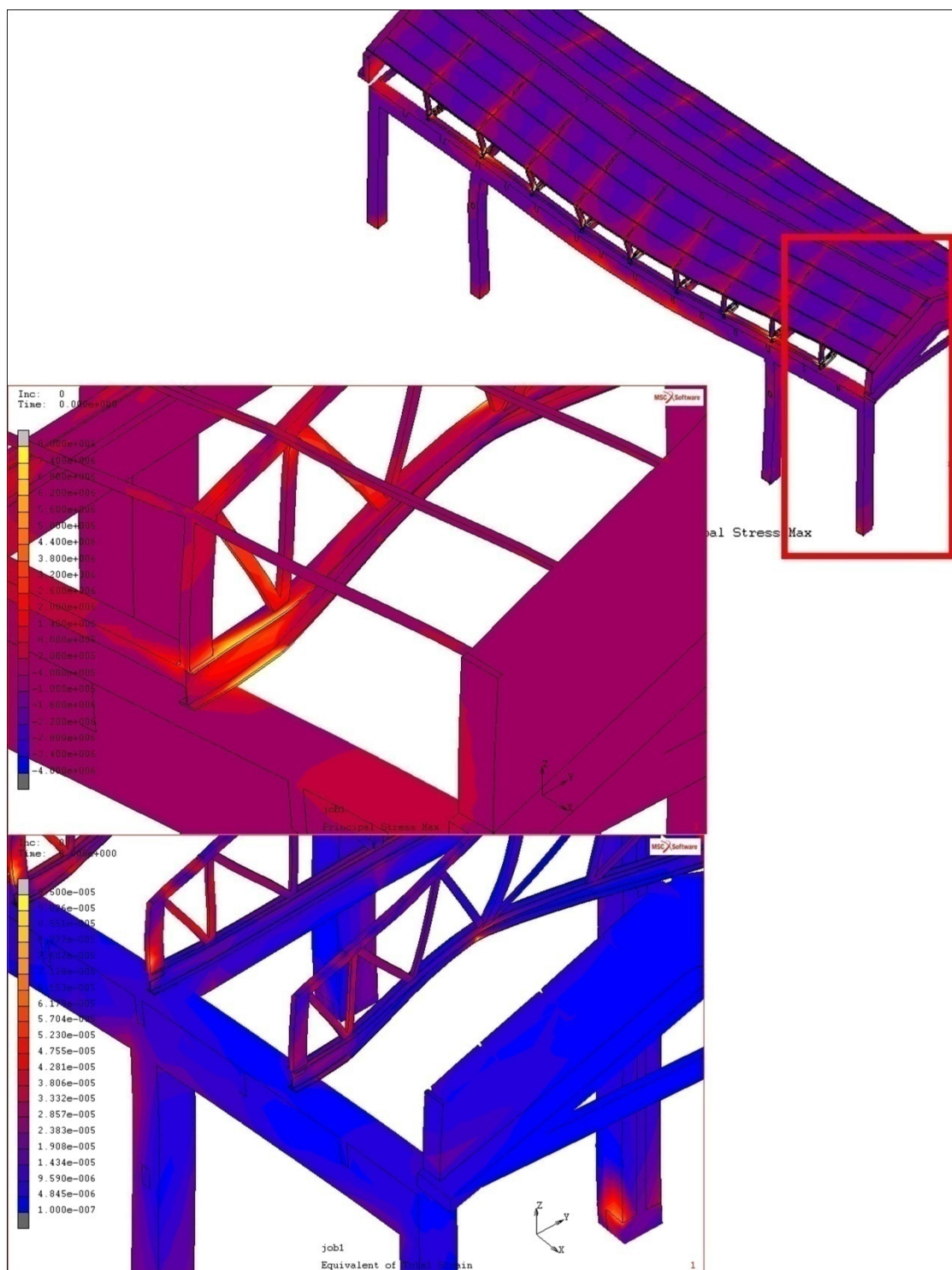


Σχήμα41: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης νέας στέγης

Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max}=9,026 \cdot 10^{-5}$ m

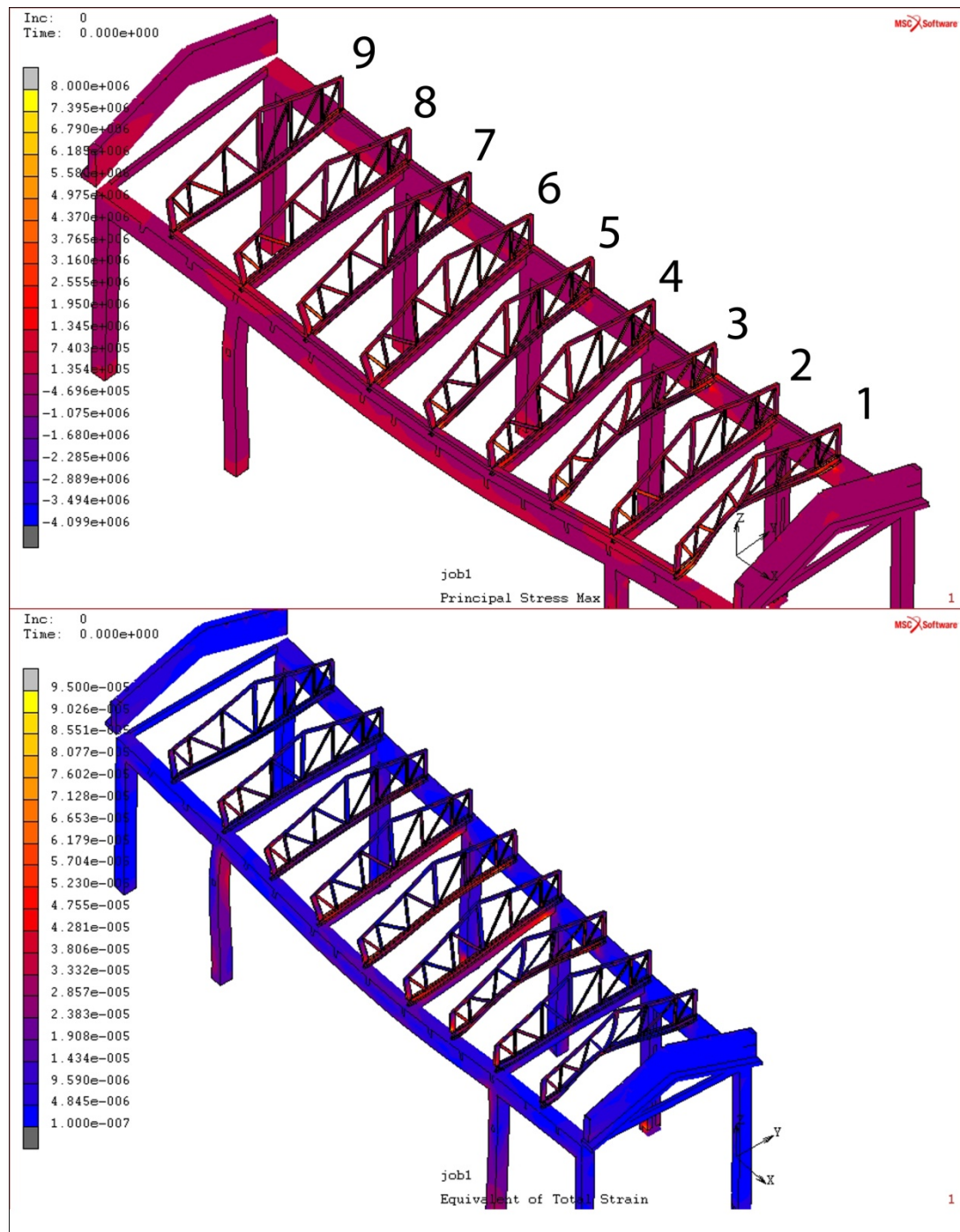
Εύρος παραμόρφωσης στέγης λόγω κύριων μέγιστων εφελκυστικών και θλιπτικών τάσεων

από $\epsilon_{max}=4,755 \cdot 10^{-5}$ m (κόκκινο χρώμα) έως $\epsilon_{max}=1,434 \cdot 10^{-5}$ m (μωβ χρώμα)

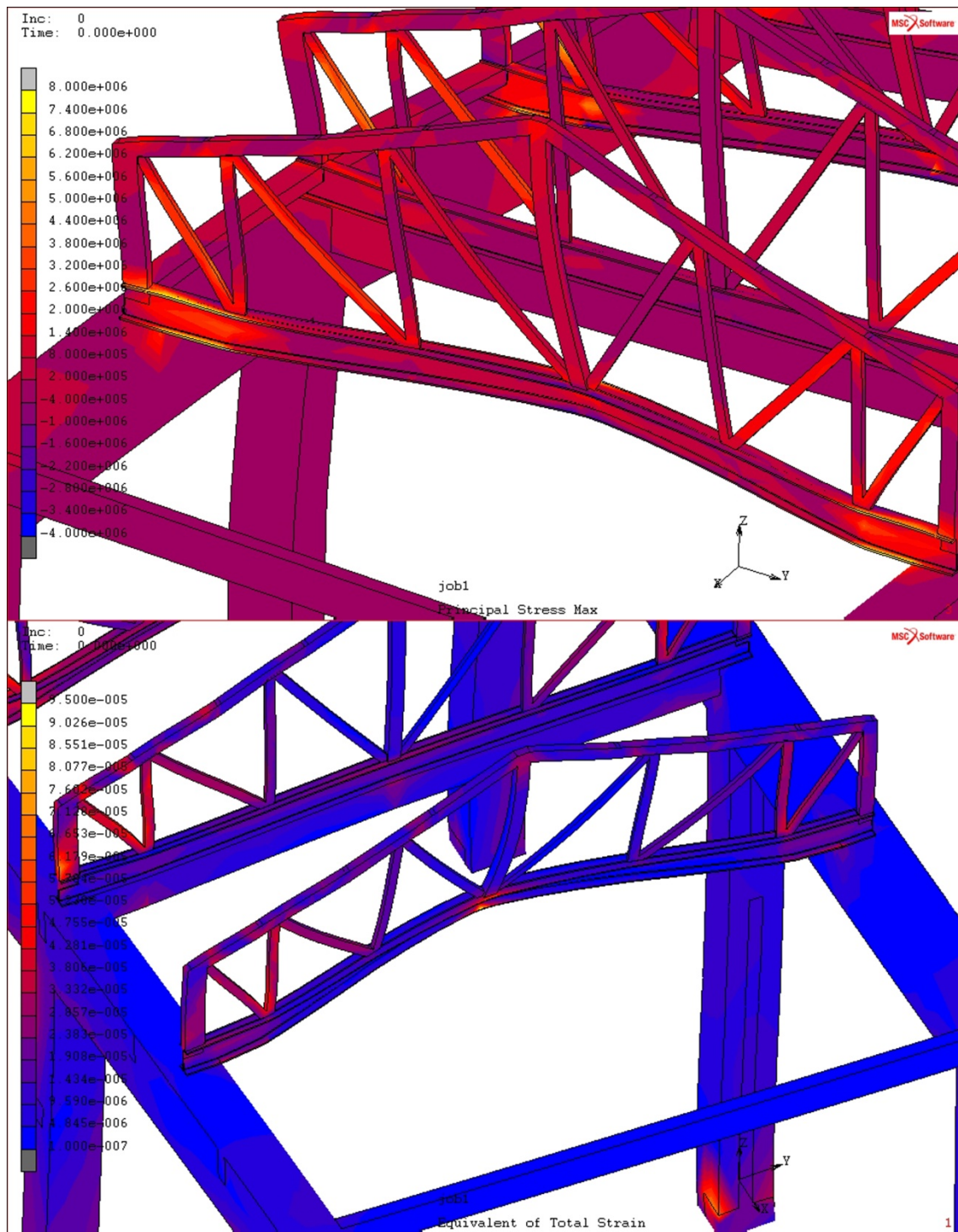


Σχήμα42: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων οπλισμένου σκυροδέματος νέας στέγης
Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_t'_{max}=2*10^5N$ (κοκκινίζουν χρώμα)
και κύριων μέγιστων θλιπτικών $F_c'_{max}=-4*10^5N$ (μωβ χρώμα)

Κάτω, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης οπλισμένου σκυροδέματος νέας στέγης
Εύρος παραμόρφωσης λόγω κύριων μέγιστων εφελκυστικών και θλιπτικών τάσεων
από $\epsilon_{max}=1,908*10^{-5} m$ (μωβ χρώμα) έως $\epsilon_{max}=4,845*10^{-6} m$ (κόκκινο χρώμα)



Σχήμα43: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων ζευκτών νέας στέγης
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-4 \cdot 10^6 \text{ N}$ (θλιπτικές) έως $8 \cdot 10^6 \text{ N}$ (εφελκυστικές).
Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_{t' \max} = 8 \cdot 10^6 \text{ N}$ (κίτρινο χρώμα)
και κύριων μέγιστων θλιπτικών $F_{c' \max} = -4 \cdot 10^6 \text{ N}$ (μπλε χρώμα)
Κάτω, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης ζευκτών νέας στέγης,
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\varepsilon_{\max} = 9,026 \cdot 10^{-5} \text{ m}$
Εύρος παραμόρφωσης λόγω κύριων μέγιστων εφελκυστικών και θλιπτικών τάσεων
έως $\varepsilon_{\max} = 8,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ (κίτρινο χρώμα)



Σχήμα44: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων ζευκτού 1

Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-4 \cdot 10^6 \text{ N}$ (θλιπτικές) έως $8 \cdot 10^6 \text{ N}$ (εφελκυστικές).

Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_t \cdot \max = 8 \cdot 10^6 \text{ N}$ (κίτρινο χρώμα) στα άκρα του ζευκτού

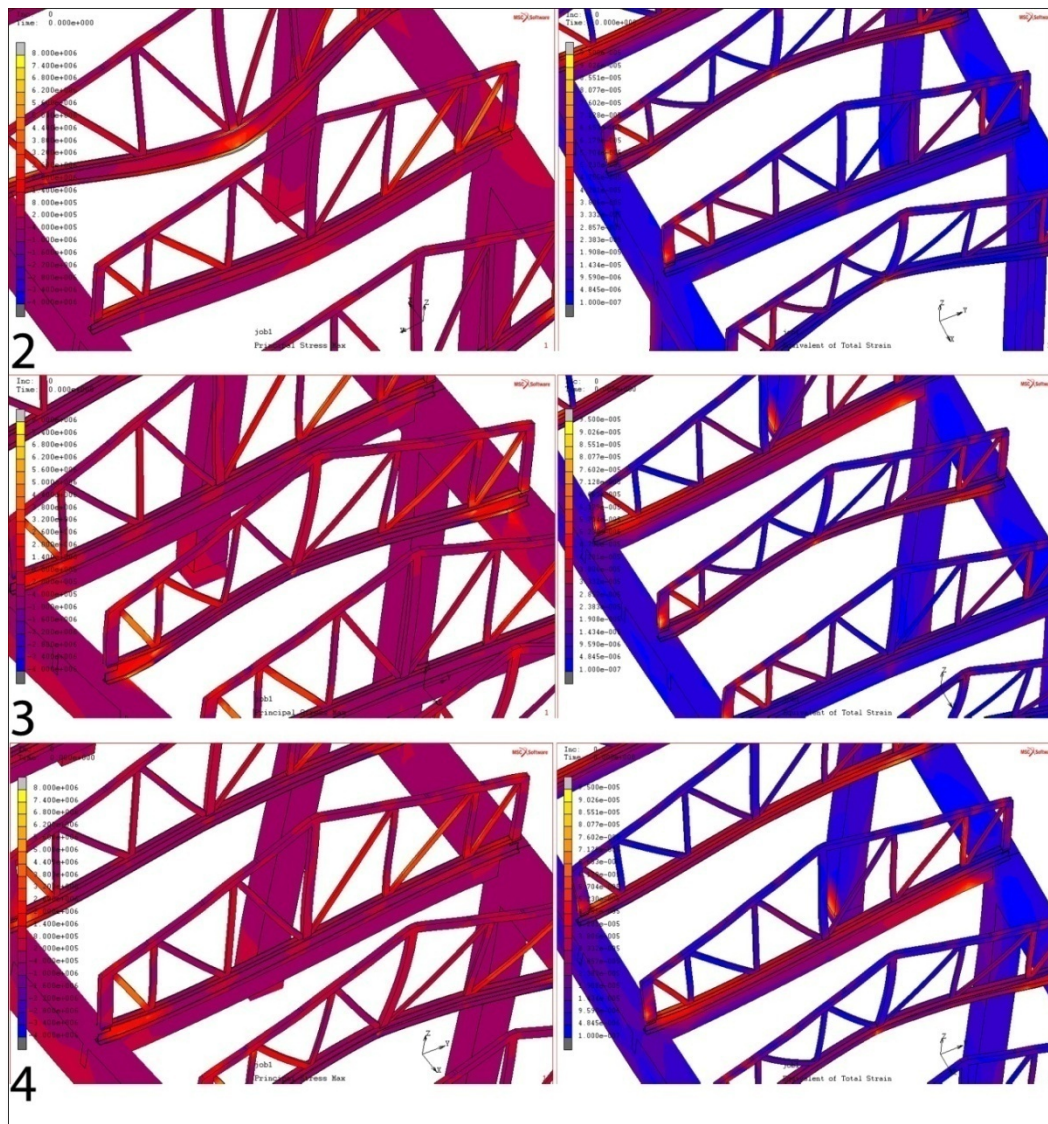
και κύριων μέγιστων θλιπτικών $F_c \cdot \max = -2,2 \cdot 10^6 \text{ N}$ (μωβ χρώμα)

Κάτω, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης ζευκτού 1

Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{\max} = 9,026 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

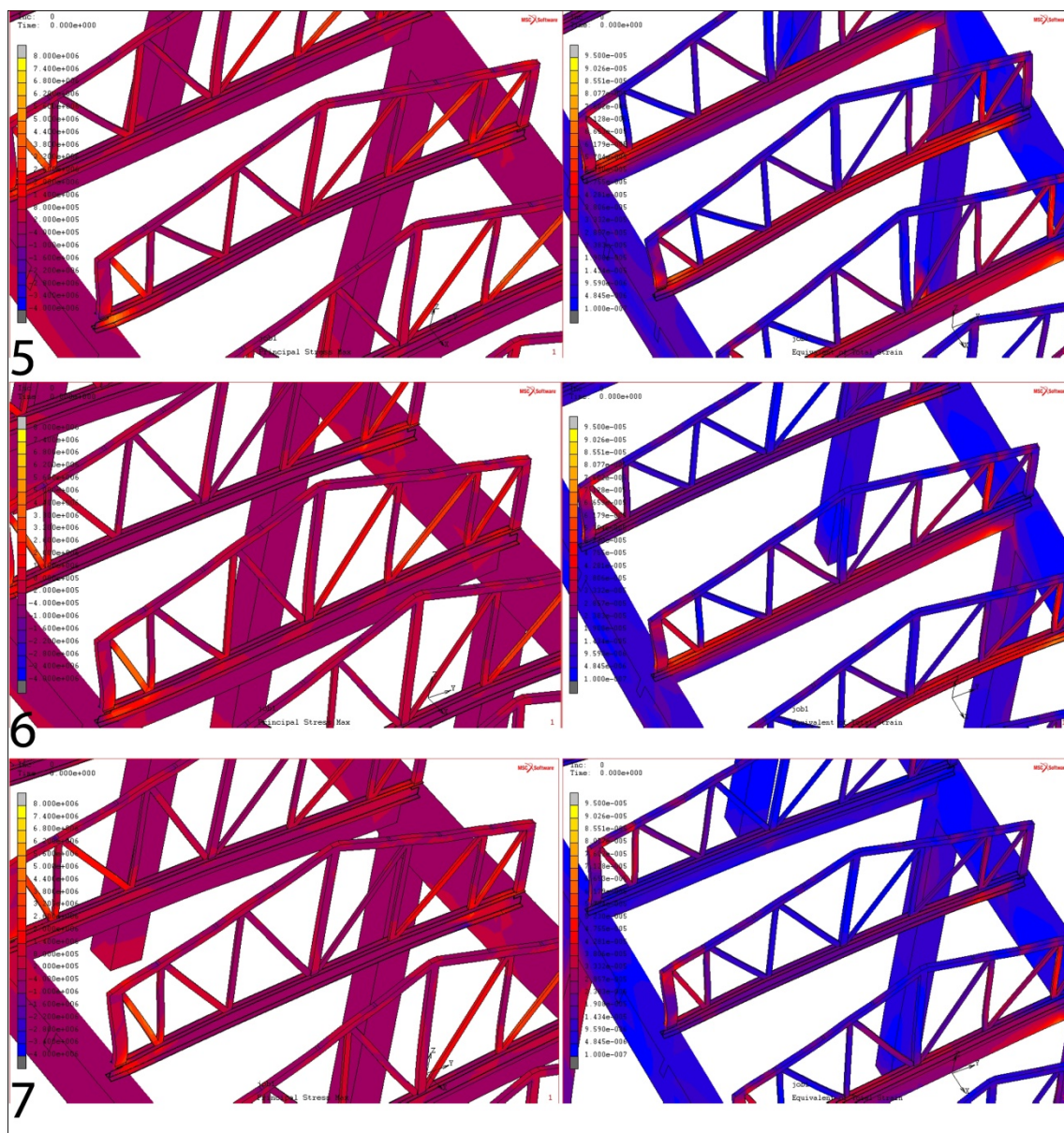
Εύρος παραμόρφωσης λόγω κύριων μέγιστων εφελκυστικών και θλιπτικών τάσεων

έως $\epsilon_{\max} = 8,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ (κίτρινο χρώμα)



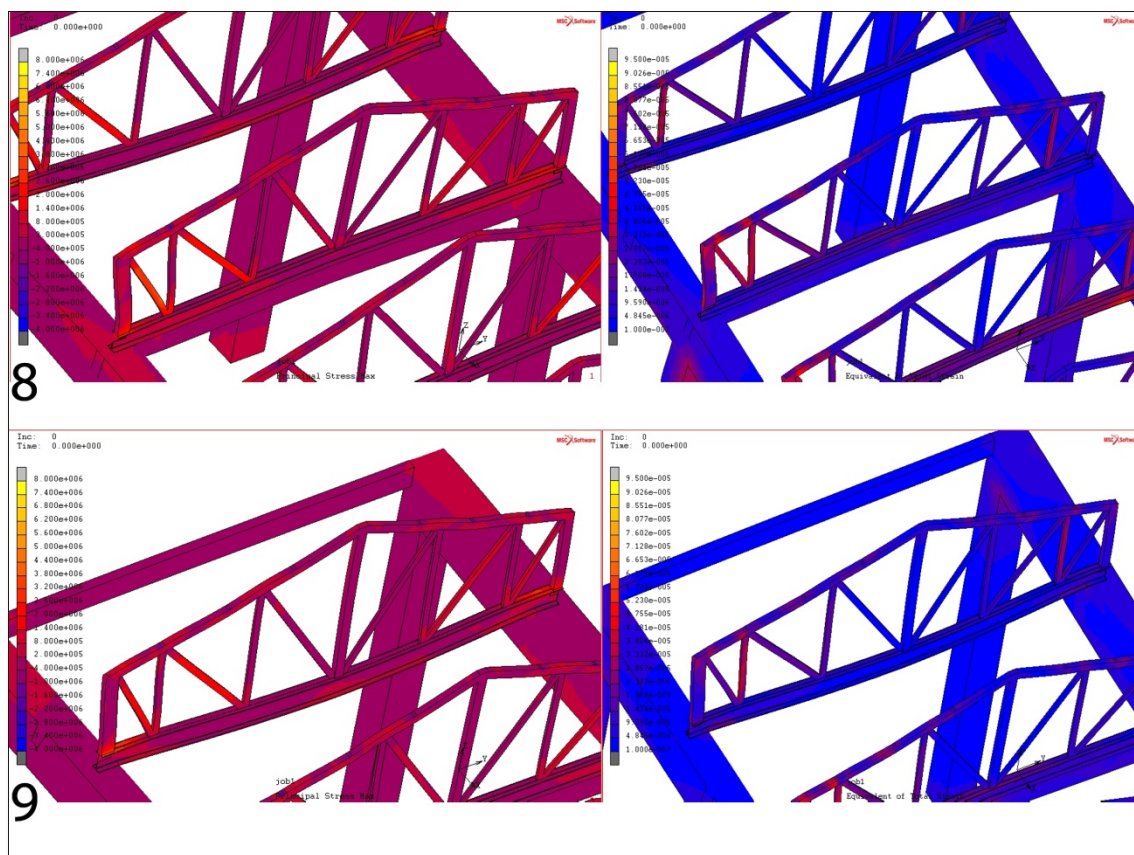
Σχήμα45: Αριστερά, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων ζευκτών νέας στέγης
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-4 \cdot 10^6 \text{ N}$ (θλιπτικές, μπλε χρώμα) έως
 $8 \cdot 10^6 \text{ N}$ (εφελκυστικές, κίτρινο χρώμα).
Δεξιά, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης ζευκτών νέας στέγης
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\varepsilon_{\max} = 9,026 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

Παρατηρείται έντονη παραμόρφωση από κύριες μέγιστες εφελκυστικές τάσεις στα ζευκτά 2,3 λόγω των μεγάλων φορτίων που συγκρατούν από κάτω τους (κερκίδες, κλιμακοστάσια, πατάρι) αλλά και λόγω της διεύθυνσης των στρόγγυλων δοκών (υπό γωνία τοποθέτηση σε σχέση με τον κάθετο άξονα). Στο ζευκτό 4 φαίνεται η διαφορά παραμόρφωσης που αυτό εμφανίζει σε σχέση με τα υπόλοιπα δεδομένης και της υποβοήθησης που του προσδίδει σε αντοχή η δοκός οπλισμένου σκυροδέματος όπου εδράζεται το διπλό του. Συνεπώς τα φορτία του νέου φορέα οδηγούν τα ζευκτά που δεν εδράζονται στις δοκούς οπλισμένου σκυροδέματος να κάμπτονται και εκτός επιπέδου και συνολικά να μην λειτουργεί ικανοποιητικά η ανάρτηση. Περιορισμό του φαινομένου θα είχαμε με εγκάρσια σύνδεση των ζευκτών και στο κατώτερο επίπεδο τους.



Σχήμα46: Αριστερά, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων ζευκτών νέας στέγης
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-4 \cdot 10^6$ N (θλιπτικές, μπλε χρώμα) έως $8 \cdot 10^6$ N (εφελκυστικές, κίτρινο χρώμα).
Δεξιά, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης ζευκτών νέας στέγης
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max} = 9,026 \cdot 10^{-5}$ m

Όμοια παρατηρείται η συμπεριφορά των ζευκτών 5,7 σε σχέση με αυτά που προαναφέρθηκαν για τα ζευκτά 2,3 ενώ το 6 εμφανίζει παραπλήσια συμπεριφορά με αυτήν του 4. Ακόμη η ισοδύναμη συνολική παραμόρφωση (Σχήμα 46) και οι κύριες μέγιστες τάσεις που αναπτύσσονται είναι μικρότερες σε σχέση με τα ζευκτά 1-3 επειδή τα αναρτώμενα στοιχεία είναι σαφώς λιγότερα.

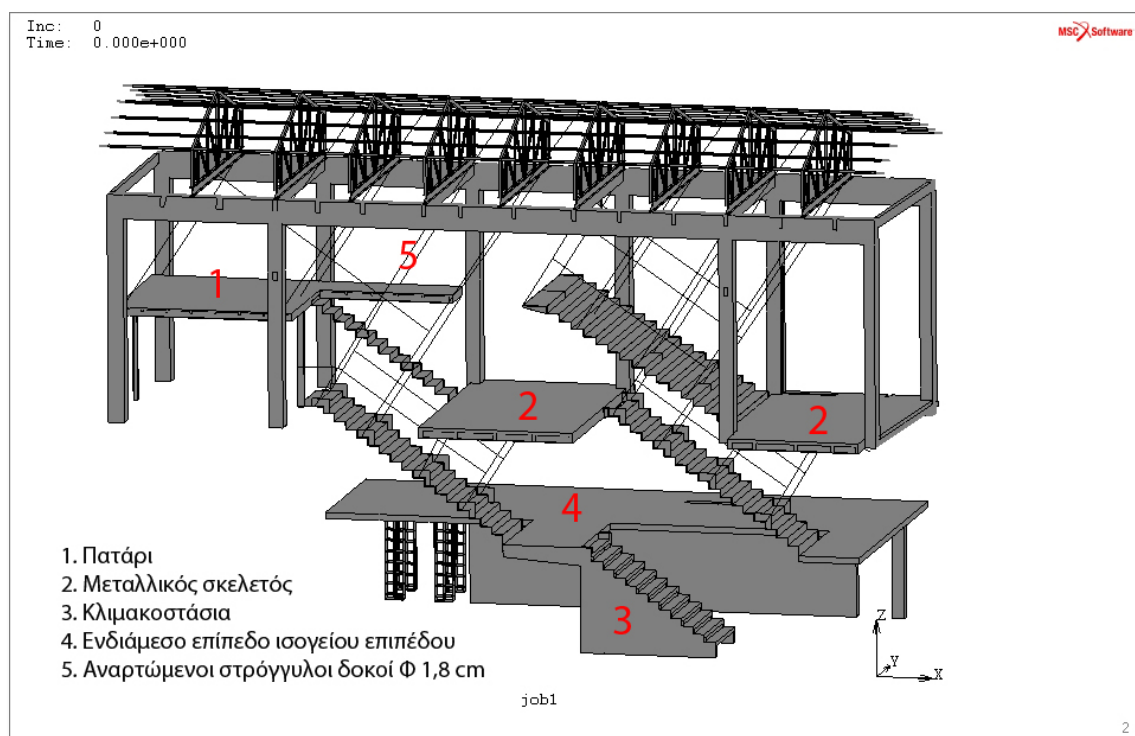


Σχήμα47: Αριστερά, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων ζευκτών νέας στέγης
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-4 \cdot 10^6 \text{ N}$ (θλιπτικές, μπλε χρώμα) έως
 $8 \cdot 10^6 \text{ N}$ (εφελκυστικές, κίτρινο χρώμα).
Δεξιά, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης ζευκτών νέας στέγης
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\varepsilon_{\max} = 9,026 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

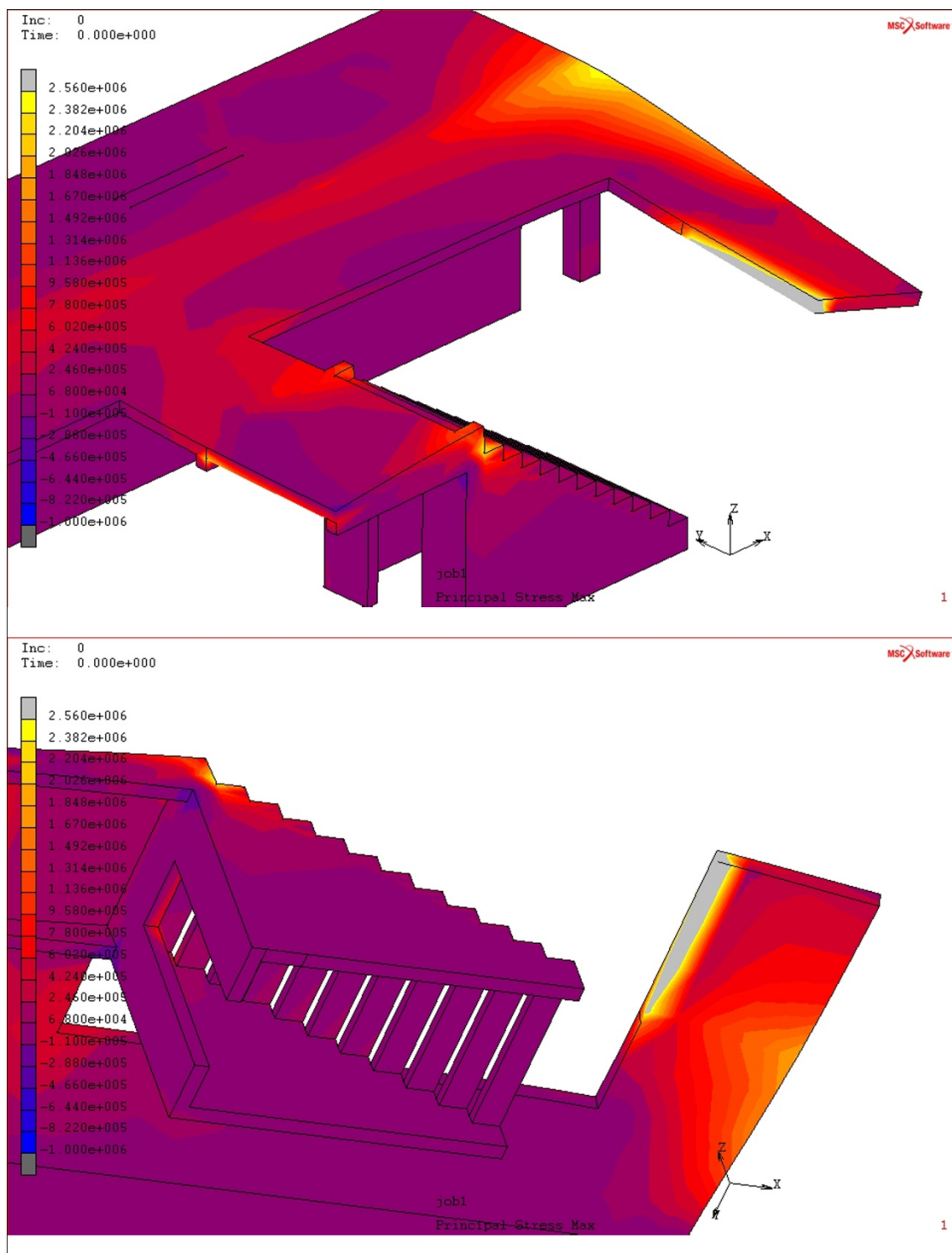
5.4.5. Τάσεις-παραμορφώσεις στα νέα τμήματα του κτιρίου

Τα εναπομείναντα τμήματα της νέας πρότασης μελέτης αποτελούνται από αυτό του παταριού (διεύθυνση χώρου περιοδικών εκθέσεων), του μεταλλικού σκελετού γεφύρωσης της βορειοδυτικής πλευράς με την νοτιοανατολική εσωτερικά, τα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια, της κερκίδας, των στρόγγυλων αναρτώμενων δοκών και της διαμόρφωσης ενός ενδιάμεσου επιπέδου οπλισμένου σκυροδέματος ποιότητας C20/25 στο ισόγειο επίπεδο (Σχήμα 48). Για καθένα από αυτά θα γίνει ανάλυση κύριων μέγιστων τάσεων και ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης.

Σε ότι αφορά το όριο διαρροής αυτό δεν ξεπερνιέται για κανένα από τα μεταλλικά στοιχεία μιας και η ανώτερη τιμή θλιπτικής και εφελκυστικής τάσης διαμορφώνεται σε $F_{c'max} = -1,96 \cdot 10^6$ N για τις κερκίδες όπου το όριο διαρροής ανέρχεται στα $F_{δοκ.διαρ. \text{ χάλυβα}} = 400,12 \cdot 10^6$ N/m² και $F_{t'max} = 7,280 \cdot 10^7$ N για τις κερκίδες όπου το όριο διαρροής ανέρχεται στα $F_{δοκ.διαρ. \text{ χάλυβα}} = -40 \cdot 10^7$ N/m². Για το στοιχείο οπλισμένου σκυροδέματος του ισογείου επιπέδου σε θέμα θλιπτικών τάσεων δεν ξεπερνιέται το όριο θραύσης ενώ οι εκφυλιστικές ανέρχονται στα $F_{t'max} = 3,675 \cdot 10^6$ N έναντι $F_{t'max \text{ πλάκας σκυρ.}} = 2,56 \cdot 10^6$ N/m² (Σχήμα 49). Ο λόγος για τον οποίον συμβαίνει αυτό είναι επειδή η πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος συμπεριφέρεται ως πρόβολος μήκους $l = 4$ m και επιβαρύνεται σημαντικά με το φορτίο του κλιμακοστασίου. Σε ένα επόμενο βήμα θα μπορούσαμε να προχωρήσουμε είτε στην αλλαγή της ποιότητας του σκυροδέματος, είτε να τοποθετήσουμε ένα πλαίσιο ακριβώς κάτω από το σημείο εμφάνισης της μέγιστης κύριας εφελκυστικής τάσης.

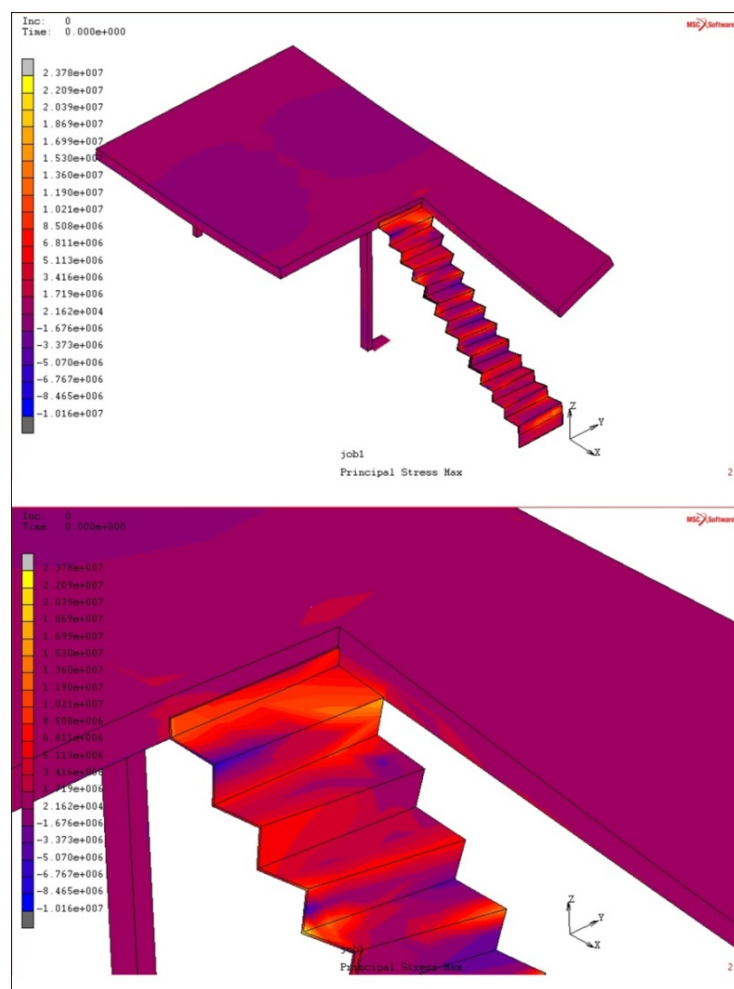


Σχήμα48: Απεικόνιση εναπομεινάντων στοιχείων νέας πρότασης μελέτης

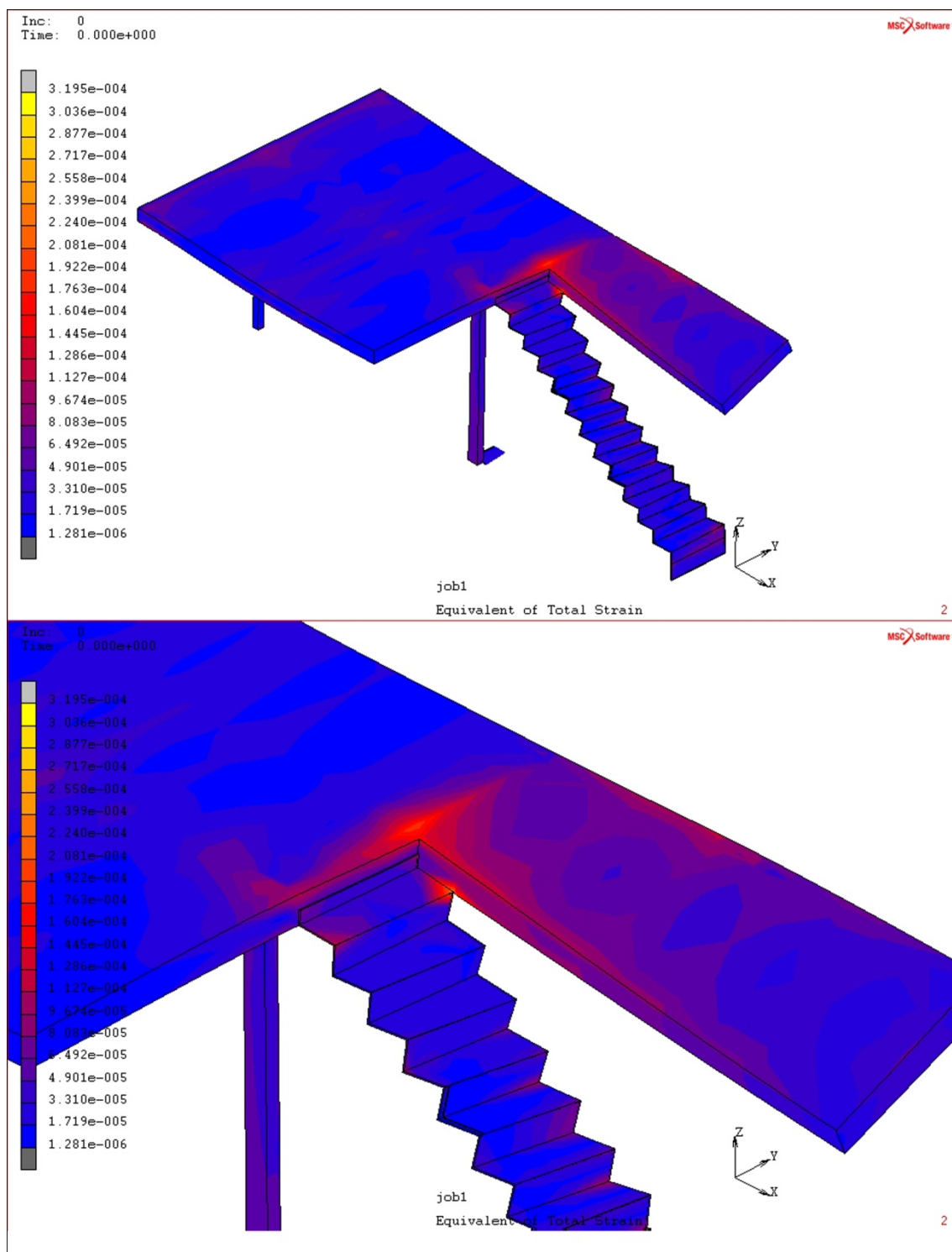


Σχήμα49: Απεικόνιση σημείων θραύσης λόγω εμφάνισης κύριας μέγιστης εφελκυστικής τάσης
 $F_{t \max \text{ δοκ.}} = 3,675 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ έναντι $F_{t \max \text{ πλακάς σκυρ.}} = 2,56 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$

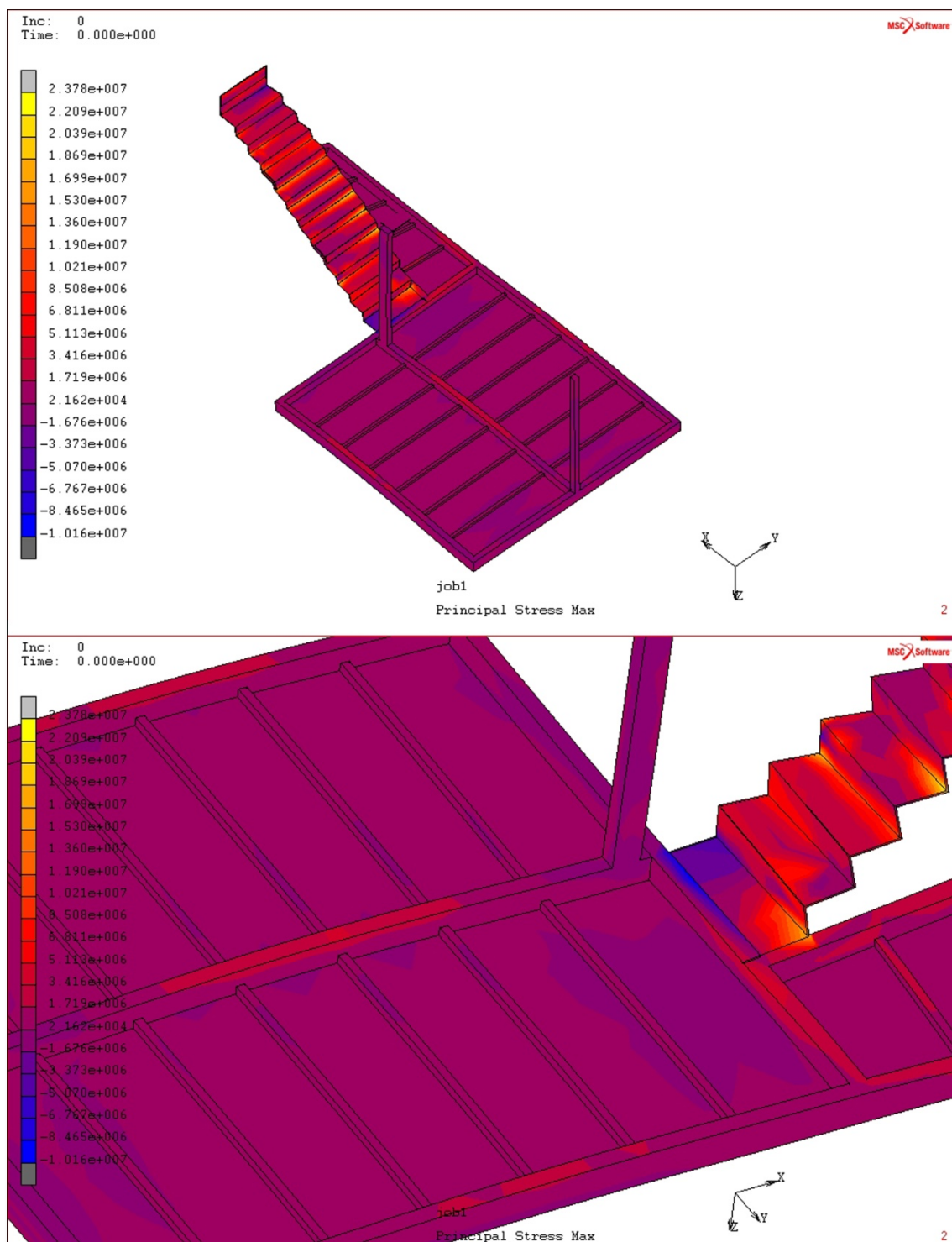
Προχωρώντας στην ανάλυση του παταριού παρατηρείται εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_{t,max}=5,113 \cdot 10^6 \text{ N}$ στο σημείο όπου συνδέεται η κοιλοδοκός με το κλιμακοστάσιο (Σχήμα 50,52) ενώ η μέγιστες κύριες θλιπτικές τάσεις εμφανίζονται στο ίδιο σημείο και φτάνουν τα $F_{c,max}=-8,465 \cdot 10^6 \text{ N}$. Ο λόγος που παρατηρείται αυτό είναι επειδή το κλιμακοστάσιο υποβοηθείται, μέσω των στρόγγυλων δοκών, μόνο από την μια πλευρά ενώ από την άλλη είναι ελεύθερο. Ακόμη σε ότι αφορά το πατάρι παρατηρείται ανάπτυξη μέγιστων κύριων εφελκυστικών τάσεων στις ακριανές κοιλοδοκούς λόγω κάμψης και κύριες μέγιστες θλιπτικές τάσεις εκατέρωθεν του διαμήκους άξονα του. Οι αντίστοιχες ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις στα σημεία αυτά ανέρχονται σε $\varepsilon_{max}=3,036 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ (άνω πλευρά κοιλοδοκού) και $\varepsilon_{max}=1,604 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ (Σχήμα 51,53) (κάτω πλευρά κοιλοδοκού) ενώ για άκρα παρατηρούνται ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις $\varepsilon_{max}=6,492 \cdot 10^{-5} \text{ m}$.



