

ΚΥΡΙΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ:		ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ		ΕΦΟΡΕΙΑ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΠΕΛΛΑΣ	
ΕΡΓΟ:		ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΤΕΜΕΝΟΥΣ ΓΕΝΙ ΤΖΑΜΙ ΣΤΗΝ ΕΛΕΥΣΑ			
ΘΕΜΑ:		ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ			
ΕΚΔΟΣΗ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Σύνταξη			
	A	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2021	ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΕΝΝΟΣ		
	B	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2024			
I	ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2025				
ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ:					
ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΕΝΝΟΣ, Πολιτικός Μηχανικός					
ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Α. ΕΝΝΟΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ Α.Π.Θ. ΜΕΛΟΣ ΤΕΕ ΑΡ. ΜΗΤΡΩΟΥ 34170 ΔΗΜ. ΓΑΓΝΟΥ 32 Τ.Κ. 54249 ΘΕΣ/ΝΙΚΗ ΤΗΛ 2310 427639 ΑΦΜ: 029149810 - ΑΔΥ: Ζ. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ					
ΕΚΠΙΣΤΕΙΣ - ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ					
ΟΝΟΜΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ			

378784/13.9.24
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	Αντικείμενο	1
1.2	Ενέργειες Μελετητών	1
1.3	Διαθέσιμα στοιχεία	1
1.4	Συνημμένα	2
2.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ	2
2.1	Σύντομο ιστορικό	2
2.2	Γεωμετρία φέροντος οργανισμού	2
2.3	Δόμηση φέροντος οργανισμού	3
2.4	Παθολογία φέροντος οργανισμού	4
2.4.1	Βλάβες εναντι μηχανικών δράσεων ή καταναγκασμών	4
2.4.2	Φθορά υλικών εναντι διαβρωτικών παραγόντων	5
3.	ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΥΣ	7
3.1	Υλικά φέροντος οργανισμού	7
3.1.1	Εισαγωγή	7
3.1.2	Πωρόλητοι	7
3.1.3	Αοβετόλητοι	7
3.1.4	Συμπαγείς πλίνθοι	7
3.1.5	Κονιάματα δόμησης	7
3.1.6	Ξύλινες δοκοί	8
3.2	Φέρουσες τοιχοποιίες	8
3.2.1	Ααζευτή πωροληθοδομή	8
3.2.2	Αποληθοδομή	8
3.2.3	Πληθοδομή συμπαγών πλίνθων	8
3.2.4	Μικτή τοιχοποιία από αποληθοδομή με εξωτερική στρώση από πωρόλητο	9
3.2.5	Μικτή τοιχοποιία από πλινθοδομή με εξωτερική στρώση από πωρόλητο	9
3.2.6	Συντελεστές ασφαλείας	10
3.3	Έδαφος θεμελίωσης	10
4.	ΔΡΑΣΕΙΣ	11
4.1	Μόνιμες δράσεις	11
4.1.1	Ίδια βάρη τοιχοποιιών	11
4.1.2	Ίδιο βάρος στήματος Μίναρε	11



36	.....	BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	36
7.9	.....	Αρμολογήματα - Ενέματα	34
7.8	.....	Αποκατάσταση - Ενίσχυση Μιναρέ	34
7.7	.....	Αναδομήσεις - Συρραφές ρυγμών - Αποκατάσταση ζυθοδεσιών	33
7.6	.....	Συντήρηση - αποκατάσταση επιστεύσεως	33
7.5	.....	Αποκατάσταση σφονδυλίων κινώνων Προσώου	33
7.4	.....	Αντικατάσταση μεταλλικών ελκυστήρων του Προσώου	32
7.3	.....	Κατασκευή εξωτερικών και εσωτερικών ικριωμάτων	32
7.2	.....	Κατασκευή περιμετρικού στραγγιστηρίου	32
7.1	.....	Εισαγωγή	32
7.	.....	ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ	32
6.4	.....	Διαστασιολόγηση επεμβάσεων	28
6.3.4	.....	Συμπυκνώματα	28
6.3.3	.....	Έλεγχος αναρροής μιναρέ	28
6.3.2	.....	Εντατικά μέγθη	22
6.3.1	.....	Δυναμικά χαρακτηριστικά προσομοιωμάτων	16
6.3	.....	Αποτελέσματα ανάλυσης	16
6.2	.....	Αριθμητική Ανάλυση	16
6.1.5	.....	Μικτή τοιχοποιία από πλινθοδομή με εξωτερική στρώση από πωρόλιθο με εφαρμογή αρμολογήματος	15
6.1.4	.....	Αξευστή λιθοδομή από πωρόλιθο με αμφιπλευρή αρμολόγηση	15
6.1.3	.....	Μικτή τοιχοποιία από πλινθοδομή με εξωτερική στρώση από πωρόλιθο με αμφιπλευρή επεμβάσεων	14
6.1.2	.....	Μικτή τοιχοποιία από αρυολιθοδομή με εξωτερική στρώση από πωρόλιθο με εφαρμογή	14
6.1.1	.....	Αρυολιθοδομή με εφαρμογή επεμβάσεων	14
6.1	.....	Δεδομένα - Παραδοχές	14
6.	.....	ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ - ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ	14
5.1	.....	Σύντομη περιγραφή προσομοιωμάτων	12
5.	.....	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ	12
4.3	.....	Ζείστική δομή - Άνεμος	12
4.2	.....	Κινητά φορτία	12
4.1.4	.....	Ίδια βάρη προσώου	11
4.1.3	.....	Ίδια βάρη επιφορτίσεων κεντρικού θόλου	11

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ανακεφαλιωμένο

Η παρούσα Τεχνική Έκθεση αναφέρεται στο έργο «Ζωτική μελέτη για την αποκατάσταση του τμήματος του Τζαμί στην Έδεσσα». Η μελέτη περιλαμβάνει τον έλεγχο στατικής επάρκειας του τμήματος που κατεστράφη και την αποκατάστασή του με την επίστρωση με τσιμέντο σε συμπίεση και με την αγκύρωση μελέτη μορφής του και πρόταση μέτρων ενίσχυσης του τμήματος σε συμπίεση και με την αγκύρωση μελέτη αποκατάστασης και ανανέωσή της.

Η παρούσα τεχνική έκθεση προπονήθηκε με βάση την υπ' αριθμ. 398984/13-09-2024 Απόφαση της Διεύθυνσης Αναστήλωσης Βυζαντινών και Μεταβυζαντινών Μνημείων μετά τη δεύτερη υποβολή της έγκρισης της αρχιτεκτονικής, στατικής και Η/Μ μελέτης του τμήματος υπό όρους αλλά και τις παρατηρήσεις της Διεύθυνσης τον Δεκέμβριο του 2024 και περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Έλεγχος παραμορφώσεων των κατασκευών σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς (ΚΑΔΕΤ, ΕC8 μέρος 3) για στάθμες επιτελεστικότητας B1 & B2 (παρ. 6.3)
- Αποτέλεσματα αριθμητικής επίλυσης νέου αναλυτικού προσομοιώματος για τον μίναρ του τμήματος με προσομοίωση της λήψης ελασμοειδούς εσωτερικής κλίμακας (παρ. 6.3)
- Έλεγχος ανατομής του μίναρ για το σημείο σχεδιασμού (στάθμη επιτελεστικότητας B1) (παρ. 6.3.3)
- Διαστασιολόγηση μεταλλικών στοιχείων ενίσχυσης του μίναρ για στάθμη επιτελεστικότητας B2+ (παρ. 6.4)

1.2 Εργασίες Μελέτης

- Ο συντάκτης της παρούσας, μετά την ανάθεση της σχετικής μελέτης, προέβη στις ακόλουθες ενέργειες:
- Επισκέψεις επί τόπου για συλλογή στοιχείων.
- Συναντήσεις με μέλη του Επιστημονικού προσωπικού της Εφορείας Αρχαιοτήτων Πέλλας για ανταλλαγή απόψεων.

1.3 Διαθέσιμα στοιχεία

- Η Εφορεία Αρχαιοτήτων Πέλλας έθεσε στη διάθεση του συντάκτη της παρούσας τα ακόλουθα στοιχεία:
- Γενική Έδεσσα, Μελέτη αποκατάστασης – επανόχρησης & διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου που συντάχθηκε το 2016 για την Εφορεία Αρχαιοτήτων Πέλλας από την αρχιτεκτονική μηχανική κηρυττοπούλου Κική [1]
- Γεωτεχνική έρευνα – μελέτη στη θέση Γενική Έδεσσα που εκπονήθηκε το 2016 από τον τεχνικό γεωλόγο Χατζηγιάννη Νικόλαο, Υπερβίτες Γεωλογικών και Γεωτεχνικών Ερευνών & Μελετών [2]
- Γενική Έδεσσα, Αποτίμηση φέρουσας ικανότητας & προτάσεις ενίσχυσης που συντάχθηκε το 2012 για την 11^η Εφορεία Βυζαντινών Αρχαιοτήτων από τον πολιτικό μηχανικό Γκατζόγια Η. Κωνσταντίνου [3]
- Σχέδια αποτύπωσης του Μνημείου που εκπονήθηκαν από την Υπηρεσία.

Η τετραγωνική βάση στις τέσσερις πλευρές ανοιγμάτων θύρων, παραθύρων καθώς και κόγχες με διαμόρφωση ανακκουφιστικών τούλων στις ζώνες αμφάλιων. Στη ΒΔ τοιχοποιία διαμορφώνεται η θύρα εισόδου διαστάσεων 2.05x3.00m με χαρπίδινο τούλο πλάτος. Εκτερέθων της εισόδου διακονούνται δύο συστημικά ορθογώνια παράθυρα με χαρπίδινο πλάτος, διαστάσεων 1.30x2.55m. Στη σέπη των ανοιγμάτων διατάσσονται τούλα με πλάτος του κενού μεταξύ τούλων και ορθογώνιου ανοιγμάτων με τούλο. Στις υπόλοιπες τρεις πλευρές της βάσης διαμορφώνονται ανοιγμάτων σε τρεις ζώνες με διαφορική τυπολογία ανά ζώνη. Στην πρώτη ζώνη διακονούνται ανοιγμάτων ορθογώνιου σχήματος διαστάσεων 1.40x2.60m με διαμόρφωση ανακκουφιστικών τούλων από λαξευμένους παρόλτους. Στη σέπη των τούλων διακονούνται ανοιγμάτων με διαστάσεων 1.00x1.50m και στην τρίτη ζώνη υπάρχουν κεντρικό παράθυρο λαξευτού λίθου, διαστάσεων 1.00x1.50m και στην πρώτη ζώνη υπάρχουν κεντρικό παράθυρο λαξευτού λίθου με αυτά της δεύτερης ζώνης. Στη δυτική γωνία υπάρχουν επίσης τούλα εισόδου στον Μισρά. Πολλά από τα ανοιγμάτων έχουν κλειστεί με μεταλλικές ελκυστικές.

Θεμελίωσης βρίσκονται σε βάθος 3.50m από τη στάθμη του δαπέδου του. Από τοπική εκσκαφή στη δυτική γωνία του κτιρίου, στη διασταύρωση της τοιχοποιίας του κεντρικού τμήματος με την τοιχοποιία του μισρά, που υποστηρίχκε στο πλάτος της μελέτης «Γενί Τζαμί Έδεσσας, Αποτίμηση φέρουσας ικανότητας & προτάσεις ενίσχυσης» [3] διαπιστώθηκε ότι η στάθμη έδρασης της επικάθεται θόλος παραβολικός εκτερέθων με μέγιστο ύψος 4.80m.

Το σήμα του Τεμένους αποτελείται από μία σχεδόν τετραγωνική βάση διαστάσεων 14.75x14.60m και ύψους 8.00m, η οποία φέρει οκταγωνικό τυμπάνο εσωτερικής διαμέτρου 11.90m και ύψους 2.00m στο οποίο

2.2 Γεωμετρία φέρουσας οργάνωσης

- Το Γενί Τζαμί χαρακτηρίστηκε διατηρητέο Ιστορικό Μνημείο το 1937 (ΦΕΚ 428/23-08-1937).
- Το Γενί Τζαμί χρονολογείται στο πρώτο μισό του 17ου αιώνα, ενώ η σημερινή του μορφή πρέπει να είναι αποτέλεσμα επεμβάσεων που χρονολογούνται στον 19ο αιώνα και στις αρχές του 20ου αιώνα.

ακόλουθα στοιχεία:

Σύμφωνα με την ιστορική ανάλυση – τεκμηρίωση που παρουσιάζεται στο αντίστοιχο κεφάλαιο της Μελέτης αποκατάστασης & διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου [1] παρατίθενται τα

φύλλα της αρχαιολογικών ευρημάτων της ΕΦΑ Πέλλας. που σώζεται σήμερα στην πόλη της Έδεσσας στην αρχική του μορφή. Σήμερα χρησιμοποιείται ως χώρος περίοδο της Τουρκοκρατίας την τουρκική συνοικία. Το Γενί Τζαμί αποτελεί το μοναδικό οθωμανικό μνημείο Το Γενί Τζαμί βρίσκεται στο νότιο τμήμα του κέντρου της πόλης της Έδεσσας που αποτελεί κατά την

2.1 Σύνομο ιστορικό

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ

- Τύχος Στοιχείων Υπολογισμών
 - Γενικά σχέδια προτεινόμενων επεμβάσεων και σχέδια λεπτομερειών
- Η παρούσα Τεχνική Έκθεση συνοδεύεται από τα ακόλουθα:

1.4 Σύνληψη

- Σημαντικό αριθμό φωτογραφιών του Μνημείου.