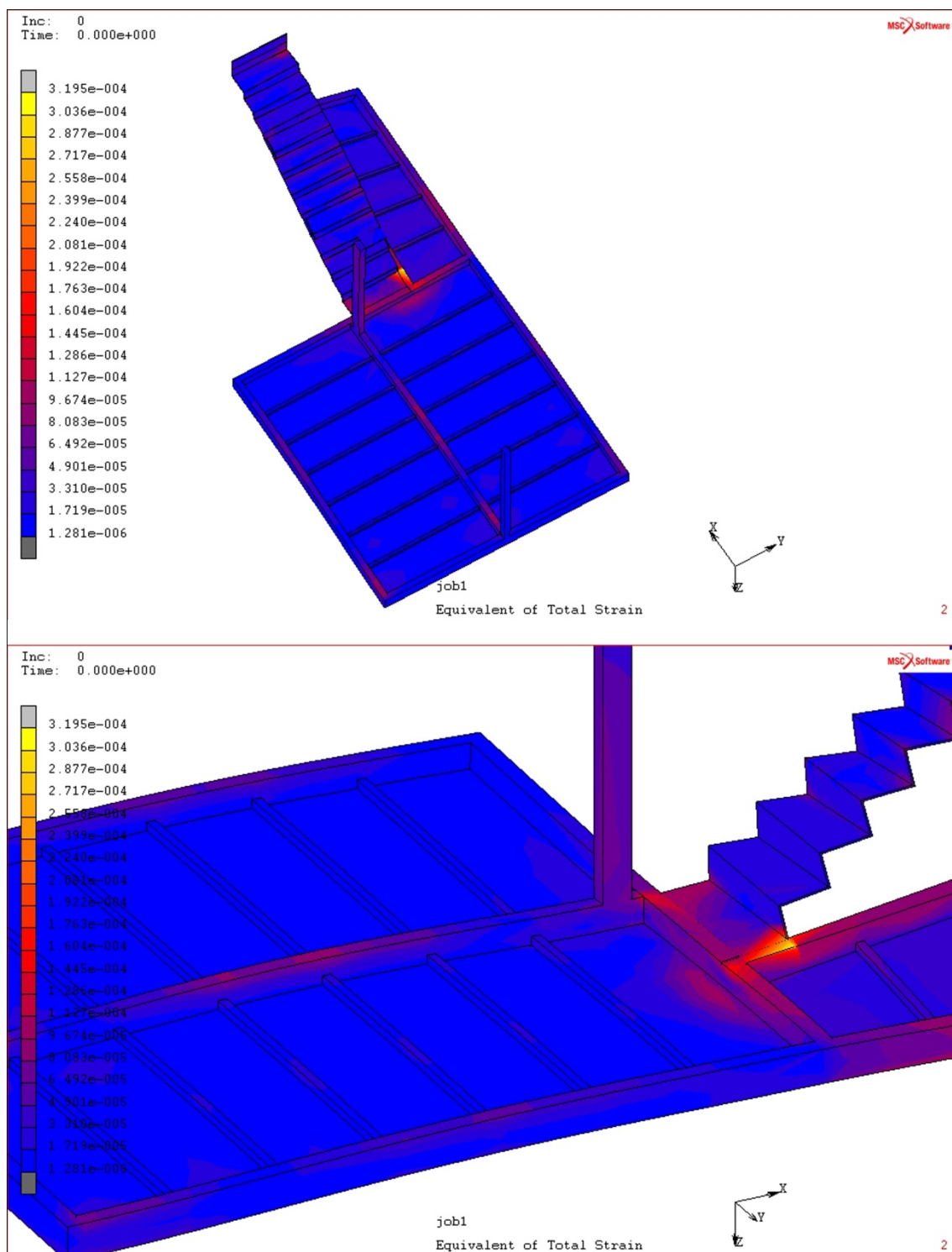
Σχήμα50: Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων παταριού
Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_{t,max}=5,113 \cdot 10^6 \text{ N}$ (κόκκινο χρώμα)
στο σημείο όπου συνδέεται η κοιλοδοκός με το κλιμακοστάσιο και κύριων
μέγιστων θλιπτικών $F_{c,max}=-8,465 \cdot 10^6 \text{ N}$ (μπέ χρώμα) στο ίδιο σημείο



Σχήμα51: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης παταριού
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max}=3,036 \cdot 10^{-4}$ m
Μέγιστη συνολική παραμόρφωση στο σημείο ένωσης με το κλιμακοστάσιο $\epsilon_{max}=1,604 \cdot 10^{-4}$ m

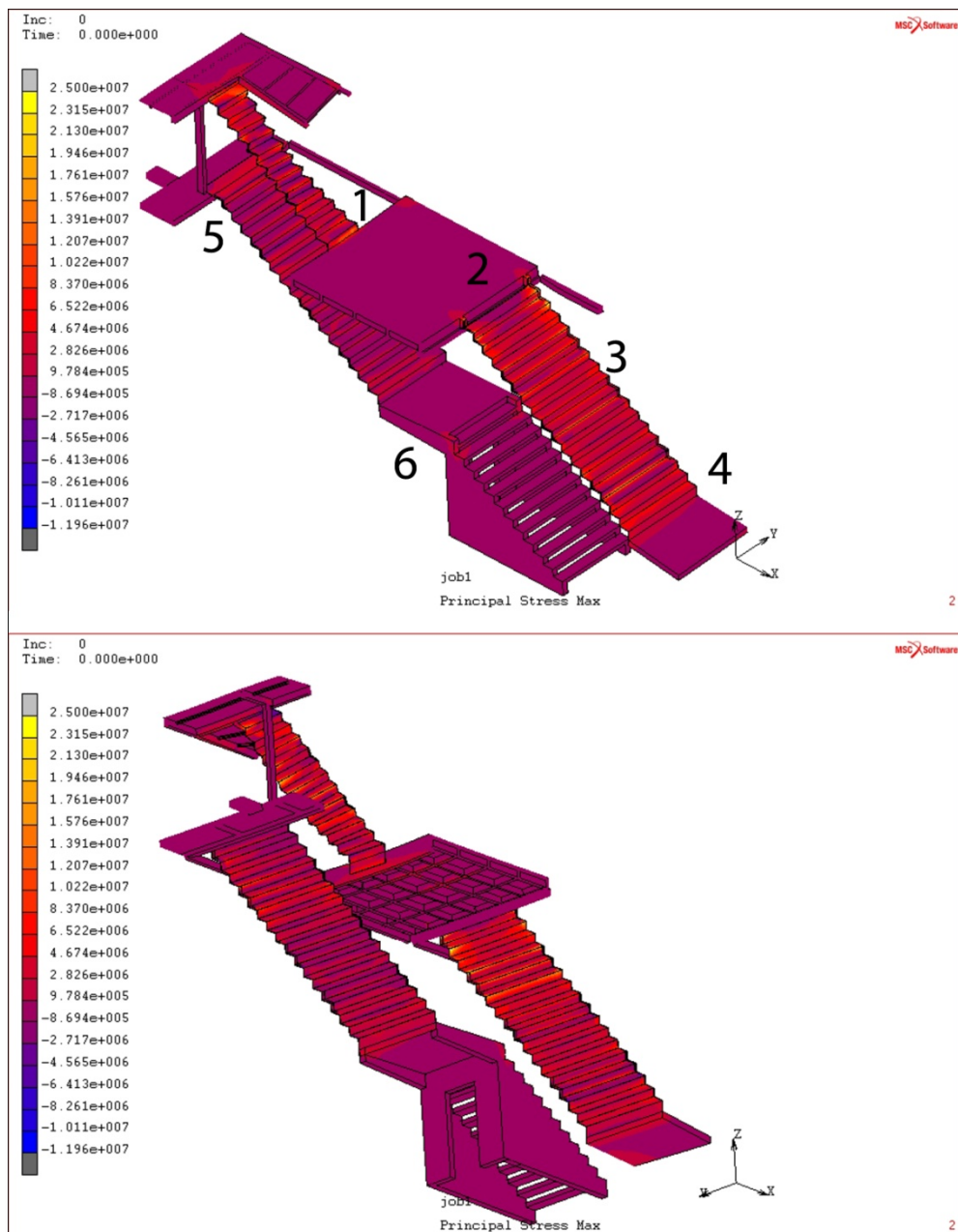


Σχήμα52: Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων παταριού
Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_{t' \max} = 5,113 \cdot 10^6 \text{ N}$ (κόκκινο χρώμα)
στο σημείο όπου συνδέεται η κοιλοδοκός με το κλιμακοστάσιο και κύριων
μέγιστων θλιπτικών $F_{c' \max} = -8,465 \cdot 10^6 \text{ N}$ (μπλε χρώμα) στο ίδιο σημείο



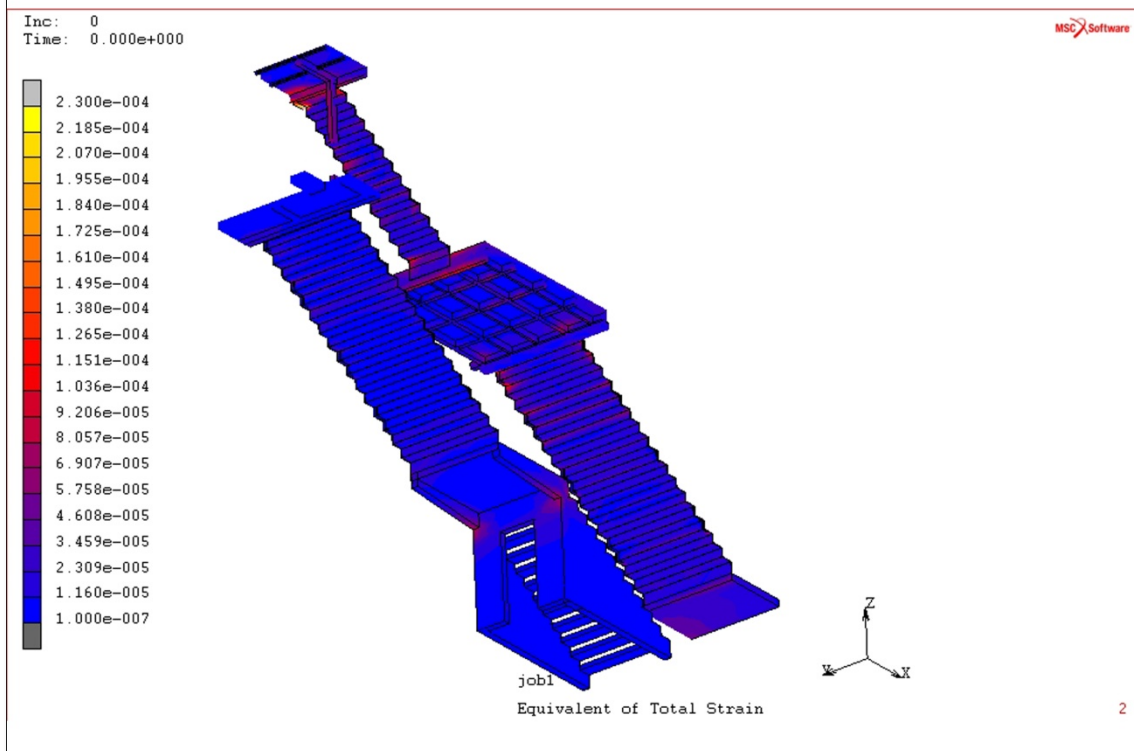
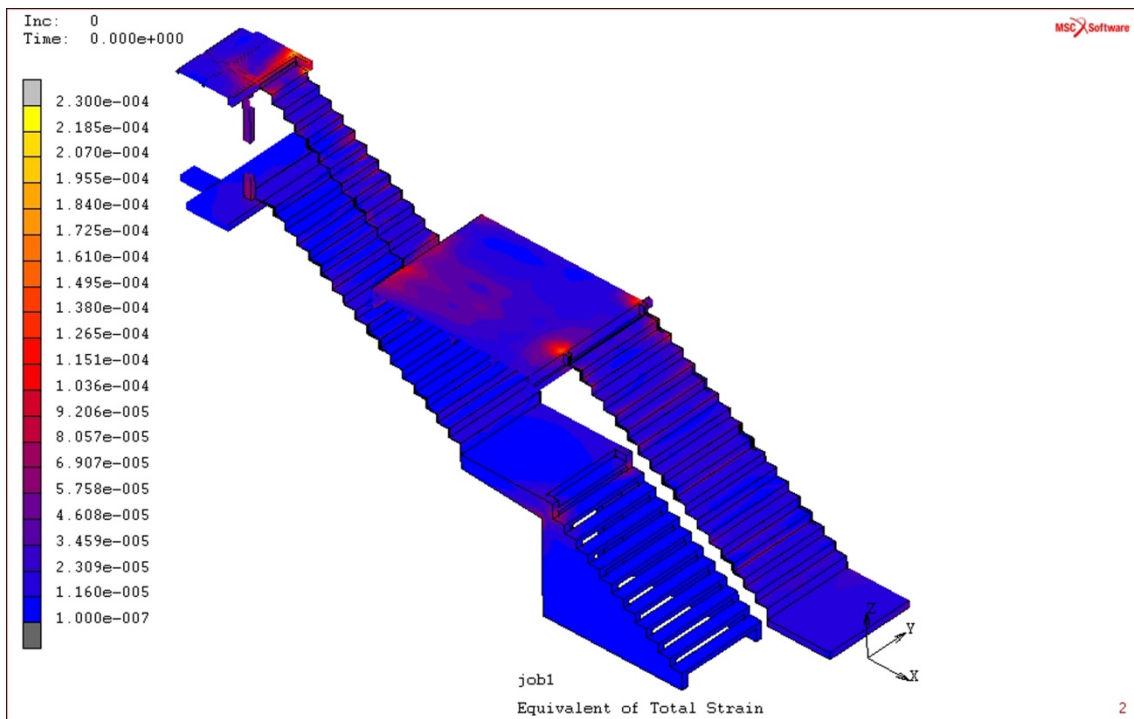
Σχήμα53: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης παταριού
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max}=3,036 \cdot 10^{-4}$ m
Μέγιστη συνολική παραμόρφωση στο σημείο ένωσης με το κλιμακοστάσιο $\epsilon_{max}=3,036 \cdot 10^{-4}$ m

Τα κλιμακοστάσια εμφανίζουν μέγιστες κύριες εφελκυστικές τάσεις $F_{t'_{max}}=2,5 \cdot 10^7 \text{ N}$ και μέγιστες κύριες θλιπτικές $F_{c'_{max}}=-8,261 \cdot 10^6 \text{ N}$ (Σχήμα 54) . Αυτές παρατηρούνται κυρίως στα σημεία όπου ενώνονται με τα επιμέρους στοιχεία της νέας πρότασης καθώς και σε εκείνα όπου έχουν τοποθετηθεί, προκειμένου να ενισχυθεί η ακαμψία, γωνιακά μεταλλικά ελάσματα δομικού χάλυβα (Σχήμα 56) .Οι αντίστοιχες ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις στα σημεία αυτά ανέρχονται έως $\varepsilon_{max}=2,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ (Σχήμα 55,57) .

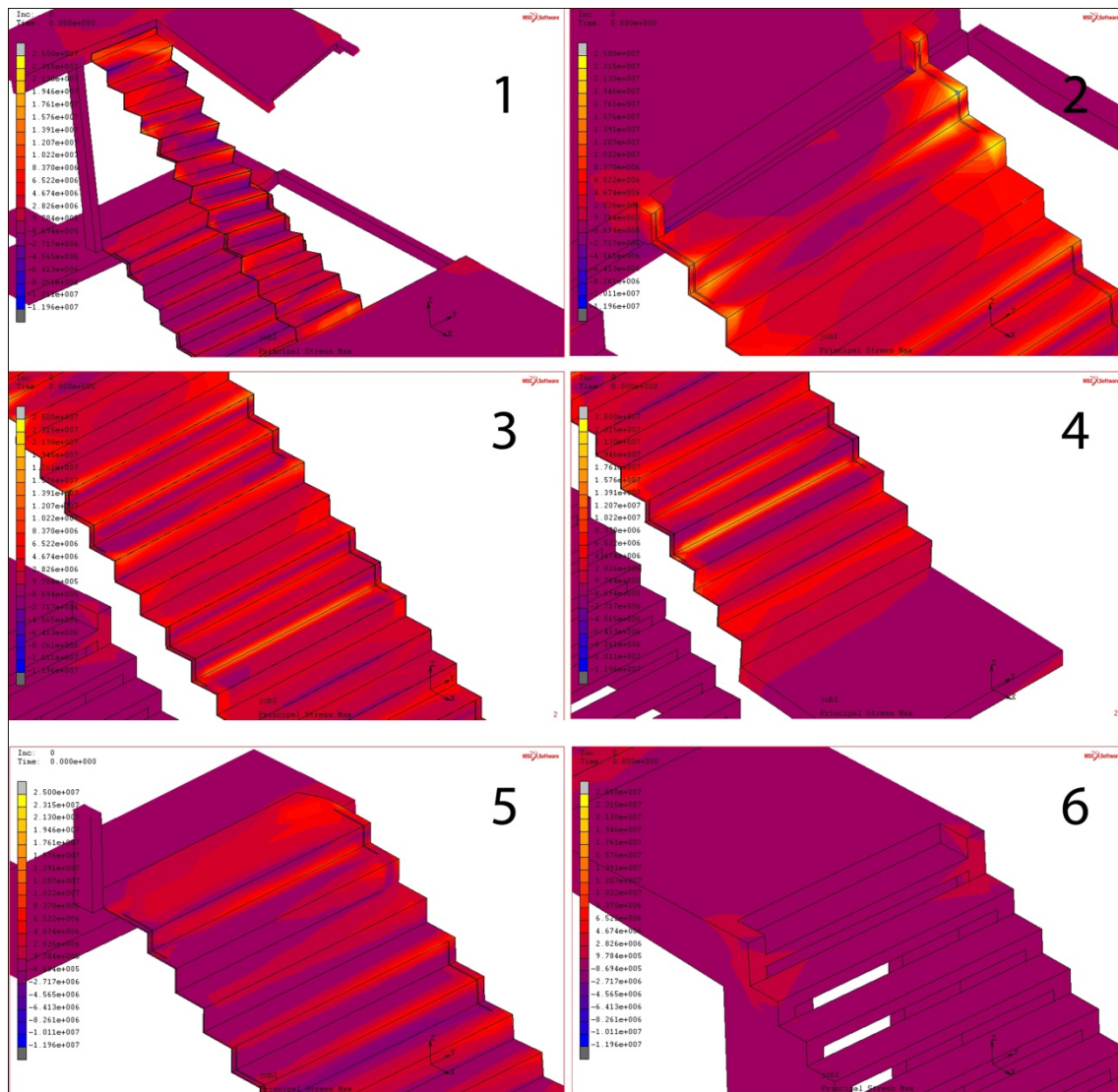


Σχήμα54: Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων κλιμακοστασίων

Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_{t'_{max}}=2,5 \cdot 10^7 \text{ N}$ (κίτρινο χρώμα) και κύριων μέγιστων θλιπτικών $F_{c'_{max}}=-8,261 \cdot 10^6 \text{ N}$ (μπλε χρώμα)



Σχήμα55: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης κλιμακοστασίων
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max}=2,3 \cdot 10^{-4}$ m



Σχήμα56: Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων κλιμακοστασίων

Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_{t,max}=2,5 \cdot 10^7$ N (κιτρινίζον χρώμα) και κύριων μέγιστων θλιπτικών $F_{c,max}=-8,261 \cdot 10^6$ N (μωβ χρώμα)

Αριστερά πάνω, Κλιμακοστάσιο παταριού με εύρος $F_{t,max}=1,946 \cdot 10^7$ N έως $F_{c,max}=-4,565 \cdot 10^6$ N

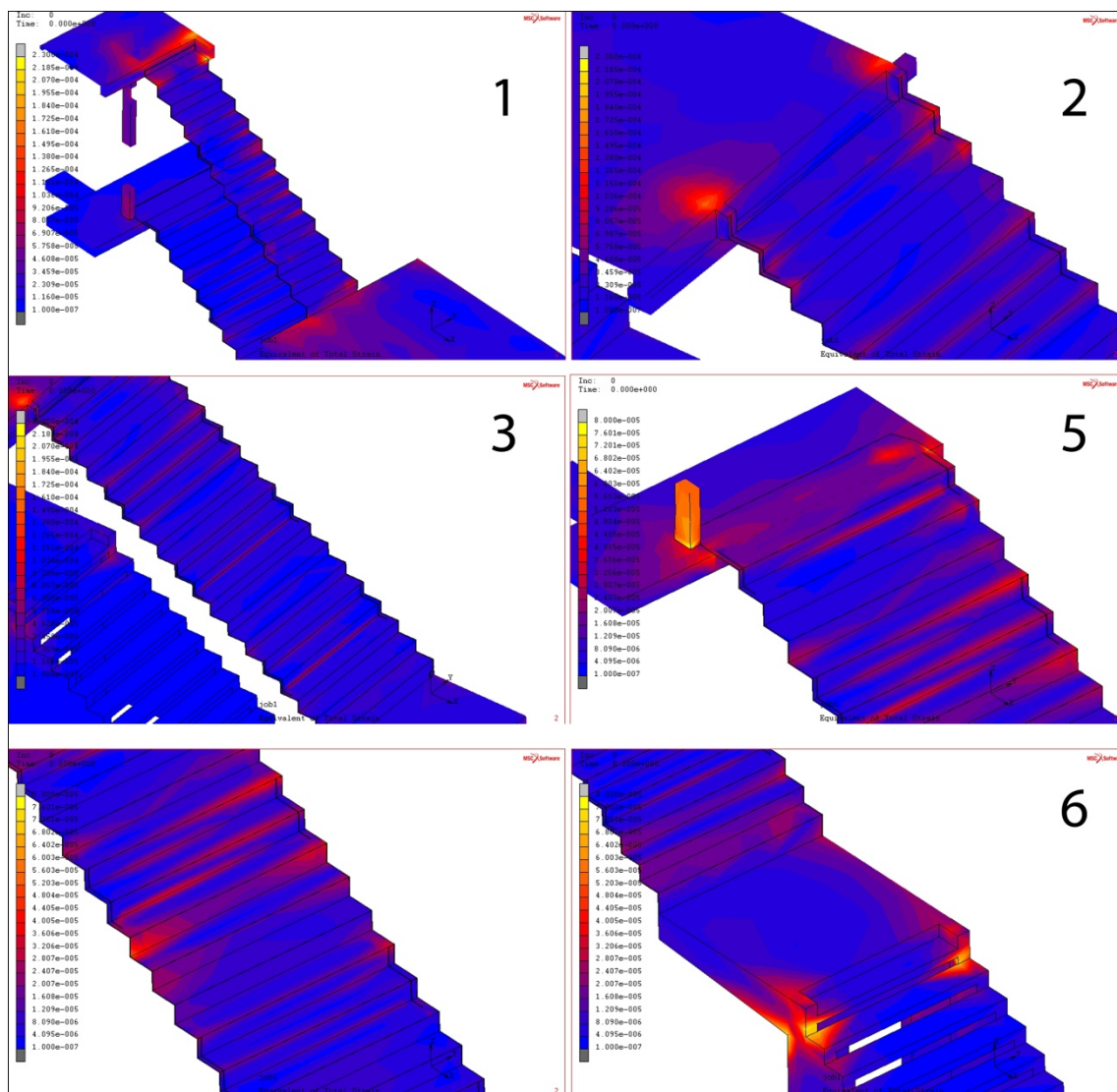
Δεξιά πάνω, Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_{t,max}=2,5 \cdot 10^7$ N και θλιπτικών $F_{c,max}=-8,694 \cdot 10^5$ N

Αριστερά κέντρο, Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων αυξημένων στα σημεία όπου υπάρχει το στίγμα των μεταλλικών ελασμάτων $F_{t,max}=2,130 \cdot 10^7$ N και θλιπτικών $F_{c,max}=-8,694 \cdot 10^5$ N

Δεξιά κέντρο, Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων αυξημένων στα σημεία όπου υπάρχει το στίγμα των μεταλλικών ελασμάτων $F_{t,max}=2,130 \cdot 10^7$ N και θλιπτικών $F_{c,max}=-8,694 \cdot 10^5$ N

Αριστερά κάτω, Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων αυξημένων στα σημεία όπου υπάρχει το στίγμα των μεταλλικών ελασμάτων και στο σημείο σύνδεσης του κλιμακοστασίου με την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος $F_{t,max}=6,522 \cdot 10^6$ N και θλιπτικών $F_{c,max}=-8,694 \cdot 10^5$ N

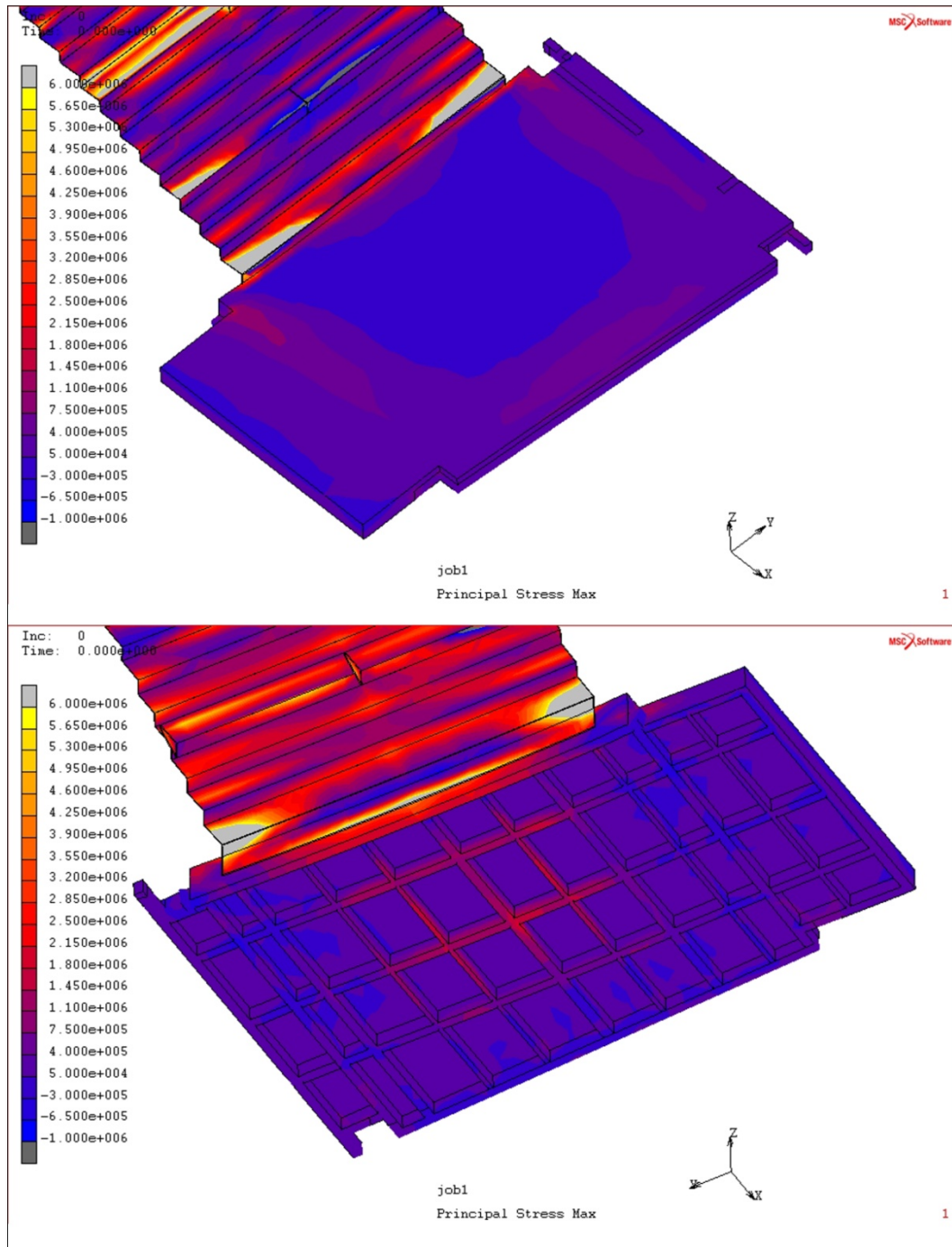
Δεξιά κάτω, Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων αυξημένες στο δοκάρι οπλισμένου σκυροδέματος $F_{t,max}=9,784 \cdot 10^5$ N και θλιπτικών $F_{c,max}=-8,694 \cdot 10^5$ N



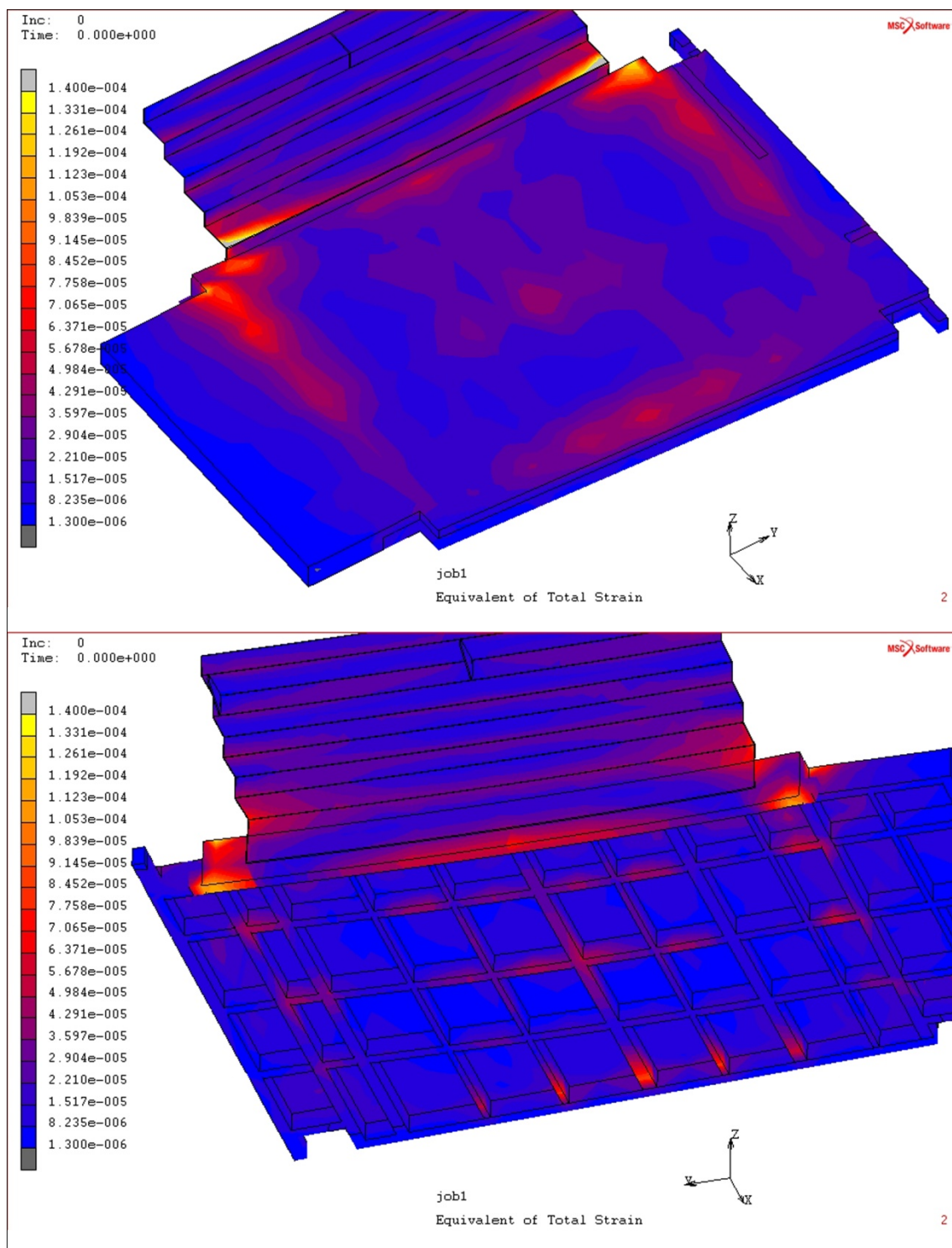
Σχήμα57: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης κλιμακοστασίων
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\varepsilon_{max}=2,3*10^{-4}$ m

Ο μεταλλικός σκελετός έχει σχεδιαστεί με απώτερο σκοπό, αφενός λειτουργικά την γεφύρωση του της βορειοδυτικής πλευράς με την νοτιοδυτική του εσωτερικού του κτιρίου, αφετέρου όμως αναλαμβάνει να παραλάβει της δυνάμεις που αναπτύσσονται από τις στρόγγυλες κοιλοδοκούς. Ακόμη ο τρόπος με τον οποίον σχεδιάστηκε, θέλοντας να περιορίσουμε της ανάπτυξη διατμητικών δυνάμεων στις περιμετρικές κολώνες οπλισμένου σκυροδέματος παρουσιάζει αρθρωτή συμπεριφορά στην νοτιοδυτική πλευρά ενώ στην βορειοδυτική αυτή της κύλισης προκειμένου το μεγαλύτερο ποσοστό φόρτισης να παραληφτεί από τις κοιλοδοκούς με την δημιουργία κάμψης τους. Εστί, οι κύριες μέγιστες θλιπτικές τάσεις που δημιουργούνται φτάνουν για τον σκελετό που στηρίζονται τα κλιμακοστάσια τα $F_{t'_{max}}=1,075*10^7$ N ενώ οι κύριες μέγιστες θλιπτικές τα $F_{c'_{max}}=-5*10^6$ N (Σχήμα 60) ενώ για τον δεύτερο τα $F_{t'_{max}}=5,3*10^6$ N και $F_{c'_{max}}=-1,5*10^5$ N (Σχήμα 58) . Οι τάσεις αυτές εμφανίζονται κατά

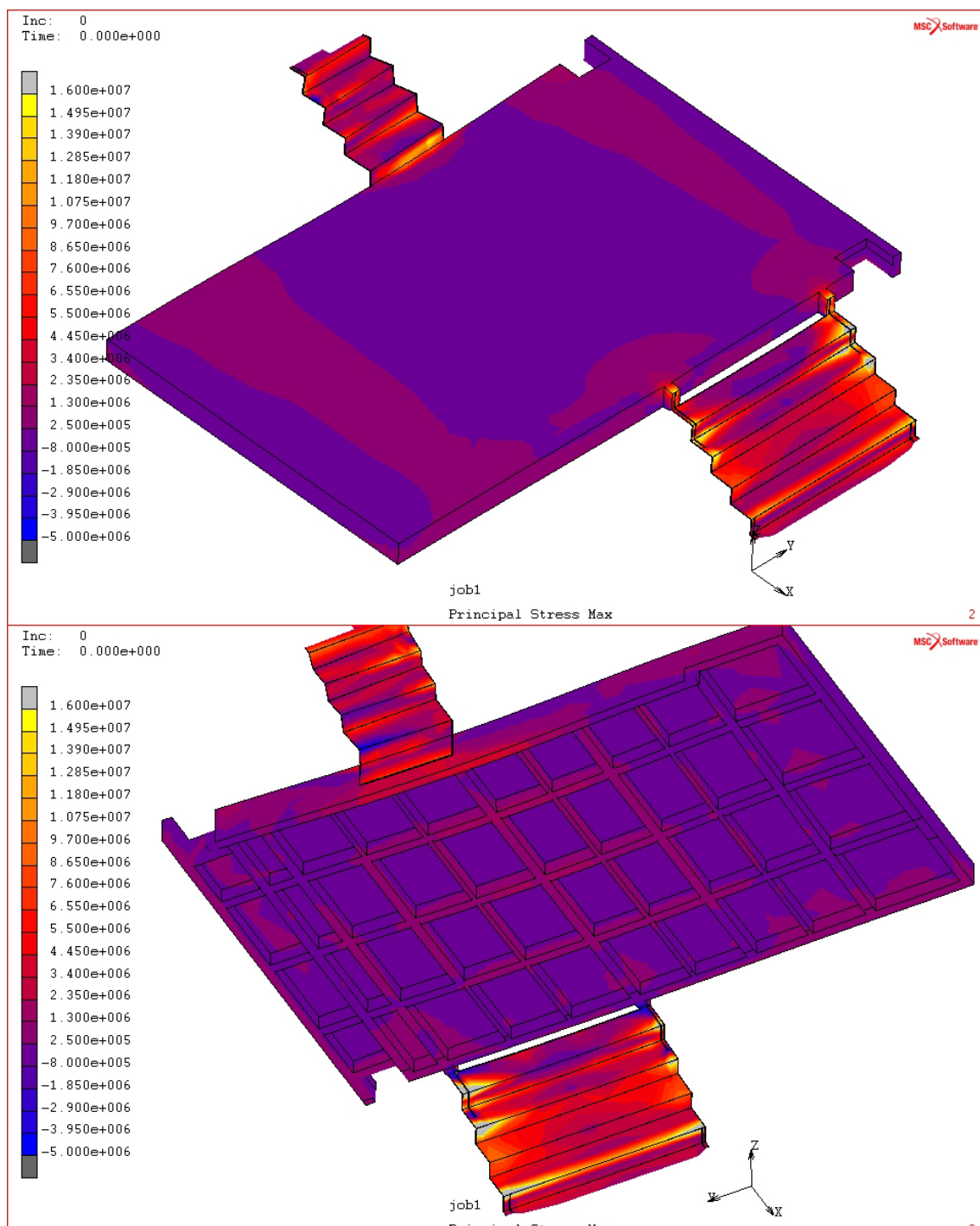
κύριο λόγο στα σημεία ένωσης με τα κλιμακοστάσια-κερκίδες και στα σημεία όπου προκύπτει κάμψη. Οι αντίστοιχες ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις στα σημεία αυτά ανέρχονται έως $\varepsilon_{max}=1,4 \cdot 10^{-4}$ m και $\varepsilon_{max}=1,595 \cdot 10^{-4}$ m αντίστοιχα (Σχήμα 59,61).



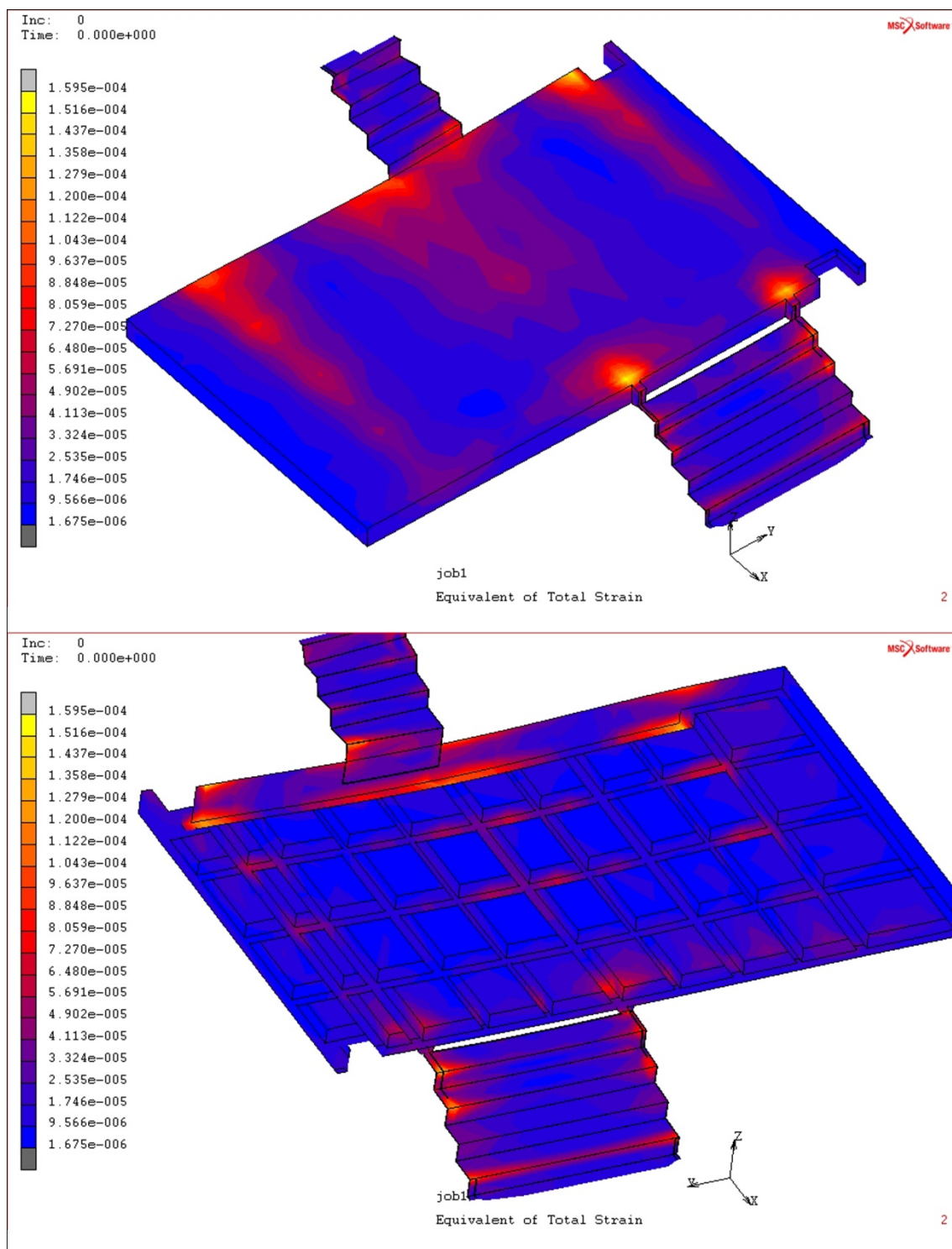
Σχήμα58: Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων κοιλοδοκών
Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_t'_{max}=5,3 \cdot 10^6$ N (κιτρινίζον χρώμα)
και κύριων μέγιστων θλιπτικών $F_c'_{max}=-6,5 \cdot 10^5$ N (μπλε χρώμα)



Σχήμα59: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης κοιλοδοκών
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max}=1,4 \cdot 10^{-4}$ m (κίτρινο χρώμα)



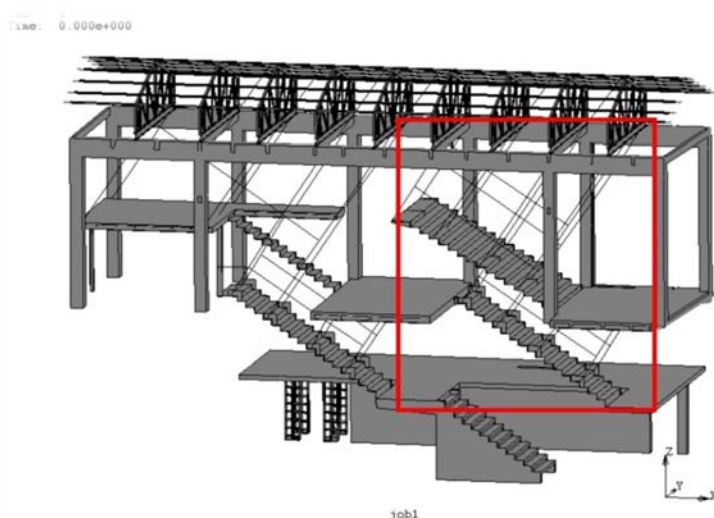
Σχήμα60: Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων κοιλοδοκών
Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_t'_{max}=1,075 \cdot 10^7$ N (κιτρινίζον χρώμα)
και κύριων μέγιστων θλιπτικών $F_c'_{max}=-5 \cdot 10^6$ N (μπλε χρώμα)



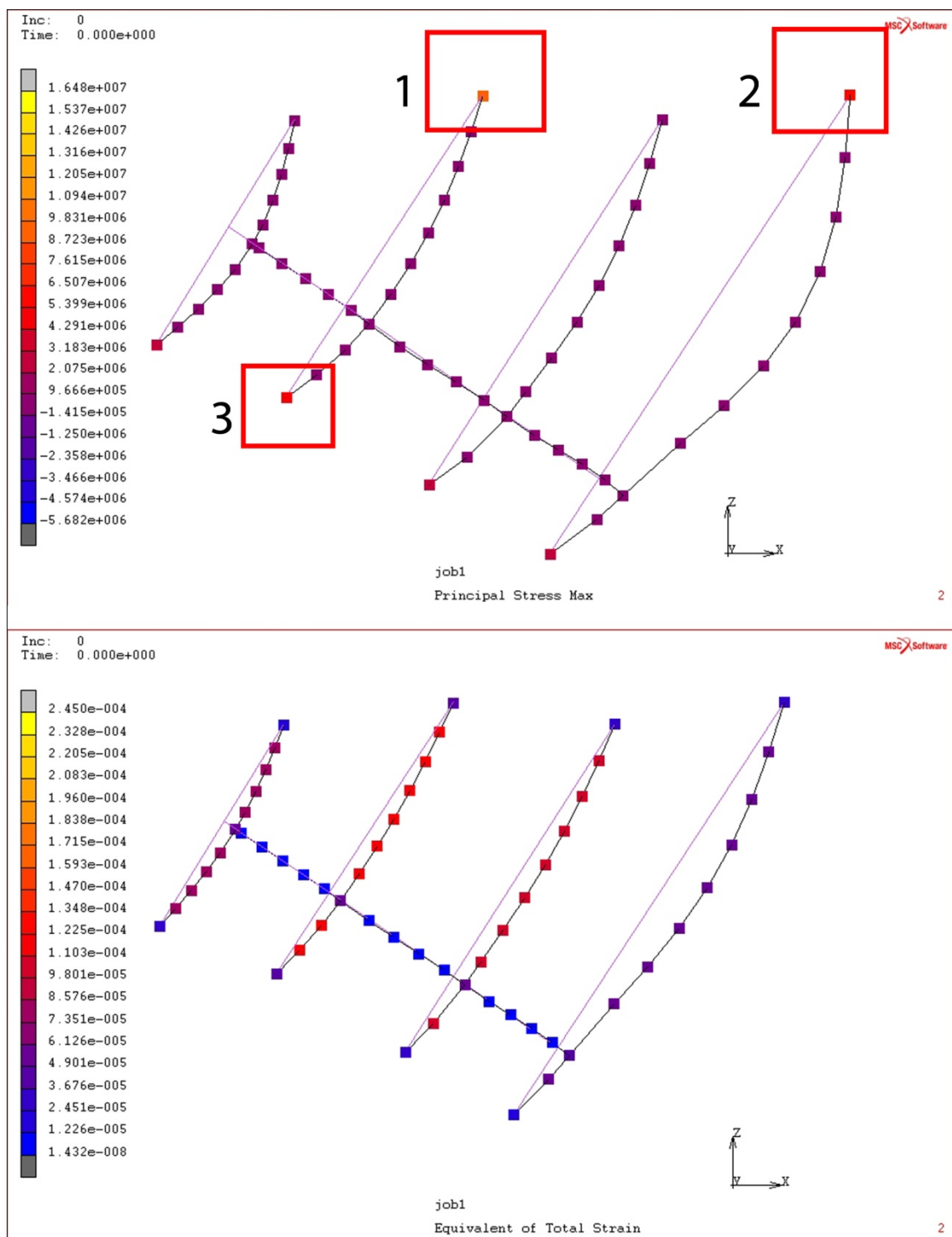
Σχήμα61: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης κοιλοδοκών
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max} \approx 1,595 \cdot 10^{-4}$ m (κίτρινο χρώμα)

Στόχος, κατά την φάση του σχεδιασμού, αποτέλεσε η συμπεριφορά των νέων τμημάτων ως ένας ενιαίος φορέας. Την διεκπεραίωση αυτή, αναρτώνται από τον καρφιά της στέγης και συνδεδεμένες με τα διπλά του για σταδιακή εκτόνωση των δυνάμενων που αναπτύσσονται, αναλαμβάνουν οι στρόγγυλες δοκοί $\Phi=1,8$ cm έχοντας ως ρόλο την συγκράτηση του μεγαλύτερου τμήματος των νέων στοιχείων καθώς συγκρατούν τις κερκίδες, το πατάρι (διεύθυνση περιοδικών εκθέσεων) και μέρος των κλιμακοστασίων.