θόλου.

Ημερήσια κατανάλωση καυσίμων και ενέργειας ανά μονάδα παραγωγής. Το σύνολο των ημερήσιων κατανάλωσεων καυσίμων και ενέργειας ανά μονάδα παραγωγής, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1

Ημερήσια κατανάλωση καυσίμων και ενέργειας ανά μονάδα παραγωγής. Το σύνολο των ημερήσιων κατανάλωσεων καυσίμων και ενέργειας ανά μονάδα παραγωγής, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1

Ημερήσια κατανάλωση καυσίμων και ενέργειας ανά μονάδα παραγωγής. Το σύνολο των ημερήσιων κατανάλωσεων καυσίμων και ενέργειας ανά μονάδα παραγωγής, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1

Πίνακας 4.1

Δεν εντοπίζονται βλάβες στην ανώτερη του μηχανήματος που να μπορούν να αποδοθούν σε ανεπάρκεια της

Πίνακας 4.1

2.4.1 Βλάβες εναντίον μηχανικών δράσεων ή καταναγκασμών

Ημερήσια κατανάλωση καυσίμων και ενέργειας ανά μονάδα παραγωγής. Το σύνολο των ημερήσιων κατανάλωσεων καυσίμων και ενέργειας ανά μονάδα παραγωγής, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.

2.4 Πιθανότητα φθοράς οργάνων

Ο Μίναρης αποτελείται από διάφορα μέρη, τα οποία είναι κατασκευασμένα από διάφορα υλικά. Τα μέρη αυτά είναι κατασκευασμένα από διάφορα υλικά, τα οποία είναι κατασκευασμένα από διάφορα υλικά.

Ημερήσια κατανάλωση καυσίμων και ενέργειας ανά μονάδα παραγωγής. Το σύνολο των ημερήσιων κατανάλωσεων καυσίμων και ενέργειας ανά μονάδα παραγωγής, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.

οι δοκοθήκες του σιδηροδρομικού σταθμού.

ΔΕΙΧΝΟΜΕΝΟΝ ΕΙΝΑΙ ΟΤΙ ΟΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΕΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΜΙΑΣ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΓΓΕΙΟΛΟΓΙΑΣ ΕΙΝΑΙ ΕΝΩΜΕΝΟΙ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΛΙΝΙΚΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΝ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΓΓΕΙΟΛΟΓΙΑΣ.

Άλλα στοιχεία παθολογίας

thing to

Մարտին Լյութերը համարում էր, որ Եկեղեցին չպետք է լինի միայն իշխանության կենտրոն, այլ նաև ժողովրդի համայնական կյանքի կենտրոն։ Եկեղեցին պետք է լինի ժողովրդի համայնական կյանքի կենտրոն, որտեղ յուրաքանչյուրը կարող է իր անձնական և հասարակական կյանքում հասնել Եկեղեցու համայնական կյանքին։ Եկեղեցին պետք է լինի ժողովրդի համայնական կյանքի կենտրոն, որտեղ յուրաքանչյուրը կարող է իր անձնական և հասարակական կյանքում հասնել Եկեղեցու համայնական կյանքին։

Milvaps

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

וְאֵלֶּיךָ יְיָ אֱלֹהֵינוּ יָשׁוּבִים וְנִשְׁמָעֶיךָ יְיָ אֱלֹהֵינוּ וְנִשְׁמָעֶיךָ יְיָ אֱלֹהֵינוּ

Առաջին և երկրորդ խմբերի միջև կան տարբերություններ, որոնք կապված են հիմնականում խմբի անհատների հետաքրքրվածության և անհատների մոտ իրենց հետաքրքրվածությունը արտահայտելու ցանկության հարմարության հետ։

00000000

επίσης και η υπέρβαση των ορίων.

[illegible]

Κεντρικός θόλος

αποκαθήσει γι' αυτόν.

[illegible]

Ημερομηνία

3. ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΥΣ

3.1 Υλικά φέροντος οργανισμού

3.1.1 Εισαγωγή

Στις τοιχοποιίες του σώματος του Τεμένους και στον Μινάρé υπάρχουν τα ακόλουθα επί μέρους υλικά:

- Πρισματικά λαξευμένα λιθώματα από πωρόλιθο
- Λιθώματα από αβεστόλιθο
- Πλακοειδείς συμπαγείς πλίνθοι
- Αβεστοκονίαμα δόμησης
- Ξύλινες δοκοί ξυλόδεσμών

Για τα μηχανικά χαρακτηριστικά των λιθωμάτων και των κονιαμάτων που συνθέτουν τον φέροντα οργανισμό του τεμένους υποβιβάζονται οι τιμές που προέκυψαν από τους εργαστηριακούς ελέγχους που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο της μελέτης «Γενί Τζαμί Έδεσσας, Αντιστήριξη φέροντας ικανότητας & ποσότητες ενίσχυσης» [3]. Για τα ξύλινα στοιχεία τα μηχανικά χαρακτηριστικά εκτιμήθηκαν συντηρητικά με βάση την οπτική παρατήρηση και την εμπειρία.

3.1.2 Πωρόλιθοι

Πρόκειται για τραβερτινικό τόφο τοπικής προέλευσης με τα εξής μηχανικά χαρακτηριστικά:

- Θλιπτική αντοχή: $f_{pc} = 4.11 \text{ MPa}$
- Μέτρο ελαστικότητας: $E_p = 3.65 \text{ GPa}$
- Ειδικό βάρος: $\gamma_p = 20.0 \text{ kN/m}^3$

3.1.3 Αβεστόλιθοι

Για τα λιθώματα των αρυόλιθων υποβιβάζονται τα εξής μηχανικά χαρακτηριστικά:

- Θλιπτική αντοχή: $f_{sc} = 39.12 \text{ MPa}$
- Μέτρο ελαστικότητας: $E_s = 11.9 \text{ GPa}$
- Ειδικό βάρος: $\gamma_s = 25.6 \text{ kN/m}^3$

3.1.4 Συμπαγείς πλίνθοι

Για τις συμπαγείς οπτόπλινθους θόλων και τυμπάνων υποβιβάζονται τα εξής μηχανικά χαρακτηριστικά:

- Θλιπτική αντοχή: $f_{bc} = 9.57 \text{ MPa}$
- Μέτρο ελαστικότητας: $E_b = 4.31 \text{ GPa}$
- Ειδικό βάρος: $\gamma_b = 18.7 \text{ kN/m}^3$

3.1.5 Κονίαμα δόμησης

Για το συνδετικό κονίαμα των λιθόδομων υποβιβάζονται τα εξής μηχανικά χαρακτηριστικά:

- Θλιπτική αντοχή: $f_{mc} = 2.5 \text{ MPa}$
- Ειδικό βάρος: $\gamma_m = 19.5 \text{ kN/m}^3$

Για το συνδετικό κονίαμα των πλινθοδομών υποβιβάζονται τα εξής μηχανικά χαρακτηριστικά:

- Θλιπτική αντοχή: $f_{mc} = 6.0 \text{ MPa}$

- Ειδικό βάρος: $\gamma_m = 20.0 \text{ kN/m}^3$

3.1.6 Ξύλινες δοκοί

Πρόκειται για τις δοκούς των ξυλοδεσμών διατομής $13 \times 8 \text{ cm}$ περίπου, από βελανιδιά ή καστανά.