Αναλύοντας πρώτα τις στρόγγυλες δοκούς όπου αναρτώνται οι κερκίδες (Σχήμα 62), λόγω τις ελευθερίας που εμφανίζουν στο ένα άκρο τους αυτές παρουσιάζουν κατά κύριο λόγο κύριες μέγιστες εφελκυστικές τάσεις έως $F_{t'_{max}}=9,567*10^6$ N και μέγιστες κύριες θλιπτικές $F_{c'_{max}}=-5,681*10^5$ N . Η βορειοδυτική πλευρά τους η οποία συγκρατεί μόνο τις κερκίδες παρουσιάζει $F_{t'_{max}}=9,567*10^6$ N στο άνω μέρος όπου αναρτάται από την στέγη και $F_{t'_{max}}=4,48*10^6$ N στο κάτω μέρος της (Σχήμα 63) . Οι αντίστοιχες ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις ανέρχονται έως $\varepsilon_{max}=1,02*10^{-4}$ m, κυρίως στο άνω τμήμα (Σχήμα 63) . Η κεντρική πλευρά τους η οποία συγκρατεί τις κερκίδες και τα κλιμακοστάσια παρουσιάζει $F_{t'_{max}}=2,681*10^6$ N στο άνω μέρος όπου αναρτάται από την στέγη και $F_{t'_{max}}=4,667*10^6$ N (Σχήμα 64) στο κάτω δεξιά μέρος της. Ακόμη παρουσιάζει κύριες μέγιστες θλιπτικές τάσεις $F_{c'_{max}}=-5,681*10^5$ N στην μέση (Σχήμα 64) . Οι αντίστοιχες ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις ανέρχονται έως $\varepsilon_{max}=1,22*10^{-4}$ m, κυρίως στο άνω τμήμα και $\varepsilon_{max}=1,44*10^{-4}$ m στο κάτω αριστερό τμήμα (Σχήμα 64) . Τέλος, το τρίτο τμήμα στρόγγυλων δοκών παρουσιάζει μέγιστες κύριες εφελκυστικές τάσεις $F_{t'_{max}}=8,728*10^6$ N στο άνω τμήμα όπου αναρτάται από την στέγη και $F_{t'_{max}}=3,691*10^6$ N στο κάτω μέρος της (Σχήμα 65) και μέγιστες κύριες θλιπτικές $F_{c'_{max}}=-2,622*10^6$ N στην μέση. Οι αντίστοιχες ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις ανέρχονται έως $\varepsilon_{max}=1,03*10^{-4}$ m, κυρίως στο άνω τμήμα και $\varepsilon_{max}=1,17*10^{-4}$ m στο κάτω αριστερό τμήμα (Σχήμα 65) .



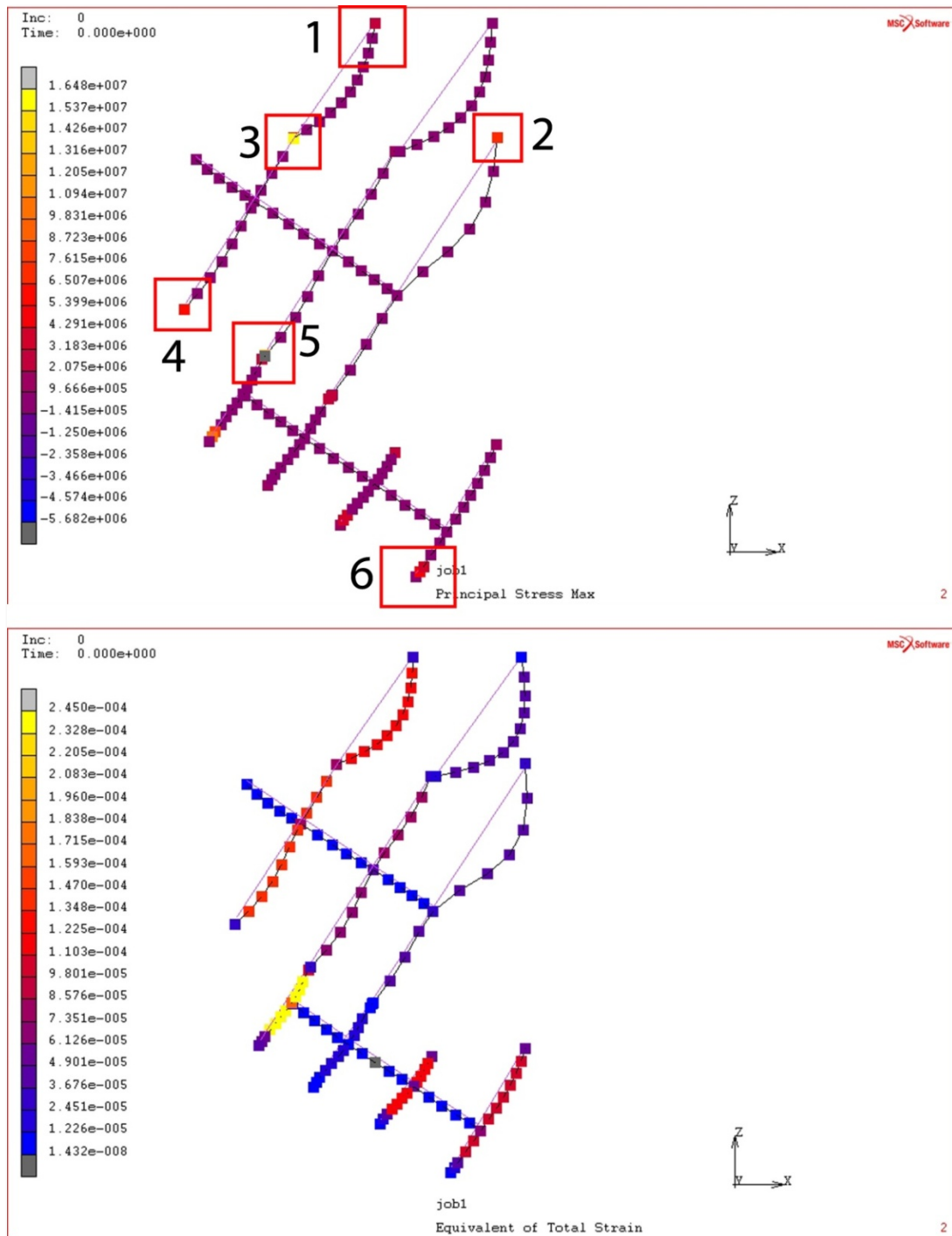
Σχήμα 62: Απεικόνιση στρόγγυλων δοκών που στηρίζουν την κερκίδα



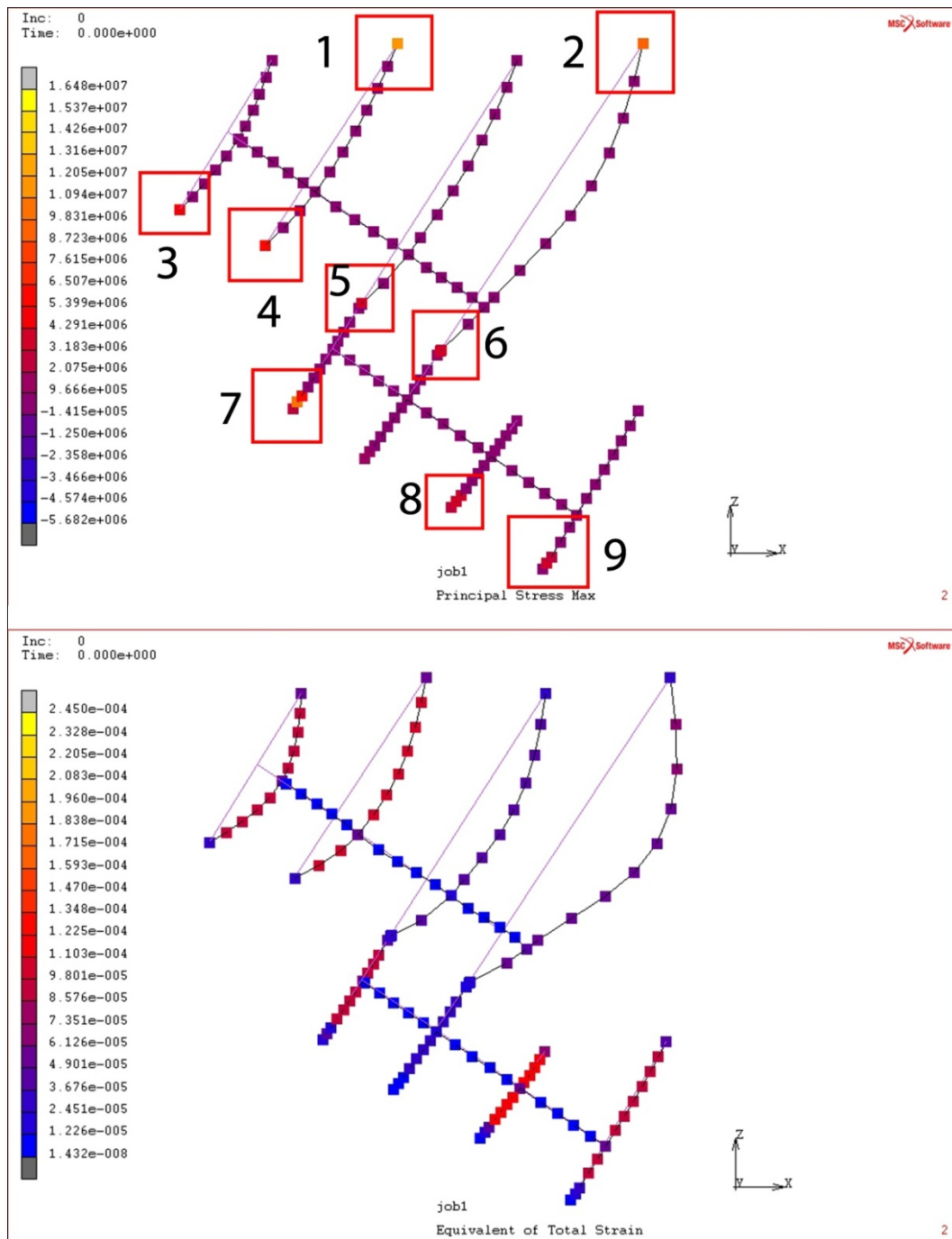
Σχήμα 63: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων βορειοδυτικής πλευράς στρόγγυλων δοκών $\Phi=1.8$ cm

Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών τάσεων $F_{t\max}=9,567 \cdot 10^6$ N (1) , $F_{t\max}=5,596 \cdot 10^6$ N (2) στον άνω μέρος όπου αυτές αναρτώνται από την στέγη και τα διπλά ταυ και $F_{t\max}=4,484 \cdot 10^6$ N (3) στο κάτω μέρος

Κάτω, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης βορειοδυτικής πλευράς στρόγγυλων δοκών
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\varepsilon_{\max}=1,03 \cdot 10^{-4}$ m, κυρίως στο άνω τμήμα και $\varepsilon_{\max}=1,17 \cdot 10^{-4}$ m στο κάτω αριστερό τμήμα



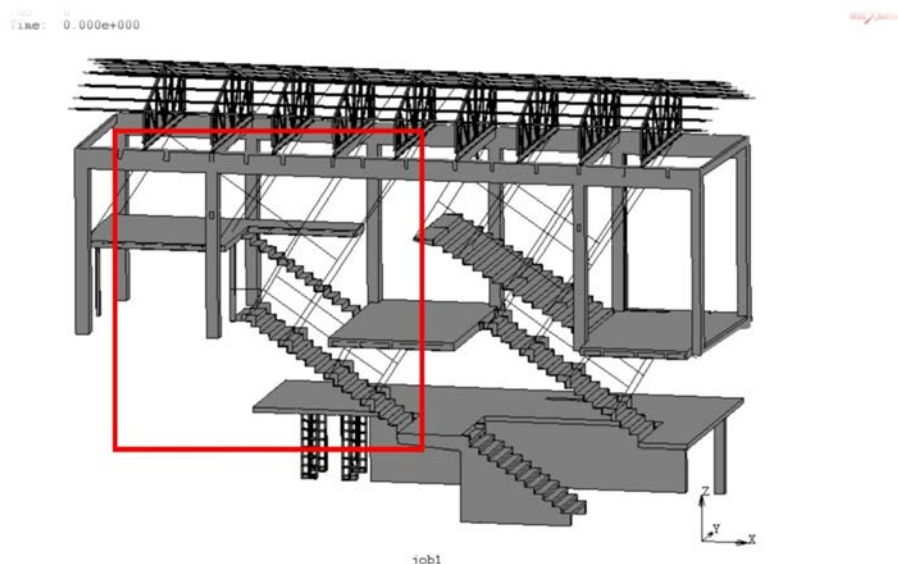
Σχήμα 64: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων κεντρικής πλευράς στρόγγυλων δοκών $\Phi=1.8$ cm
Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών-θλιπτικών τάσεων $F_{t' \max}=2,681 \cdot 10^6$ N (1) , $F_{t' \max}=6,771 \cdot 10^6$
N (2), $F_{t' \max}=5,817 \cdot 10^6$ N (3), $F_{t' \max}=4,935 \cdot 10^6$ N (4), $F_{c' \max}=-5,681 \cdot 10^6$ N (5),
 $F_{t' \max}=4,667 \cdot 10^6$ N (6), στον άνω μέρος όπου αυτές αναρτώνται από την στέγη και τα διπλά ταυ
Κάτω, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης κεντρικής πλευράς στρόγγυλων δοκών
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\varepsilon_{\max}=1,22 \cdot 10^{-4}$ m κυρίως στο άνω τμήμα και
 $\varepsilon_{\max}=1,44 \cdot 10^{-4}$ m στο κάτω αριστερό τμήμα



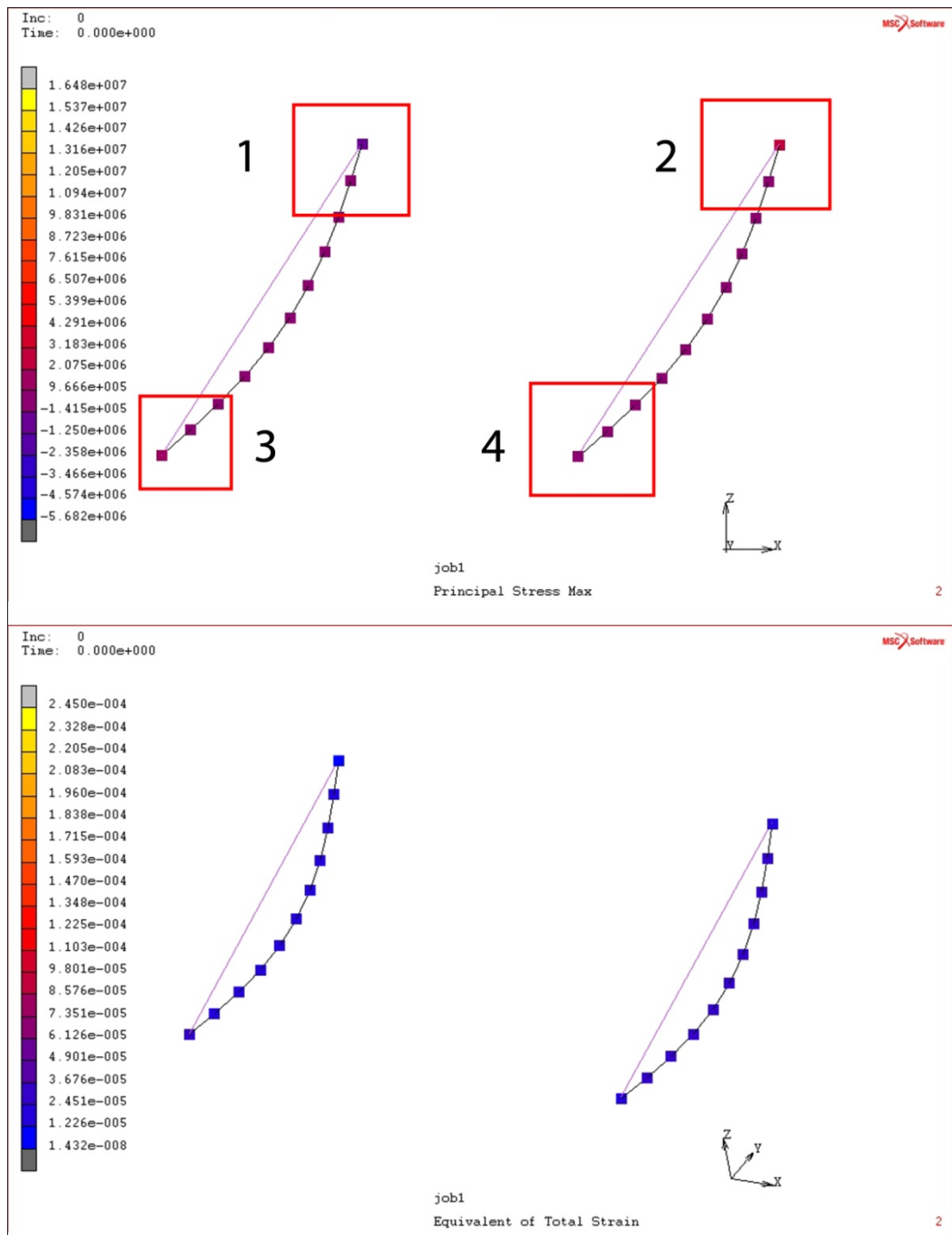
Σχήμα 65: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων ακριανής πλευράς στρόγγυλων δοκών $\Phi=1.8$ cm
 Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών-θλιπτικών τάσεων $F_{t' \max}=1,18 \cdot 10^7$ N (1) , $F_{t' \max}=8,728 \cdot 10^6$ N (2), $F_{t' \max}=4,935 \cdot 10^6$ N (3), $F_{t' \max}=5,662 \cdot 10^6$ N (4), $F_{c' \max}=-6,22 \cdot 10^6$ N (5), $F_{t' \max}=3,613 \cdot 10^6$ N (6), στο άνω μέρος όπου αυτές αναρτώνται από την στέγη και τα διπλά του και $F_{t' \max}=1 \cdot 10^7$ N (7), $F_{t' \max}=4,24 \cdot 10^6$ N (8), $F_{t' \max}=3,691 \cdot 10^6$ N (9), στο κάτω μέρος όπου γίνεται η σύνδεση με τα κλιμακοστάσια
 Κάτω, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης κεντρικής πλευράς στρόγγυλων δοκών
 Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{\max}=1,03 \cdot 10^{-4}$ m κυρίως στο άνω τμήμα και $\epsilon_{\max}=1,17 \cdot 10^{-4}$ m στο κάτω αριστερό τμήμα

Συνεχίζοντας με τις στρόγγυλες δοκούς όπου αναρτάται το πατάρι και μέρος του κλιμακοστασίου (Σχήμα 66) αυτές παρουσιάζουν κατά κύριο λόγο κύριες μέγιστες εφελκυστικές τάσεις έως $F_{t'_{max}}=9,956 \cdot 10^6 \text{ N}$ και μέγιστες κύριες θλιπτικές $F_{c'_{max}}=-1,11 \cdot 10^6 \text{ N}$. Η βορειοδυτική πλευρά τους η οποία συγκρατεί μόνο το πατάρι παρουσιάζει $F_{t'_{max}}=2,438 \cdot 10^6 \text{ N}$ στο άνω μέρος δεξιά όπου αναρτάται από την στέγη και $F_{c'_{max}}=-0,89 \cdot 10^6 \text{ N}$ (Σχήμα 67) . Οι αντίστοιχες ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις ανέρχονται έως $\varepsilon_{max}=3,51 \cdot 10^{-5} \text{ m}$, κυρίως άνω τμήμα (Σχήμα 67) . Η κεντρική πλευρά τους η οποία συγκρατεί τα κλιμακοστάσια και το πατάρι παρουσιάζει $F_{t'_{max}}=4,579 \cdot 10^6 \text{ N}$ στην μέση, $F_{t'_{max}}=4,222 \cdot 10^6 \text{ N}$ στο κάτω μέρος και $F_{c'_{max}}=-0,84 \cdot 10^6 \text{ N}$ πάνω αριστερά όπου συνδέεται με το διπλό ταυ (Σχήμα 68). Οι αντίστοιχες ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις ανέρχονται έως $\varepsilon_{max}=3,12 \cdot 10^{-4} \text{ m}$, κυρίως στο άνω τμήμα και $\varepsilon_{max}=3,98 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ στο κάτω αριστερό τμήμα (Σχήμα 68) . Τέλος, το τρίτο τμήμα παρουσιάζει μέγιστες κύριες εφελκυστικές τάσεις $F_{t'_{max}}=9,956 \cdot 10^6 \text{ N}$ στο άνω τμήμα όπου αναρτάται από την στέγη, $F_{t'_{max}}=3,091 \cdot 10^6 \text{ N}$ στο κέντρο, $F_{t'_{max}}=5,561 \cdot 10^6 \text{ N}$ στο κάτω μέρος και $F_{c'_{max}}=-1,116 \cdot 10^6 \text{ N}$ πάνω αριστερά (Σχήμα 69). Οι αντίστοιχες ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις ανέρχονται έως $\varepsilon_{max}=7,90 \cdot 10^{-4} \text{ m}$, κυρίως στο άνω τμήμα και $\varepsilon_{max}=1,36 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ στο κάτω αριστερό τμήμα (Σχήμα 69) .

Από τα αποτελέσματα κύρια για τις ανώτερες ράβδους που χρησιμοποιήθηκαν συμπεραίνονται ότι τελικά η ανάρτηση δεν λειτούργησε με ικανοποιητικό τρόπο εφ'όσον σε αυτές τις δοκούς έχουν αναπτυχθεί θλιπτικές τάσεις που οδηγούν σε κάμψη τις δοκούς αυτές. Χρήζει περαιτέρω διερεύνησης εάν αυτό οφείλεται στις διατομές των ράβδων και στην ευκαμψία των ζευκτών από τα οποία αναρτώνται ή στην μορφή του δικτύου των πρόσθετων μεταλλικών στοιχείων.

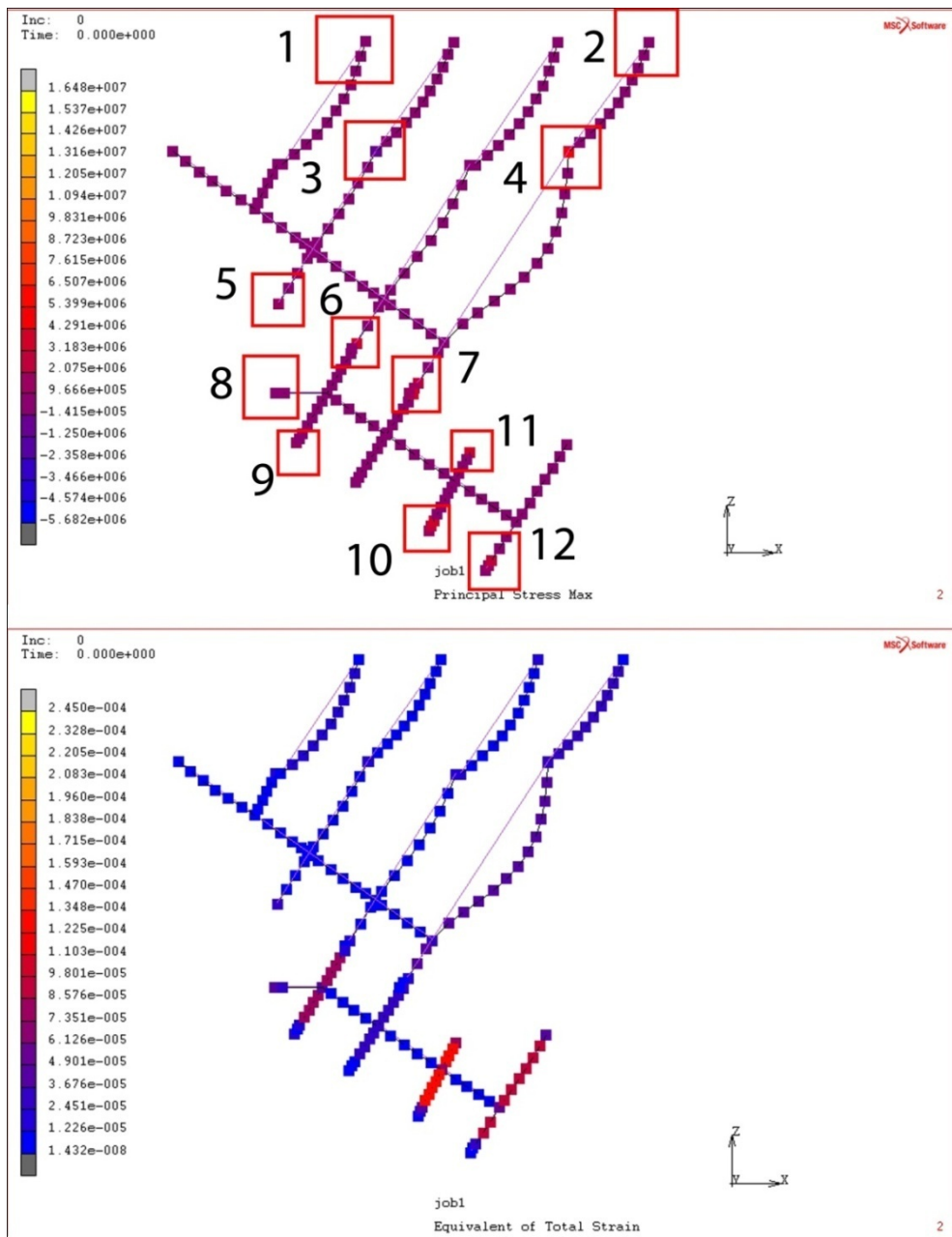


Σχήμα 66: Απεικόνιση στρόγγυλων δοκών που στηρίζουν το πατάρι και μέρος των κλιμακοστασίων



Σχήμα 67: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων βορειοδυτικής πλευράς παταριού στρόγγυλων δοκών

Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών-θλιπτικών τάσεων $F_{c' \max} = 0.89 \times 10^6 \text{ N}$ (1) , $F_{t' \max} = 2,438 \times 10^6 \text{ N}$ (2) στο άνω μέρος και $F_{t' \max} = 1,075 \times 10^6 \text{ N}$ (3), $F_{t' \max} = 5,662 \times 10^6 \text{ N}$ (4), στο άνω μέρος όπου ανασυνδέονται από την στέγη και τα διπλά του και $F_{t' \max} = 1 \times 10^7 \text{ N}$ (7), $F_{t' \max} = 4,24 \times 10^6 \text{ N}$ (8), $F_{t' \max} = 0,47 \times 10^6 \text{ N}$ (9), στο κάτω μέρος όπου γίνεται η σύνδεση με το πατάρι.
 Κάτω, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης βορειοδυτικής πλευράς παταριού στρόγγυλων δοκών
 Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{\max} = 3,51 \times 10^{-5} \text{ m}$ κυρίως άνω τμήμα

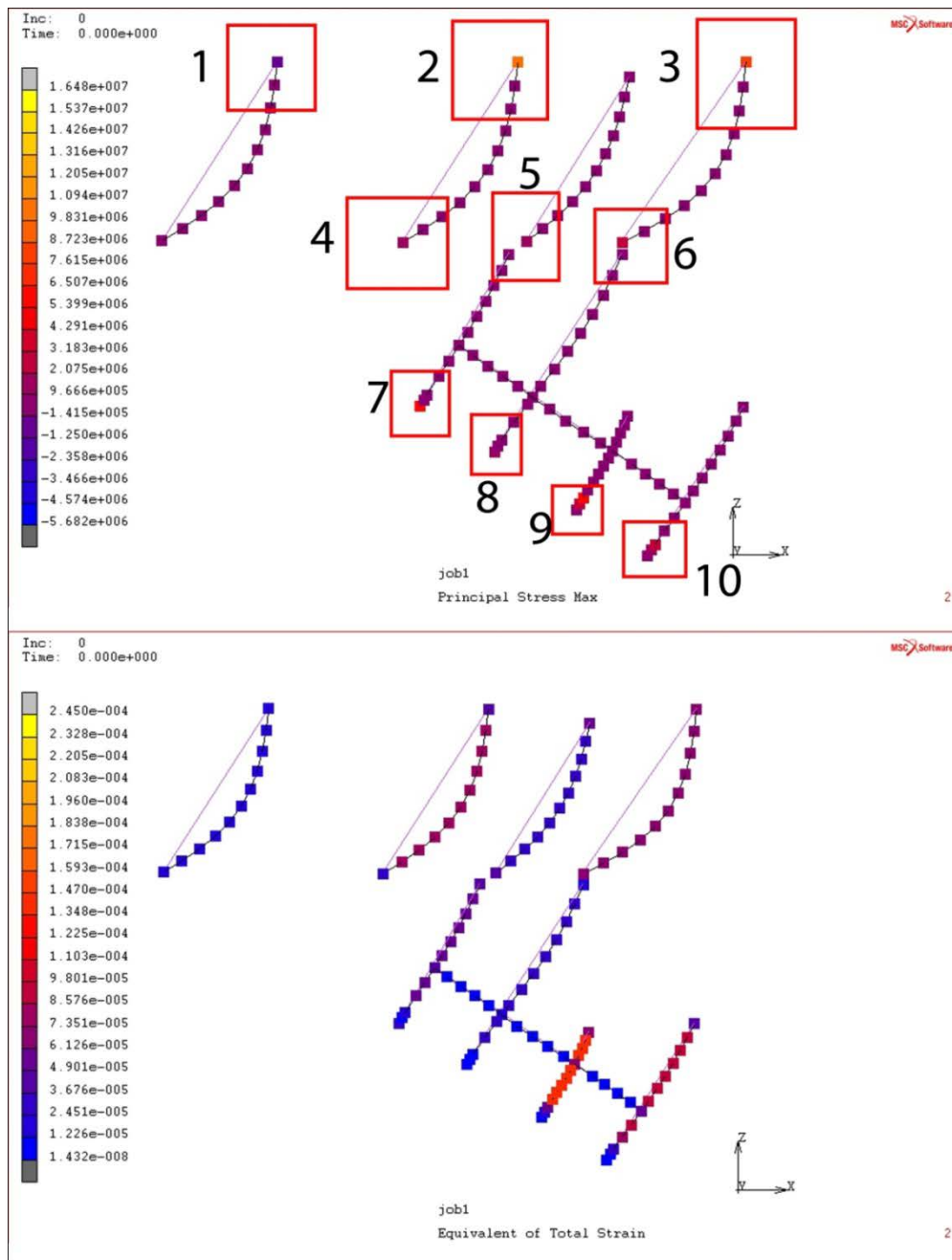


Σχήμα 68: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων βορειοδυτικής πλευράς παταριού στρόγγυλων δοκών

Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών-θλιπτικών τάσεων $F_{C'}_{max} = -0.84 \cdot 10^6 \text{ N}$ (1), $F_{C'}_{max} = 0.87 \cdot 10^6 \text{ N}$ (2) στο άνω μέρος $F_{C'}_{max} = 0.29 \cdot 10^6 \text{ N}$ (3), $F_{t'}_{max} = 4.579 \cdot 10^6 \text{ N}$ (4) στο άνω μέρος στο σημείο όπου γίνεται η σύνδεση με τα διπλά ταυ, $F_{t'}_{max} = 1.164 \cdot 10^6 \text{ N}$ (5), $F_{t'}_{max} = 4.222 \cdot 10^6 \text{ N}$ (6), $F_{t'}_{max} = 3.999 \cdot 10^6 \text{ N}$ (7) στο σημείο όπου γίνεται η σύνδεση με τα κλιμακοστάσια και $F_{C'}_{max} = -0.55 \cdot 10^6 \text{ N}$ (8), $F_{t'}_{max} = 1.309 \cdot 10^6 \text{ N}$ (9), $F_{t'}_{max} = 3.879 \cdot 10^6 \text{ N}$ (10), $F_{t'}_{max} = 3.194 \cdot 10^6 \text{ N}$ (11), $F_{t'}_{max} = 2.396 \cdot 10^6 \text{ N}$ (12) στην κάτω πλευρά.

Κάτω, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης βορειοδυτικής πλευράς παταριού στρόγγυλων δοκών

Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max} = 3.12 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ κυρίως στο άνω τμήμα και $\epsilon_{max} = 3.98 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ στο κάτω αριστερό τμήμα



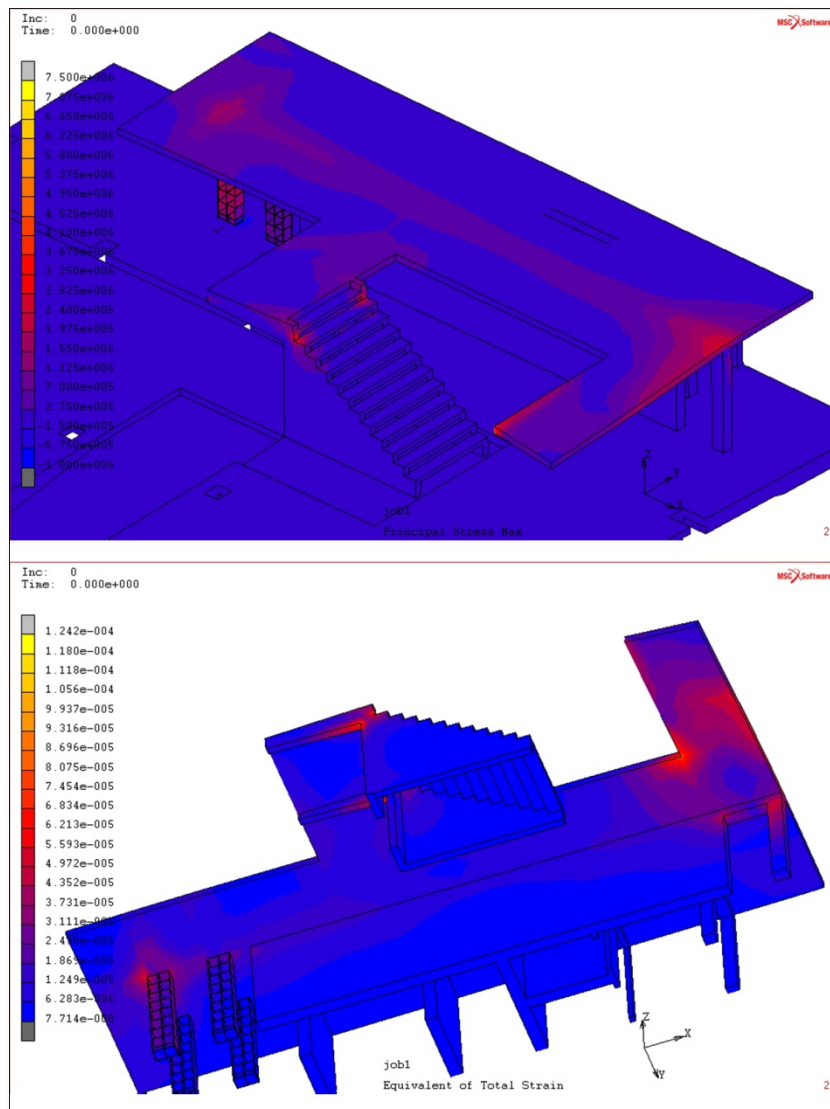
Σχήμα 69: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων βορειοδυτικής πλευράς παταριού στρόγγυλων δοκών

Εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών-θλιπτικών τάσεων $F_{c'}_{max} = -1,115 \cdot 10^6 \text{ N}$ (1) , $F_{t'}_{max} = 9,956 \cdot 10^6 \text{ N}$ (2), $F_{t'}_{max} = 8,034 \cdot 10^6 \text{ N}$ (3) στο άνω μέρος, $F_{t'}_{max} = -1,012 \cdot 10^6 \text{ N}$ (4), $F_{t'}_{max} = 1,159 \cdot 10^6 \text{ N}$ (5), $F_{t'}_{max} = 3,091 \cdot 10^6 \text{ N}$ (6) στη μέση όπου γίνεται η σύνδεση με το πατάρι και $F_{t'}_{max} = 5,561 \cdot 10^6 \text{ N}$ (7), $F_{t'}_{max} = 1,181 \cdot 10^6 \text{ N}$ (8), $F_{t'}_{max} = 5,411 \cdot 10^6 \text{ N}$ (9), $F_{t'}_{max} = 2,384 \cdot 10^6 \text{ N}$ (10) στην κάτω πλευρά.

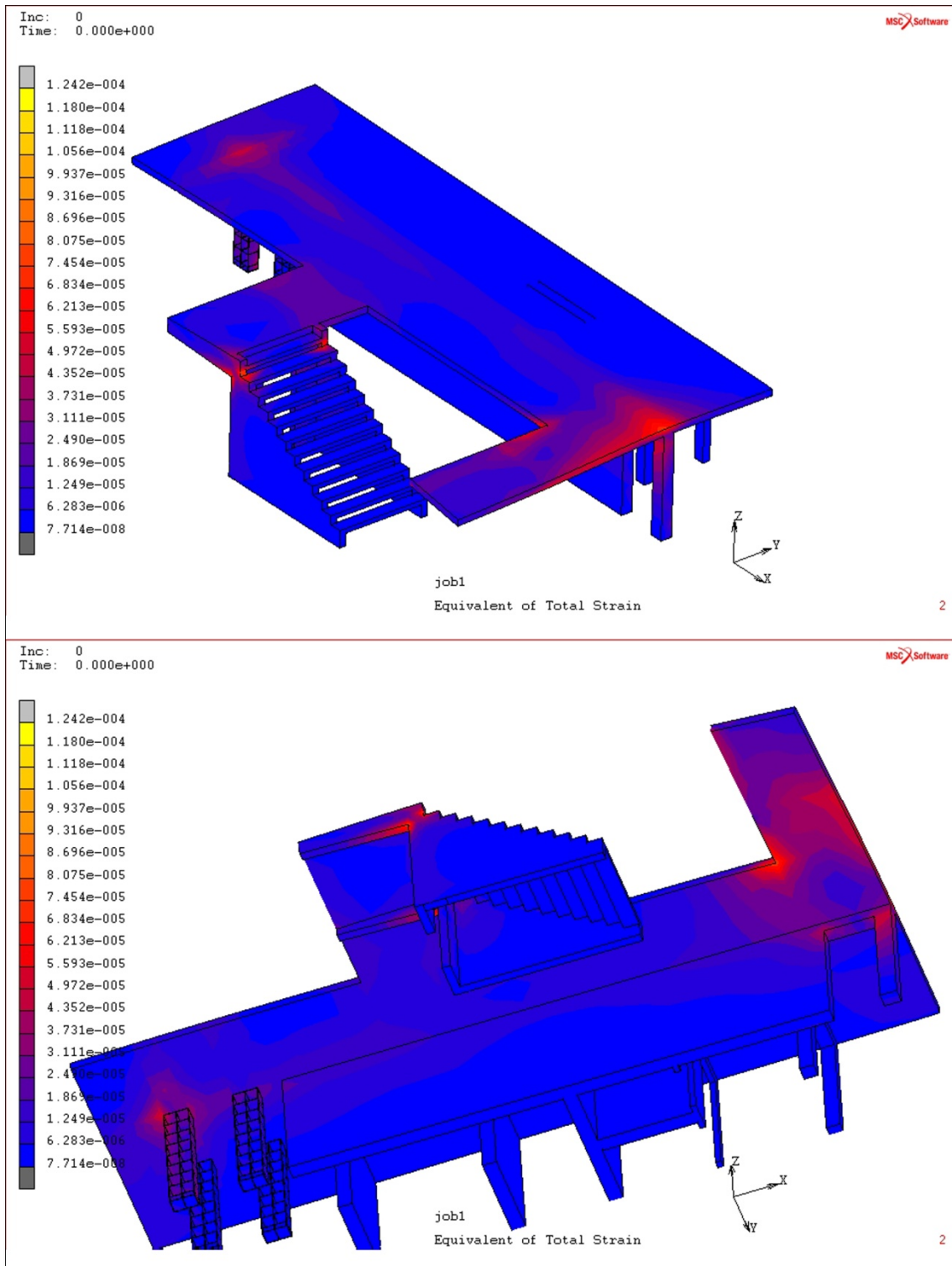
Κάτω, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης βορειοδυτικής πλευράς παταριού στρόγγυλων δοκών

Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\epsilon_{max} = 7,90 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ κυρίως στο άνω τμήμα και $\epsilon_{max} = 1,36 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ στο κάτω αριστερό τμήμα

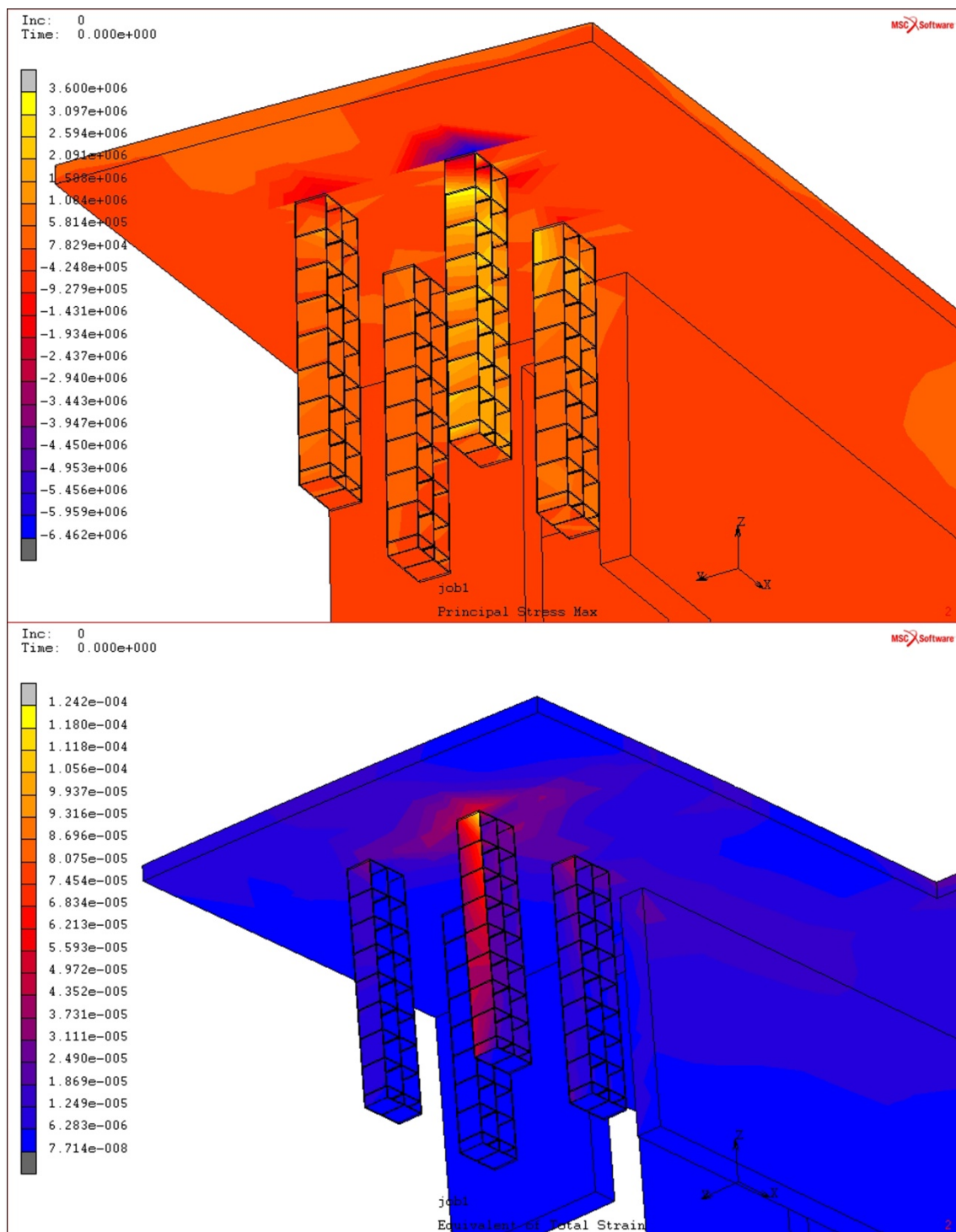
Τελειώνοντας, το ημιεπίπεδο οπλισμένου σκυροδέματος του ισογείου επιπέδου, αποτελώντας μέρος των περιοδικών εκθέσεων, εμφανίζει κύριες μέγιστες εφελκυστικές τάσεις $F_{t,max}=3,675 \cdot 10^6$ N και θλιπτικές θλιπτικές τα $F_{c,max}=-6,462 \cdot 10^6$ N (Σχήμα 70). Βεβαία, όπως προαναφέρθηκε, εντοπίζεται σημείο όπου λόγω ανάπτυξης κύριων εφελκυστικών τάσεων $F_{t,max}=3,675 \cdot 10^6$ N ξεπερνιέται το όριο θραύσης $F_{tmaxπλακάςκυρ.}=2,56 \cdot 10^6$ N/m² του υλικού. Εν συντομία παρατηρούνται εφελκυστικές τάσεις στο σημείο όπου από κάτω υπάρχει ο κύριος τοίχος οπλισμένου σκυροδέματος καθώς και στα σημεία όπου υπάρχουν (από κάτω) υποστυλώματα ενώ θλιπτικές τάσεις αναπτύσσονται εκατέρωθεν του τοίχου και στο σημείο των μεταλλικών υποστυλωμάτων του βορειοανατολικού τμήματος (Σχήμα 72). Αντίστοιχα οι ισοδύναμες συνολικές παραμορφώσεις φτάνουν έως $\varepsilon_{max}=6,83 \cdot 10^{-5}$ m για το οπλισμένο σκυρόδεμα και $\varepsilon_{max}=1,18 \cdot 10^{-4}$ m (Σχήμα 70-71) για τα μεταλλικά υποστυλώματα (Σχήμα 72).