- Εφελακυστική αντοχή παραλληλὰ προς τις ίνες: $f_{ot} = 20.0 \text{ MPa}$

- Μέτρο ελαστικότητας: $E_o = 15.0 \times 10^3 \text{ MPa}$

- Ειδικό βάρος: $\gamma_o = 7.0 \text{ kN/m}^3$

3.2 Φέρουσες τοιχοποιίες

3.2.1 Λαξευτή πωπολιδόμη

Πρόκειται, για μπτατική λαξευτή λιθοδομή με λαττούς αρμούς που αποτελάν την εξωτερική στρώση των περιμετρικών τοιχοποιών του Τειένου.

$$f_{wp,c} = 0.8 \cdot K \cdot f_{ot}^{0.7} \cdot f_{mc}^{0.3} = 0.8 \cdot 0.45 \cdot 4.11^{0.7} \cdot 2.5^{0.3} = 1.27 \text{ MPa}$$

Η τελική τιμή της χαρακτηριστικής αντοχής λαμβάνεται με θέωρηση λαττών αρμών, συνεπώς:

$$f_{wp,c} = 1.27 \text{ MPa}$$

$$f_{wp,t} = f_{wp,c} / 10 = 0.13 \text{ MPa}$$

$$E_{wp,II} = 0.5 \cdot 1000 \cdot f_{wp,c} = 0.63 \text{ GPa}$$

$$\gamma_{wp} = 20.0 \text{ kN/m}^3$$

3.2.2 Αργολιδόμη

Αφορά στη ΒΔ τοιχοποιία και στη θεμελίωση του τειένου ενώ αποτελεί και την εσωτερική στρώση των περιμετρικών τοιχοποιών του τειένου.

$$f_{ws,c} = \frac{1}{\lambda} \cdot K \cdot f_{ot}^{0.7} \cdot f_{mc}^{0.3} = \frac{1}{1.5} \cdot 0.45 \cdot 39.12^{0.7} \cdot 2.5^{0.3} = \frac{1}{1.5} \cdot 7.71 = 5.14 \text{ MPa}$$

όπου λ , μειωτικός συντελεστής λόγω άτακτης δόμησης

Η τελική τιμή της χαρακτηριστικής αντοχής λαμβάνεται κατά EC6, συνεπώς:

$$f_{ws,c} = 5.15 \text{ MPa}$$

$$f_{ws,t} = f_{ws,c} / 10 = 0.5 \text{ MPa}$$

$$E_{ws,II} = 0.5 \cdot 1000 \cdot f_{ws,c} = 2.58 \text{ GPa}$$

$$\gamma_{ws} = 25.5 \text{ kN/m}^3$$

3.2.3 Πλινθοδομή συμπαγών πλινθών

Αφορά στους θόλους ενώ συμπεριέχει ως εσωτερική στρώση και στη δόμη των τυμπάνων.

Εκτίμηση της χαρακτηριστικής αντοχής

(1) Χαρακτηριστική αντοχή (θεωρητική εκτίμηση)

Μία από τις πλέον αξιόπιστες εκφράσεις προσδιορισμού της πέσης θλιπτικής αντοχής πλινθοδομής, λαμβάνοντας υπόψη τον ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα του λόγου αρμού/πάχος πλινθού, παρέρχεται από την αναλυτική έκφραση του Francis [4].

$$f_{wb,c,m} = f_{b,c} \left[1 + \frac{f_{b,c}}{f_{b,t}} \cdot \frac{(1 - v_b) + (\beta/a)(1 - v_m)}{\beta \cdot v_m - v_b} \right]^{-1} = 5.22 \text{ MPa}$$

Πρόκειται για τοιχοποιία συνολικού πλάτους 0,95m με εξωτερική στρώση από λαξευτή λιθοδομή λιθωμάτων από παρόλθο πλάτος 0,25m και εσωτερική στρώση από οριζογλυφική λιθοδομή πλάτος 0,70m.

Τοιχοποιία τυμπάνου κεντρικού τρούλου

3.2.5 Μικτή τοιχοποιία από πλινθοδομή με εξωτερική στρώση από παρόλθο

- Είδος βάρος: $\gamma_{wsp2} = 23,4 \text{ kN/m}^3$
- Μέτρο ελαστικότητας πηγματώμενης διατομής: $E_{wsp, II} = 0,5 \cdot 1000 \cdot f_{wsp2,c} = 1,8 \text{ GPa}$
- Χαρακτηριστική τιμή εφελκυστικής αντοχής: $f_{wsp,t} = f_{wsp,c}/10 = 0,36 \text{ MPa}$
- Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή: $f_{wsp,c} = 3,63 \text{ MPa}$

Πρόκειται για τοιχοποιίες συνολικού πλάτους 0,65m με εξωτερική στρώση από λαξευτή λιθοδομή λιθωμάτων από παρόλθο πλάτος 0,25m και εσωτερική στρώση από οριζογλυφική λιθοδομή πλάτος 0,40m.

Τοιχοποιίες προστώου πλάτος 0,65m

- Είδος βάρος: $\gamma_{wsp1} = 24,5 \text{ kN/m}^3$
- Μέτρο ελαστικότητας πηγματώμενης διατομής: $E_{wsp1, II} = 0,5 \cdot 1000 \cdot f_{wsp1,c} = 2,2 \text{ GPa}$
- Χαρακτηριστική τιμή εφελκυστικής αντοχής: $f_{wsp1,t} = f_{wsp1,c}/10 = 0,44 \text{ MPa}$
- Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή: $f_{wsp1,c} = 4,40 \text{ MPa}$

Πρόκειται για τοιχοποιίες συνολικού πλάτους 1,30m με εξωτερική στρώση από λαξευτή λιθοδομή λιθωμάτων από παρόλθο πλάτος 0,25m και εσωτερική στρώση από οριζογλυφική λιθοδομή πλάτος 1,05m.