Σχήμα 70: Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων οπλισμένου σκυροδέματος (κάτοψη άνω και άνοψη κάτω)
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-6,462 \cdot 10^6$ N (θλιπτικές) έως $3,675 \cdot 10^6$ N (εφελκυστικές)



Σχήμα 71: Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης οπλισμένου σκυροδέματος (κάτοψη άνω και άνοψη κάτω)
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\varepsilon_{max}=6,83 \cdot 10^{-5}$ m



Σχήμα 72: Πάνω, Απεικόνιση μέγιστων κυρίων τάσεων οπλισμένου σκυροδέματος και μεταλλικών υποστυλωμάτων
Εύρος μέγιστων κύριων τάσεων από $-6,462 \cdot 10^6$ N (θλιπτικές) έως $3,675 \cdot 10^6$ N (εφελκυστικές)
Κάτω, Απεικόνιση ισοδύναμης συνολικής παραμόρφωσης οπλισμένου σκυροδέματος και μεταλλικών υποστυλωμάτων
Μέγιστη τιμή παραμόρφωσης $\varepsilon_{max} = 6,83 \cdot 10^{-5}$ m για το οπλισμένο σκυρόδεμα και $\varepsilon_{max} = 1,18 \cdot 10^{-4}$ m για τα μεταλλικά υποστυλώματα

5.5. Αποτελέσματα ιδιομορφικής ανάλυσης

Το δεύτερο μέρος της εν λόγω διπλωματικής εργασίας αφορά την εύρεση του φάσματος των ιδιομορφών των δυο μοντέλων και την σύγκριση μεταξύ τους προκειμένου να διαπιστωθεί κατά πόσον αυτό επηρεάστηκε, με την νέα πρόταση μελέτης, από τα νέα στοιχεία.

Για την επίτευξη αυτής της διαδικασίας χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Marc, έγινε ιδιομορφική ανάλυση στο υφιστάμενο μοντέλο για την εύρεση των πρώτων 40 ιδιομορφών. Οι συχνότητες ταλάντωσης των δομικών στοιχείων του μοντέλου, όπως αυτές πρόέκυψαν, κυμάνθηκαν μεταξύ 20-50 Hz (Πίνακας 10). Λαμβάνοντας υπόψη αυτό το φάσμα συχνοτήτων, πραγματοποιήθηκε η ίδια διαδικασία για το νέο μοντέλο και η σύγκριση μεταξύ τους, για να διαπιστωθούν αν οι συχνότητες του νέου, με τα επιμέρους στοιχεία που πλέον αυτό φέρει, βρίσκονται κοντά ή όχι στις τιμές του υφιστάμενου, αλλά και για να εντοπιστούν νέες τιμές που διεγείρουν την νέα κατασκευή (Πίνακας 11).

Α/Α	Υφιστάμενο μοντέλο			Νέο μοντέλο		
	Γεωμετρικά στοιχεία			Γεωμετρικά στοιχεία		
	Φερουσα τοιχοποιία Hz	Οπλισμένο σκυρόδεμα Hz	Στέγη Hz	Φερουσα τοιχοποιία Hz	Οπλισμένο σκυρόδεμα Hz	Στέγη Hz
1	26.94	26.94	20.49	26.90	28.32	20.46
2	29.86	32.31	26.94	29.42	32.20	25.53
3	37.80	34.58	34.58	37.85	34.38	35.58
4	39.49	35.21	37.14	39.19	35.58	37.20
5	41.84	36.09	39.49	40.80	36.22	39.48
6	42.58	39.49	41.44	43.61	39.80	41.18
7	46.00	41.32	43.56	46.54	42.00	43.64
8	49.81	41.44	45.92	49.57	42.21	44.92
9	-	41.84	46.40	-	43.38	46.14
10	-	43.86	47.64	-	44.92	47.98
11	-	46.40	48.49	-	46.82	48.30
12	-	49.81	-	-	49.57	-

Πίνακας10: Τιμές ιδιοσυχνοτήτων υφιστάμενου και νέου μοντέλου

Παρατηρήθηκε ότι, για τον νέο μοντέλο, προκύπτουν νέες ιδιοσυχνότητες στις οποίες το ποσοστό συμμετοχής μάζας και η συνολική μετατόπιση κυμαίνονται σε παρεμφερή επίπεδα με αυτά των ιδιοσυχνοτήτων που βρίσκονται κοντά μεταξύ τους για τα δύο μοντέλα (Πίνακας 11).

Α/Α	Νέο μοντέλο		
	Γεωμετρικά στοιχεία		
	Φέρουσα τοιχοποιία Hz	Οπλισμένο σκυρόδεμα Hz	Στέγη Hz
1	25.49	20.52	39.19
2	28.02	33.43	40.08
3	28.71	37.20	49.57
4	36.05	45.18	-
5	37.65	46.96	-
6	42.65	48.30	-
7	44.92	-	-
8	46.96	-	-

Πίνακας 11: Νέες τιμές ιδιοσυχνοτήτων για το μοντέλο της νέας πρότασης

Τα παραπάνω παρουσιάζονται υπό την μορφή διαγραμμάτων συχνοτήτων συναρτήσει μετατόπισης (Frequency-Displacement) και συχνοτήτων συναρτήσει ποσοστού συμμετοχής μάζας (Frequency-Modal mass). Ειδικά το τελευταίο στην συγκεκριμένη διαδικασία αποδεικνύεται ένα ουσιαστικά χρήσιμο εργαλείο κατανόησης- διεξαγωγής αποτελεσμάτων δεδομένου ότι λόγω της πολυπλοκότητας της νέας πρότασης μελέτης (λεπτά νέα στοιχεία έναντι στιβαρών ήδη υφιστάμενων) κρίθηκε αδύνατη η εύρεση των συχνοτήτων διέγερσης της αναλύοντας μόνο τις μετατοπίσεις που αυτή υφίσταται.

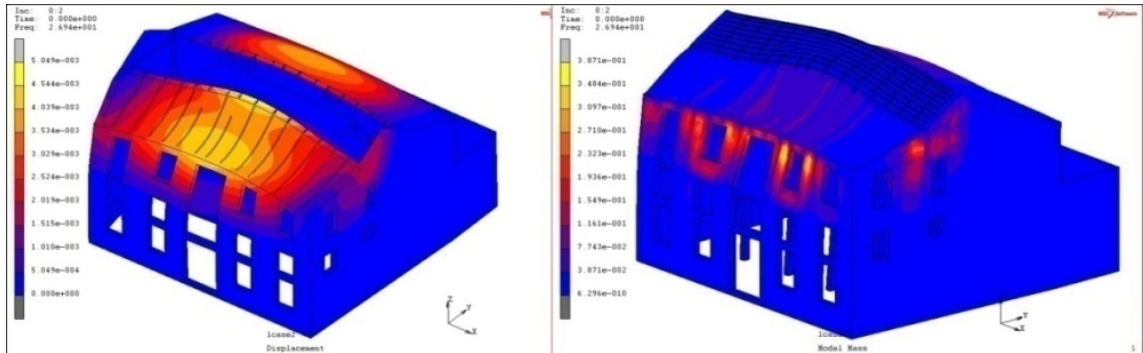
5.5.1. Αποτελέσματα συχνοτήτων διέγερσης φέρουσας τοιχοποιίας

Οι κύριες ταλαντώσεις, σε ότι αφορά το μοντέλο της υφιστάμενης κατάστασης, παρουσιάζονται στο σημείο της βορειοδυτικής όψης όπου χρονικά αποτελεί την πιο πρόσφατη προσθήκη που έγινε στο κτίριο. Η Νοτιοανατολική όψη επηρεάζεται λιγότερο εμφανίζοντας κυρίως ταλαντώσεις στο άνω άκρο της. Αυτό συμβαίνει δεδομένου ότι το κτίριο, στους ακριανούς τοίχους, παρουσιάζει κοινή μεσοτοιχία επομένως έχει προσομοιαστεί ως άρθρωση (Displacement X=Displacement Y=0) με βαθμό ελευθερίας αυτό της μετατόπισης του κάθετου άξονα z.

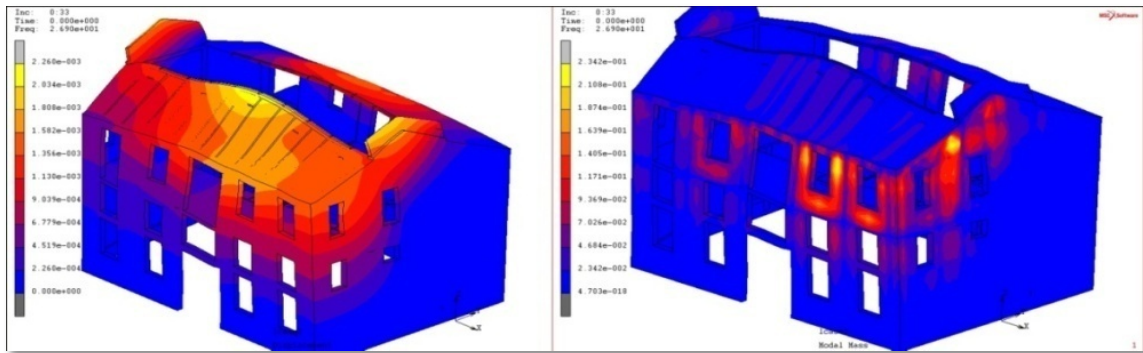
Η νέα πρόταση μελέτης παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά και τούτο διότι δεν έχει γίνει μεγάλη αλλαγή σε ότι αφορά τα δομικά στοιχεία του καθώς το μεγαλύτερο φορτίο των νέων στοιχείων αναρτώνται από τις στρόγγυλες δοκούς οι οποίες έχουν μικρή μάζα και δυσκαμψία και συνεπώς λίγο επηρεάζουν την συνολική μάζα και δυσκαμψία της κατασκευής.

Για το πρώτο μοντέλο η πρώτη ιδιομορφή αφορά κυρίως το άνω βορειοδυτικό τμήμα της φέρουσας τοιχοποιίας, πράγμα που το περιμέναμε διότι η στέγη της κατασκευής είναι από τα στοιχεία που αρχίζουν πρώτα συνήθως να ταλαντώνονται, ενώ οι επόμενες διεγείρουν το μεγαλύτερο μέρος της.

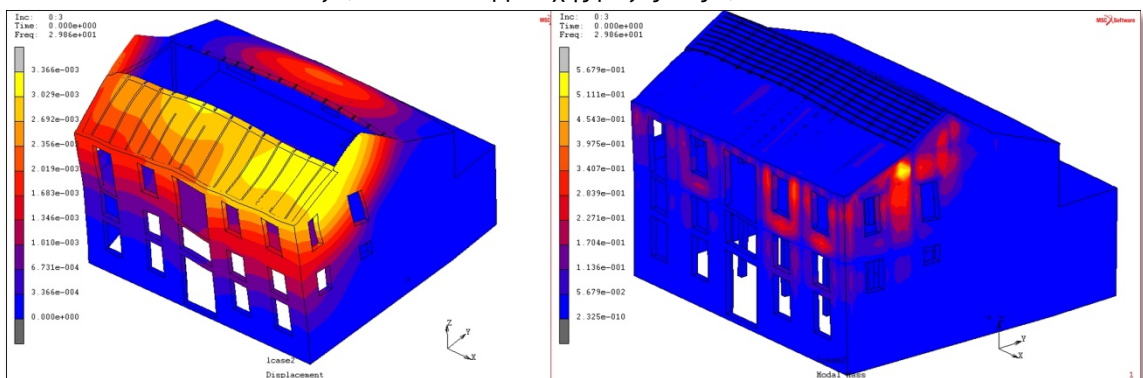
Για το νέο μοντέλο οι συχνότητες ταλάντωσης εμφανίζουν παραπλήσια συμπεριφορά με την μόνη διαφορά ότι διαφοροποιείται το ποσοστό συμμετοχής της μάζας και της μετατόπισης, σε ορισμένες περιπτώσεις, ελαφρώς μειωμένο.



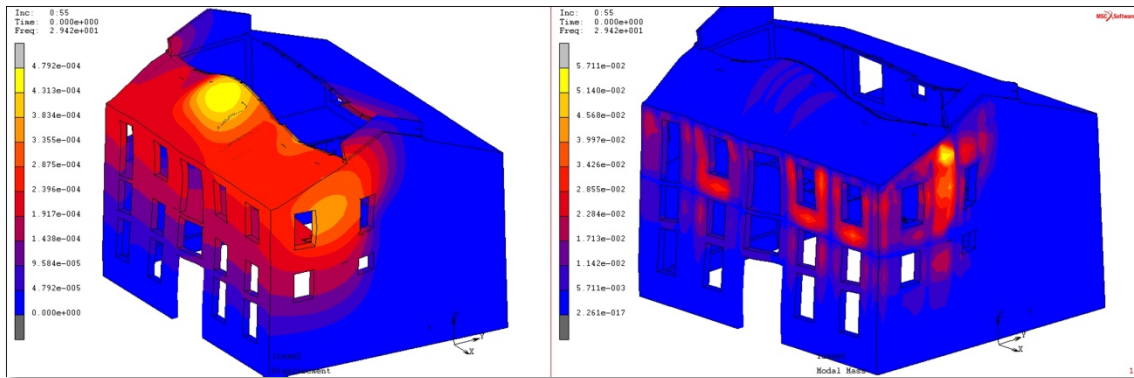
Σχήμα 73: Αριστερά, Πρώτη συχνότητα ταλάντωσης (26,94 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από 10^{-3} (μωβ χρώμα) έως $5 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $3,87 \cdot 10^{-1} \%$



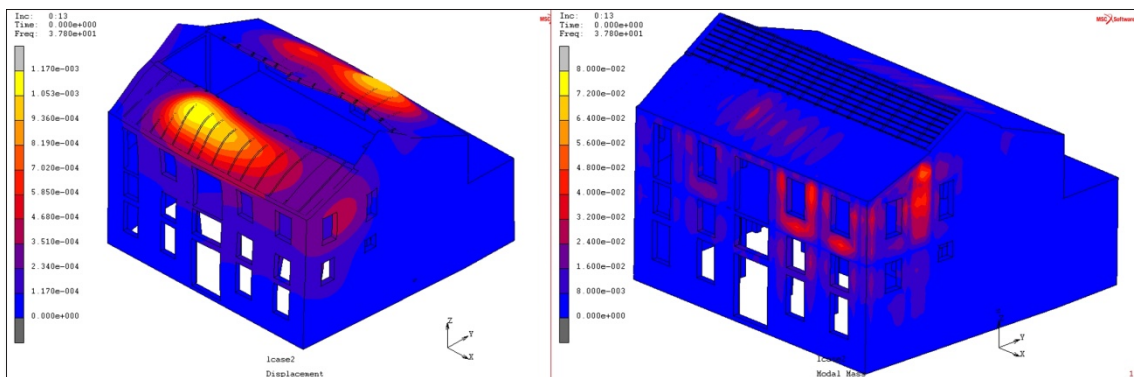
Σχήμα 74: Αριστερά, Κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (26,9 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,26 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $1,808 \cdot 10^{-3}$ (πορτοκαλί χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,342 \cdot 10^{-1} \%$



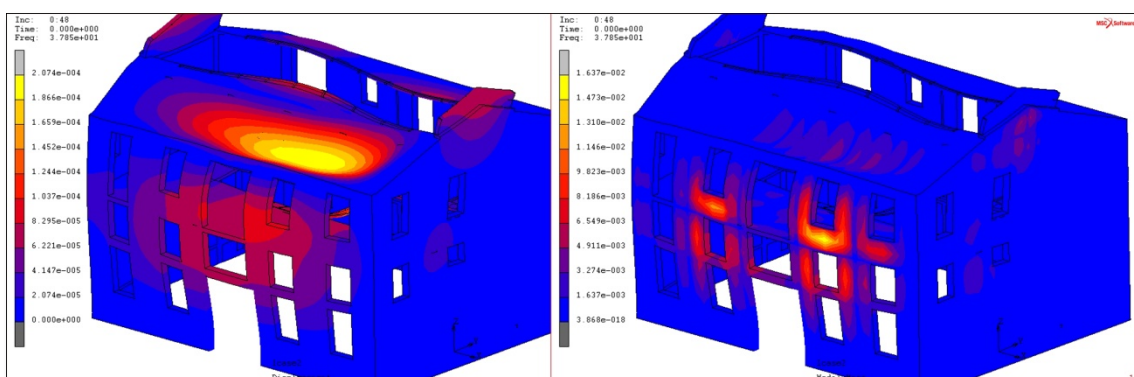
Σχήμα 75: Αριστερά, δεύτερη συχνότητα ταλάντωσης (29,86 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $3,36 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $3,36 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $5,679 \cdot 10^{-1} \%$



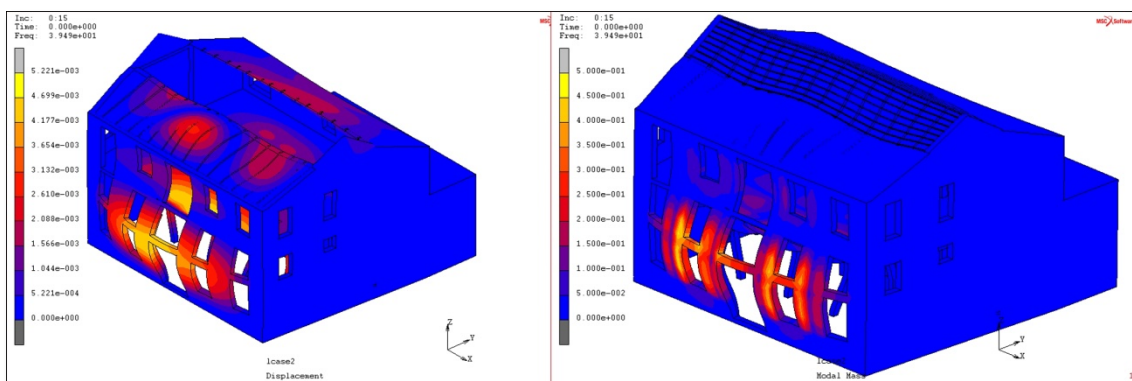
Σχήμα 76: Αριστερά, Κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (29,42 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $4,79 \cdot 10^{-5}$ (μπλε χρώμα) έως $4,79 \cdot 10^{-4}$ (πορτοκαλί χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $5,71 \cdot 10^{-2} \%$



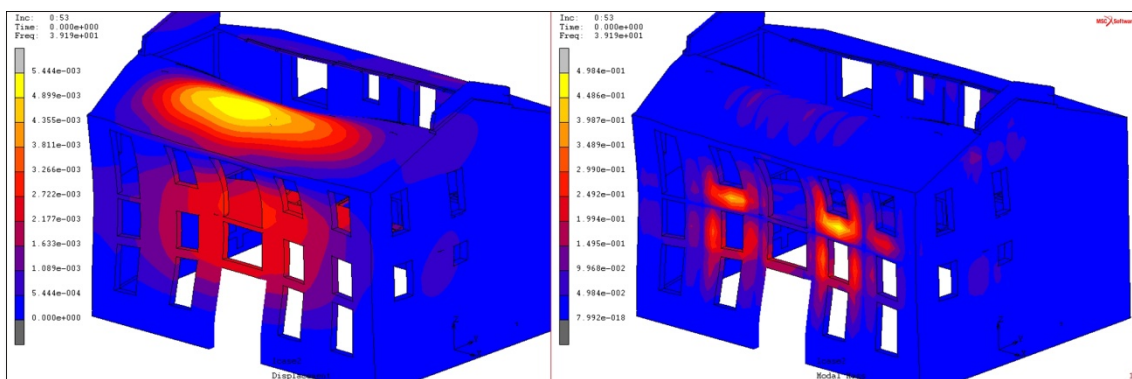
Σχήμα 77: Αριστερά, τρίτη συχνότητα ταλάντωσης (37,8 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,17 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $4,68 \cdot 10^{-3}$ (μωβ χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $5,6 \cdot 10^{-2} \%$



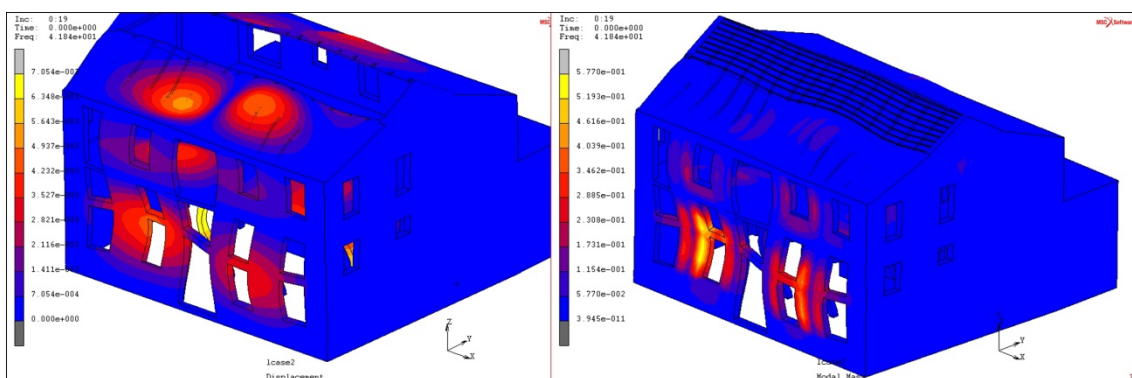
Σχήμα 78: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (37,85 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,07 \cdot 10^{-5}$ (μπλε χρώμα) έως $1,45 \cdot 10^{-3}$ (κοκκινωπό χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,637 \cdot 10^{-2} \%$



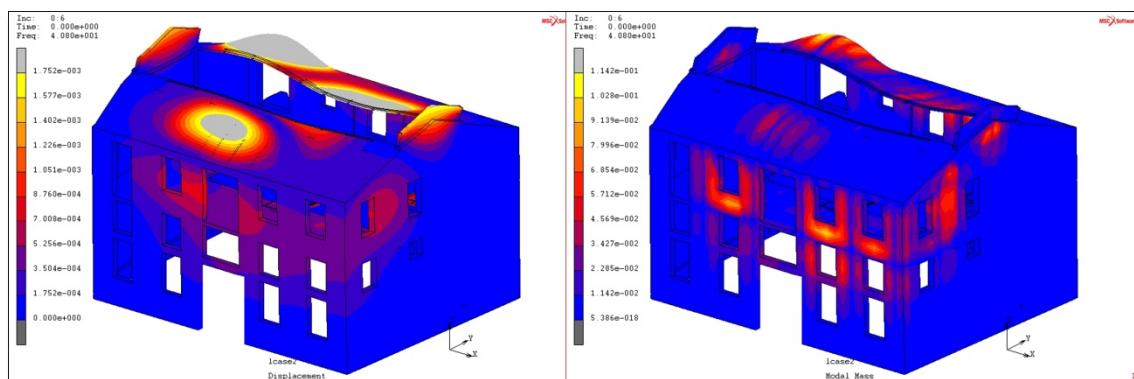
Σχήμα 79: Αριστερά, τέταρτη συχνότητα ταλάντωσης (39,49 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $5,22 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $4,69 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $5 \cdot 10^{-1} \%$



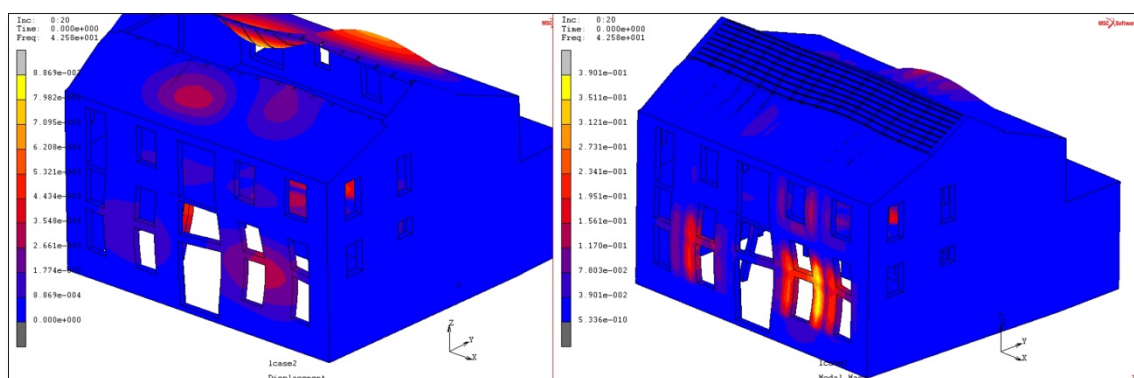
Σχήμα 80: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (39,19 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $5,44 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $3,81 \cdot 10^{-3}$ (κοκκινωπό χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $4,86 \cdot 10^{-1} \%$



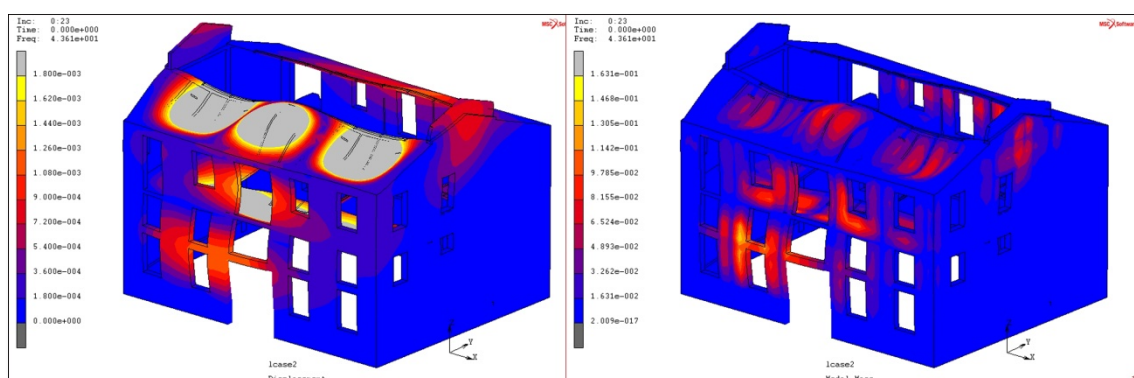
Σχήμα 81: Αριστερά, πέμπτη συχνότητα ταλάντωσης (41,84 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $7,05 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $4,93 \cdot 10^{-3}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $5,77 \cdot 10^{-1} \%$



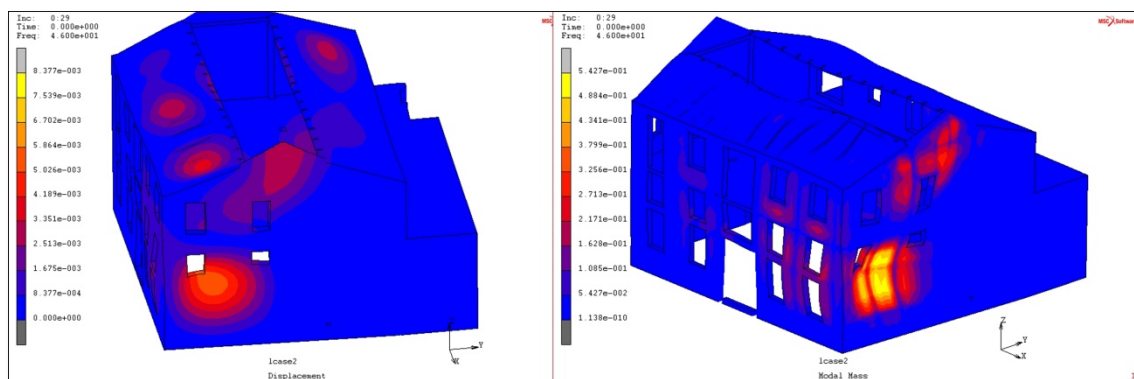
Σχήμα 82: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (40,8 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,75 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $1,22 \cdot 10^{-3}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,14 \cdot 10^{-1} \%$



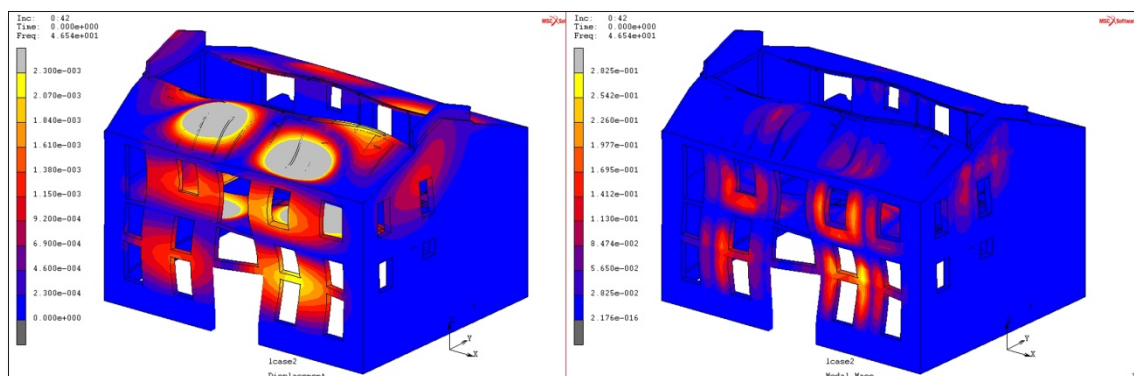
Σχήμα 83: Αριστερά, έκτη συχνότητα ταλάντωσης (42,58 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $8,86 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $3,54 \cdot 10^{-3}$ (μπορντό χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $3,9 \cdot 10^{-1} \%$



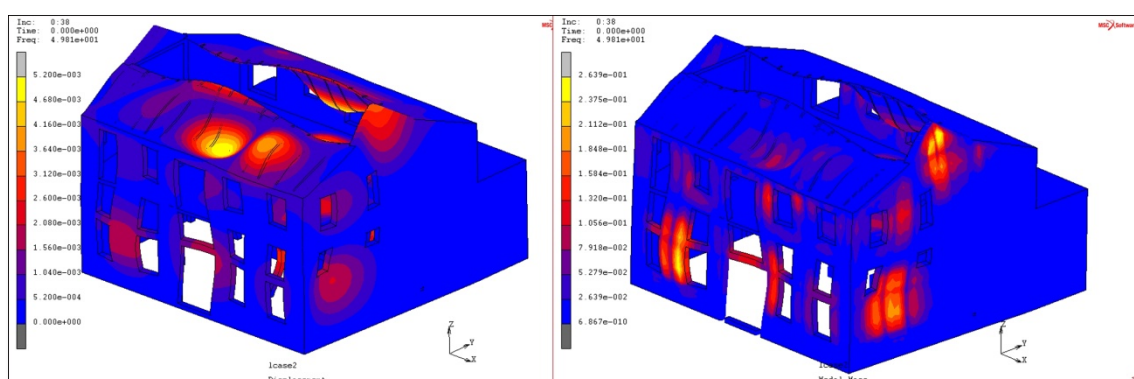
Σχήμα 84: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (43,61Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,8 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $1,44 \cdot 10^{-3}$ (πορτοκαλί χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,63 \cdot 10^{-1} \%$



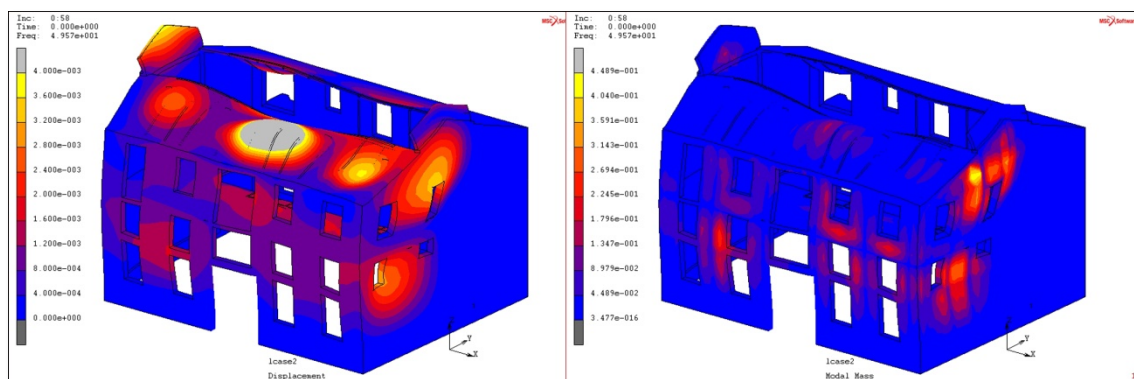
Σχήμα 85: Αριστερά, έβδομη συχνότητα ταλάντωσης (46 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $8,37 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $5,86 \cdot 10^{-3}$ (πορτοκαλί χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $5,42 \cdot 10^{-1} \%$



Σχήμα 86: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (46,54 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,3 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $2,3 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,82 \cdot 10^{-1} \%$

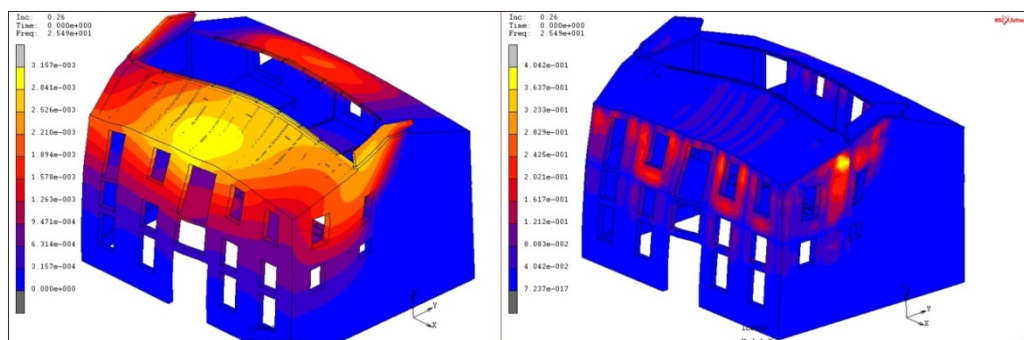


Σχήμα 87: Αριστερά, όγδοη συχνότητα ταλάντωσης (49,81 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $5,2 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $3,12 \cdot 10^{-3}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,63 \cdot 10^{-1} \%$

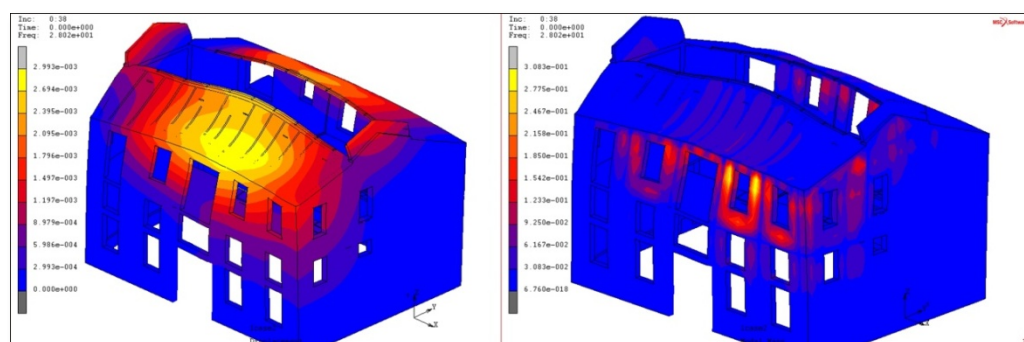


Σχήμα 88: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (49,57 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $4 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $3,6 \cdot 10^{-3}$ (έντονο πορτοκαλί χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $4,48 \cdot 10^{-1} \%$

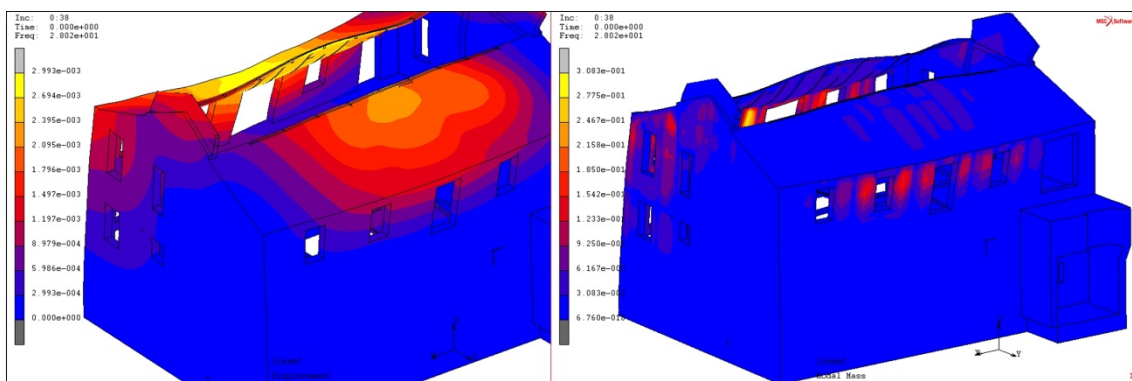
Δεδομένης της πολυπλοκότητας της κατασκευής, των επιμέρους νέων στοιχείων και της διαφορετικότητας ως προς τις μηχανικές ιδιότητες των υλικών που τα νέα φέρουν είναι εύλογο να προκύψουν επιμέρους τιμές διέγερσης των δομικών στοιχείων της κατασκευής. Τέλος, παρατηρήθηκε ότι αυτές εμφανίζονται λίγο πριν ή λίγο μετά τις προαναφερθείσες τιμές συχνοτήτων (Σχήμα 89-97).