Περικερτικές τοιχοποιίες τειμένους πλάτος 1,30m

3.2.4 Μικτή τοιχοποιία από οριζογλυφική με εξωτερική στρώση από παρόλθο

- Είδος βάρος: $\gamma_{wb} = 19,0 \text{ kN/m}^3$
- Μέτρο ελαστικότητας πηγματώμενης διατομής: $E_{wb, II} = 0,5 \cdot 1000 \cdot f_{wb,c} = 1,5 \text{ GPa}$
- Χαρακτηριστική τιμή εφελκυστικής αντοχής: $f_{wb,t} = f_{wb,c}/10 = 0,3 \text{ MPa}$
- Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή: $f_{wb,c} = 3,05 \text{ MPa}$

Η τελική τιμή της χαρακτηριστικής αντοχής λαμβάνεται κατά EC6, συνεπώς:

όπου λ , μειωτικός συντελεστής λόγω του μεγάλου πλάτους των αρμών κονιάματος,

$$f_{wb,c} = \frac{1}{\lambda} \cdot K \cdot f_{b,c}^{0,7} \cdot f_{m,c}^{0,3} = \frac{1}{1,5} \cdot 0,55 \cdot 9,57^{0,7} \cdot 6,0^{0,3} = \frac{1}{1,5} \cdot 4,58 = 3,05 \text{ MPa}$$

(2) Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή (εκτίμηση κατά EC6)

$$s \approx 0,25 f_{wb,c,m} = 1,31 \text{ MPa}$$

όπου θεωρήθηκε μέση τετραγωνική απόκλιση

$$f_{wb,c} = f_{wb,c,m} - s \approx 3,91 \text{ MPa}$$

Η χαρακτηριστική τιμή θλιπτικής αντοχής της πλινθοδομής υπολογίζεται ως:

$$\alpha \approx 0,75: \text{λόγος πλάτους αρμών προς πλάτος πλινθών}$$

$$\nu_b \approx 0,20, \nu_m \approx 0,25: \text{λόγοι Poisson των υλικών}$$

$$\beta = E_b/E_m \approx f_b/f_m = 9,57/6 = 1,6$$

$$f_{b,t} \text{ (εφελκυστική αντοχή πλινθών)} \approx f_{b,c}/10$$

$$f_{b,c} \text{ (θλιπτική αντοχή πλινθών)} = 9,57 \text{ MPa}$$



Αναφορικά με την ευστάθεια πρανών εκσκαφής υπολογίστηκε ότι για βάθος μέχρη 4.2m η εκσκαφή μπορεί να γίνει με ασφαλείς κλίσεις πρανών της τάξης του $\alpha:\beta=1:1$. Η οριζική κλίση πρανούς είναι $\alpha:\beta=1.5:1$ (έως και 3:1 σε προσωπικές αστάθγιες συνθήκες).

4. ΔΡΑΣΕΙΣ

4.1 Μόνητες δράσεις

4.1.1 Ίδια δράση τοιχοποιιών

Τα ειδικά βάρη των διαφόρων τύπων τοιχοποιίας του φέροντος οργανισμού του μνημείου εκτιμήθηκαν στο κεφ. 3.2 της παρούσας και είναι τα εξής:

- Αρμολιθοδομής: $\gamma_{ws} = 25.5 \text{ kN/m}^3$
- Πλινθοδομής συμπαγών πλινθών: $\gamma_{wb} = 19.0 \text{ kN/m}^3$
- Μικτή τοιχοποιία από αρμολιθοδομής με εξωτερική στρώση από πωρόλιθο: $\gamma_{wsp1} = 24.5 \text{ kN/m}^3$
- Λαξευτή πωρολιθοδομής: $\gamma_{wp} = 20.0 \text{ kN/m}^3$

4.1.2 Ίδιο βάρος σώματος Μίναρε

Η απόκριση του Μίναρε μελέτηθηκε μέσω δύο αριθμητικών ποσοτήτων, ενός ανλοποιημένου ποσοτήματος επιφανειακών περρασμένων στοιχείων και ενός πιο λεπτομερούς ποσοτήματος κλιμακωτών χωρικών περρασμένων στοιχείων. Στην πρώτη περίπτωση, η συμπεριφορά κλιμακωτών Μίναρες εκτιμήθηκε με αύξηση του πάχους του σκληνοειδούς από 30 σε 35cm ενώ παραλήλα υπολογίστηκε το βάρος του σκευασμένου υλικού ώστε να ληφθεί υπόψη στην ποσοποίηση το βάρος της ελικοειδούς κλιμακας.

Με το δεδομένο ότι αντιστοιχούν 3.5 περίπου βάμεις ανά μέτρο ύψους, έγινε αναγωγή του ίδιου βάρους του σκληνοειδούς σώματος και των βάμειών στο νέο πάχος του σώματος και προέκυψε σκευασμένο ειδικό βάρος του ποσοποιημένου σώματος: $\gamma_{wsp3} = 22 \text{ kN/m}^3$.

Στο λεπτομερές ποσοτήριο υλικού η ποσοποίηση έγινε με τις παραγόμενες τους διαστάσεις και συνεπώς υποβλήθηκε η εκτίμηση των τιμών που παρουσιάστηκε στις παραγράφους 3.1 & 3.2 χωρίς ποσοποίησης:

- Συμπανής πωρόλιθος: $\gamma_p = 20.0 \text{ kN/m}^3$
- Λαξευτή πωρολιθοδομής: $\gamma_{wp} = 20.0 \text{ kN/m}^3$
- Μικτή τοιχοποιία από αρμολιθοδομής με εξωτερική στρώση από πωρόλιθο: $\gamma_{wsp1} = 24.5 \text{ kN/m}^3$

4.1.3 Ίδια δράση επιφορτίσεων κεντρικού θόλου

Η επικάλυψη του κεντρικού θόλου και των θολικών του ποστών γίνεται με φολιδωτά κεραμίδια. Θεωρούνται οι ακόλουθες τιμές:

- Ίδιο βάρος φολιδωτών κεραμιδιών: $g_{kerp} = 0.70 \text{ kN/m}^2$
- Ίδιο βάρος κονιμάτων τοποθέτησης κεραμιδιών (μέσο πάχος 5cm): $g_{kon} = 20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.05 \text{ m} = 1.0 \text{ kN/m}^2$
- Συνολικό φορτίο επικεραμίσσης: $g_i = 1.70 \text{ kN/m}^2$

4.1.4 Ίδια δράση ποστών

- Κίονες από πωρόλιθο: ειδικό βάρος $\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$.
- Πλινθοδομής τόξων και υπερκεμήτην τοιχοποιία: ειδικό βάρος $\gamma_{wsp2} = 23.4 \text{ kN/m}^3$

Το προσομοίωμα του κτιρίου έχει περιληφθεί και ο μίναρς καθώς είναι δομικά συνδεδεμένος με το Τέμενος και κατά συνέπεια επηρεάζει την απόκριση του φέρουσας οργανισμού ιδιότητες υπό δυναμικές καταπονήσεις. Ωστόσο επειδή η σεισμική απόκριση του μίναρς έχει πολύ διαφορετική συμπεριφορά από εκείνη του κτιρίου, η μονοβική σύνδεση μεταξύ των δύο τηλετών ενδέχεται να διαταραχθεί υπό εισαγωγή επιφανειακών στοιχείων πλάγους στοίχισης δυνάμεις και δυσκαμψίας.