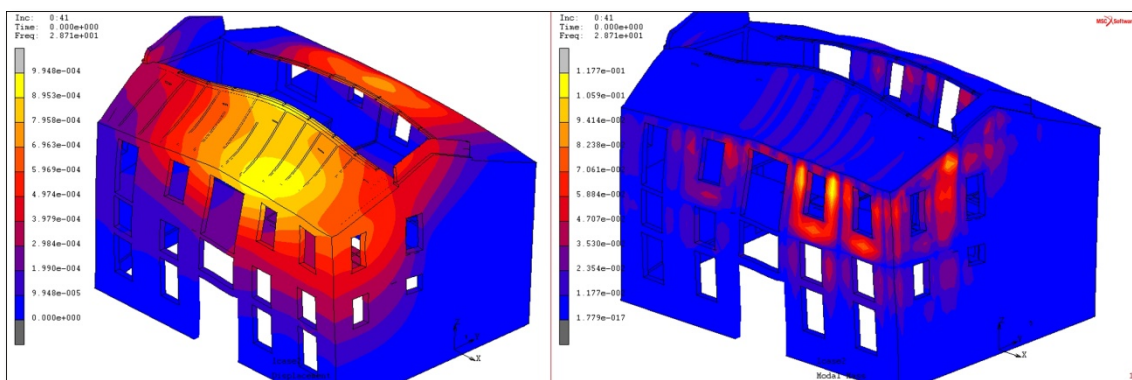
Σχήμα 89: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (25,49 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $3,15 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $2,84 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $3,63 \cdot 10^{-1} \%$



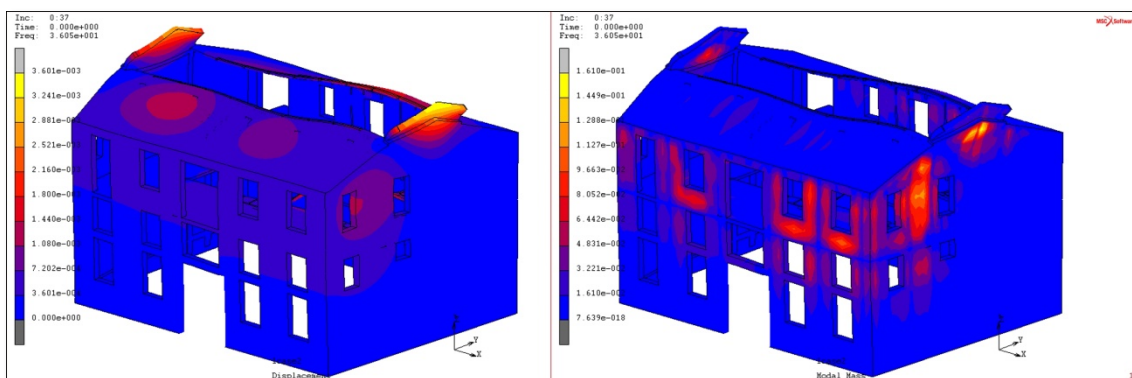
Σχήμα 90: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (28,02 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,99 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $2,64 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,77 \cdot 10^{-1} \%$



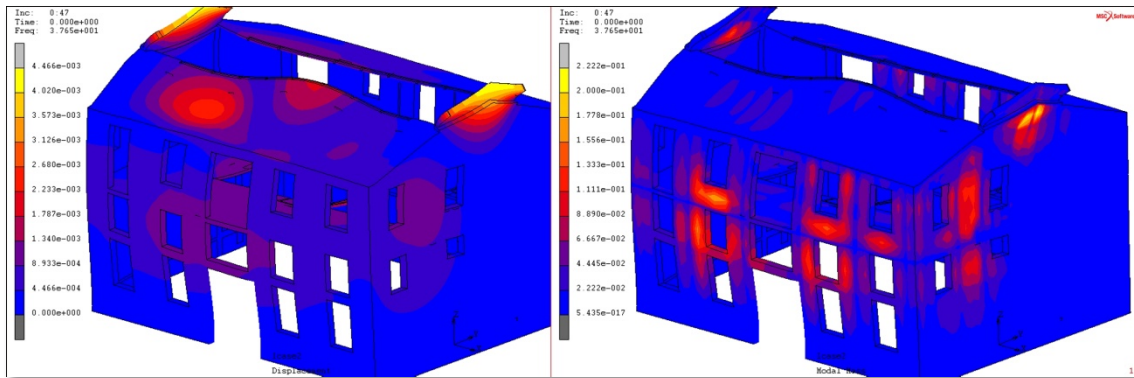
Σχήμα 91: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (28,02 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,99 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $2,09 \cdot 10^{-3}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,85 \cdot 10^{-1} \%$



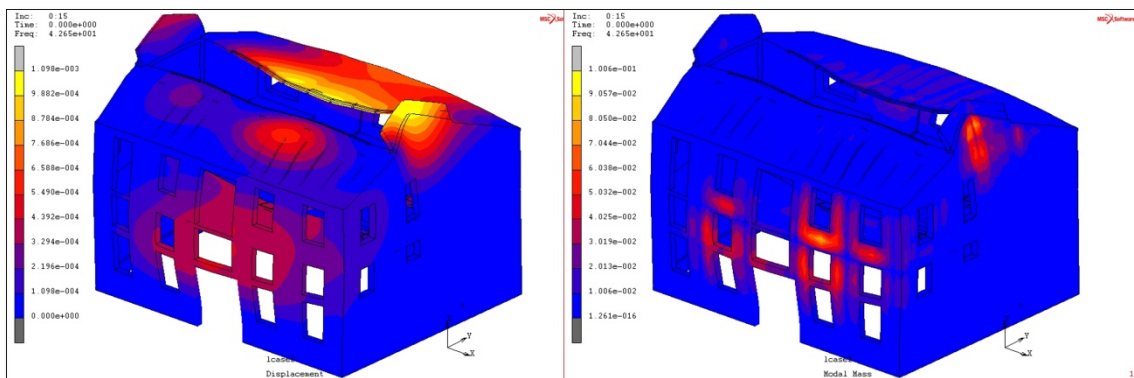
Σχήμα 92: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (28,70 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $9,94 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $8,95 \cdot 10^{-4}$ (κίτρινοχρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,05 \cdot 10^{-1} \%$



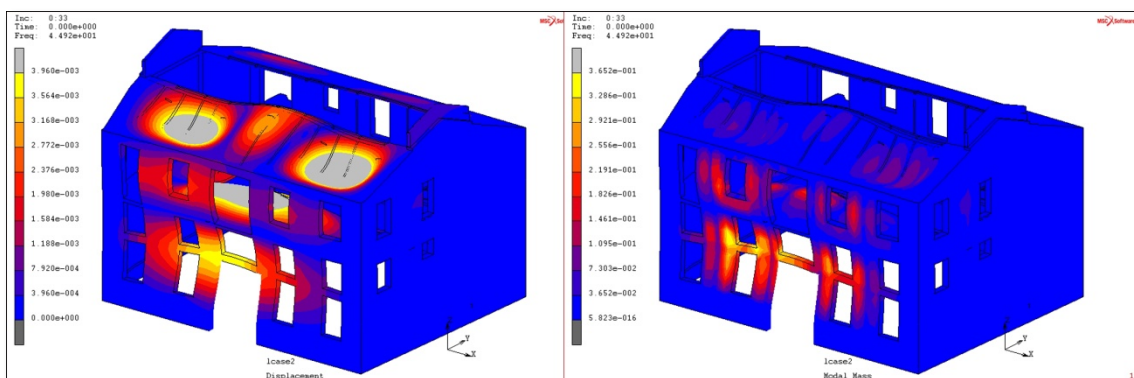
Σχήμα 93: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (36,05 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $3,6 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $1,44 \cdot 10^{-3}$ (μπορντό χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,44 \cdot 10^{-1} \%$



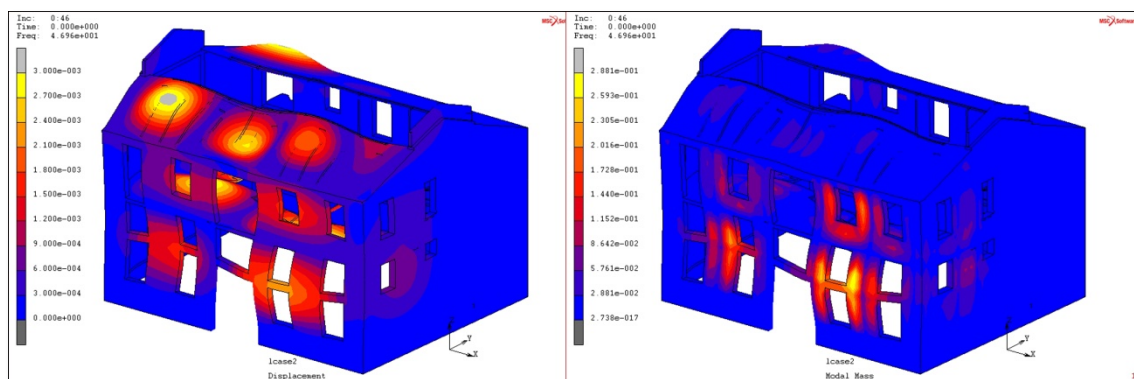
Σχήμα 94: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (37,65 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $4,46 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $1,78 \cdot 10^{-3}$ (μωβ χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2 \cdot 10^{-1} \%$



Σχήμα 95: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (42,65 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,09 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $6,58 \cdot 10^{-4}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $9,05 \cdot 10^{-2} \%$



Σχήμα 96: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (44,92 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $3,96 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $3,96 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $3,65 \cdot 10^{-1} \%$



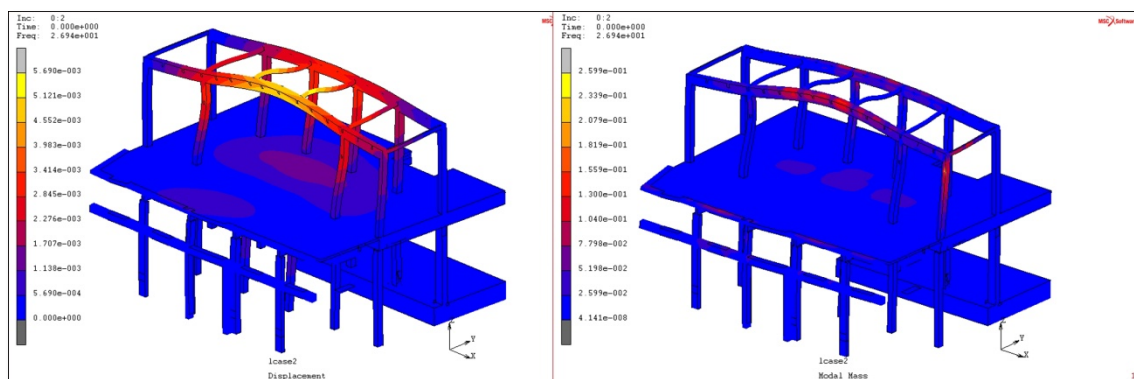
Σχήμα 97: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (46,96 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $3 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $2,4 \cdot 10^{-3}$ (πορτοκαλί χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,8 \cdot 10^{-1} \%$

Τέλος, σε ότι αφορά τις συχνότητες διεγερσης της φέρουσας τοιχοποιίας αξίζει να αναφερθεί ότι αυτές εμφανίζονται και σε χαμηλότερες τιμές αλλά με πολύ μικρότερο εύρος σε ότι αφορά την συμμετοχή του ποσοστού μάζας και της μετατοπίσεις. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι μόλις από τα 3 έως τα 20 Hz αρχίζουμε να έχουμε ταλαντώσεις με ποσοστό συμμετοχής μάζας από $10^{-5} \%$ έως $10^{-3} \%$ και μετατοπίσεις που αρχίζουν από 10^{-7} έως 10^{-4} m.

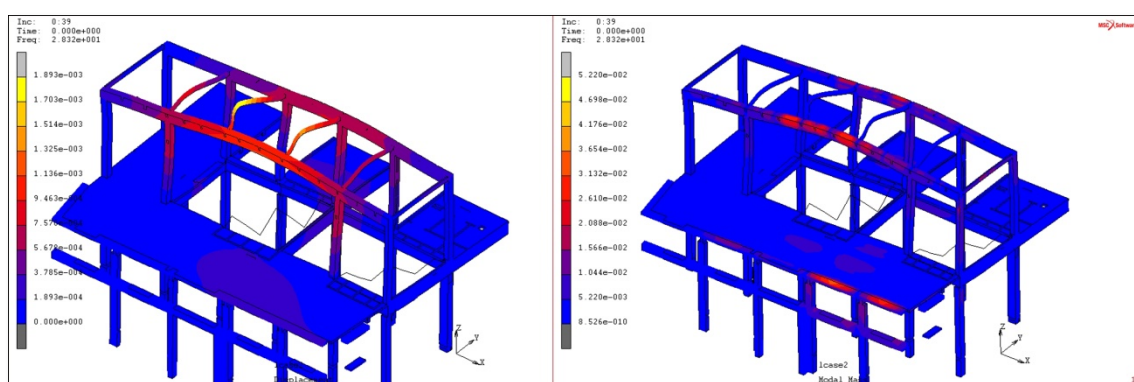
5.5.2. Αποτελέσματα ιδιομορφικής ανάλυσης σχετικά με τα δομικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος

Οι κύριες ταλαντώσεις, σε ότι αφορά το μοντέλο της υφιστάμενης κατάστασης, παρουσιάζονται στο άνω επίπεδο όπου βρίσκονται τα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος μιας και η στέγη, μέρος της οποίας στηρίζουν, ταλαντώνεται πρώτη. Έπειτα παρατηρείται ταλάντωση στην πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος και τελευταία επηρεάζονται τα υποστυλώματα του ισογείου επιπέδου.

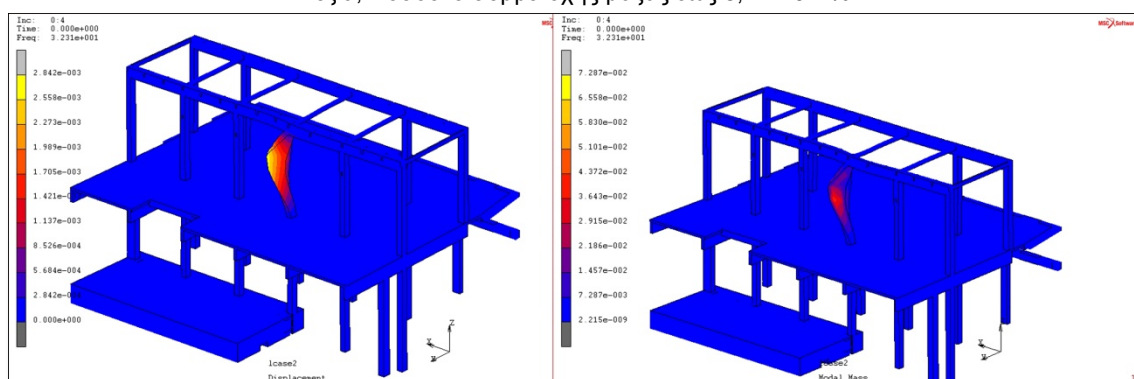
Σε ότι αφορά το μοντέλο της νέας πρότασης αυτό παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά με το υφιστάμενο μόνο που παρατηρείται κυρίως ταλάντωση στα στοιχεία του άνω επιπέδου και της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος και λιγότερο στα υποστυλώματα του ισογείου επιπέδου. Αυτό είναι λογικό διότι τα επιμέρους νέα στοιχεία του κτιρίου αναρτώνται κυρίως από την στέγη καθώς με την δημιουργία εσωτερικών αιθρίων και την τοποθέτηση μεταλλικού σκελετού για την γεφύρωση των κενών, από την βορειοδυτική πλευρά στην εσωτερική, την προσθήκη νέων στοιχείων (πατάρι, κερκίδες, κλιμακοστάσια) δημιουργούνται νέες διεγέρσεις που ταλαντώνουν τα εναπομείναντα δοκάρια οπλισμένου σκυροδέματος.



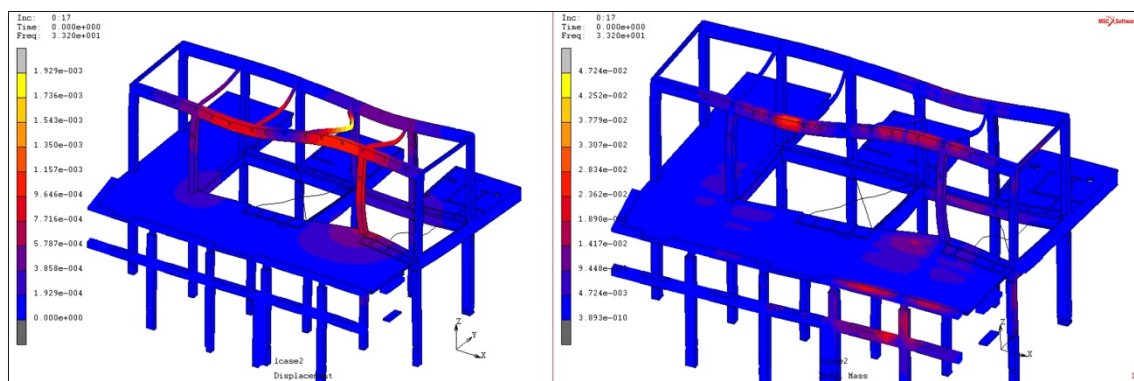
Σχήμα 98: Αριστερά, πρώτη συχνότητα ταλάντωσης (26,94 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $5,69 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $5,69 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $5,69 \cdot 10^{-1} \%$



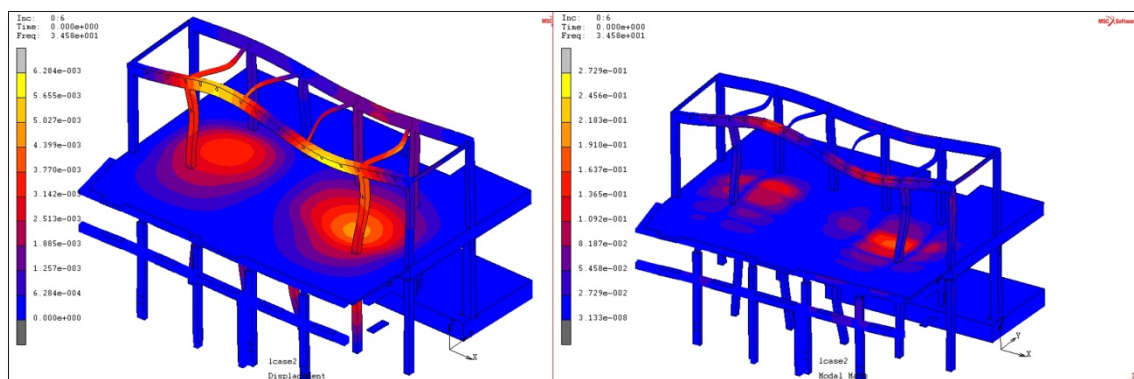
Σχήμα 99: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (28,32 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,89 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $1,89 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $5,22 \cdot 10^{-1} \%$



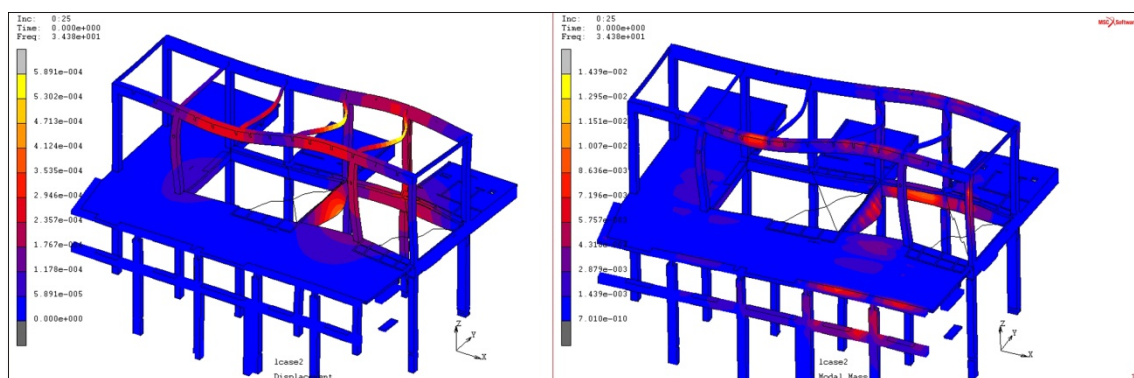
Σχήμα 100: Αριστερά, Δεύτερη συχνότητα ταλάντωσης (32,31 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,84 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $255,12 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινοχρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $4,37 \cdot 10^{-2} \%$



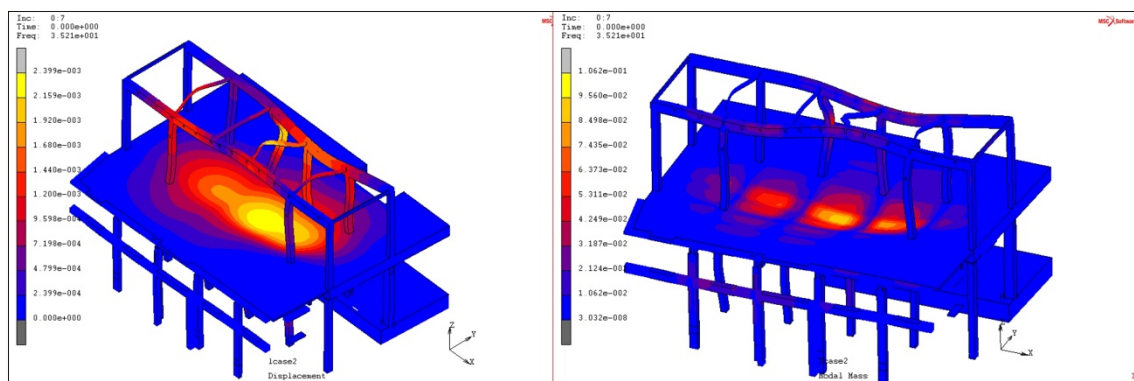
Σχήμα 101: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (32,2 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,92 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $1,73 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $3,3 \cdot 10^{-1} \%$



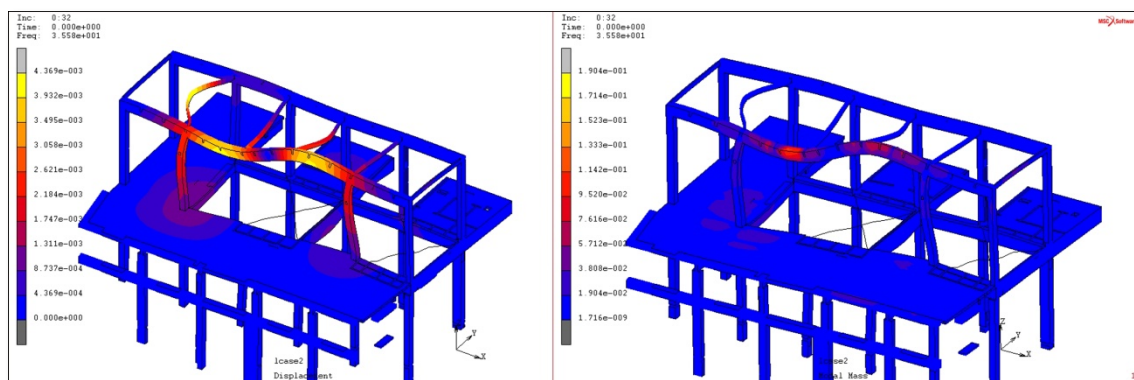
Σχήμα 102: Αριστερά, Τρίτη συχνότητα ταλάντωσης (34,58 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $6,28 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $6,28 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,91 \cdot 10^{-1} \%$



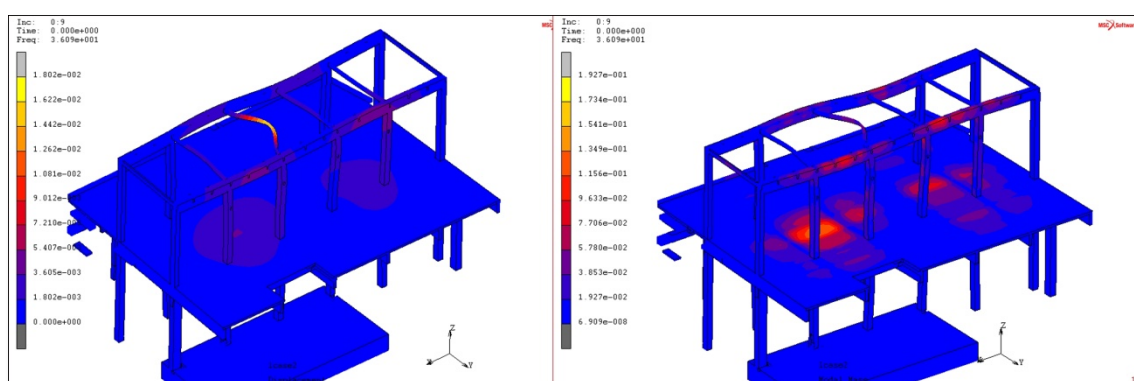
Σχήμα 103: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (34,38 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $5,89 \cdot 10^{-5}$ (μπλε χρώμα) έως $5,89 \cdot 10^{-4}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,15 \cdot 10^{-2} \%$



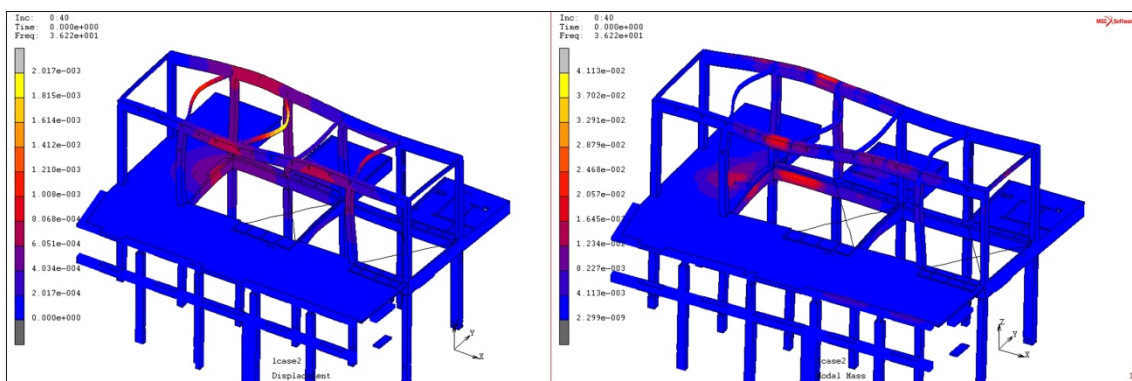
Σχήμα 104: Αριστερά, Τέταρτη συχνότητα ταλάντωσης (35,21 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,39 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $2,15 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,06 \cdot 10^{-1} \%$



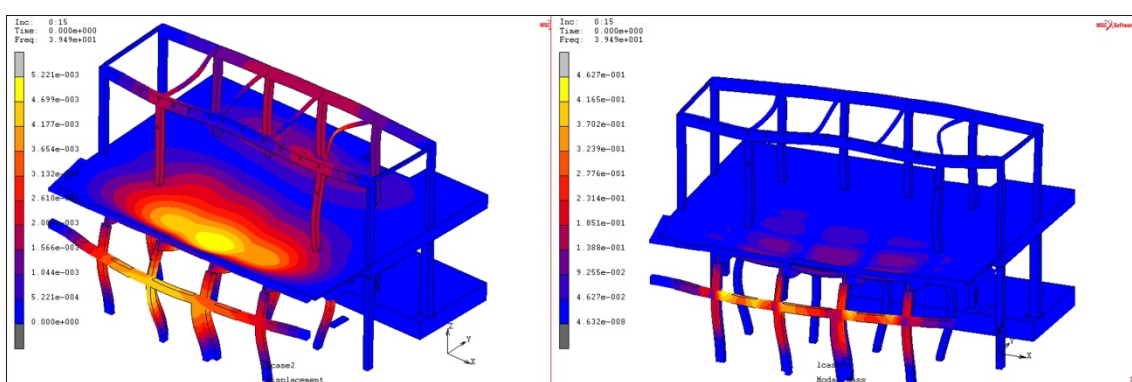
Σχήμα 105: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (35,58 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $4,36 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $4,36 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,9 \cdot 10^{-1} \%$



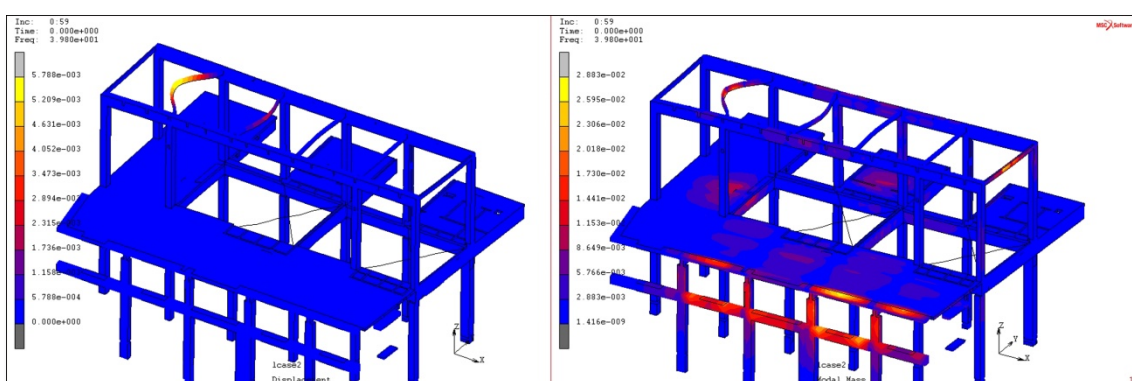
Σχήμα 106: Αριστερά, Πέμπτη συχνότητα ταλάντωσης (36,09 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,8 \cdot 10^{-3}$ (μπλε χρώμα) έως $1,26 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,34 \cdot 10^{-1} \%$



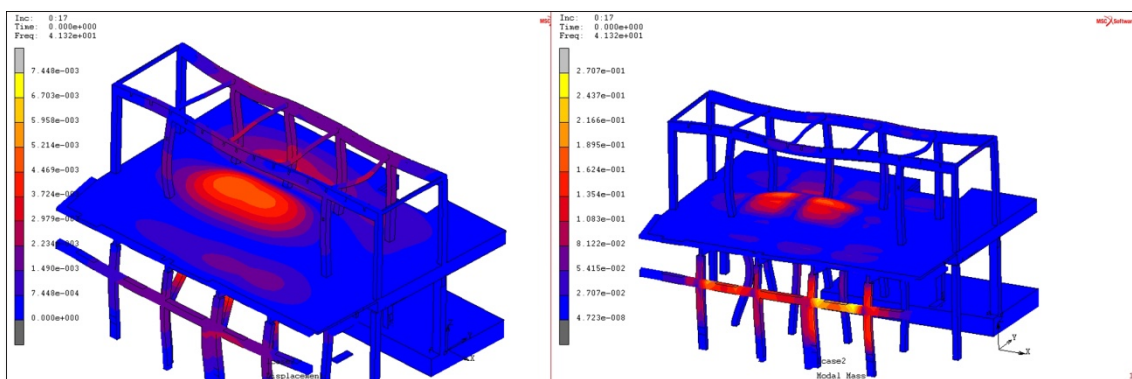
Σχήμα 107: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (36,22 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,01 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $1,81 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,87 \cdot 10^{-2} \%$



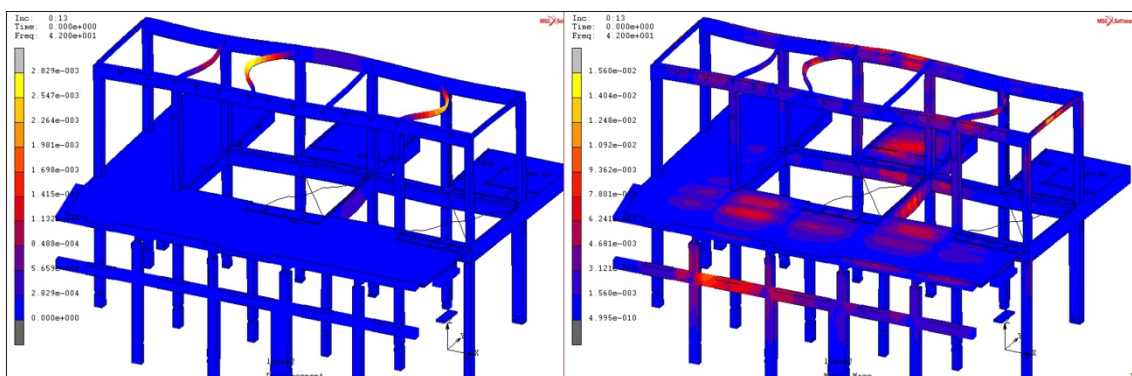
Σχήμα 108: Αριστερά, Έκτη συχνότητα ταλάντωσης (39,49 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $5,22 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $5,22 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,31 \cdot 10^{-1} \%$



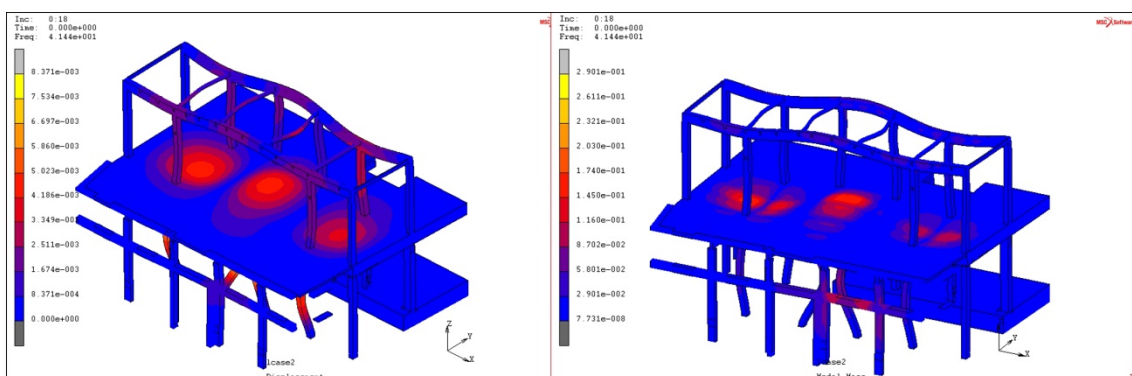
Σχήμα 109: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (39,80 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $5,78 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $5,2 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,3 \cdot 10^{-2} \%$



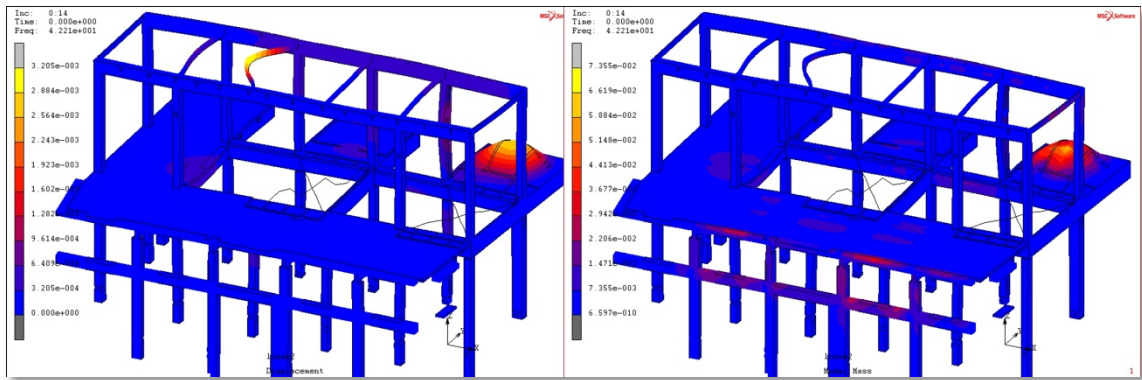
Σχήμα 110: Αριστερά, Έβδομη συχνότητα ταλάντωσης (41,32 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $7,44 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $5,21 \cdot 10^{-3}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,89 \cdot 10^{-1} \%$



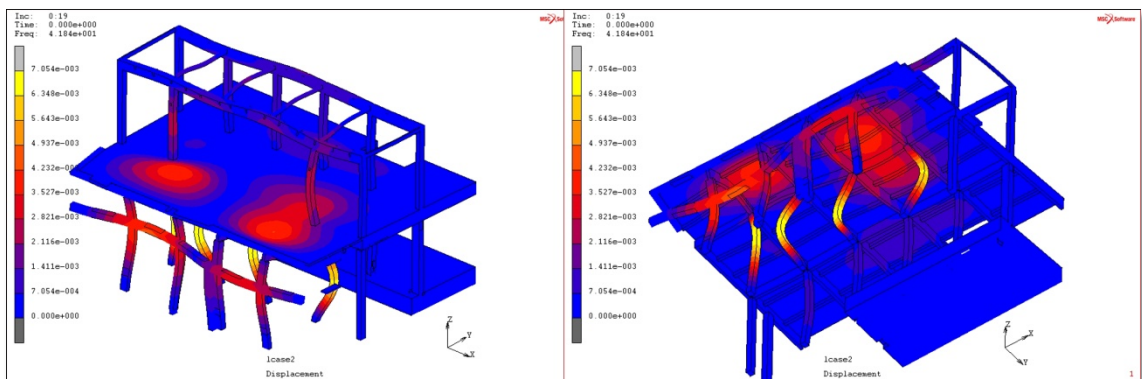
Σχήμα 111: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (42 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,82 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $2,54 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,09 \cdot 10^{-2} \%$



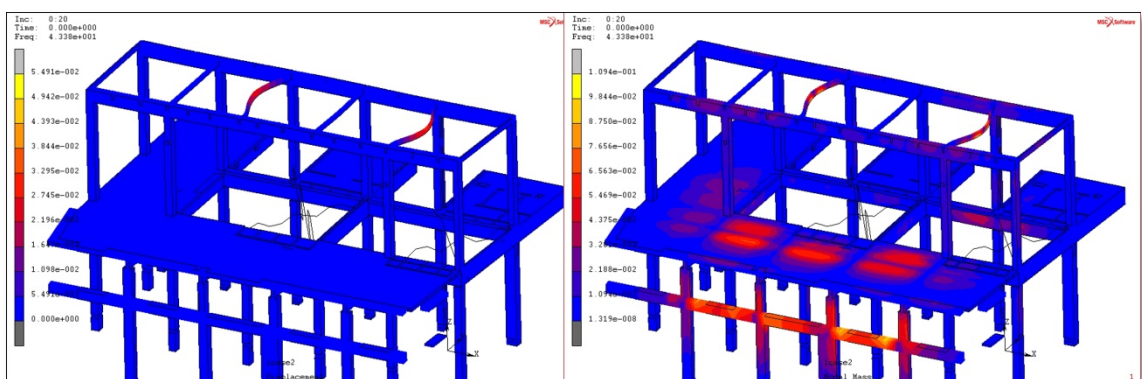
Σχήμα 112: Αριστερά, Ογδοη συχνότητα ταλάντωσης (41,44 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $8,37 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $5,86 \cdot 10^{-3}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,03 \cdot 10^{-1} \%$



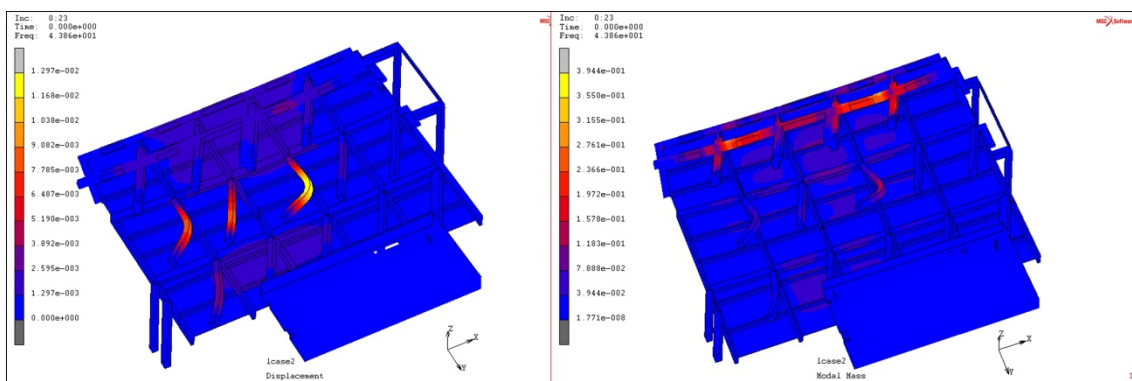
Σχήμα 113: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (42,21 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $3,2 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $2,88 \cdot 10^{-3}$ (πορτοκαλί χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $6,61 \cdot 10^{-2} \%$



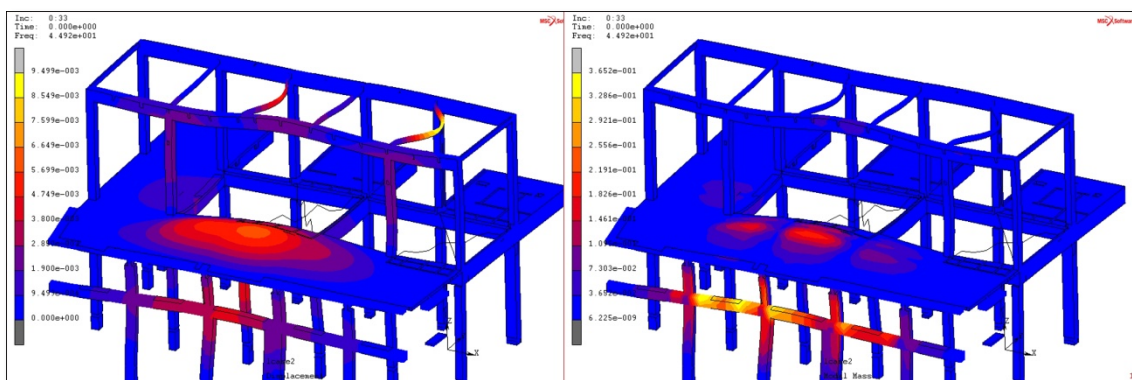
Σχήμα 114: Αριστερά, Ένατη συχνότητα ταλάντωσης (41,84 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $7,05 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $7,05 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)



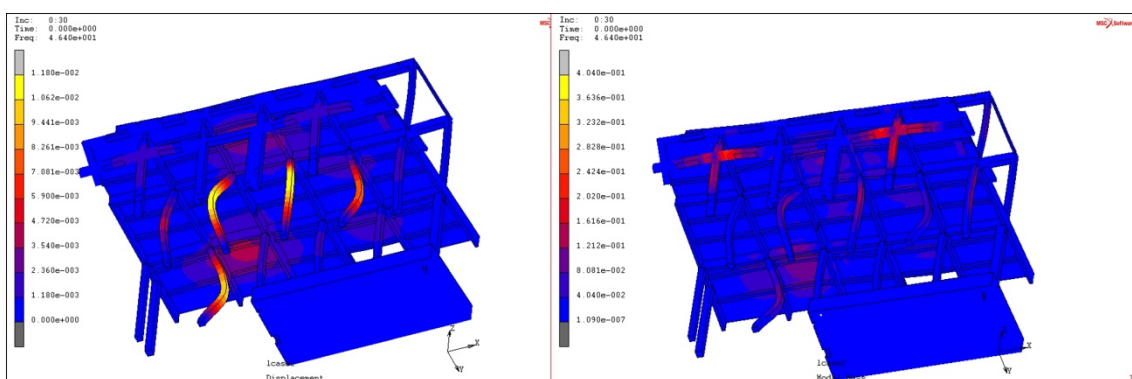
Σχήμα 115: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (43,38 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $5,49 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $3,12 \cdot 10^{-3}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $8,75 \cdot 10^{-2} \%$



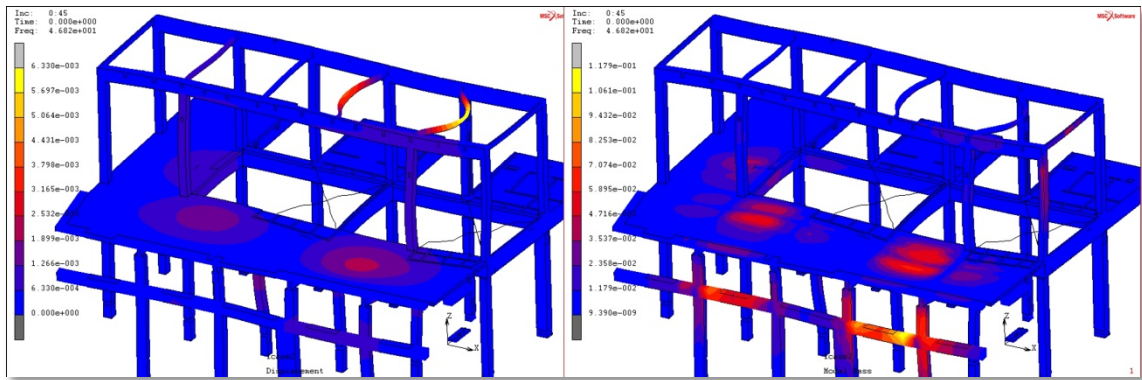
Σχήμα 116: Αριστερά, Δέκατη συχνότητα ταλάντωσης (43,86 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,29 \cdot 10^{-3}$ (μπλε χρώμα) έως $1,16 \cdot 10^{-2}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,97 \cdot 10^{-1} \%$



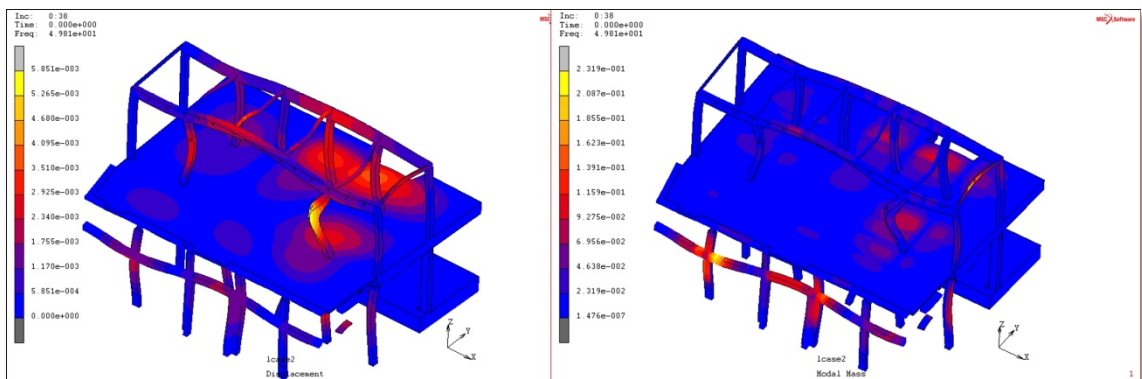
Σχήμα 117: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (44,92 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $9,49 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $9,49 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,55 \cdot 10^{-1} \%$



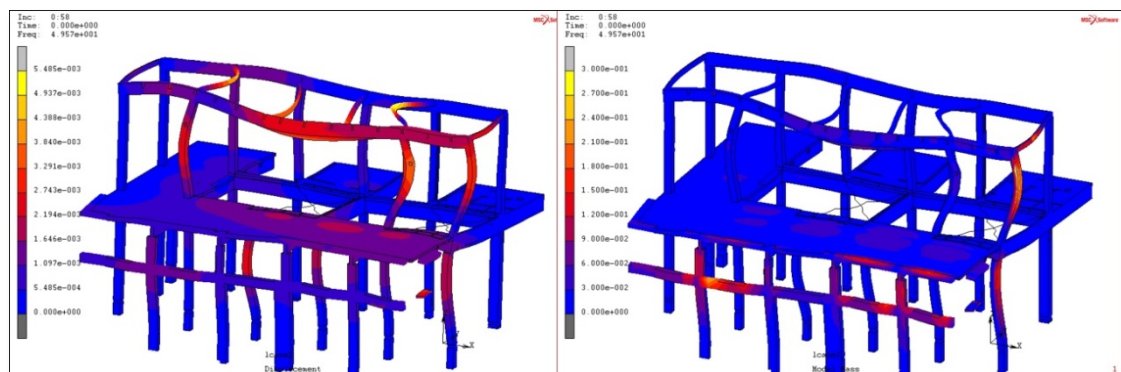
Σχήμα 118: Αριστερά, Ενδέκατη συχνότητα ταλάντωσης (46,40 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,18 \cdot 10^{-3}$ (μπλε χρώμα) έως $1,18 \cdot 10^{-2}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,61 \cdot 10^{-1} \%$



Σχήμα 119: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (46,82 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $6,33 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $6,33 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $7,07 \cdot 10^{-2} \%$

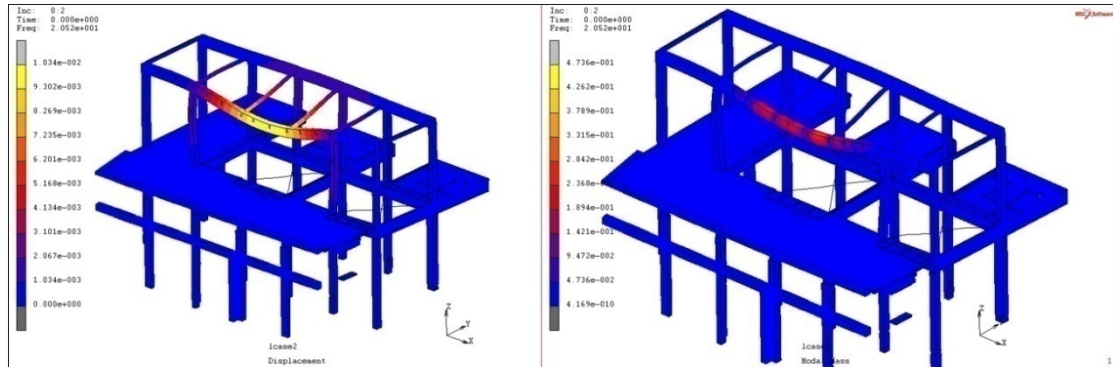


Σχήμα 120: Αριστερά, Δωδέκατη συχνότητα ταλάντωσης (49,81 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $5,81 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $5,81 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,08 \cdot 10^{-1} \%$

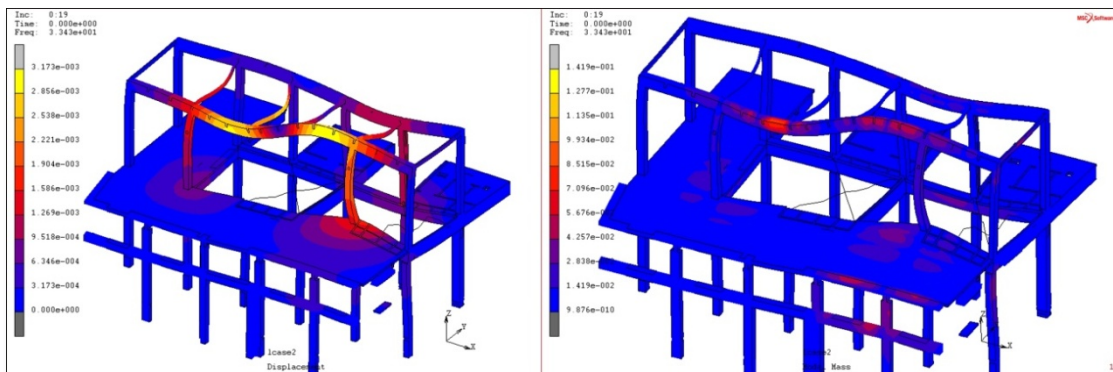


Σχήμα 121: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (49,57 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $5,48 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $5,48 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,4 \cdot 10^{-1} \%$

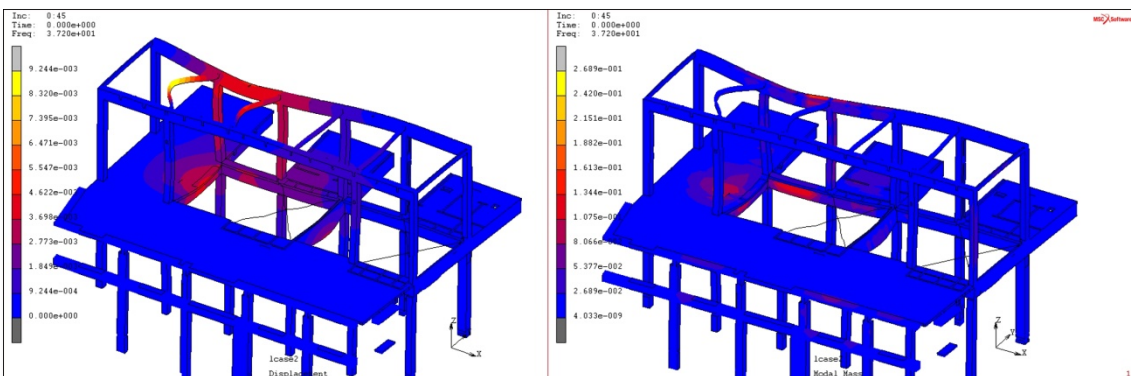
Εκτός από τις συγγενικές τιμές συχνοτήτων για το νέο μοντέλο εντοπίζονται και άλλες, στο ίδιο φάσμα (20-50 Hz), μέσω των οποίων διεγείρονται τα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος. Τέλος, παρατηρήθηκε ότι αυτές εμφανίζονται λίγο πριν ή λίγο μετά τις ανωτέρω τιμές συχνοτήτων (Σχήμα 122-127).



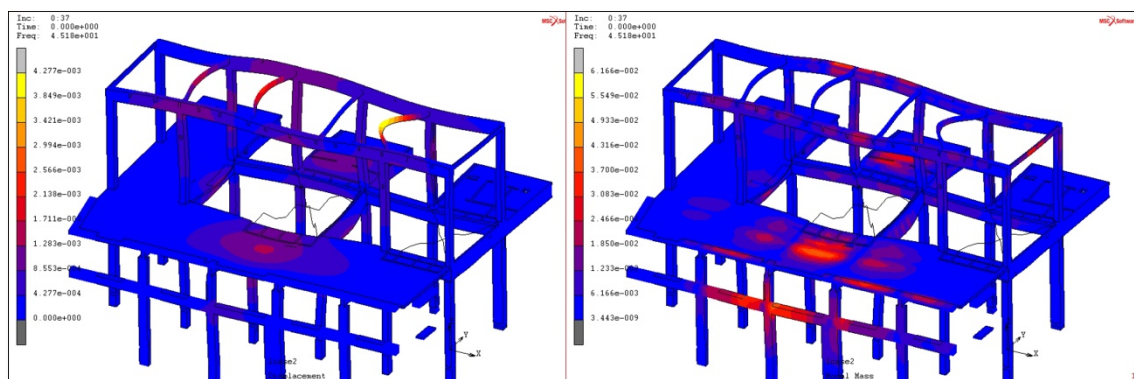
Σχήμα 122: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (20,52 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,06 \cdot 10^{-3}$ (μωβ χρώμα) έως $1,03 \cdot 10^{-2}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $3,31 \cdot 10^{-1} \%$



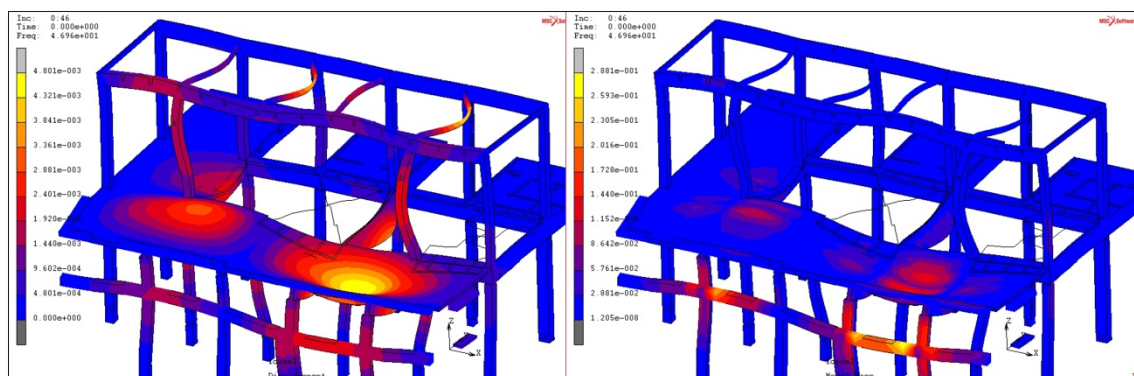
Σχήμα 123: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (33,43 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $3,17 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $3,17 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $9,93 \cdot 10^{-1} \%$



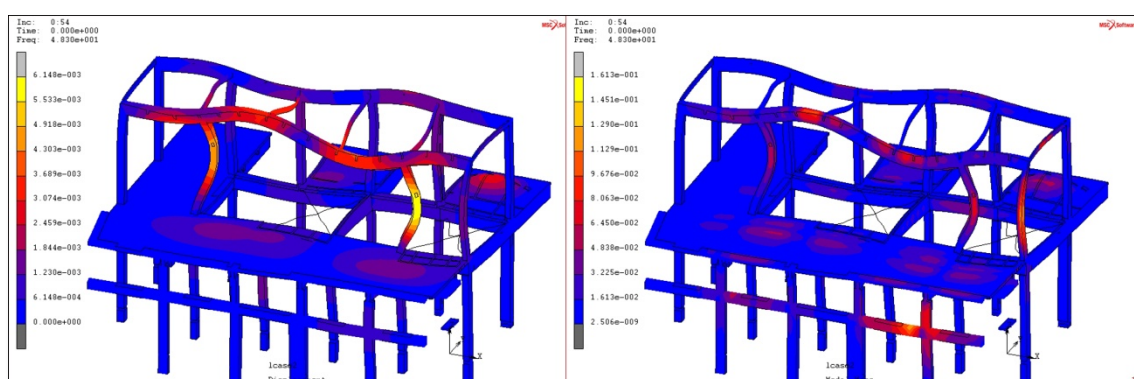
Σχήμα 124: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (37,20 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $9,24 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $9,24 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,61 \cdot 10^{-1} \%$



Σχήμα 125: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (45,18 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $4,27 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $4,27 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $4,92 \cdot 10^{-2} \%$



Σχήμα 126: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (46,96 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $4,8 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $4,8 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,72 \cdot 10^{-1} \%$



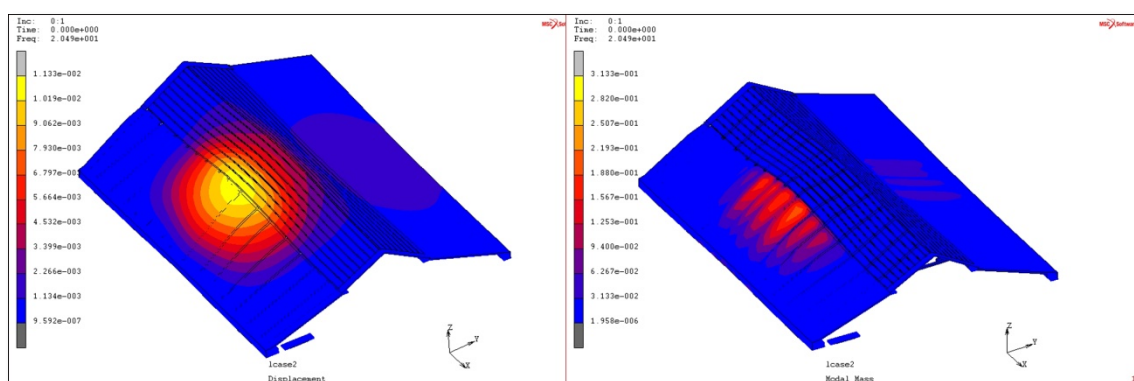
Σχήμα 127: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (48,30 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $6,14 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $6,14 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,12 \cdot 10^{-1} \%$

Τέλος, σε ότι αφορά τις συχνότητες διεγερσης των στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος αξίζει να αναφερθεί ότι αυτές εμφανίζονται και σε χαμηλότερες τιμές αλλά με πολύ μικρότερο εύρος σε ότι αφορά την συμμετοχή του ποσοστού μάζας και τις μετατοπίσεις. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι μόλις από τα 3 έως τα 20 Hz αρχίζουμε να έχουμε ταλαντώσεις με ποσοστό συμμετοχής μάζας από 10^{-6} % έως 10^{-3} % και μετατοπίσεις που αρχίζουν από 10^{-7} έως 10^{-4} m.

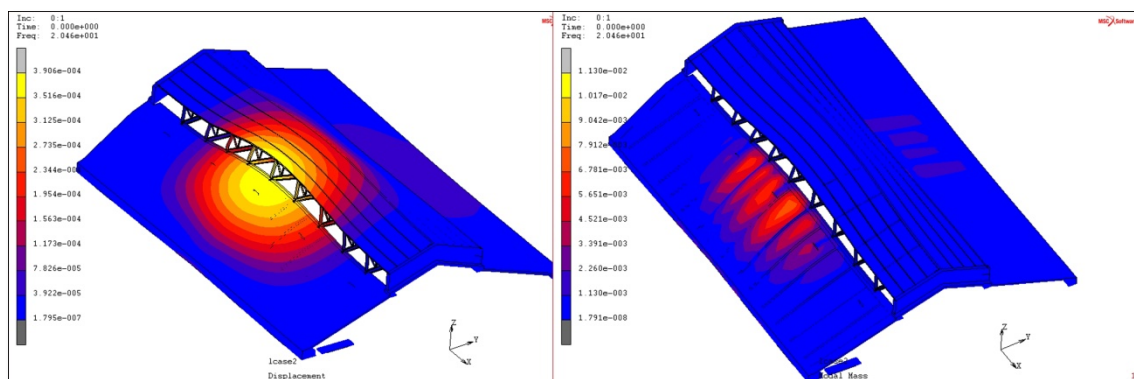
5.5.3. Αποτελέσματα ιδιομορφικής ανάλυσης σχετιζόμενα με την στέγη

Οι κύριες ταλαντώσεις που αφορούν την στέγη εκδηλώνονται εκατέρωθεν του κέντρου, στα άκρα όπου αυτή αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Τούτο συμβαίνει διότι, όπως προαναφέρθηκε, το βορειοδυτικό τμήμα του κτιρίου είναι ελεύθερο ενώ οι ακριανές μεσοτοιχίες έχουν προσομοιαστεί ως άρθρωση.

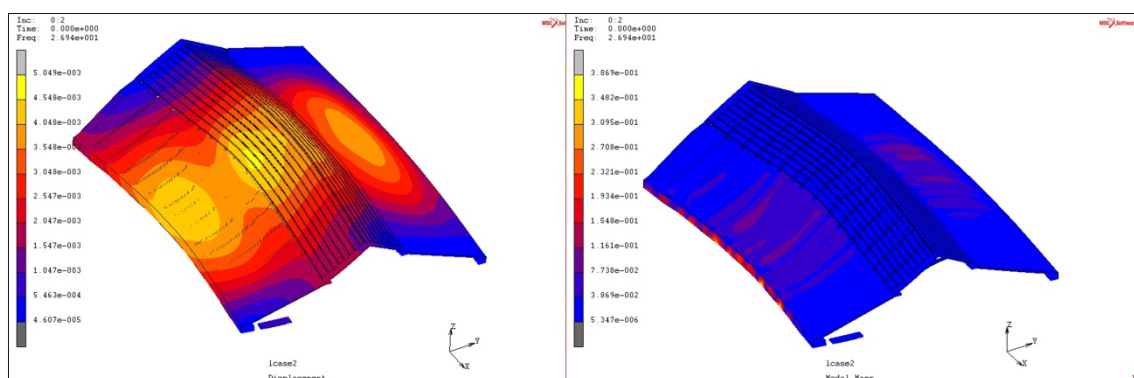
Σε ότι αφορά το νέο μοντέλο της νέας πρότασης αυτό παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά με το υφιστάμενο στα άκρα, ενώ στο νέο τμήμα του αυτό διεγείρεται κυρίως στα μεταλλικά διπλά ταυ. Τέλος τα επιμέρους νέα στοιχεία που αναρτώνται από αυτό προκαλούν συχνότητες διεγερσης που συμπαρασύρουν με την σειρά τους στοιχεία της νέας κατασκευής.



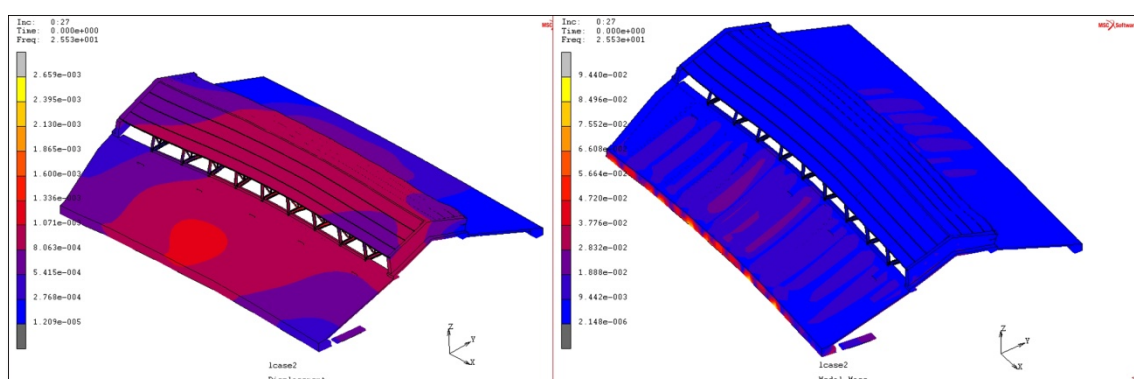
Σχήμα 128: Αριστερά, Πρώτη συχνότητα ταλάντωσης (20,49 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,13 \cdot 10^{-3}$ (μπλε χρώμα) έως $1,13 \cdot 10^{-2}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,19 \cdot 10^{-1}$ %



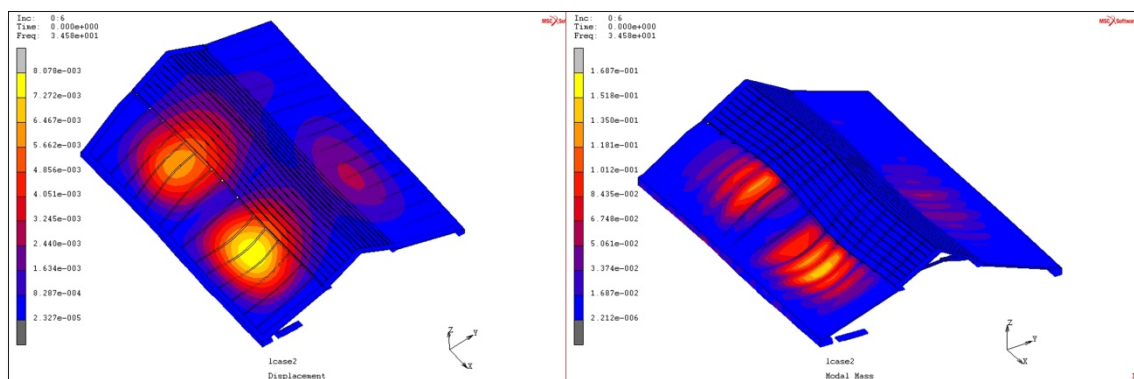
Σχήμα 129: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (20,46 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $3,92 \cdot 10^{-5}$ (μπλε χρώμα) έως $3,906 \cdot 10^{-4}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $7,91 \cdot 10^{-3} \%$



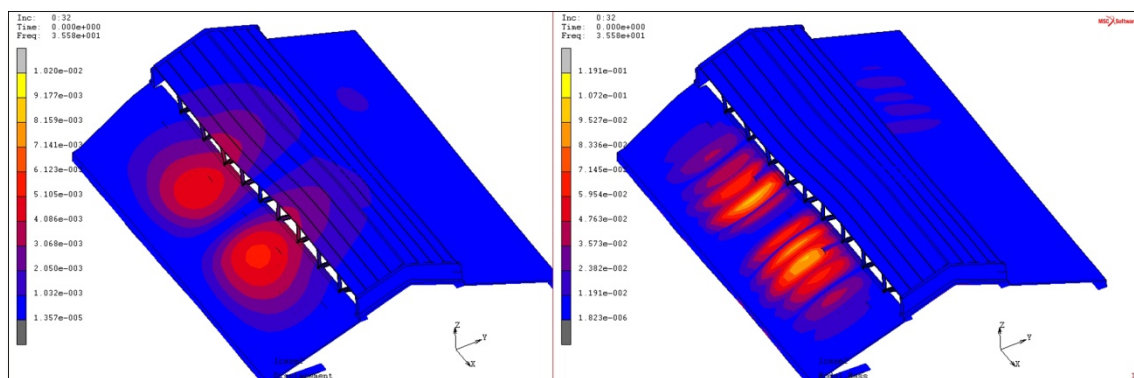
Σχήμα 130: Αριστερά, Δεύτερη συχνότητα ταλάντωσης (26,94 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $5,46 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $5,49 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,16 \cdot 10^{-1} \%$



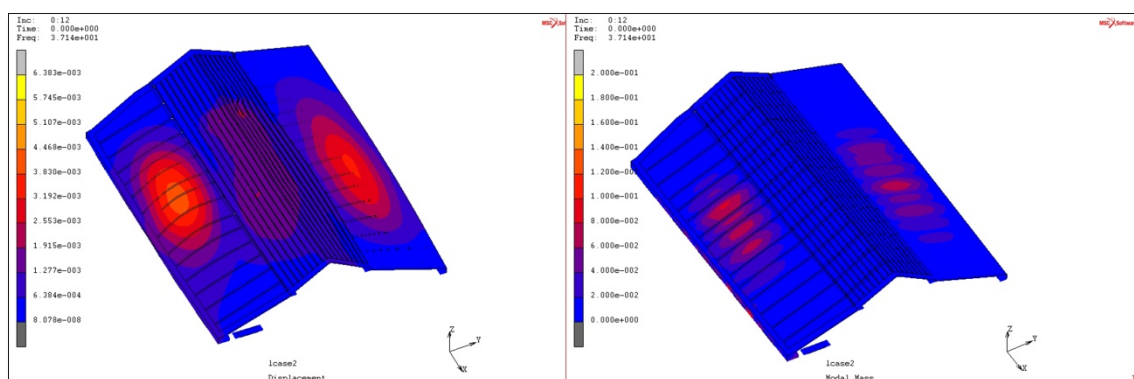
Σχήμα 131: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (25,53 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,76 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $1,33 \cdot 10^{-3}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,83 \cdot 10^{-2} \%$



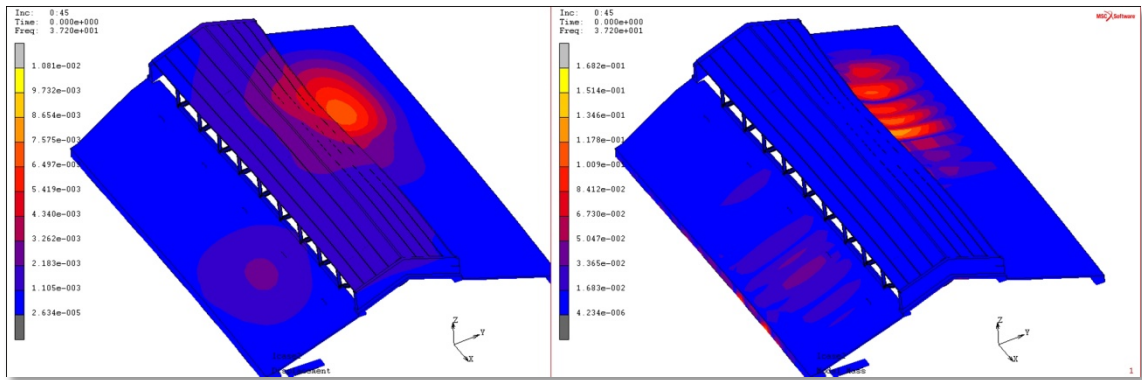
Σχήμα 132: Αριστερά, Τρίτη συχνότητα ταλάντωσης (34,58 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $8,28 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $8,07 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,68 \cdot 10^{-1} \%$



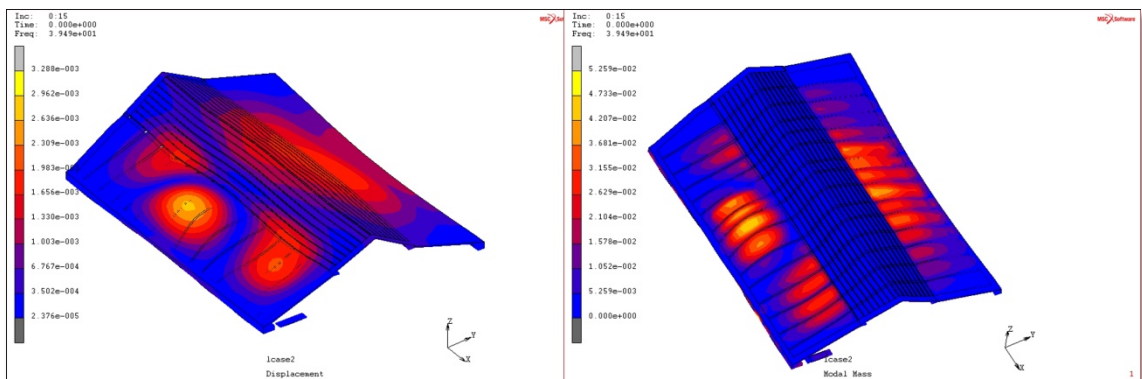
Σχήμα 133: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (35,58 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,03 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $6,12 \cdot 10^{-3}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,07 \cdot 10^{-1} \%$



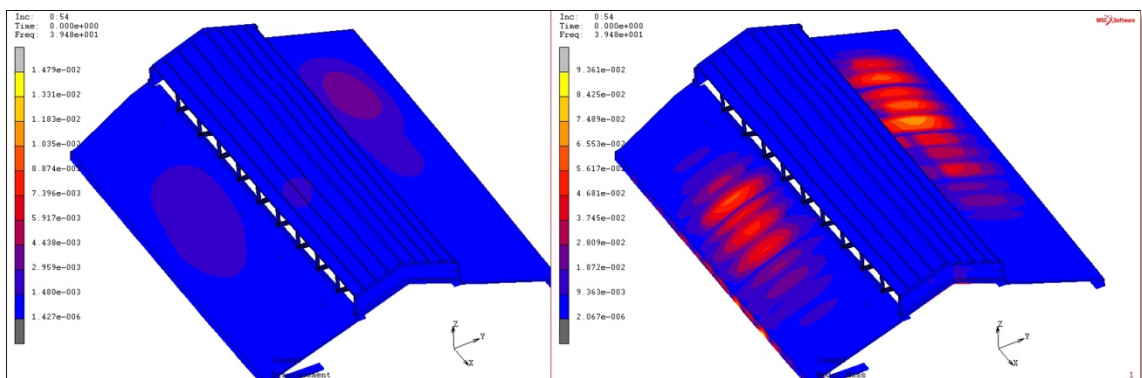
Σχήμα 134: Αριστερά, Τέταρτη συχνότητα ταλάντωσης (37,14 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $6,38 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $4,46 \cdot 10^{-3}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1 \cdot 10^{-1} \%$



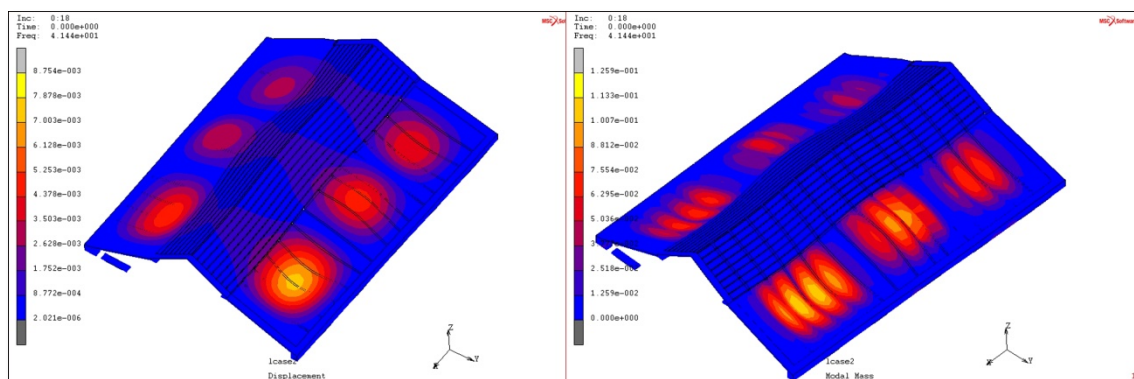
Σχήμα 135: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (37,20 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,1 \cdot 10^{-3}$ (μπλε χρώμα) έως $7,57 \cdot 10^{-3}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,34 \cdot 10^{-1} \%$



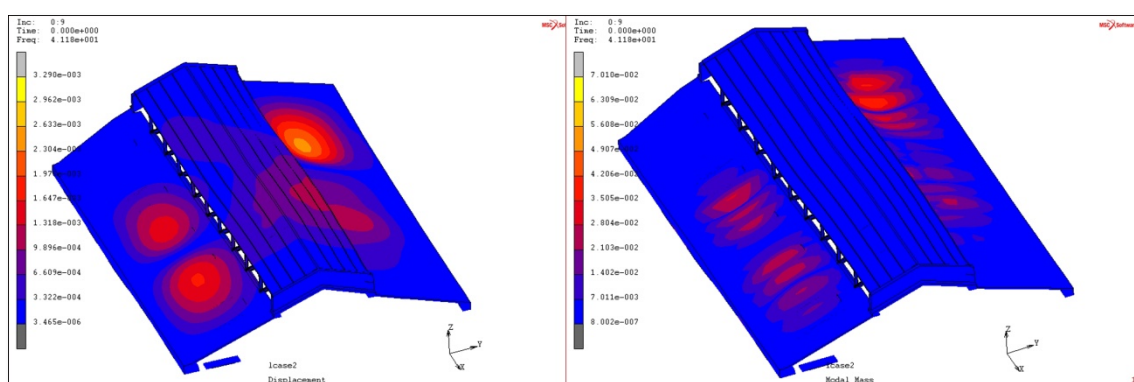
Σχήμα 136: Αριστερά, Πέμπτη συχνότητα ταλάντωσης (39,49 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $3,5 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $2,96 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $5,25 \cdot 10^{-2} \%$



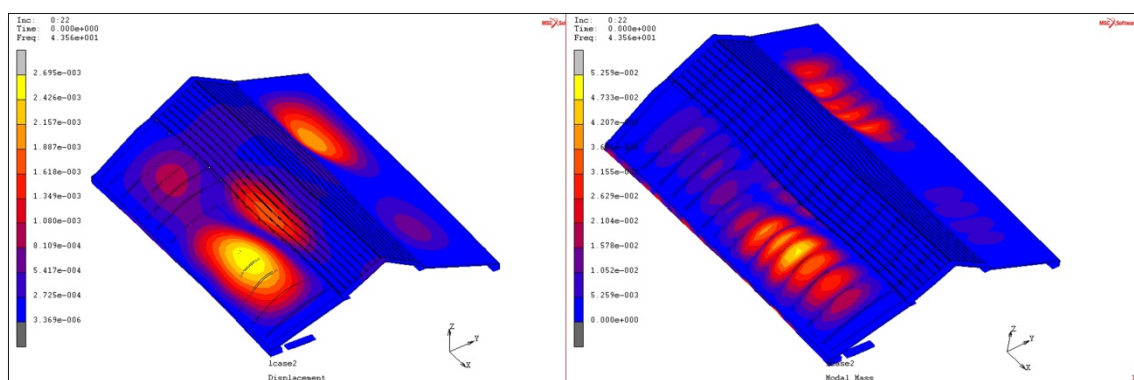
Σχήμα 137: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (39,48 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,48 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $4,43 \cdot 10^{-3}$ (μωβ χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $6,55 \cdot 10^{-2} \%$



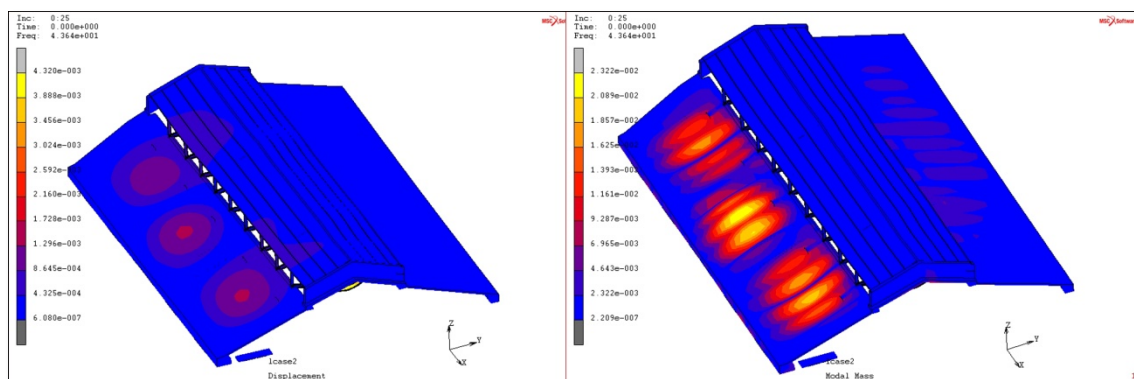
Σχήμα 138: Αριστερά, Έκτη συχνότητα ταλάντωσης (41,44 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $8,77 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $8,75 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,25 \cdot 10^{-1} \%$



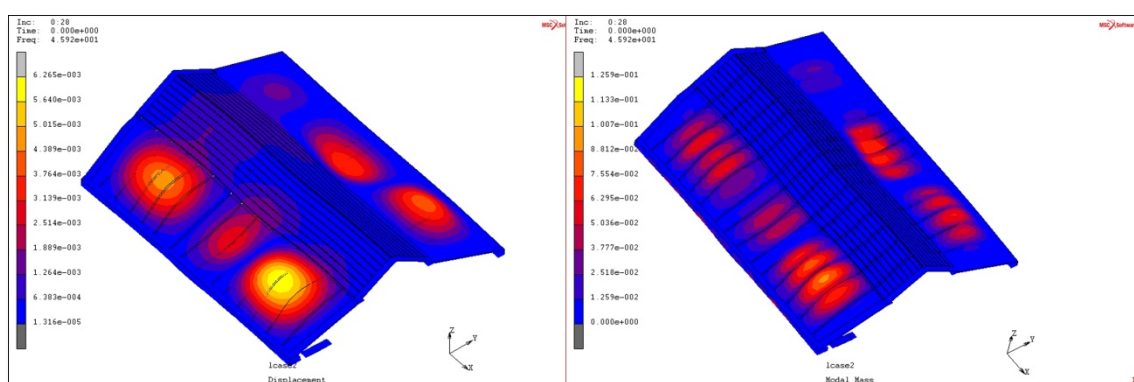
Σχήμα 139: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (41,18 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $3,32 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $2,3 \cdot 10^{-3}$ (πορτοκαλί χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $4,9 \cdot 10^{-2} \%$



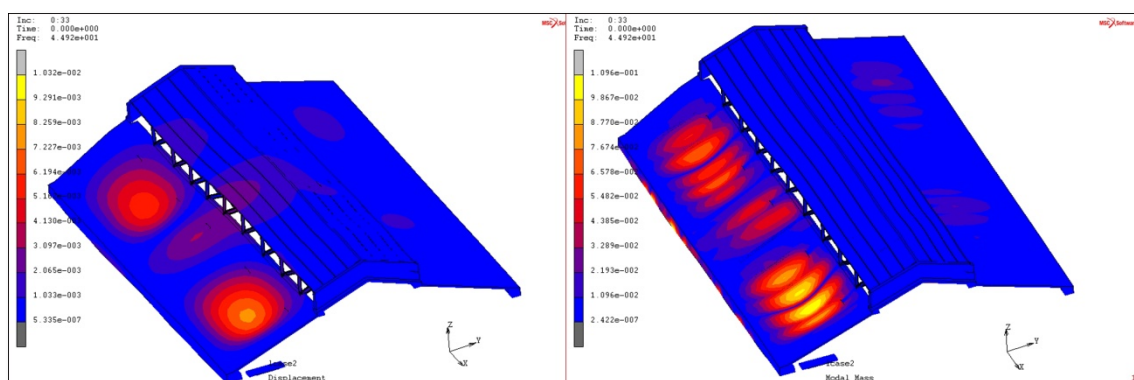
Σχήμα 140: Αριστερά, Έβδομη συχνότητα ταλάντωσης (43,56 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,72 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $2,69 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $5,2 \cdot 10^{-2} \%$



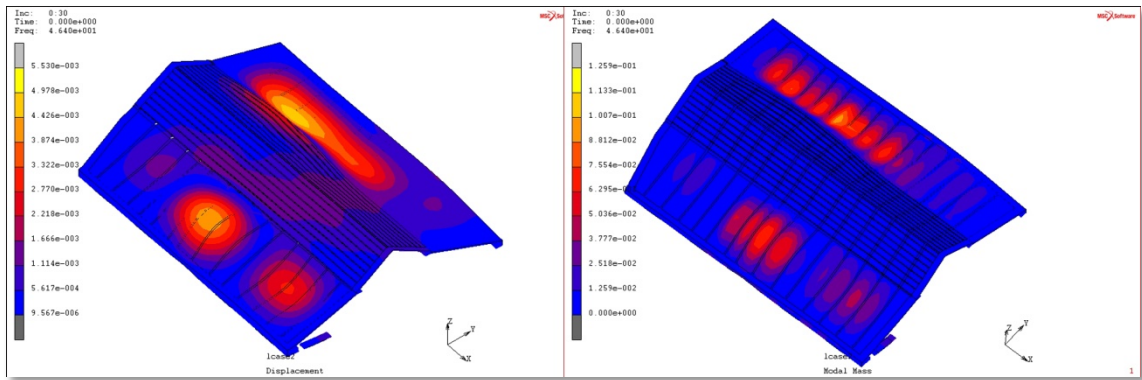
Σχήμα 141: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (43,64 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $4,32 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $1,72 \cdot 10^{-3}$ (μωβ χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $2,32 \cdot 10^{-2} \%$



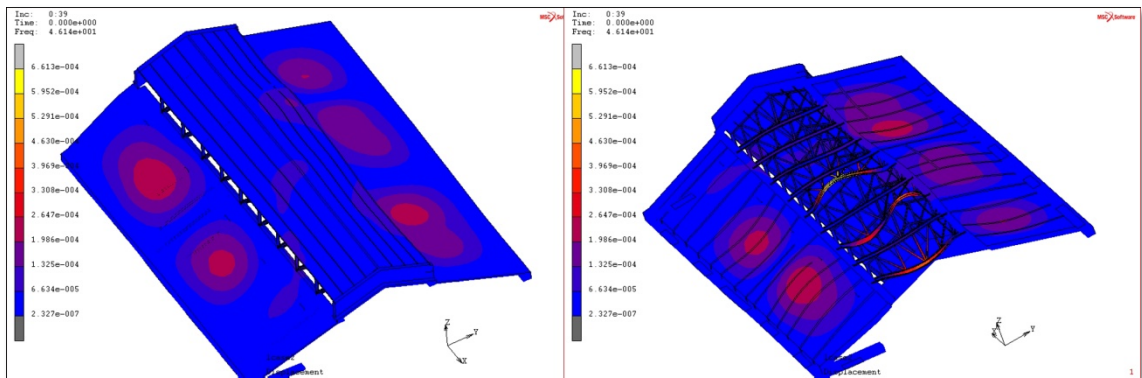
Σχήμα 142: Αριστερά, Όγδοη συχνότητα ταλάντωσης (45,92 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $6,38 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $6,26 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1 \cdot 10^{-1} \%$



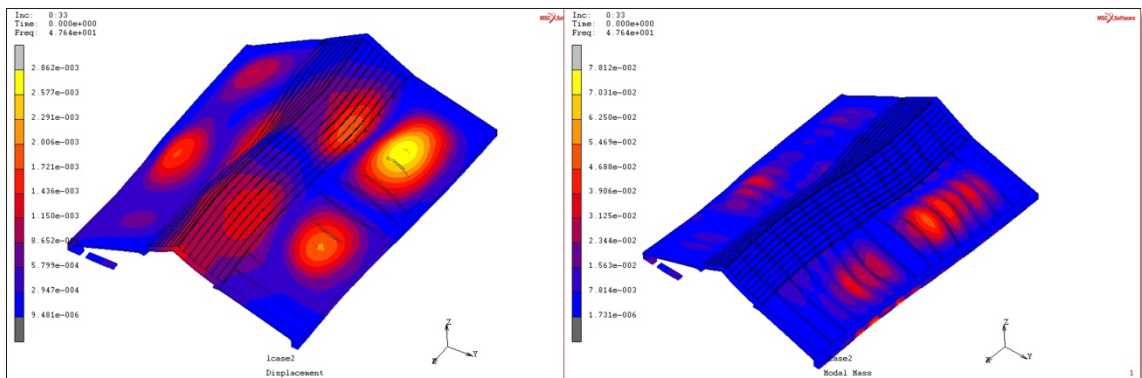
Σχήμα 143: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (44,92 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,03 \cdot 10^{-3}$ (μπλε χρώμα) έως $8,25 \cdot 10^{-3}$ (πορτοκαλί χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1 \cdot 10^{-1} \%$



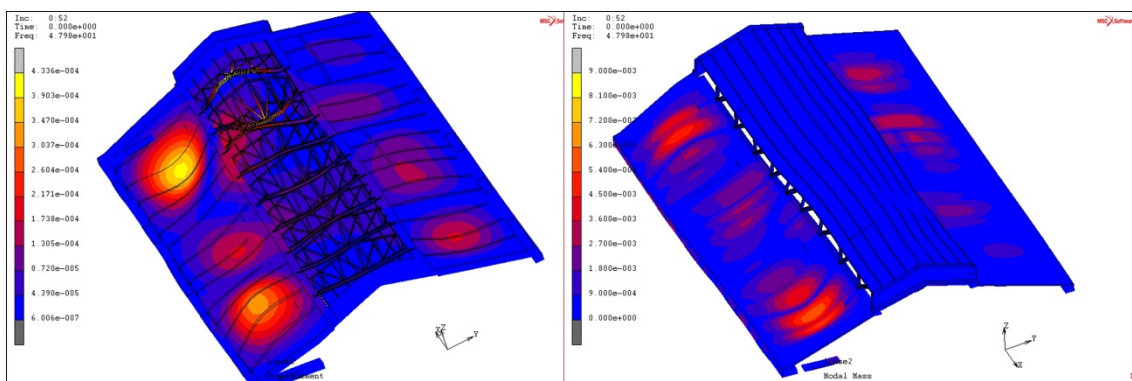
Σχήμα 144: Αριστερά, Ένατη συχνότητα ταλάντωσης (46,40 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $5,61 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $5,53 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1 \cdot 10^{-1} \%$



Σχήμα 145: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (46,14 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $6,63 \cdot 10^{-5}$ (μπλε χρώμα) έως $6,61 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)



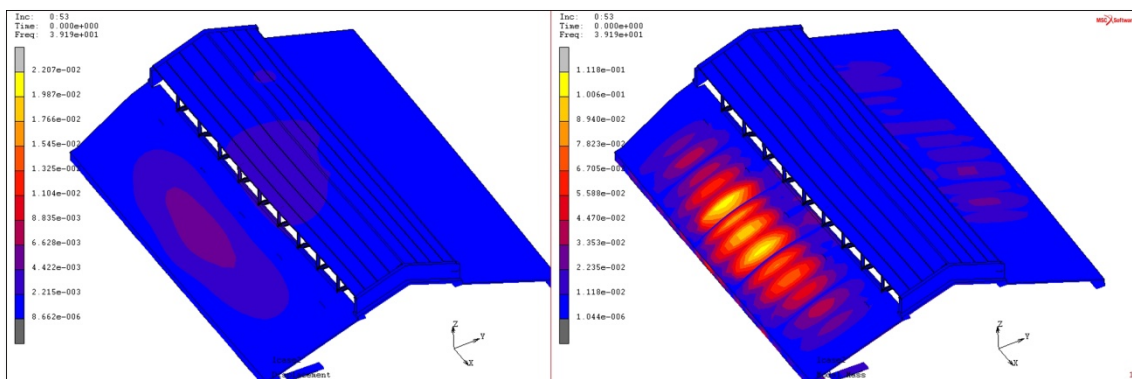
Σχήμα 146: Αριστερά, Δέκατη συχνότητα ταλάντωσης (47,64 Hz) υφιστάμενου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,94 \cdot 10^{-4}$ (μπλε χρώμα) έως $2,86 \cdot 10^{-3}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $5,46 \cdot 10^{-2} \%$



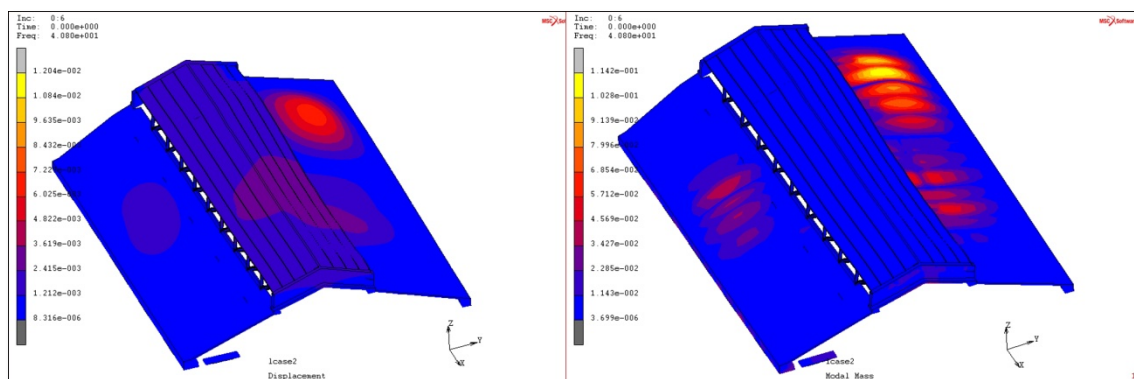
Σχήμα 147: Αριστερά, κοντινή συχνότητα ταλάντωσης (47,98 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $4,39 \cdot 10^{-5}$ (μπλε χρώμα) έως $4,33 \cdot 10^{-4}$ (κίτρινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $7,2 \cdot 10^{-3} \%$

Μια πρώτη παρατήρηση που θα μπορούσαμε να κάνουμε αφορά τις μετατοπίσεις και την συμμετοχή του ποσοστού της μάζας του νέου μοντέλου οι οποίες εμφανίζονται για περίπου ίδιες τιμές συχνοτήτων μειωμένες κατά 10^{-1} m και $10^{-1} \%$ αντίστοιχα.