Οι εκκεντρώσεις της μίναρς των κτιρίων πλάγους τηλετών αντιστοιχούν σε αποδόσεις της τηλετών. Οι τοιχοποιίες όλων των τηλετών του Μνημείου προσομοιώθηκαν με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία κελύφους κατάλληλου πάχους, τοποθετημένα στο μέσον του πάχους των επιμέρους τοιχοποιιών.

5.1 Σύντομη περιγραφή προσομοιωμάτων

5. ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

Σεισμική Δράση	
Κατηγορία εδάφους	B
T1 (Εδαφός B)	0.15
T2 (Εδαφός B)	0.60
A = η μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του εδάφους με πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 χρόνια	0.16g
γ ₁ = συντελεστής σπουδαιότητας	1.15
θ = συντελεστής θμελίωσης	1.0
β ₀ = συντελεστής φασμ. ενίσχυσης	2.50
q = συντελεστής συμπεριφοράς	1.50
$\eta = \sqrt{\frac{7}{2} + \zeta} = \text{συντελεστής απόβρασης}$ (5% για τοιχοποιία):	1

$$0 \leq T < T_1: \quad \Phi_d(T) = \gamma_1 \cdot A \cdot \left[1 + \frac{T_1}{T} \left(\frac{q}{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0} - 1 \right) \right]$$

$$T_1 \leq T \leq T_2: \quad \Phi_d(T) = \gamma_1 \cdot A \cdot \frac{q}{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}$$

$$T > T_2: \quad \Phi_d(T) = \gamma_1 \cdot A \cdot \left(\frac{q}{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0} \right)^{2.5}$$

Πίνακας 1: Δεδομένα σεισμικής δράσης

Δράσης περιλαμβανόμενα στον Πίνακα 1.

Ο σχεδιασμός του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού ΕΑΚ 2000 [7]. Τα επί μέρους στοιχεία της σεισμικής δράσης 50 ετών. Οι οριζόντιες σεισμικές συνιστώσες λαμβάνονται από το φάσμα επιταχύνσεων η στάθμη B1: Σημαντικές βλάβες με πιθανότητα 10% υπέρβασης της σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού κατά τα οριζόμενα στον ΚΑΔΕΤ (Πίνακας 2.1 και παράρτημα 2.1), θεωρείται ως στάθμη επιτελεστικότητα σε ισχύ και ανέμου, ως τυχηματικές δράσεις, δεν συνδυάζονται μεταξύ τους, η ανεπιμετοποίηση παραλείπεται. Επειδή, καθώς σύμφωνα με τους συνδυασμούς φόρτισης που προβλέπουν οι κανονισμοί οι δράσεις είναι προφανές ότι η δράση από ανεπιμετοποίηση είναι κατά πολύ ασθενέστερη της σεισμικής. Κατά

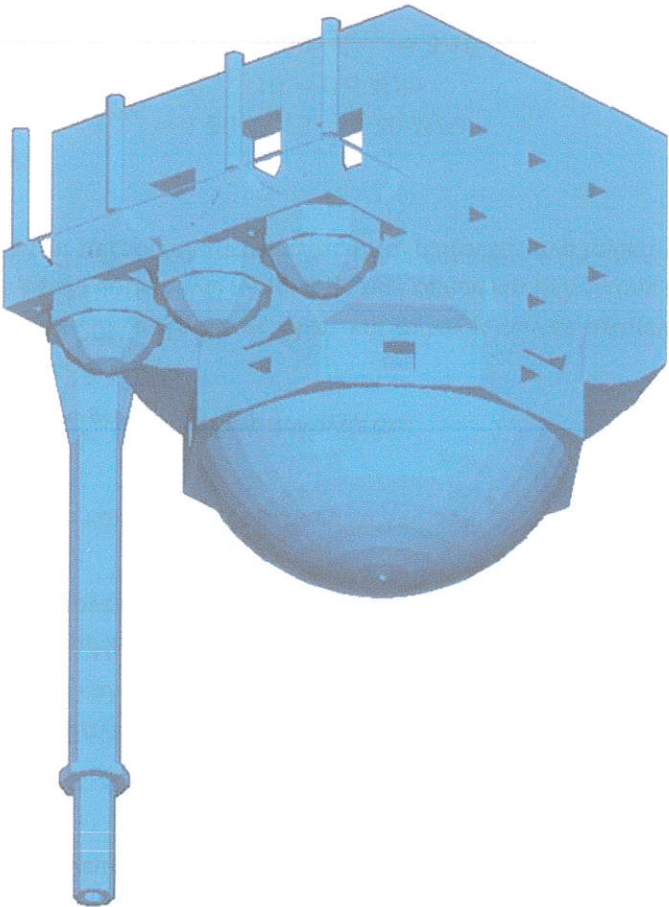
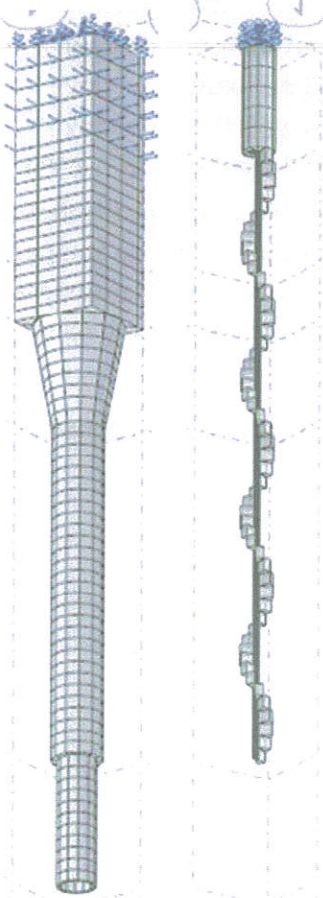
4.3 Σεισμική δράση - Άνεμος

προσώου.

Ως κινητό φορτίο θεωρήθηκε χιονοφόρτιση 1.00kN/m² οριζόντιας προβολής του Τέμενους και του

4.2 Κινητό φορτίο

Εικόνα 1: Τριδιάστατα προομοιωμένα πεντασπειρώτων στοιχεία

Τέλειος και μισός με επιφανειακά στοιχεία (NEXT)	Μειονωμένος με επιφανειακά στοιχεία (NEXT)	Μειονωμένος μισός με χρωικά στοιχεία (ROBOT)
		

Structural Analysis της Autodesk.