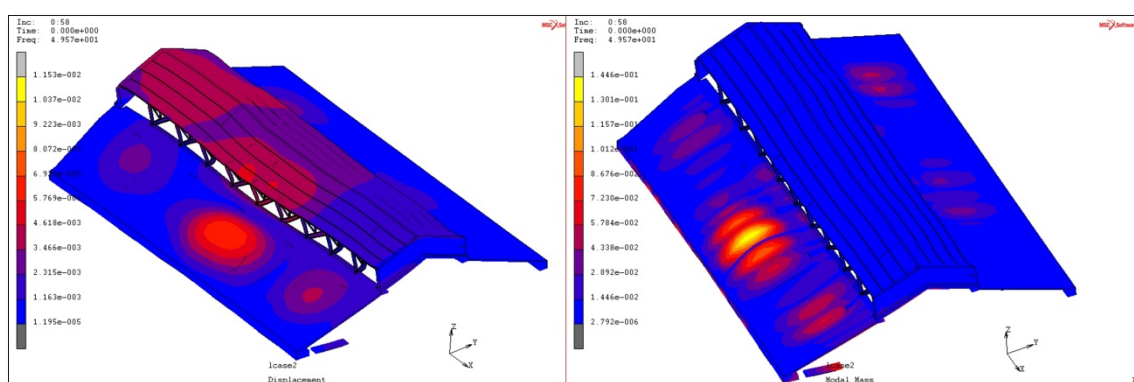
Η δεύτερη παρατήρηση αφορά στην εμφάνιση νέων τιμών συχνοτήτων για το νέο μοντέλο εκτός από τις προαναφερθείσες στο ίδιο φάσμα (20-50 Hz) πράγμα που ήταν αναμενόμενο δεδομένου της προσθήκης νέων στοιχείων που και αυτά θα διεγείρονται σε νέες συχνότητες. (Σχήμα 148-150).



Σχήμα 148: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (39,19 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $2,21 \cdot 10^{-3}$ (μπλε χρώμα) έως $6,62 \cdot 10^{-3}$ (μωβ χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,11 \cdot 10^{-1} \%$



Σχήμα 149: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (40,80 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,21 \cdot 10^{-3}$ (μπλε χρώμα) έως $8,43 \cdot 10^{-3}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,14 \cdot 10^{-1} \%$



Σχήμα 150: Αριστερά, Νέα συχνότητα ταλάντωσης (49,57 Hz) νέου μοντέλου
Εύρος μετατόπισης από $1,16 \cdot 10^{-3}$ (μπλε χρώμα) έως $6,92 \cdot 10^{-3}$ (κόκκινο χρώμα)
Δεξιά, Ποσοστό συμμετοχής μάζας έως $1,44 \cdot 10^{-1} \%$

Σε ότι αφορά τις συχνότητες διέγερσης τις στέγης αναφέρεται ότι αυτές εμφανίζονται και σε χαμηλότερες τιμές αλλά με πολύ μικρότερο εύρος σε ότι αφορά την συμμετοχή του ποσοστού μάζας και της μετατοπίσεις. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι μόλις από τα 3 έως τα 20 Hz αρχίζουμε να έχουμε ταλαντώσεις με ποσοστό συμμετοχής μάζας από $10^{-6} \%$ έως $10^{-4} \%$ και μετατοπίσεις που αρχίζουν από 10^{-9} έως 10^{-4} m (Πίνακας 12-15).

Κλείνοντας το τμήμα της ιδιομορφικής ανάλυσης παρουσιάζονται υπό την μορφή πινάκων οι συχνότητες διέγερσης των υπολοίπων στοιχείων, δηλαδή οι συχνότητες στις οποίες αυτά αρχίζουν να ταλαντώνονται.

Λοιπά στοιχεία	0-3 Hz		3-10 Hz	
	Displacement	Modal mass	Displacement	Modal mass
Σκελετός από κοιλοδοκούς	$10^{-17}-10^{-6}$	$10^{-16}-10^{-6}$	$10^{-7}-10^{-5}$	$10^{-6}-10^{-5}$
Πατάρι	$10^{-18}-10^{-6}$	$10^{-18}-10^{-6}$	$10^{-7}-10^{-6}$	$10^{-7}-10^{-6}$
Κλιμακοστάσια	$10^{-18}-10^{-6}$	$10^{-18}-10^{-6}$	$10^{-6}-10^{-3}$	$10^{-6}-10^{-3}$
Κερκίδες	$10^{-18}-10^{-16}$	$10^{-17}-10^{-16}$	$10^{-8}-10^{-6}$	$10^{-8}-10^{-6}$
Στρόγγυλοι δοκοί	$10^{-17}-10^{-1}$	$10^{-17}-10^{-1}$	10^{-1}	10^{-1}
Ημιόροφος οπλισμένου σκυροδέματος Ισογείου επιπέδου	$10^{-19}-10^{-7}$	$10^{-18}-10^{-5}$	$10^{-8}-10^{-5}$	$10^{-6}-10^{-4}$

Πίνακας12: Εύρος συχνοτήτων αρχής διέγερσης στοιχείων του μοντέλου

Λοιπά στοιχεία	10-15 Hz		15-20 Hz	
	Displacement	Modal mass	Displacement	Modal mass
Σκελετός από κοιλοδοκούς	10^{-6}	$10^{-6}-10^{-5}$	$10^{-6}-10^{-3}$	$10^{-4}-10^{-3}$
Πατάρι	-	-	$10^{-7}-10^{-5}$	$10^{-7}-10^{-5}$
Κλιμακοστάσια	$10^{-5}-10^{-3}$	$10^{-5}-10^{-3}$	$10^{-5}-10^{-3}$	$10^{-5}-10^{-3}$
Κερκίδες	$10^{-7}-10^{-6}$	$10^{-7}-10^{-6}$	$10^{-7}-10^{-5}$	$10^{-6}-10^{-5}$
Στρόγγυλοι δοκοί	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}
Ημιόροφος οπλισμένου σκυροδέματος Ισογείου επιπέδου	$10^{-7}-10^{-4}$	$10^{-6}-10^{-3}$	$10^{-6}-10^{-4}$	$10^{-5}-10^{-2}$

Πίνακας13: Εύρος συχνοτήτων αρχής διέγερσης στοιχείων του μοντέλου

Λοιπά στοιχεία	20-30 Hz		30-40 Hz	
	Displacement	Modal mass	Displacement	Modal mass
Σκελετός από κοιλοδοκούς	$10^{-6}-10^{-4}$	10^{-3}	$10^{-6}-10^{-2}$	$10^{-5}-10^{-2}$
Πατάρι	$10^{-4}-10^{-3}$	$10^{-4}-10^{-3}$	$10^{-4}-10^{-2}$	$10^{-4}-10^{-2}$
Κλιμακοστάσια	$10^{-4}-10^{-2}$	$10^{-3}-10^{-2}$	$10^{-5}-10^{-3}$	$10^{-5}-10^{-3}$
Κερκίδες	$10^{-4}-10^{-3}$	$10^{-4}-10^{-2}$	$10^{-3}-10^{-2}$	$10^{-3}-10^{-2}$
Στρόγγυλοι δοκοί	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}
Ημιόροφος οπλισμένου σκυροδέματος Ισογείου επιπέδου	$10^{-5}-10^{-3}$	$10^{-4}-10^{-2}$	$10^{-6}-10^{-2}$	$10^{-4}-10^{-1}$

Πίνακας14: Εύρος συχνοτήτων αρχής διέγερσης στοιχείων του μοντέλου

Λοιπά στοιχεία	40-50 Hz	
	Displacement	Modal mass
Σκελετός από κοιλοδοκούς	10^{-4} - 10^{-2}	10^{-3} - 10^{-2}
Πατάρι	10^{-3} - 10^{-2}	10^{-3} - 10^{-2}
Κλιμακοστάσια	10^{-4} - 10^{-2}	10^{-3} - 10^{-2}
Κερκίδες	10^{-4} - 10^{-2}	10^{-4} - 10^{-2}
Στρόγγυλοι δοκοί	10^{-1}	10^{-1}
Ημιόροφος οπλισμένου σκυροδέματος Ισογείου επιπέδου	10^{-4} - 10^{-2}	10^{-2} - 10^{-1}

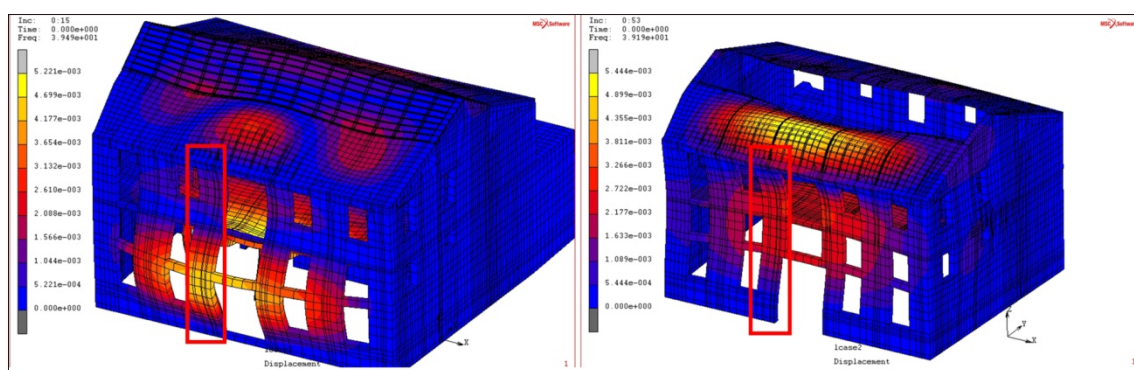
Πίνακας15: Εύρος συχνότητων αρχής διέγερσης στοιχείων του μοντέλου

5.5.4. Σύγκριση στοιχείων ιφυστάμενης κατάστασης και νέας πρότασης

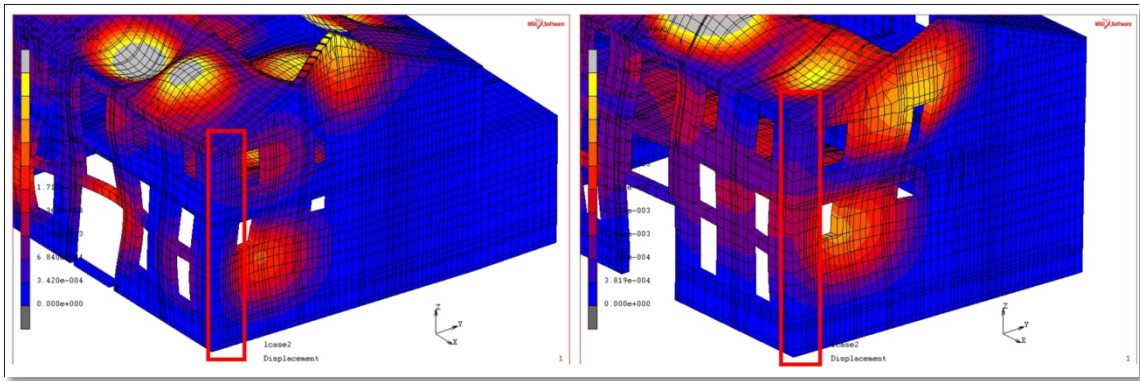
Εκτός από την ανάλυση των προσομοιωμάτων και την εύρεση των ιδιομορφών τους έγιναν τέσσερις τομές καθ' ύψος και σχεδιάστηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα μετατοπίσεων προκειμένου να διαπιστωθεί κατά πόσο η προσθήκη των νέων στοιχείων έχει διαφοροποιήσει την παραμόρφωση του φορέα σε κρίσιμες περιοχές όπως γωνία σύνδεσης τοίχων, μέσο ανοίγματος, υποστυλώματα για την ίδια συχνότητα. Τα σημεία για τα οποία έγινε η κάθε τομή (Πίνακας 16) εντοπίζονται στο κέντρο της βορειοδυτικής τοιχοποιίας με συχνότητα $F_{\text{τοιχ.1}}=39,49$ Hz (Σχήμα 151,155) και αντίστοιχα για το νέο μοντέλο $F_{\text{τοιχ.νέο1}}=39,19$ Hz, στο άκρο της βορειοδυτικής τοιχοποιίας (Σχήμα 152,156) με συχνότητα $F_{\text{τοιχ.2}}=49,81$ Hz και αντίστοιχα για το νέο μοντέλο $F_{\text{τοιχ.νέο2}}=49,57$ Hz, στο υποστύλωμα οπλισμένου σκυροδέματος (Σχήμα 153,157) που βρίσκεται στην εσωτερική βορειοδυτική πλευρά με συχνότητα $F_{\text{υποστ.1}}=49,81$ Hz και αντίστοιχα για το νέο μοντέλο $F_{\text{υποστ.νέο1}}=49,57$ Hz και στο υποστύλωμα που βρίσκεται στην βορειοδυτική πλευρά στο Νοτιοανατολικό άκρο (Σχήμα 154,158) με συχνότητα $F_{\text{υποστ.2}}=34,58$ Hz και αντίστοιχα για το νέο μοντέλο $F_{\text{υποστ.νέο2}}=34,38$ Hz.

Σημείο επιλογής	Φέρουσα τοιχοποιία		Υποστυλώματα οπλισμένου σκυροδέματος	
	Υφιστάμενο μοντέλο (Hz)	Νέο Μοντέλο (Hz)	Υφιστάμενο Μοντέλο (Hz)	Νέο Μοντέλο (Hz)
1	39,49	39,19	49,81	49,57
2	49,81	49,57	34,58	34,38

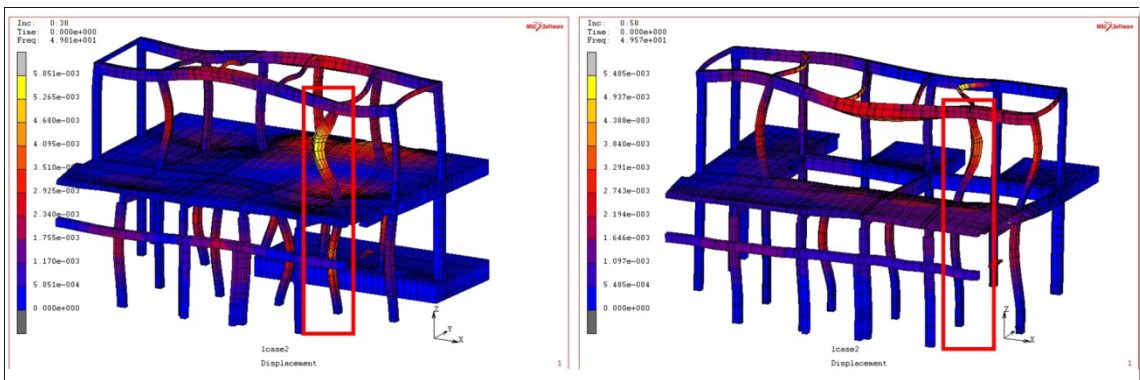
Πίνακας16: Απεικόνιση συγκρίσιμων σημείων με τις αντίστοιχες ιδιοσυχνότητες



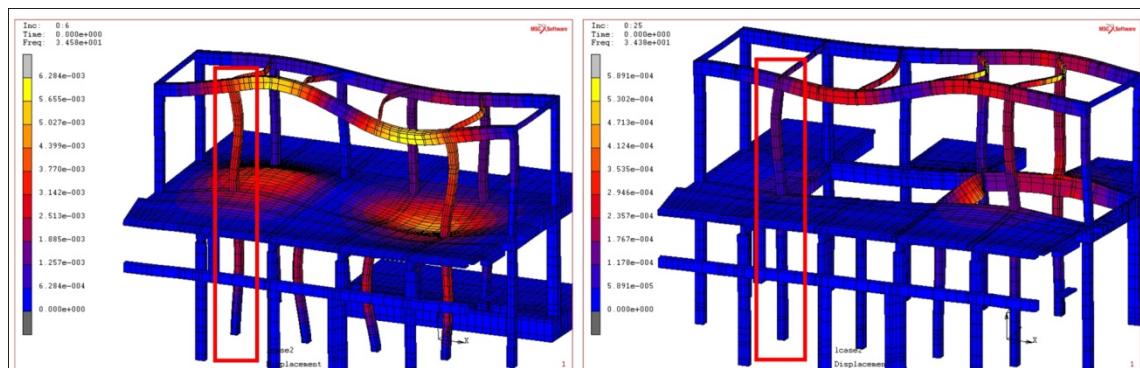
Σχήμα 151: Αριστερά, Απεικόνιση σειράς κόμβων από τη βάση μέχρι την κορυφή των μετατοπίσεων υφιστάμενου μοντέλου για τη φέρουσα τοιχοποιία (σημείο 1) (39,49 Hz)
Δεξιά, Απεικόνιση σειράς κόμβων από τη βάση μέχρι την κορυφή των μετατοπίσεων νέου μοντέλου για τη φέρουσα τοιχοποιία (σημείο 1) (39,19 Hz)



Σχήμα 152: Αριστερά, Απεικόνιση σειράς κόμβων από τη βάση μέχρι την κορυφή των μετατοπίσεων υφιστάμενου μοντέλου για τη φέρουσα τοιχοποιία (σημείο 2) (49,81 Hz)
Δεξιά, Απεικόνιση σειράς κόμβων από τη βάση μέχρι την κορυφή των μετατοπίσεων νέου μοντέλου για τη φέρουσα τοιχοποιία (σημείο 2) (49,57 Hz)



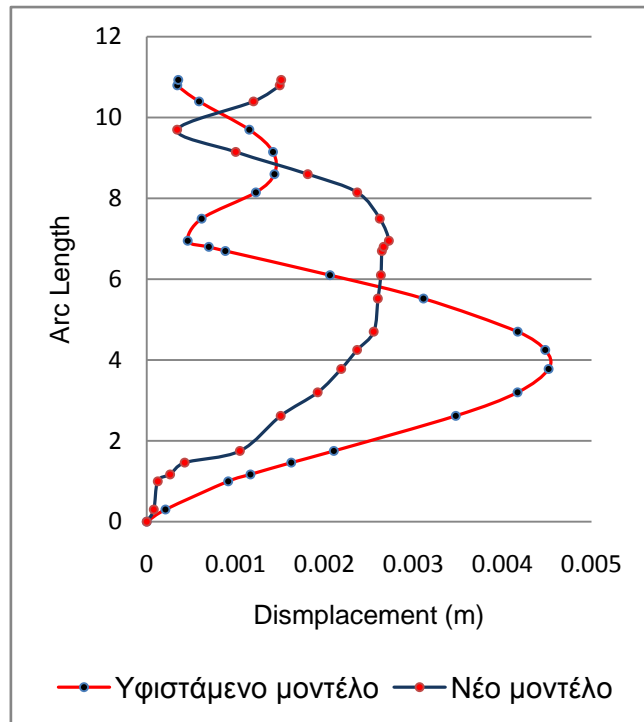
Σχήμα 153: Αριστερά, Απεικόνιση σειράς κόμβων από τη βάση μέχρι την κορυφή των μετατοπίσεων υφιστάμενου μοντέλου για το υποστύλωμα (σημείο 1) (49,81 Hz)
Δεξιά, Απεικόνιση σειράς κόμβων από τη βάση μέχρι την κορυφή των μετατοπίσεων νέου μοντέλου για το υποστύλωμα (σημείο 1) (49,57 Hz)



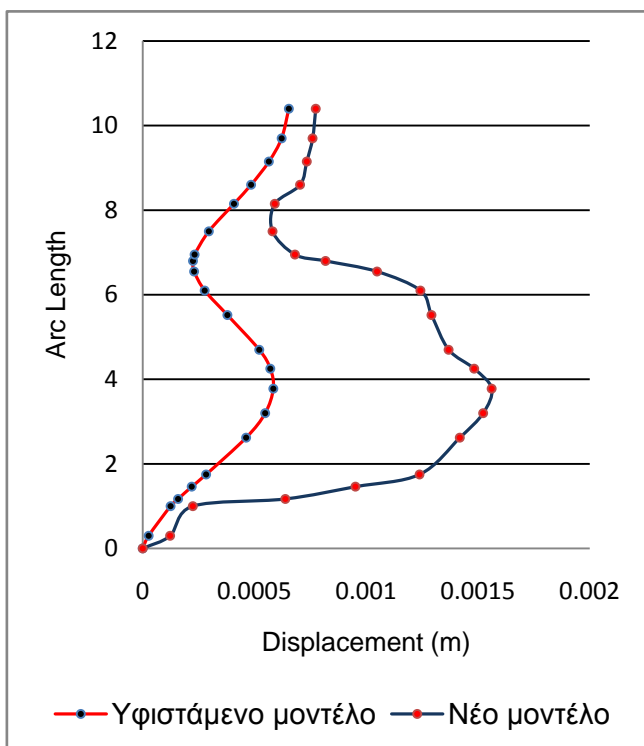
Σχήμα 154: Αριστερά, Απεικόνιση σειράς κόμβων από τη βάση μέχρι την κορυφή των μετατοπίσεων υφιστάμενου μοντέλου για το υποστύλωμα (σημείο 2) (34,58 Hz)
Δεξιά, Απεικόνιση σειράς κόμβων από τη βάση μέχρι την κορυφή των μετατοπίσεων νέου μοντέλου για το υποστύλωμα (σημείο 2) (34,38 Hz)

Ξεκινώντας με το σημείο 1 της φέρουσας τοιχοποιίας μια γενική παρατήρηση που θα μπορούσαμε να κάνουμε αφορά το εύρος στις τιμές των μετατοπίσεων όπου αυτές παρατηρούνται μεγαλύτερες από του νέου. Ακόμη απο το διάγραμμα φαίνεται ξεκάθαρα η μεγαλύτερη τιμή μετατόπισης που υφίσταται το υφιστάμενο μοντέλο στο ισόγειο επίπεδο η οποία φτάνει τα 0,004 m έναντι 0,0021 m του νέου. Σε ότι αφορά το σημείο της πλακάς οπλισμένου σκυροδέματος (ύψος 6 μέτρα περίπου) εκεί παρατηρείται μεγαλύτερη μετατόπιση του νέου με τιμή που ανέρχεται στα 0,0026 m έναντι 0,002 m του υφιστάμενου. Τέλος έντονη διαφοροποίηση εντοπίζεται από το ήμισυ και άνω, στο επίπεδο του Α ορόφου όπου το νέο σε σύγκριση με το παλιό εμφανίζεται να έχει αλλάξει συμπεριφορά με διαφορά φάσης κατά $T/2$ σε σύγκριση με το υφιστάμενο ενώ η τιμή μετατόπισης του νέου εμφανίζεται μεγαλύτερη φτάνοντας τα 0,0014 m έναντι 0,00034 m.

Το σημείο 2 της φέρουσας τοιχοποιίας παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά ως προς την ιδιομορφή για τις δυο περιπτώσεις (ιδία φάση ταλάντωσης). Η διαφορά που ανακύπτει αφορά τις μετατοπίσεις του νέου όπου αυτές είναι κατά πολύ μεγαλύτερες για το ισόγειο επίπεδο και φτάνουν τα 0,0015 m έναντι 0,00058 m (μέση ισογείου επιπέδου στις 4 περίπου μοίρες). Στο ύψος όπου η τοιχοποιία φτάνει στο μισό (6 μοίρες) οι τιμές μετατόπισης του νέου φτάνουν τα 0,0011 m έναντι 0,0002 m του υφιστάμενου. Τέλος, στο άνω επίπεδο η τιμή μετατόπισης για το τελείωμα της τοιχοποιίας του νέου εμφανίζεται ελαφρώς μεγαλύτερη 0,0007 m έναντι 0,0006 m του υφιστάμενου.

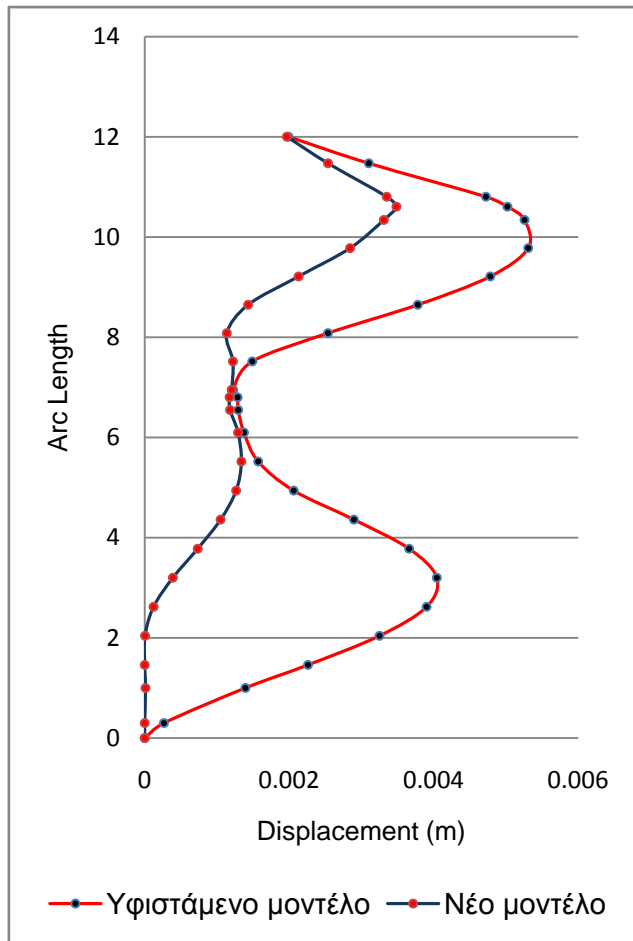


Σχήμα155: Διάγραμμα γωνίας συναρτήσε μετατόπισης για το σημείο 1 της φέρουσας τοιχοποιίας

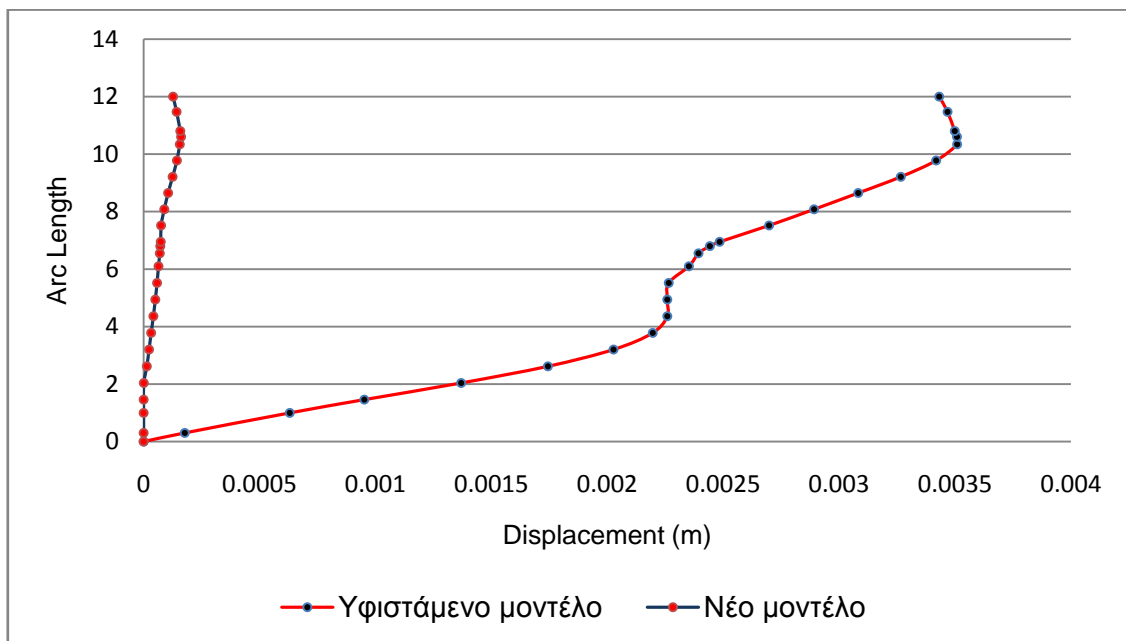


Σχήμα156: Διάγραμμα γωνίας συναρτήσε μετατόπισης για το σημείο 2 της φέρουσας τοιχοποιίας

Περνώντας στην σύγκριση του πρώτου υποστυλώματος παρατηρείται μεγάλη διαφοροποίηση ως προς τις μετατοπίσεις του ισογείου επιπέδου για το υφιστάμενο μοντέλο οι οποίες φτάνουν τα 0,004 m έναντι 0,00039 m του νέου. Ακόμη, για το νέο μέχρι (2 μέτρα ύψος περίπου) δεν υπάρχει μετατόπιση διότι στην νέα πρόταση το ισόγειο επίπεδο έχει ανυψωθεί κατά 0.8 m επομένως στο σημείο εκείνο το υποστύλωμα θεωρείται πακτωμένο χωρίς βαθμούς ελευθερίας κίνησης. Σε ότι αφορά το άνω επίπεδο παρατηρείται μικρότερη μετατόπιση για το νέο μοντέλο 0,0033 m έναντι 0,0052 m του υφιστάμενου. Αυτό γίνεται διότι το νέο μοντέλο εμφανίζει αύξηση στην ακαμψία του σε σύγκριση με το παλιό συνεπώς περιμένουμε και η συμπεριφορά του επόμενου υποστυλώματος να εμφανίζει παρόμοια συμπεριφορά .



Σχήμα157: Διάγραμμα γωνίας συναρτήσει μετατόπισης για το σημείο 1 του υποστυλώματος



Σχήμα158: Διάγραμμα γωνίας συναρτήσει μετατόπισης για το σημείο 2 του υποστυλώματος

Παρατηρώντας το σχήμα 158 βλέπουμε την εντονότερη διαφοροποίηση μετατοπίσεων ανάμεσα στο υφιστάμενο και το νέο μοντέλο. Ο λόγος για τον όποιον συμβαίνει αυτό εξηγήθηκε παραπάνω. Έτσι παρουσιάζεται από την βάση του στο ισόγειο επίπεδο μια μετατόπιση που φτάνει τα 0,0023 m έναντι 0,000063 m του νέου μοντέλου και από την μέση έως το τελείωμα του υποστυλώματος 0,0034 m έναντι 0,00012 m αντίστοιχα.

6. Συμπεράσματα

Έχοντας ολοκληρώσει την στατική και ιδιομορφική ανάλυση είμαστε σε θέση να προβούμε σε ορισμένες παρατηρήσεις-συμπεράσματα

Ξεκινώντας από την βύθιση δίχως να κάνουμε εκτενή αναφορά δεδομένου ότι δεν αποτελεί αντικείμενο έλεγχου της παρούσας διπλωματικής παρατηρήθηκαν ικανοποιητικά αποτελέσματα στην νέα πρόταση μελέτης. Αναφερόμενοι στην φέρουσα τοιχοποιία και στα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος παρατηρήθηκε ότι οι μέγιστες τιμές κάθισης μετρώνται μόλις σε χιλιοστά κάτι που θεωρείται αποδεκτό. Κυρίως αυτό που αναμενόταν είναι η ελαφρά αύξηση της κάθετης μετατόπισης των δοκαριών στα νέα σημεία όπου δημιουργήθηκαν τα αίθρια και που ανέρχεται σε $D_{\text{νέο δοκ.}} = -6,676 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ έναντι $D_{\text{νέο δοκ.}} = -4,714 \cdot 10^{-4} \text{ m}$. Ακόμη με την περαιτέρω φόρτιση των στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος λόγω των νέων στοιχείων η μετατόπιση στην φέρουσα τοιχοποιία περιορίστηκε ειδικά στις δυο πλάγιες όψεις της νέας πρότασης επέμβασης

Σε ότι αφορά το στατικό κομμάτι παρατηρήσαμε ότι η νέα πρόταση μελέτης στο μεγαλύτερο μέρος της ανταποκρίνεται επαρκώς στις νέες φορτίσεις που ασκούνται είτε από τα νέα στοιχεία που προστέθηκαν είτε από τις φορτίσεις που πλέον αυτή φέρει λόγω αλλαγής χρήσης ($F = -5 \text{ Kn}$).

Κατά την διαδικασία της ανάλυσης φάνηκε η ικανότητα της λιθοδομής να ανταποκριθεί επαρκώς στις ορθές τάσεις που αναπτύσσονται, διευρυνόμενες πλέον σε περισσότερα σημεία της, μη ξεπερνώντας σε κανένα σημείο τα όρια θραύσης. Όμως εξακολουθεί να παραμένει έντονη καταπόνηση της στα άνω σημεία της λόγω πίεσης που ασκείται από την στέγη και στο σημείο όπου υπάρχει η πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος του Α επιπέδου και του νέου ημιεπιπέδου οπλισμένου σκυροδέματος στο ισόγειο επίπεδο. Ως λύση προτείνεται, σε μελλοντική παρέμβαση, η ενίσχυση του σενάζ της τοιχοποιίας ώστε να ελαχιστοποιηθεί η έντονη καταπόνηση.

Σχολιάζοντας την στατική επάρκεια για τα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος θα μπορούσαμε να πούμε ότι η εμφάνιση κύριων μέγιστων θλιπτικών τάσεων που αναπτύσσεται δεν ξεπερνά το όριο θραύσης σε κανένα σημείο. Διαφορετικά όμως είναι τα πράγματα για την εμφάνιση κύριων μέγιστων εφελκυστικών δυνάμεων όπου φάνηκε σε πέντε σημεία αυτή να ξεπερνιέται. Τα τέσσερα σημεία αφορούν την εμφάνιση τάσεων στα σημεία όπου εδράζονται τα διπλά ταυ δομικού χάλυβα στα δοκάρια οπλισμένου σκυροδέματος (σημείο στέγης), το άλλο στο σημείο όπου εδράζεται το κλιμακοστάσιο του Α επιπέδου και το τελευταίο στον πρόβολο του ισογείου ημιεπιπέδου. Αυτό έγινε, στα πρώτα τρία σημεία (διπλά ταυ), διότι η ελαστικότητα του δομικού χάλυβα είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από αυτήν του οπλισμένου σκυροδέματος ($E_{\text{con}} = 27,92 \cdot 10^{-9} \text{ Gra}$, $E_{\text{χαλ.}} = 200 \cdot 10^{-9} \text{ Gra}$) με αποτέλεσμα το σημείο έδρασης (άκρα όπου ακουμπά το διπλό ταυ με το δοκάρι) να μην μπορεί να παραλάβει τις δυνάμεις ικανοποιητικά.

Δεδομένης αυτής της συμπεριφοράς, θέλοντας να ελαχιστοποιήσουμε τις τάσεις που δημιουργούνται θα μπορούσαμε:

- Να αντικαταστήσουμε το διπλό ταυ με άλλο διαφορετικών γεωμετρικών διαστάσεων
- Να αντικαταστήσουμε το διπλό ταυ με άλλο διαφορετικού υλικού προκειμένου αυτό να έχει μικρότερη ελαστικότητα και να μελετήσουμε μετά το όριο διαρροής του νέου υλικού
- Να δοκιμάσουμε την τοποθέτηση κοιλοδοκών ορθογωνικής διατομής αντί αυτής του διπλού ταυ
- Να τοποθετήσουμε κάποιου είδους ελαστικού παρεμβλήματος προκειμένου το σημείο έδρασης να αποκτήσει μεγαλύτερη ελαστική συμπεριφορά άρα και μεγαλύτερη απόσβεση δυνάμεων

Στο σημείο του Α επιπέδου όπου εδράζεται το κλιμακοστάσιο στο δοκάρι οπλισμένου σκυροδέματος η εμφάνιση κύριων εφελκυστικών τάσεων παρουσιάστηκε αυξημένη δεδομένου ότι αυτό δεν συγκρατάται από τις στρόγγυλες δοκούς όπως τα υπόλοιπα με αποτέλεσμα η έντονη κάμψη που ασκείται να τείνει να ασκήσει έντονες πιέσεις. Έτσι λοιπόν σε μια μετέπειτα ενέργεια θα μπορούσε αυτό να συνδεθεί με το πατάρι μέσω στρόγγυλης δοκού και να αποφευχθεί το πρόβλημα.

Στο σημείο του προβόλου όπου ξεπερνιέται το όριο θραύσης του ισογείου ημιεπιπέδου τα πράγματα κρίνονται πιο εύκολα καθώς με την απλή τοποθέτηση ενός πλαισίου, ακόμη και μεταλλικού οι τάσεις θα μειωθούν επαρκώς ώστε να μην υπάρξει πρόβλημα ορίου θραύσης.

Το στοιχείο της στέγης από στατικής επάρκειας ανταποκρίνεται επαρκώς. Όμως λόγω της μεγάλης ακαμψίας που εμφανίζουν τα διπλά ταυ έχουμε την εμφάνιση ανεπιθύμητων μέγιστων κύριων εφελκυστικών τάσεων. Σε ότι αφορά τα ζευκτά σε αυτά παρατηρήθηκε έντονη καταπόνηση στα άκρα τους και στα κεντρικά τους σημεία, κυρίως στα μέρη εκείνα όπου από κάτω τους αναρτώνται τα νέα στοιχεία (κερκίδες και κλιμακοστάσια στο ένα σημείο και πατάρι και κλιμακοστάσια στο άλλο). Σε περαιτέρω λύση προτείνεται για τα άκρα των ζευκτών η τοποθέτηση μεταλλικών ράβδων υπό την μορφή χιαστή οι οποίες θα πιάνουν αντίστοιχα για τα δυο άκρα της κατασκευής από τα ζευκτά έως το νέο κομμάτι της στέγης οπλισμένου σκυροδέματος. Αυτό προτείνεται για δυο διαδοχικά ζευκτά έως δηλαδή το πρώτο υποστύλωμα όπου αυτά εδράζονται. Ακόμη προτείνεται η εγκάρσια σύνδεση των ζευκτών στο κατώτερο επίπεδο τους προκειμένου να περιοριστεί η έντονη παραμόρφωση τους.

Τα εναπομείναντα στοιχεία της νέας σχεδιαστικής πρότασης ανταποκρίνονται επαρκώς όπως αυτά σχεδιάστηκαν καθώς συμπεριφέρονται ως ενιαίος δομικός φορέας. Κυρίαρχο ρόλο σε αυτήν την ενέργεια, εκτός από το στοιχείο στη νέας στέγης, διαδραματίζουν οι στρόγγυλοι αναρτώμενοι δοκοί και οι νέοι σκελετοί αποτελούμενες από κοιλοδοκούς ορθογωνικής διατομής οι οποίες έχοντας προσομοιαστεί στο ένα άκρο ως άρθρωση και στο άλλο ως κύλιση δεν επιβαρύνουν σε μεγάλο ποσοστό με επιπλέον δυνάμεις τα δοκάρια οπλισμένου σκυροδέματος του διαμήκους άξονα του κτιρίου. Βεβαίως σε ότι αφορά στα μέλη των στρόγγυλων δοκών, στα σημεία ένωσης μεταξύ διπλού ταυ και του καρφιά της στέγης, είδαμε κατά την ανάλυση ότι αυτά δεν λειτουργούν με τον σκοπό που σχεδιάστηκαν. Αυτό συμβαίνει λόγω της κάμψης της στέγης με αποτέλεσμα να υφίστανται έντονη κάμψη τα στοιχεία των στρόγγυλων δοκών που βρίσκονται μεταξύ κερκίδων-κλιμακοστασίων και παταριού-

κλιμακοστασίων. Έτσι προτείνεται η αφαίρεση των μελών αυτών προκειμένου οι στρόγγυλοι δοκοί να λειτουργήσουν σωστά παραλαμβάνοντας εφελκυστικές δυνάμεις.

Έχοντας ολοκληρώσει το κεφάλαιο της στατικής επάρκειας της νέας πρότασης μελέτης είμαστε πλέον σε θέση να προβούμε σε ορισμένες παρατηρήσεις που αφορούν την διαδικασία της ιδιομορφικής ανάλυσης.

Ξεκινώντας αυτό που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι η δυναμική συμπεριφορά του κτιρίου σε ότι αφορά τις συχνότητες διέγερσης δεν άλλαξε ουσιαστικά και αυτό αποτελούσε και έναν στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας δεδομένου ότι η νέα πρόταση μελέτης σχεδιάστηκε με σκοπό να επηρεάσει όσο το δυνατόν λιγότερο τα υφιστάμενα δομικά στοιχεία (εξού και η επιλογή της ανάρτησης των νέων τμημάτων από την νέα στέγη και η χρήση ελαφράς κατασκευής). Ακόμη νέες τιμές διέγερσης της κατασκευής εμφανίστηκαν με εφάμιλλα χαρακτηριστικά με αυτά των κύριων στο ποσοστό συμμετοχής μάζας και στο εύρος μετατοπίσεων. Συγκρίνοντας όμως, μέσω των τεσσάρων τομών που πραγματοποιήθηκαν για τα σημεία όπου εμφανίζουν μεγαλύτερη παραμόρφωση, το υφιστάμενο και το νέο μοντέλο φάνηκε το τελευταίο να παρουσιάζει αύξηση της ακαμψίας. Για αυτόν τον λόγο θα πρέπει να γίνει περαιτέρω ανάλυση των δομικών στοιχείων μέσω δυναμικών αναλύσεων με το φάσμα σχεδιασμού του αντισεισμικού κανονισμού και σεισμικών καταγράφων της περιοχής ώστε να έχουμε μια πιο ρεαλιστική εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας των δομικών στοιχείων.

Κλείνοντας θα ήταν εύλογο να γίνει μικρή αναφορά στις λοιπές εμβάσεις που θα μπορούσαν να γίνουν στο κτίριο ώστε αυτό να βελτιστοποιηθεί ως προς την μηχανική του συμπεριφορά. Δεδομένου ότι το κτίριο, ως προς τα αποτελέσματα τα οποία πρόέκυψαν, εμφανίζει ικανοποιητική συμπεριφορά σε στατικό και δυναμικό επίπεδο (ιδιομορφική ανάλυση) προτείνεται η πραγματοποίηση τοπικών επεμβάσεων με σκοπό την αποκατάσταση μεμονωμένων σημείων λόγω της ευεργετικής δράσης που αυτές έχουν σε ζητήματα υπέρβασης τάσεων, τοπικές αστοχίες υλικού. Αυτές αφορούν κυρίως τα αποφλοιωμένα μέρη του σκυροδέματος τα οποία χρήζουν κάλυψης με κατάλληλο κονίαμα (Τσιμεντοκονιάματα, γκαναίτ κ.α.) , την τοποθέτηση κατάλληλου υλικού για προστασία του κονιάματος της φέρουσας τοιχοποιίας, την εφαρμογή υγρομόνωσης στα σημεία που απαιτείται και τέλος την προστασία από την αναρριχόμενη υγρασία η οποία αποτελεί έναν από του κύριους παράγοντες φθοράς του κτιρίου (λόγω της τοποθεσίας που βρίσκεται).

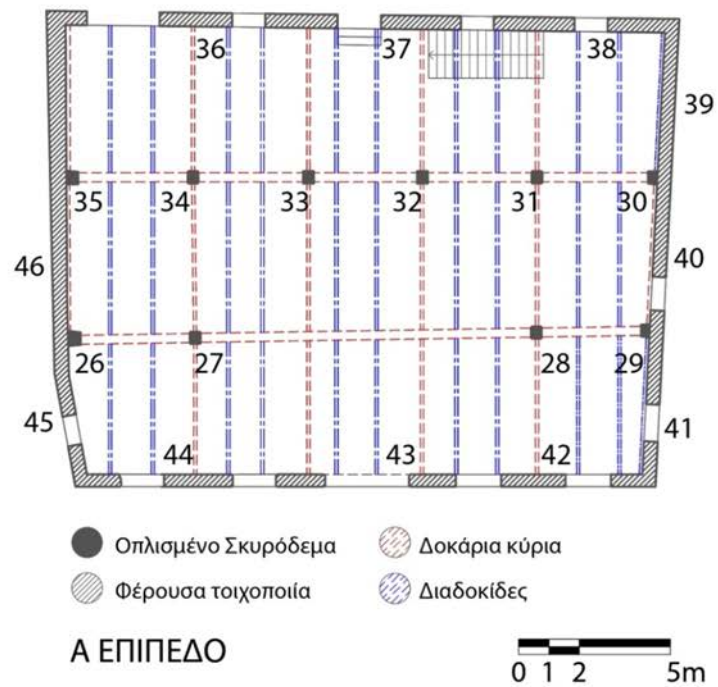
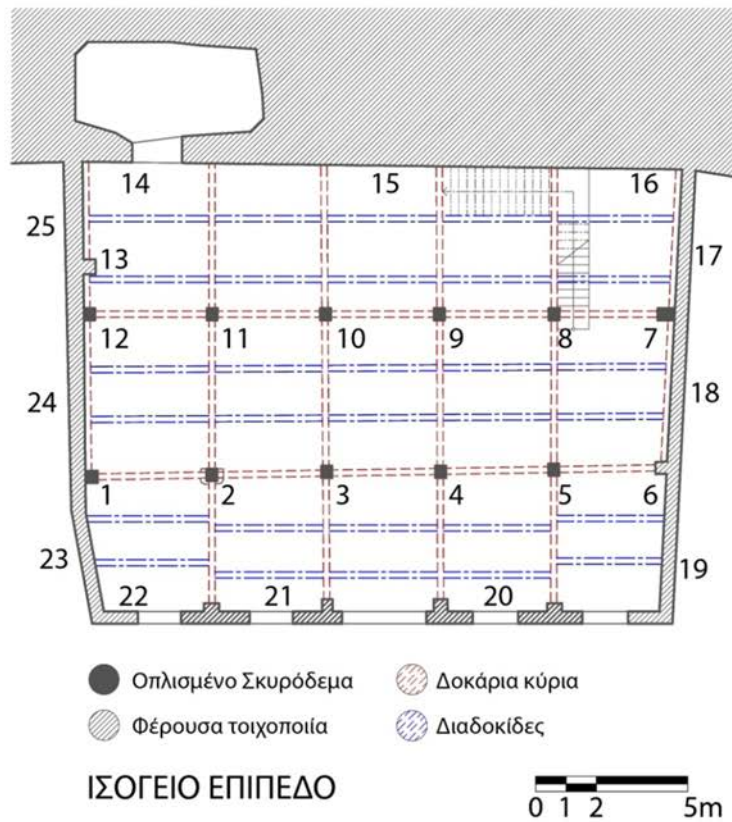
7. Βιβλιογραφία

- 1- Tirupathi R.Chandrupatla, Ashok D.belegundu, *Εισαγωγή στα πεπερασμένα στοιχεία για μηχανικούς*, Επιστημονική επιμέλεια ελληνικής έκδοσης: Χαράλαμπος Φραγκάκης, καθηγητής Α.Π.Θ., Τρίτη Αμερικάνικη έκδοση, Εκδ. κλειδάριθμος, 2005
- 2- Μαρία Ελ.Σταυρουλάκη, *Βέλτιστος σχεδιασμός επεμβάσεων ενίσχυσης σε δομικούς φορείς-Εφαρμογή στην προένταση*, Διδακτορική διατριβή, Εργαστήριο εφαρμοσμένης μηχανικής, Γενικό τμήμα-Τομέας μηχανικής, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, 1996
- 3- Μαρία Ελ.Σταυρουλάκη, Λέκτορας Πολυτεχνείου Κρήτης, Σημειώσεις μεταπτυχιακού μαθήματος Υπολογιστικής Μηχανικής, Εργαστήριο εφαρμοσμένης μηχανικής, Γενικό Τμήμα, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2009-2010
- 4- Τζιναράκης Θεόδωρος, *Αποτίμηση φέροντος οργανισμού νοτίου ενετικού νεωρίου Χανίων 'Benedetto Moro' με ιδιομορφική ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων*, Διπλωματική διατριβή μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης, Κατεύθυνση: Μηχανική και Τεχνολογία Υλικών και Κατασκευών, Πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών: Εφαρμοσμένες Επιστήμες και Τεχνολογία, Γενικό Τμήμα, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά 2011
- 5- Γιανναράκη Δ. , *Ιδιομορφική ανάλυση του νεωρίου του Μόρο*, Διπλωματική διατριβή μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης, Κατεύθυνση: Μηχανική και Τεχνολογία Υλικών και Κατασκευών, Πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών: Εφαρμοσμένες Επιστήμες και Τεχνολογία, Γενικό τμήμα, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά 2009
- 6- Αμανατίδου Μ., *Διαφραγματική λειτουργία πατωμάτων σε κτίρια από φέρουσα λιθοδομή*, Διπλωματική διατριβή μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης, Κατεύθυνση: Μηχανική και Τεχνολογία Υλικών και κατασκευών, Πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών: Εφαρμοσμένες Επιστήμες και Τεχνολογία, Γενικό Τμήμα, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά 2008
- 7- Αντωνία Μοροπούλου, Καθ. ΕΜΠ, *Υλικά και επεμβάσεις συντήρησης: Κριτήρια, μεθοδολογία και τεχνικές αποτίμησης και σχεδιασμού*, Επιστημονικές ημερίδες για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς: Προβλήματα φθοράς και παθολογίας μνημείων: Υλικά και επεμβάσεις συντήρησης και αποκατάστασης Ι, Τομέας Επιστήμης και Τεχνικής των Υλικών, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π, 2004

- 8- Δρ. Μ. Καρόγλου, *Έλεγχος ποιότητας υλικών: Κριτήρια-Μεθοδολογία-Πρότυπα*, Επιστημονικές ημερίδες για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς: Προβλήματα φθοράς και παθολογίας μνημείων: Υλικά και επεμβάσεις συντήρησης και αποκατάστασης Ι, Τομέας Επιστήμης και Τεχνικής των Υλικών, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π, 2004
- 9- *Σεμινάριο μικρής διάρκειας-Κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία-Κανονισμός-Βλάβες-Αποκατάσταση*, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος-Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας, Φεβρουάριος 2009
- 10- Αθανασιάδης Βασίλειος, *Σχεδιασμός μεθοδολογίας επιστημονικής υποστήριξης στη λήψη αποφάσεων για την προστασία ιστορικών κτιρίων και μνημείων με κριτήρια αειφορίας των υλικών*, Διπλωματική εργασία, Τομέας Επιστήμης και Τεχνικής των Υλικών, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- 11- Μίλτων Α. Δημοσθένους, Δρ Πολιτικός Μηχανικός, *Μέθοδοι και υλικά αποκατάστασης και ενίσχυσης διατηρητέων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία*, Τ.Ε.Ε. / Τ.Κ.Μ., Φεβρουάριος 2009
- 12- *Τεχνικές αναστήλωσης, υλικά και προβλήματα εφαρμογής*, Εταιρία έρευνας και προώθησης της επιστημονικής ανασύλωσης των μνημείων, Έτος ίδρυσης 2004
- 13- Μιχαήλ Ν.Φαρδής, Γεώργιος Τσιώνης, *Εφαρμογή του ευροκωδικα 8-Μέρος 1-Για τον αντισεισμικό σχεδιασμό πολυώροφων κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα*, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Σεπτέμβριος 2011
- 14- Χ.Δ. Θεοδωρίδης, Μηχανικός Μεταλλείων – Μεταλλουργός Μηχανικός, *Συμβατά υλικά και μέθοδοι συντήρησης και αποκατάστασης ιστορικών κτιρίων*, 15ο συνέδριο σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, Αλεξανδρούπολη, 25-27 Οκτωβρίου., 2006
- 15- Φανή Μαλλούχου-Tufano, *Προστασία και διαχείριση μνημείων- Ιστορικές και θεωρητικές προσεγγίσεις από την αρχαιότητα έως τις μέρες μας*, Εκδ. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 2004
- 16- Κωνσταντίνος Χαλιορής, Πολιτικός Μηχανικός, Λέκτορας, *Ημερίδα: Ειδικά θέματα Αντισεισμικού σχεδιασμού κτιρίων-Ενισχύσεις-Επισκευές Έλεγχοι-Εργαστηριακές δοκιμές-Αποτύπωση*, υλικά για επεμβάσεις σε κατασκευές, Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος, Τομέας Δομικών Κατασκευών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρήτριο Πανεπιστήμιο Θράκης, Μάιος, 2009
- 17- Παπασταματίου Κλεοπάτρα, *Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης Τ.Ε., Συντήρηση λίθου*, Εργασία στα πλαίσια εκπαιδευτικής άδειας 2006- 2007, Πανελλήνια Ένωση Συντηρητών Αρχαιοτήτων, 2006- 2007

- 18- Χρ. Σπανός, Μ.Σπιθάκης, Κ.Τρέζος, *Πρακτικά-Διδακτικά εγχειρίδια. Μεθοδολογία για την επιτόπου αποτίμηση των χαρακτηριστικών των υλικών*, Ομάδα εργασίας II-3, Αντισεισμική θωράκιση υφιστάμενων κατασκευών, ΤΕΕ, Αθήνα, Μάιος 2001
- 19- Αυγερινού Σάββας, Ζαφείρης Δημήτρης, Βιδάλης Δημήτρης, Βελιβασάκης Γεώργιος, Ισιδώρα Ντούλου, Εριάννα Γερομίτσου, Νάγια Γιακουβή, Ειρήνη Τριβιζά, Μαρία-Κλαιορη Χαρτσιά, *Αποθήκη 17 στα Τανπακαρία Χανίων*, Ομαδική εργασία, Επεμβάσεις σε υφιστάμενα κελύφη, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χειμερινό εξάμηνο, Ακαδ.Ετος 2010-11
- 20- Βαρελλής Παναγιώτης, Φρατζεσκάκη Θεοδοσία, *Ιστορική και πολεοδομική εξέλιξη της πόλης των Χανίων, Διπλωματική Εργασία*, Ε.Μ.Π., Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, 1999
- 21- Καψανάκη Ελένη, Πολεοδομική μελέτη αναβάθμισης στο εκτός των τειχών κέντρο της πόλης, Διπλωματική εργασία, Κατεύθυνση Β, Πολεοδομία-Χωροταξία, Δ.Π.Μ.Σ-Αρχιτεκτονική και Σχεδιασμός του Χώρου, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2007
- 22- Αιμιλία Κλάδου-Μπλέτσα, *Τα Χανιά έξω από τα τείχη*, εκδ. ΤΕΕ-Τμήμα Δυτικής Κρήτης, έκδοση Β, Αθήνα, 1998
- 23- *Πρόταση και ανάπλαση του ιστορικού συνόλου της Χαλέπας*, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Τμήμα Δυτικής Κρήτης, Χανιά, Ιούλιος 2006
- 24- Γιάννης Δημ. Τσίβης, *Χανιά 1252-1940*, εκδ. Γνώση, Αθήνα, 1993
- 25- Μάρω Δούκα, *Αθώοι και φταίχτες*, εκδ. Κέδρος, Εικοστή τρίτη έκδοση, 2004

Παράρτημα 1- Πραγματοποίηση κρουσιμέτρησης



Εικ.218: Σημεία μέτρησης

A/A	Ένδειξη μέτρησης (MPa)	Επίπεδο	Γεωμετρία στοιχείου	Υλικό
1	17.9	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
2	31.9	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
3	37	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
4	25.4	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
5	25.4	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
6	47.7	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Λίθος
7	26.2	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
8	35.3	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
9	28.6	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
10	33.6	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
11	33	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
12	23.6	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
13	25	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Λίθος
14	25.4	Ισόγειο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
15	17.9	Ισόγειο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
16	15	Ισόγειο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
17	19.3	Ισόγειο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
18	9.5	Ισόγειο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
19	13.6	Ισόγειο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
20	17.9	Ισόγειο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
21	30.3	Ισόγειο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
22	25.4	Ισόγειο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
23	17.9	Ισόγειο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
24	61.8	Ισόγειο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
25	25.4	Ισόγειο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
26	35.3	Ισόγειο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
27	40.4	Α επίπεδο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
28	31.9	Α επίπεδο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
29	27	Α επίπεδο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
30	55.2	Α επίπεδο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
31	53.3	Α επίπεδο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
32	23.9	Α επίπεδο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
33	47.7	Α επίπεδο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
34	43.1	Α επίπεδο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
35	41.4	Α επίπεδο	Υποστύλωμα	Οπ.Σκυρόδεμα
36	51.4	Α επίπεδο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
37	49.5	Α επίπεδο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
38	45.8	Α επίπεδο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
39	23.9	Α επίπεδο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
40	32.1	Α επίπεδο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
41	25.4	Α επίπεδο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
42	25.4	Α επίπεδο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
43	13.6	Α επίπεδο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
44	24.3	Α επίπεδο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
45	22.8	Α επίπεδο	Τοιχοποιία	Λιθ.Τοιχοποιία
47	40.4	Α επίπεδο	Πλάκα	Οπ.Σκυρόδεμα
48	25.4	Α επίπεδο	Δοκάρι	Οπ.Σκυρόδεμα

Πίνακας17: Πίνακας απεικόνισης τιμών με την διαδικασία της κρουσιμέτρησης

Εν κατακλείδι, οι τιμές που διαμορφώθηκαν για κάθε γεωμετρικό στοιχείο παρουσιάζονται παρακάτω κατηγοριοποιημένες:

A/A	Γεωμετρικό στοιχείο	Θλιπτική αντοχή F_c (MPa)	Υλικό	Επίπεδο
1	Υποστυλώματα οπλισμένου σκυροδέματος ισογείου επιπέδου	29.17	Σκυρόδεμα	Ισόγειο
2	Υποστυλώματα ισογείου επιπέδου πέτρα	36.35	Λίθος	Ισόγειο
3	Υποστυλώματα Α ορόφου οπλισμένου σκυροδέματος	41.20	Σκυρόδεμα	Α επίπεδο
4	Τοιχοποιία Ισογείου επιπέδου	25.39	Λίθος	Ισόγειο
5	Τοιχοποιία Α ορόφου	31.53	Λίθος	Α επίπεδο
6	Πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος	44.63	Σκυρόδεμα	Α επίπεδο
7	Δοκάρια οπλισμένου σκυροδέματος	25.40	Σκυρόδεμα	Α επίπεδο

Πίνακας 18: Τιμές μέτρησης έμμεσης θλιπτικής αντοχής των υλικών του κτιρίου

Με μια πρώτη εκτίμηση θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι μετρηθείσες τιμές χαρακτηρίζονται καλές. Αυτό συμπεραίνεται δεδομένου ότι για νέες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα η θλιπτική αντοχή για δοκίμια ποιότητας C20/25 θα πρέπει να κυμαίνεται γύρω στα 30 MPa ενώ για φέρουσες τοιχοποιίες από λιθοδομές γύρω στα 18 MPa.

Παράρτημα 2- Υπολογισμός μηχανικών χαρακτηριστικών υλικών του κτιρίου

Ολοκληρώνοντας τις μετρήσεις με τη μέθοδο της κρουσιμέτρησης καλούμαστε στην συνέχεια να υπολογίσουμε τα όρια θραύσης σε εφελκυσμό F_t -θλίψη F_{ck} καθώς και το μετρώ ελαστικότητας E προκειμένου να τα χρησιμοποιήσουμε στο πρόγραμμα Marc για την επίλυση των προσομοιωμάτων.

Για τον υπολογισμό αυτόν χρησιμοποιούνται γνωστές εξισώσεις-εργαλεία μέσω των οποίων μπορεί εύκολα κανείς να υπολογίσει τα προαναφερθέντα. Έτσι λαμβάνοντας υπόψη:

- α) $E_{\text{σκυρ.}} = 9500 \cdot F_{ck}^{1/3}$, F_{ck} θλιπτική αντοχή σκυροδέματος
 β) $E_{\text{τοιχ.}} = 1000 \cdot F_k$, F_k θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας
 γ) $F_{t \text{ τοιχ.}} = 0,05 \cdot F_{ck}$, F_t εφελκυστική αντοχή τοιχοποιίας
 δ) $F_{t \text{ σκυρ.}} = 0,3 \cdot F_{ck}^{2/3}$, F_t εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος

Διαμορφώνεται ο παρακάτω πίνακας των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών του ιφυστάμενου κτιρίου μελέτης ³²:

Υλικό	Μέτρο Ελαστικότητας E (N/m ²)	Λόγος Poisson (ν)	Φαινομενική Πυκνότητα (Kg/m ³)	Αντοχή σε Εφελκυσμό f_t (N/m ²)	Αντοχή σε Θλίψη F_c (N/m ²)
Ξύλο	$10 \cdot 10^9$	0.3	550		
Λιθοδομή Ισόγειο	$29.412 \cdot 10^9$	0.15	2500	$1.26 \cdot 10^6$	$25.39 \cdot 10^6$
Λιθοδομή Α Επίπεδο	$31.5 \cdot 10^9$	0.3	2500	$1.57 \cdot 10^6$	$31.53 \cdot 10^6$
Οπ.Σκυρόδεμα Πλάκες	$33.697 \cdot 10^9$	0.15	2350	$3.77 \cdot 10^6$	$44.63 \cdot 10^6$
Υποστυλώματα Ισογείου Οπ.Σκυρόδεμα	$29.41 \cdot 10^9$	0.15	2350	$2.84 \cdot 10^6$	$29.17 \cdot 10^6$
Υποστυλώματα Ισογείου Λίθος	$36.35 \cdot 10^9$	0.3	2500	$1.81 \cdot 10^6$	$36.35 \cdot 10^6$
Υποστυλώματα Α επιπέδου Οπ.Σκυρόδεμα	$32.80 \cdot 10^9$	0.15	2350	$3.57 \cdot 10^6$	$41.20 \cdot 10^6$
Δοκάρια Οπ.Σκυρόδεμα	$27.92 \cdot 10^9$	0.15	2350	$2.59 \cdot 10^6$	$25.4 \cdot 10^6$

Πίνακας 19: Μηχανικές ιδιότητες υλικών κτιρίου

³² Να σημειωθεί ότι $F_{ck} = F_k$ στην προκειμένη περίπτωση όπως αυτές προέκυψαν από τις τιμές εξαγωγής της κρουσιμέτρησης.

Παράρτημα 3- Υπολογισμός μηχανικών χαρακτηριστικών μεταλλικών στοιχείων δομικού χάλυβα

Σε ότι αφορά τα μεταλλικά στοιχεία, αυτά σχεδιάστηκαν στο πρόγραμμα Marc ως συμπαγές δοκοί με την μορφή πεπερασμένων στοιχείων των εξαεδρικών οκτάκομβων (hex8). Έτσι, προκειμένου αυτά να προσομοιαστούν με τις σωστές ιδιότητες που θα είχε μια κοιλοδοκός ορθογωνικής διατομής έγινε μια απλοποίηση που βασίζεται στο γεγονός ότι το μητρώο δυσκαμψίας των δύο δοκών θα πρέπει να είναι ίδιο.

Αναφέρεται ότι στην περίπτωση μας, για μια δοκό στο χώρο, για ίδιο υλικό έπρεπε αντίστοιχα να έχουμε ίδιο εμβαδόν A, και ίδιες ροπές αδράνειας I_x, I_y, I_z και J. Επειδή εμείς θεωρήσαμε ορθογωνικές διατομές οδηγηθήκαμε στην απλοποίηση ότι αναλογία των ροπών αδράνειας σχετίζεται με την αναλογία εμβαδού και επίσης για να μην αλλάζουμε γεωμετρικές θεωρήσαμε ίδια τα A και I και αλλάξαμε το υλικό E.

Έτσι λαμβάνοντας υπόψη τους τύπους:

$$\begin{aligned} \alpha) A_1 \cdot g_1 &= A_2 \cdot g_2 & , A & \text{ Εμβαδόν διατομής (m}^2\text{)} \\ & & g & \text{ Φαινομενική πυκνότητα (Kg/m}^3\text{)} \\ \beta) K &= (A \cdot E) / L & , K & \text{ ακαμψία} \\ & & A & \text{ Εμβαδόν διατομής (m}^2\text{)} \\ & & E & \text{ μέτρο ελαστικότητας (GPa)} \\ & & L & \text{ Μήκος δοκού (m)} \end{aligned}$$

Μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε τις αντίστοιχες τιμές για το μέτρο ελαστικότητας E και την φαινομενική πυκνότητα του g του κάθε στοιχείου. Ακόμη για τα μεταλλικά στοιχεία δομικού χάλυβα αναφέρεται ότι το όριο διαρροής ισούται με το δυο της χιλίοις του μέτρου ελαστικότητας ($F_c, F_t = 0.002 \cdot E$). (Πίνακας 20)

Υλικό	Μέτρο Ελαστικότητας E (N/m ²)	Λόγος Poisson (ν)	Φαινομενική Πυκνότητα (Kg/m ³)	Αντοχή σε Εφελκισμό ft (N/m ²)	Αντοχή σε Θλίψη Fc (N/m ²)
Οπ.Σκ. C20/25	29*10 ⁹	0.15	2350	2.56*10 ⁶	25*10 ⁶
Οπτοπλινθοδομή	2.5*10 ⁹	0.25	1100	0.125*10 ⁶	2.5*10 ⁶
Διαδοκίδες Δομ.Χάλυβας 40*40 mm	31.14*10 ⁹	0.3	1222.5	62.28*10 ⁶	62.28*10 ⁶
Κοιλοδοκός Δομ.Χάλυβας 50*100 mm	54.28*10 ⁹	0.3	2130.49	108.56*10 ⁶	108.56*10 ⁶
Κοιλοδοκοί Δομ.Χάλυβας 40*50 mm	76.8*10 ⁹	0.3	3014.4	153.6*10 ⁶	153.6*10 ⁶
Δομικός Χάλυβας	200*10 ⁹	0.3	7850	400*10 ⁶	400*10 ⁶
Κοιλοδοκοί Δομ.Χάλυβας 60*100 mm	48.56*10 ⁹	0.3	1906.24	97.12*10 ⁶	97.12*10 ⁶
Κοιλοδοκοί Δομ.Χάλυβας 40*80 mm	88.08*10 ⁹	0.3	3457.2	176.16*10 ⁶	176.16*10 ⁶
Κοιλοδοκοί Δομ.Χάλυβας 50*50 mm	41.76*10 ⁹	0.3	1639.08	83.52*10 ⁶	83.52*10 ⁶
Κοιλοδοκοί Δομ.Χάλυβας 200*100 mm	28.36*10 ⁹	0.3	1113.13	56.72*10 ⁶	56.72*10 ⁶

Πίνακας 20: Μηχανικές ιδιότητες νέων υλικών κτιρίου



Date: 2008/11/19 15:36:45
 EET
 Reason: Stamp PDF
 Location: Athens, Ethniko
 Typografio

5493

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΑΝΑΓΚΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΑΛΛΟΤΡΙΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ

Αρ. Φύλλου 572

31 Δεκεμβρίου 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

- Τροποποίηση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ) του Δήμου Μελισσίων (Ν. Αττικής)..... 1
- Χαρακτηρισμός ως διατηρητέων δύο (2) κτιρίων που βρίσκονται στην περιοχή Ταμπακαριά Χαλέπας του Δήμου Χανίων (Ν. Χανίων) και καθορισμός ειδικών όρων και περιορισμών δόμησης αυτών..... 2

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

- Αριθμ. 51987 (1)
 Τροποποίηση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ) του Δήμου Μελισσίων (Ν. Αττικής).

Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις των άρθρων 10, 11, 12 και 39 του «Κώδικα Βασικής Πολεοδομικής Νομοθεσίας» που κυρώθηκε με το άρθρο πρώτο του από 14.7.1999 π.δ/τος (Δ' 580).
2. Τις διατάξεις του άρθρου 4 (παρ. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12 και 13) του ν. 2508/1997 «Βιώσιμη οικιστική ανάπτυξη των πόλεων και οικισμών της χώρας και άλλες διατάξεις» (Α' 124).
3. Τις διατάξεις του άρθρου 90 του Κώδικα Νομοθεσίας για την Κυβέρνηση και τα κυβερνητικά όργανα, που κυρώθηκε με το άρθρο πρώτο του π.δ/τος 63/2005 (Α' 98).
4. Την υπ' αριθμ. 32962/1037/16.5.1990 απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων «Άσκηση αρμοδιοτήτων από τον Οργανισμό Αθήνας» (Β' 327).
5. Το υπ' αριθμ. 1780/19.6.2006 έγγραφο του Οργανισμού Αθήνας προς τους αρμόδιους φορείς.
6. Το υπ' αριθμ. Α37011/3207/27.6.2006 έγγραφο της Γενικής Δ/σης Μεταφορών του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών.
7. Το υπ' αριθμ. ΔΜΕΟ/η/738/13.7.2006 έγγραφο της Γ.Γ.Δ.Ε - Δ/σης Μελετών Έργων Οδοποιίας.
8. Το υπ' αριθμ. 31326/6.7.2006 έγγραφο της Γενικής Γραμματείας Αθλητισμού του Υπουργείου Πολιτισμού.

9. Το ΠΕΧΩ 4147/ΦΕγκ/2006/19.7.2006 έγγραφο της Δ/σης ΠΕ.ΧΩ. Περιφέρειας Αττικής.

10. Το υπ' αριθμ. 5194/31.7.2006 έγγραφο της Β' Εφορείας Προϊστορικών και Κλασσικών Αρχαιοτήτων του Υπουργείου Πολιτισμού.

11. Το υπ' αριθμ. ΥΠΠΟ/ΓΔΑΠΚ/ΑΡΧ/Α1/ΦΟ2/67106/3107/7.8.2006 έγγραφο της Δ/σης Προϊστορικών και Κλασσικών Αρχαιοτήτων του Υπουργείου Πολιτισμού.

12. Το υπ' αριθμ. 23200/7.9.2006 έγγραφο της Δ/σης Νέων Έργων Μεταφοράς της ΔΕΗ.

13. Το υπ' αριθμ. 6189/27.9.2006 έγγραφο της Δ/σης Αξιοποίησης και Ανάπτυξης Ακινήτων του ΟΤΕ STATE A.E.

14. Το υπ' αριθμ. 6033/10.10.2006 έγγραφο της 1ης Εφορείας Βυζαντινών Αρχαιοτήτων του Υπουργείου Πολιτισμού.

15. Το υπ' αριθμ. ΥΠΠΟ/ΓΔΑΠΚ/ΑΡΧ/Β1/Φ26/88726/4633/15.11.2006 έγγραφο της Δ/σης Βυζαντινών και Μεταβυζαντινών Αρχαιοτήτων του Υπουργείου Πολιτισμού.

16. Τις υπ' αριθμ. 392/2001, 193/2004, 317/2005 και 185/2006 γνωμοδοτήσεις του δημοτικού συμβουλίου Δήμου Μελισσίων.

17. Το γεγονός ότι οι υπόλοιποι φορείς δεν απάντησαν μέχρι σήμερα.

18. Τις υπ' αριθμ. 2/συν.15η/31.5.2006 και 2/συν.29ης/22.11.2006 γνωμοδοτήσεις της Εκτελεστικής Επιτροπής του Οργανισμού Αθήνας.

19. Το υπ' αριθμ. ΑΠ 193/25.1.2007 έγγραφο του Οργανισμού Αθήνας.

20. Το γεγονός ότι από τις κανονιστικές διατάξεις αυτής της απόφασης δεν προκαλείται δαπάνη σε βάρος του κρατικού προϋπολογισμού και του προϋπολογισμού του οικείου Ο.Τ.Α., αποφασίζουμε:

1. Εγκρίνεται η τροποποίηση του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ) του Δήμου Μελισσίων (Ν. Αττικής), το οποίο έχει εγκριθεί με την υπ' αριθμ. 87622/4991/20.12.1988 απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Γεωργίας (Δ' 47/1989), όπως τροποποιήθηκε με την υπ' αριθμ. 67782/3059/11.5.1991 όμοια απόφαση (Δ' 392) και αναδημοσιεύθηκε με την υπ' αριθμ. 85368/5903/14.7.1994 όμοια κοινή υπουργική απόφαση (Δ' 1219) με:

Α. Την επέκταση των ορίων του Γενικού Πολεοδομικού σχεδίου για την ένταξη εντός αυτών περιοχών ειδικής προστασίας που δεν πρόκειται να πολεοδομηθούν, όπως φαίνεται στο χάρτη Π1 σε κλίμακα 1:10.000.

Β. Την πολεοδομική οργάνωση των πολεοδομημένων και προς πολεοδόμηση περιοχών του Δήμου για πληθυσμό 30.000 κατ. με τροποποίηση των ορίων των Πολεοδομικών Ενοτήτων, και νέα αρίθμηση αυτών και τον καθορισμό μέσης πυκνότητας και μέσου συντελεστή δόμησης, όπως φαίνεται στο χάρτη Π.1 και στον παρακάτω πίνακα:

	Μέση Πυκνότητα	Μέσος σ.δ.
ΠΕ 1	90	0,7
ΠΕ 2	86	0,7
ΠΕ 3	80	0,7
ΠΕ 4	82	0,7
ΠΕ 5	84	0,7

Σε όλες τις περιοχές επέκτασης του εγκεκριμένου σχεδίου ορίζεται συντελεστή δόμησης 0,6.

Στις εντός σχεδίου περιοχές με ισχύοντα σ.δ 0,8 προτείνεται στα πλαίσια της Πολεοδομικής Μελέτης Αναθεώρησης (Π.Μ.Α) να θεσπιστεί κλιμακωτός σ.δ ως εξής: Ιδιοκτησίες με εμβαδόν έως 500τ.μ. σ.δ 0,8

Για το τμήμα ιδιοκτησίας από 500-700 τ.μ. σ.δ 0,7

Για το τμήμα ιδιοκτησίας μεγαλύτερο των 700 τ.μ. σ.δ. 0,6.

Γ. Την τροποποίηση των χρήσεων γης και τον καθορισμό νέων στις πολεοδομημένες και προς πολεοδόμηση περιοχές όπως φαίνεται στο χάρτη Π1 και ειδικότερα:

- Τον καθορισμό αμιγούς κατοικίας όπως προσδιορίζεται από το άρθρο 2 του από 23.2.1987 π.δ/τος (Δ' 166).

Τα εμπορικά καταστήματα που εξυπηρετούν τις καθημερινές ανάγκες των κατοίκων της περιοχής δεν πρέπει να έχουν εμβαδόν μεγαλύτερο των 50 τμ.

- Τον καθορισμό γενικής κατοικίας, όπως προσδιορίζεται από το άρθρο 3 του ίδιου ως άνω π.δ/τος με εξαίρεση τα πρατήρια βενζίνης και τις βιομηχανικές αποθήκες του άρθρου 17 παρ.1β του ν. 3325/2005 (Α' 68), στις ιδιοκτησίες οι οποίες έχουν πρόσωπο επί των οδών που φαίνονται στον χάρτη Π-1, εκτός αν διαφορετικά απεικονίζεται.

- Τον καθορισμό πολεοδομικού κέντρου, όπως προσδιορίζεται από το άρθρο 4 του παραπάνω π.δ/τος.

- Τον καθορισμό τοπικών κέντρων γειτονιάς, όπως προσδιορίζεται από το ίδιο παραπάνω άρθρο.

- Τον καθορισμό κοινωνικών εξυπηρετήσεων, όπως προσδιορίζεται από το άρθρο 10 του ως άνω π.δ/τος και ειδικότερα περιθάλψη και κοινόχρηστο πράσινο ή άλσος στους χώρους των Νοσοκομείων.

Ειδικότερα στους χώρους των νοσηλευτικών ιδρυμάτων του ΝΙΕΘ, Παπαδημητρίου, Αμαλίας Φλέμινγκ, Τσαγκάρη και Παλλάδιο επιτρέπεται η επισκευή, ανακαίνιση και εκσυγχρονισμός των υπαρχόντων κτισμάτων και η επέκτασή τους με κτίσματα συνολικής επιφανείας ορόφων το πολύ μέχρι 10% της δομημένης σήμερα επιφανείας. Οι επεκτάσεις των κτιρίων θα εξυπηρετούν τις ανάγκες του νοσηλευτικού ιδρύματος και μόνον. Δεν επιτρέπεται η αλλαγή της χρήσης των κτιρίων. Στην περίπτωση που πάσουν να λειτουργούν ως νοσηλευτικές μονάδες, οι μόνες επιτρεπόμενες χρήσεις που μπορούν να έχουν είναι αυτές των κοινωνικών εξυπηρετήσεων.

- Τον καθορισμό χρήσης αναψυχής, όπως προσδιορίζεται από το άρθρο 8 του παραπάνω π.δ/τος και ειδικότερα εστιατόρια και ταβέρνες στην πλατεία Εθνικής Αντιστάσεως στην ΠΕ 4.

- Τον καθορισμό χώρων πρόνοιας, αθλητισμού και εκπαίδευσης.

- Στις περιοχές που βρίσκονται μέσα στο όριο του ρεματος Πεντέλης Χαλανδρίου, όπως αυτό καθορίστηκε με το από 9.8.1995 π.δ. (Δ' 669) ισχύουν οι χρήσεις γης και οι λοιποί όροι δόμησης που καθορίζονται στο ως άνω π.δ. Τα υπόλοιπα ρέματα παραμένουν ανοικτά στην φυσική τους κατάσταση ώστε να εξυπηρετούν την απορροή των όμβριων, να αποτελούν πνεύμονες πρασίνου και φυσικούς αγωγούς αερισμού. Όπου είναι δυνατόν από την εδαφική τους διαμόρφωση, διαμορφώνονται παράλληλα χώροι περιπάτου, πρασίνου, τα γεωμετρικά στοιχεία των οποίων καθορίζονται στα πλαίσια των πολεοδομικών μελετών.

Δ. Τη γενική εκτίμηση των αναγκών σε γή (Ha) για κοινωνική υποδομή ανά πολεοδομική ενότητα, όπως φαίνεται στον πίνακα «Κοινωνικού Εξοπλισμού ανά Πολεοδομική Ενότητα».

Ε. Στις εκτός των πολεοδομημένων και προς πολεοδόμηση περιοχών του Δήμου Μελισσίων, καθορίζεται Ζώνη Α, ήπιας ανάπτυξης στα μη δασικά τμήματα της οποίας επιτρέπεται η χρήση μόνον κατοικίας, με τους όρους και περιορισμούς δόμησης του από 24.5.1985 π.δ/τος (Δ' 270) και με τους εξής πρόσθετους περιορισμούς:

- Μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος των κτιρίων 7,5 μ. το οποίο μετράται από το γύρο φυσικό έδαφος.

- Επιτρέπεται η κατασκευή υπογείου μέχρι 25 τ.μ.

Στις περιοχές που εμπίπτουν στην ζώνη προστασίας του Πεντελικού όρους, επιτρέπονται κατά ζώνη οι χρήσεις που καθορίζονται στο από 25.4.1989 π.δ/γμα (Δ' 755).

ΣΤ. Την ιεράρχηση του οδικού δικτύου, όπως φαίνεται στο χάρτη Π1 και ειδικότερα:

Πρωτεύουσα αρτηρία: Λεωφόρος Πεντέλης

Δευτερεύουσες αρτηρίες: Δημοκρατίας, Α.Παπανδρέου, Παναγή Τσαλδάρη-Κουντουριώτη, Ελ Βενιζέλου, Πηγής, 25ης Μαρτίου, Κ. Καραμανλή.

Στα πλαίσια των πολεοδομικών μελετών επέκτασης-αναθεώρησης θα πρέπει να καθορισθεί δίκτυο πεζοδρόμων που θα συνδέουν το κέντρο του Δήμου με τους μεγάλους χώρους αστικού πρασίνου, καθώς επίσης και με τις περιοχές περιαστικού πρασίνου (περιοχή ορεινού όγκου Πεντέλης) και τις παραρεμάτιες περιοχές.

Επίσης στα πλαίσια των πολεοδομικών μελετών επέκτασης-αναθεώρησης θα πρέπει να εξευρεθούν χώροι σε κάθε γειτονιά, πλησίον των κεντρικών λειτουργιών, που να εξασφαλίζουν θέσεις στάθμευσης ανά γειτονιά και ειδικότερα:

ΠΕ1: 350 θέσεις, ΠΕ2:80 θέσεις, ΠΕ3:230 θέσεις, ΠΕ4:140 θέσεις, ΠΕ5:170 θέσεις.

2. Συνοπτικό αντίτυπο του παραπάνω χάρτη Π-1 και ενός πίνακα, που θεωρήθηκαν από τον Προϊστάμενο της Διεύθυνσης Τοπογραφικών Εφαρμογών με την υπ' αριθμ. 51987/2007 πράξη του δημοσιεύονται με την παρούσα απόφαση στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

3. Εντός της περιοχής του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ.) και ειδικότερα στις εκτός και εντός σχεδίου περιοχές που περιλαμβάνονται σ' αυτό, οικοδομικές άδειες που έχουν εκδοθεί με τις προγενέστερα ισχύουσες διατάξεις ή έχει υποβληθεί στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία πλήρης φάκελος με τα απαραίτητα για την έκδοση της οικοδομικής άδειας στοιχεία, μέχρι την ημερομηνία δημοσίευσης της παρούσας απόφασης,

εκτελούνται όπως εκδόθηκαν ή εκδίδονται βάσει των υποβληθέντων στοιχείων σε συνδυασμό με τις διατάξεις του ν. 1577/1985 «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (Α' 210), όπως ισχύει.

4. Η ισχύς της παρούσας απόφασης αρχίζει από τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 13 Δεκεμβρίου 2007

Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΟΥΦΛΙΑΣ

Πίνακας Κοινωνικού Εξοπλισμού ανά Πολεοδομική Ενότητα

ΠΕ	Έκτα-ση (Ha)	Πλη-θυ-σμι-ακό μέγε-θος	Ελεύ-θεροι χώροι πρα-σίνου (στρ)	Αθλη-τικοί χώροι (στρ)	Εκπαίδευση						Πο-λιτι-σμός (στρ)	Παιδικοί Σταθμοί (στρ)	
					Νηπιαγω-γεία		Δημοτικά		Γυμνάσια - Λύκεια				
					στρ.	μον.	στρ.	μον.	στρ.	μον.		στρ.	μον.
1	59	5400	43,20	29,70	1,62	2	4,32	2	3,89	1	0,54	0,54	1
2	76	6500	52,00	35,75	1,95	2	5,20	2	4,68	1	0,65	0,65	1
3	69	5500	44,00	30,25	1,65	1	4,40	1	3,96	1	0,55	0,55	1
4	91	7500	60,00	41,25	2,25	2	6,00	2	5,40	1	0,75	0,75	1
5	61	5100	40,80	28,05	1,53	1	4,08	1	3,67	1	0,51	0,51	1
Συν. =	356	30000	240,00	165,00	9,00	8	24,00	8	21,60	5	3,0	3,0	5

Στα πλαίσια της μελέτης αναθεώρησης η χωροθέτηση των νέων μονάδων εκπαίδευσης θα πρέπει να καθορισθεί ανά γειτονιά ή ανά γειτονιά ή ανά ενότητες γειτονιών, σύμφωνα και με την ακτίνα εξυπηρέτησης κάθε μονάδας.

Στις βόρειες Πολεοδομικές Ενότητες (3 & 4) μέρος των αναγκών σε κοινόχρηστους χώρους πρασίνου είναι δυνατόν να καλυφθεί από τις όμορες ζώνες προστασίας του Πεντελικού Όρους (ΦΕΚ 755/89).

Είναι δυνατή η χωροθέτηση αθλητικών εγκαταστάσεων εντός των ζωνών προστασίας του Πεντελικού Όρους σύμφωνα με τις διατάξεις του Π. δ/τος 755/1989.

Αριθμ. 50377

(2)

Χαρακτηρισμός ως διατηρητέων δύο (2) κτιρίων που βρίσκονται στην περιοχή Ταμπακαριά Χαλέπας του Δήμου Χανίων (Ν. Χανίων) και καθορισμός ειδικών όρων και περιορισμών δόμησης αυτών.

**Ο ΥΦΥΠΟΥΡΓΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ,
ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ**

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του άρθρου 4 παρ. 2 του ν. 1577/1985 «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (Α' 210), όπως αυτό αντικαταστάθηκε με το άρθρο 3 του ν. 2831/2000 «Τροποποίηση των διατάξεων του ν. 1577/1985 «Γ.Ο.Κ.» και άλλες πολεοδομικές διατάξεις» (Α' 140).

2. Τις διατάξεις του άρθρου 90 του Κώδικα Νομοθεσίας για την Κυβέρνηση και τα κυβερνητικά όργανα, που κυρώθηκε με το άρθρο πρώτο του π.δ/τος 63/2005 (Α' 98).

3. Την υπ' αριθμ. Υ300/14.11.2007 απόφαση του Πρωθυπουργού και του Υπουργού Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων «Ανάθεση αρμοδιοτήτων Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων στους Υφυπουργούς Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων» (Β' 2210).

4. Το υπ' αριθμ. 8'/θέμα 29/22.2.2006 πρακτικό της Ε.Π.ΑΕ. της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Χανίων.

5. Την υπ' αριθμ. 30.3.2007 αιτιολογική έκθεση της Διεύθυνσης Πολεοδομικού Σχεδιασμού - Τμήμα Παραδοσιακών Οικισμών του Υ.Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε..

6. Την υπ' αριθμ. 17.4.2007 σύμφωνη γνώμη των ενδιαφερομένων (αριθμ. πρωτ. ΥΠΕΧΩΔΕ 16168/18.4.2007).

7. Το υπ' αριθμ. 62/18.5.2007 υπηρεσιακό σημείωμα της Διεύθυνσης Πολεοδομικού Σχεδιασμού - Τμήμα Παραδοσιακών Οικισμών του Υ.Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε..

8. Το γεγονός ότι από τις κανονιστικές διατάξεις αυτής της απόφασης δεν προκαλείται δαπάνη σε βάρος του κρατικού προϋπολογισμού και του προϋπολογισμού του οικείου Ο.Τ.Α., αποφασίζουμε:

1. Χαρακτηρίζονται ως διατηρητέα τα δύο (2) κτίρια που βρίσκονται στην περιοχή Ταμπακαριά Χαλέπας του Δήμου Χανίων (Ν. Χανίων) και ειδικότερα επί της οδού Βιβιλάκη 21 και 23, φερόμενα ως ιδιοκτησία Εμμανουήλ, Αργυρώς Αικατερίνης και Στέφανου Αγοραστάκη,

όπως φαίνονται στο σχετικό πρωτότυπο διάγραμμα σε κλίμακα 1:50 που θεωρήθηκε από τον Προϊστάμενο της Διεύθυνσης Τοπογραφικών Εφαρμογών με την υπ' αριθμ. 50377/2007 πράξη του και που αντίτυπό του σε φωτοσμίκρυνση δημοσιεύεται με την παρούσα απόφαση.

2. Ως διατηρητέα κτίρια χαρακτηρίζονται τα κελύφη των αρχικών κτιρίων.

3. Στα χαρακτηριζόμενα ως διατηρητέα κτίρια απαγορεύεται κάθε αφαίρεση, αλλοίωση ή καταστροφή τόσο των επί μέρους αρχιτεκτονικών ή καλλιτεχνικών και διακοσμητικών στοιχείων τους, όσο και των κτιρίων συνολικά, πλην των προσκτισμάτων ή των στοιχείων των κτιρίων, για τα οποία η Επιτροπή Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (Ε.Π.Α.Ε.) έχει γνωμοδοτήσει για την αφαίρεσή τους.

4. Επιτρέπεται η επισκευή, ο εκσυγχρονισμός των εγκαταστάσεων, η ενίσχυση στο φέροντα οργανισμό στο εσωτερικό των κτιρίων, καθώς και επεμβάσεις για λόγους λειτουργικούς των διατηρητέων κτιρίων, εφόσον δεν αλλοιώνεται ο αρχιτεκτονικός χαρακτήρας τους και δεν θίγονται τα διατηρητέα στοιχεία τους.

5. Δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση φωτεινών ή μη επιγραφών και διαφημίσεων στα διατηρητέα κτίρια. Επιτρέπεται η τοποθέτηση επιγραφών μικρών διαστάσεων που πληροφορούν για τη χρήση των χώρων του κτιρίου.

6. Επιτρέπεται η χρήση τουριστικού καταλύματος ή κατοικίας καθώς και εσωτερικές διαρρυθμίσεις που εξυπηρετούν τις λειτουργικές ανάγκες των επιτρεπόμενων χρήσεων, χωρίς αύξηση του όγκου των κτιρίων και μεταβολή ή αλλοίωση των όψεων των διατηρητέων κτιρίων.

7. Για οποιαδήποτε επέμβαση στο εξωτερικό και εσωτερικό των διατηρητέων κτιρίων, καθώς και για την τοποθέτηση επιγραφών απαιτείται έγκριση της Ε.Π.Α.Ε..

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

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 26 Νοεμβρίου 2007

Ο ΥΦΥΠΟΥΡΓΟΣ

ΣΤΑΥΡΟΣ ΕΛ. ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΗΣ

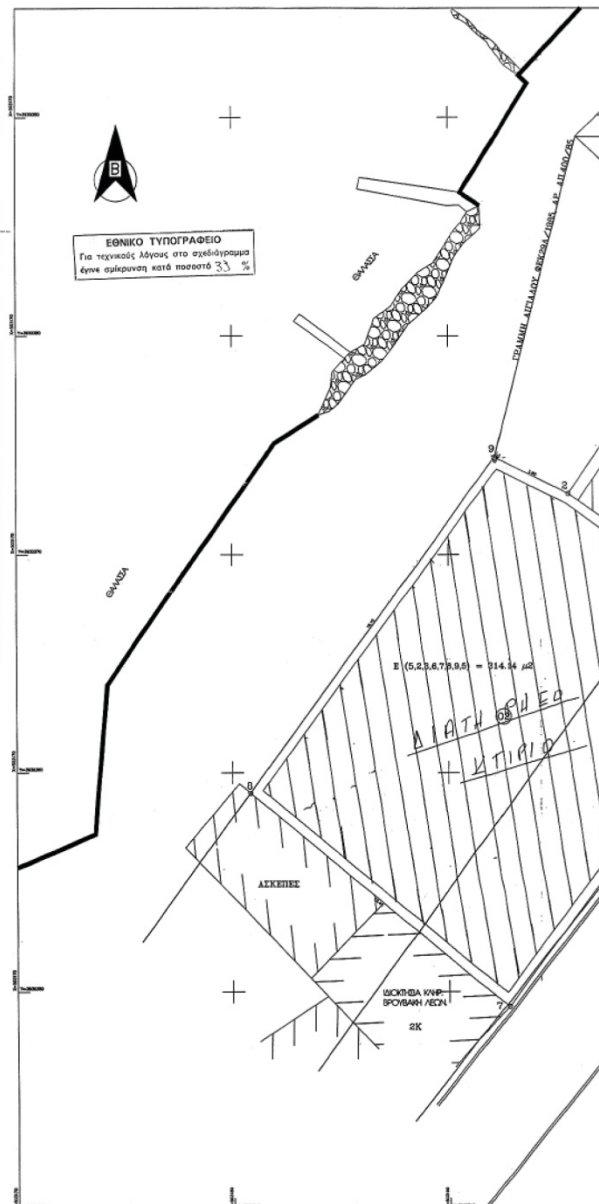


ΥΠΟΜΕΤΡΑ

ΕΜΒΑΔΑ
Εμβαδόν γηπέδου (Σ2) 12,3-6-6 = 144,28μ2
Εμβαδόν γηπέδου (Σ2) 5-2-3-6-7-9-6 = 314,14μ2

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ Ν.651/1977

- 1) Το γηπέδο Σ1 & Σ2 βρίσκεται στη θέση Τσιμνισσάρει εκτός των ορίων του σχεδίου πόλεως Πάφου.
- 2) Με βάση τους αρχοντικές άδρους και περιγραφοίς διανομής είναι μη άρτος και μη οικοδομήσιμος.
- 3) Δεν υπάρχει στις διατάξεις του Ν.1537/1953 ή του Π.Δ.20/30-9-66 (ΦΕΚ 414) περί ασφάλους σε γη και χρήμα.
- 4) Το άρτο και τους άδρους μου υπέδειξε ο δικαστής.
- 5) Απόσταση από θάλασσα 8 μέτρα.



Παροράματα

Όπου αναφέρεται τάσεις σε νιούτον (N) οι μονάδες είναι N/m^2