προομοιωμάτων (Εικόνα 1) όπως δημιουργήθηκαν στο λογισμικό πακέτο NEXT [9] και στο λογισμικό Robot

Στις ειδικές που ακολουθούν, παρουσιάζονται απόψεις της γεωμετρίας των τριών βασικών ώστε να ληφθεί υπόψη στην προσομοίωση το βάρος της εξακοσίδους κλίμακας. Σωληνοειδούς σήματος από 30 σε 35cm ενώ παραλλήλως υπολογίστηκε το βάρος του υποδομικού υλικού της εξακοσίδους κλίμακας στη δύσκαμπτη του Μισάρις εκτίμησε, τι ανήκει στο παχύς του εν λειτουργία προομοιωμένα χρωικά πεντασπειρώτων στοιχεία. Στην πρώτη περίπτωση, η συμβολή αρτηριακά προομοιωμένα, ένα απλοποιημένο προομοιωμένο επιφανειακά πεντασπειρώτων στοιχεία και

Για τη λήψη της απόκρισης του μετασχηματισμού των στοιχείων, όπως διαμορφώθηκαν, όπως έχει ήδη αναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι υπολογισμοί έγιναν με τη βοήθεια του λογισμικού, όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο 2. Η ενδοσυστήματα του κίονος και του μεταλλικού εξαρτήματος και επιφανειακά στοιχεία για τα τόξα και την υποκαταστήκη Η προσομοίωση του προσώου έγινε με τη βοήθεια των πεντασπειρώτων στοιχείων βάσει των υπολογισμών.

Η δράση σε ισχυρά δόξα. Για το λόγο αυτό η σεισμική απόκριση του μισού του μισού με λήψη

ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ

6.1 Δεδομένα - Παραδοχές

Είναι προφανές ότι το αναλυτικό προσομοίωμα για τον έλεγχο της στατικής επάρκειας του φέροντος οργανισμού θα πρέπει να αναπαριστά το φορέα μετά τις εργασίες αποκατάστασης και τα γεινικά μέτρα ενίσχυσης των φερόσων τοιχοποιιών, ώστε να αποτιμηθεί ορθολογικά η ανάγκη τυχόν πρόσθετων μέτρων ενίσχυσης. Κατά συνέπεια είναι απαραίτητο να εκτιμηθούν τα βελτιωμένα μηχανικά χαρακτηριστικά των φερόσων τοιχοποιιών μετά την επεξεργασία των γεινικών μέτρων ενίσχυσης.

Η θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας μετά από την επεξεργασία ενισχυμένων οριζοντιών ημιάς υπολογίζεται κατά προσέγγιση από τη σχέση 8.2 της §8.9.5.1 ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΔΕΤ, Μάρτιος 2021[8] ως:

$$f_{wc,f} = f_{wc,o} + \Delta f_o + \lambda n f_{gc}$$

Όπου:

$f_{wc,f}$ η τελική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας
 $f_{wc,o}$ η αρχική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας
 n ο λόγος του όγκου του ενισχυμένου φέροντος ως προς τον συνολικό όγκο του κοινάματος (λαμβάνεται $n = 20\%$)
 f_{gc} θλιπτική αντοχή εβέματος
 f_o συντελεστής (σε MPa), ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη τον βαθμό διάχυσης των λίθων και παύει τιμή 1.50 για αρτολιθοδομή με καλή ποιότητα δόμησης
 Δf_o μείωση του συντελεστή f_o , ο οποίος λαμβάνει υπ' όψη τον βαθμό διάχυσης των λίθων, λόγω μείωσης της ακανονιστίας και ανομοιογένειας της δόμησης. Ο όρος αγνοείται προς την πλευρά της ασφάλειας.
 λ συντελεστής συνάφειας ληθσώματος – κοινάματος (λαμβάνεται $\lambda=0.35$)

Συνεπώς για επεξεργασία θλιπτικής αντοχής $f_{gc} = 15 \text{ MPa}$ υπολογίζεται:

$$f_{wc,f} = f_{wc,o} + 1.05$$

Τελικά υποθετείται προς την πλευρά της ασφάλειας 20% αύξηση της θλιπτικής αντοχής των ενισχυμένων με ενέματα τοιχοποιιών. Η αύξηση της αντοχής σε επεξεργασία λόγω πλήρωσης των κενών και βελτίωσης της συνάφειας στις διεπιφάνειες καθώς και η αύξηση του μέτρου ελαστικότητας υπολογίζονται αναλογικά της αύξησης της θλιπτικής αντοχής.

6.1.1 Αρτολιθοδομή με επεξεργασία ενισχυμένων

- Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή:
- $f_{wc,c} = 1.20 \cdot 5.15 = 6.20 \text{ MPa}$
- $f_{ws,t} = f_{wc,c} / 10 = 0.6 \text{ MPa}$
- Χαρακτηριστική τιμή επεξεργασίας αντοχής:
- Μέτρο ελαστικότητας πηγματωμένης διατομής: $E_{ws,II} = 0.5 \cdot 1000 \cdot f_{wc,c} = 3.10 \text{ GPa}$
- Ειδικό βάρος: $\gamma_{ws} = 25.5 \text{ kN/m}^3$

6.1.2 Μικτή τοιχοποιία από αρτολιθοδομή με εξωτερική στρώση από πωρόλιθο με επεξεργασία ενισχυμένων

Περιμετρικές τοιχοποιίες τειμένους πάχους 1.30m

- Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή:

$$f_{wc,c} = 1.20 \cdot 4.40 = 5.30 \text{ MPa}$$

- Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή: $f_{wp1,c} = 1.20 \cdot 2.54 = 3.0 \text{ MPa}$
- Χαρακτηριστική τιμή εφελκυστικής αντοχής: $f_{wp1,t} = f_{wp1,c}/10 = 0.3 \text{ MPa}$
- Μέτρο ελαστικότητας πηγματώμενης διατομής: $E_{wp1,II} = 0.5 \cdot 1000 \cdot f_{wp1,c} = 1.5 \text{ GPa}$
- Ειδικό βάρος: $\gamma_{wp1} = 19.3 \text{ kN/m}^3$

αρμολογία

6.1.5 Μικτή τοιχοποιία από πλινθοδομή με εξωτερική στρώση από πωρόλιθο με εφελκυστική αντοχή:

Η ανάλυση της αντοχής σε εφελκυσμό και του μέτρου ελαστικότητας υπολογίζονται αναλογικά της αύξησης της θλιπτικής αντοχής.

$$f_{m,f} = 10 \cdot 0.33 + 2.5 \cdot 0.67 = 5.0 \text{ MPa}$$

$$f_{wp,c,f} = 1.57 \text{ MPa}$$

Συνεπώς η νέα θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας υπολογίζεται ως:

Για τη λείανση από πωρόλιθο του μισού με αμφίπλευρη αρμολογία με κοιλία M10 υπολογίζεται:

6.1.4 Λείανση από πωρόλιθο με αμφίπλευρη αρμολογία

$$f_{m,f} = 15 \cdot 0.1 + 6.0 \cdot 0.9 = 6.4 \text{ MPa}$$

$$f_{wp1,c,f} = 2.75 \text{ MPa}$$

Συνεπώς η νέα θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας υπολογίζεται ως:

Για τη μικτή τοιχοποιία από πλινθοδομή με εξωτερική στρώση από πωρόλιθο του τυπικού του κεντρικού θόλου με αμφίπλευρη αρμολογία M15 υπολογίζεται:

αρμολογία

6.1.3 Μικτή τοιχοποιία από πλινθοδομή με εξωτερική στρώση από πωρόλιθο με αμφίπλευρη τοιχοποιία

$$f_{m,f} = f_j \delta + f_{mo} (1 - \delta)$$

Όπου:

- f_{mo} η θλιπτική αντοχή του αρχικού κονιάματος
- f_j η θλιπτική αντοχή του κονιάματος αρμολογίας
- δ ο λόγος του εμβασμού των βαθών της αμφίπλευρης αρμολογίας προς το πάχος της τοιχοποιίας

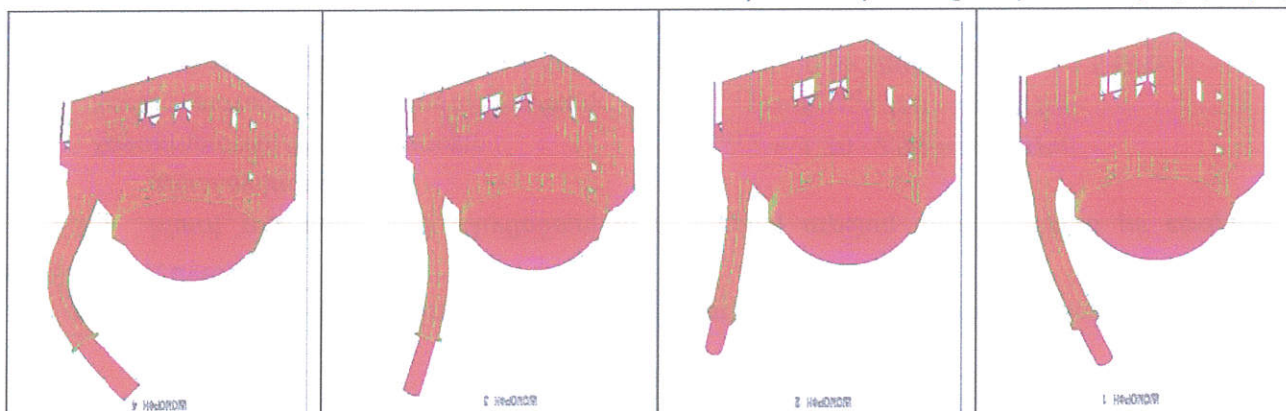
Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας η οποία έχει ενισχυθεί με αμφίπλευρα, βαθεία και καθολικά αρμολογία υπολογίζεται κατά προσέγγιση με αντικατάσταση της αντοχής του αρχικού κονιάματος με την αντοχή του μιστού κονιάματος που υπολογίζεται από τη σχέση 8.1 της §8.9.3 ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΔΕΤ, Μάρτιος 2021[8] ως:

- Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή: $f_{wp2,c} = 1.20 \cdot 3.63 = 4.35 \text{ MPa}$
- Χαρακτηριστική τιμή εφελκυστικής αντοχής: $f_{wp2,t} = f_{wp2,c}/10 = 0.44 \text{ MPa}$
- Μέτρο ελαστικότητας πηγματώμενης διατομής: $E_{wp2,II} = 0.5 \cdot 1000 \cdot f_{wp2,c} = 2.2 \text{ GPa}$
- Ειδικό βάρος: $\gamma_{wp2} = 23.4 \text{ kN/m}^3$

Τοιχοποιίες προστύπου πάχους 0.65m

- Χαρακτηριστική τιμή εφελκυστικής αντοχής: $f_{wp1,t} = f_{wp1,c}/10 = 0.5 \text{ MPa}$
- Μέτρο ελαστικότητας πηγματώμενης διατομής: $E_{wp1,II} = 0.5 \cdot 1000 \cdot f_{wp1,c} = 2.65 \text{ GPa}$
- Ειδικό βάρος: $\gamma_{wp1} = 24.5 \text{ kN/m}^3$

Εικόνα 2: Οι τέσσερις πρώτες ιδιομορφές του φράξα.



Το προσομοίωμα του κυρίως σώματος του Τεμένους έχει δύο άξονες συστήτριας σε κλίση με εξαίρεση την ασυμμετρία των ανοιγμάτων. Κατά συνέπεια θα έπρεπε να επιβληθεί στο σχέδιο ταυτόσημες βελτιώσεις ιδιομορφές με διέγερση μεγάλου ποσοστού της μάζας κυρίως σε ένα από τους δύο κλάδους μετὰ των κύριων άξονες. Η ύπαρξη όμως του Μινάρει στην Β/Δ γωνία του κτίσματος αλλοιώνει τα δυναμικά χαρακτηριστικά. Έτσι, οι δύο πρώτες ιδιομορφές "κινησιολογούν" αποκλειστικά τον εύκαμπτο Μινάρει, ενώ οι δύο επόμενες βελτιώσεις ιδιομορφές, που κινησιολογούν το κυρίως σώμα του Τεμένους, με διαφορετικές ιδιομορφές υποδηλώνουν σημαντικώς ποσοστό ενεργοποίησης μάζας και στην εγκάρσια διεύθυνση.

Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδος (T(sec))	Δράσεις μάζας % X Y	Διευθύνσεις Περιοχή
1	1.429	0.13	Μινάρει
2	1.424	2.40	Μινάρει
3	0.316	18.44	Κυρίως σώμα
4	0.301	37.11	Κυρίως σώμα

Πίνακας 2: Δυναμικά χαρακτηριστικά συνολικού προσομοιώματος

(ιδιοπερίοδοι, ποσοστά ενεργοποίησης της μάζας και περιοχή του προσομοιωμένου που διεγείρεται κυρίως).
Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των κυρίαρχων ιδιομορφών του συνολικού φράξα

6.3.1 Δυναμικά χαρακτηριστικά προσομοιωμάτων

6.3 Αποτελέσματα ανάλυσης

δεν σχολιάζεται αναλυτικά.
Θαυμάσιων τάσεων, από τα αποτελέσματα είναι προφανής η επάρκεια της τοιχοποιίας και για το λόγο αυτό σχολιάσμος θα προσανατολίζεται κυρίως σε αυτά τα αποτελέσματα των αναλύσεων. Ως προς τον έλεγχο των περισσότερο είναι οι μετακινήσεις του φράξα και η κατανομή των εφελκυστικών τάσεων, οπότε ο (1.35G+1.5Q) και μία για το σεισμικό συνδυασμό (G + 0.3Q ± 0.3Εεγκάρσια). Αυτό που ενδιαφέρει πραγματοποιήθηκαν δύο αναλύσεις σε κάθε μοντέλο, μία για το συνδυασμό κατακόρυφων φορτίων

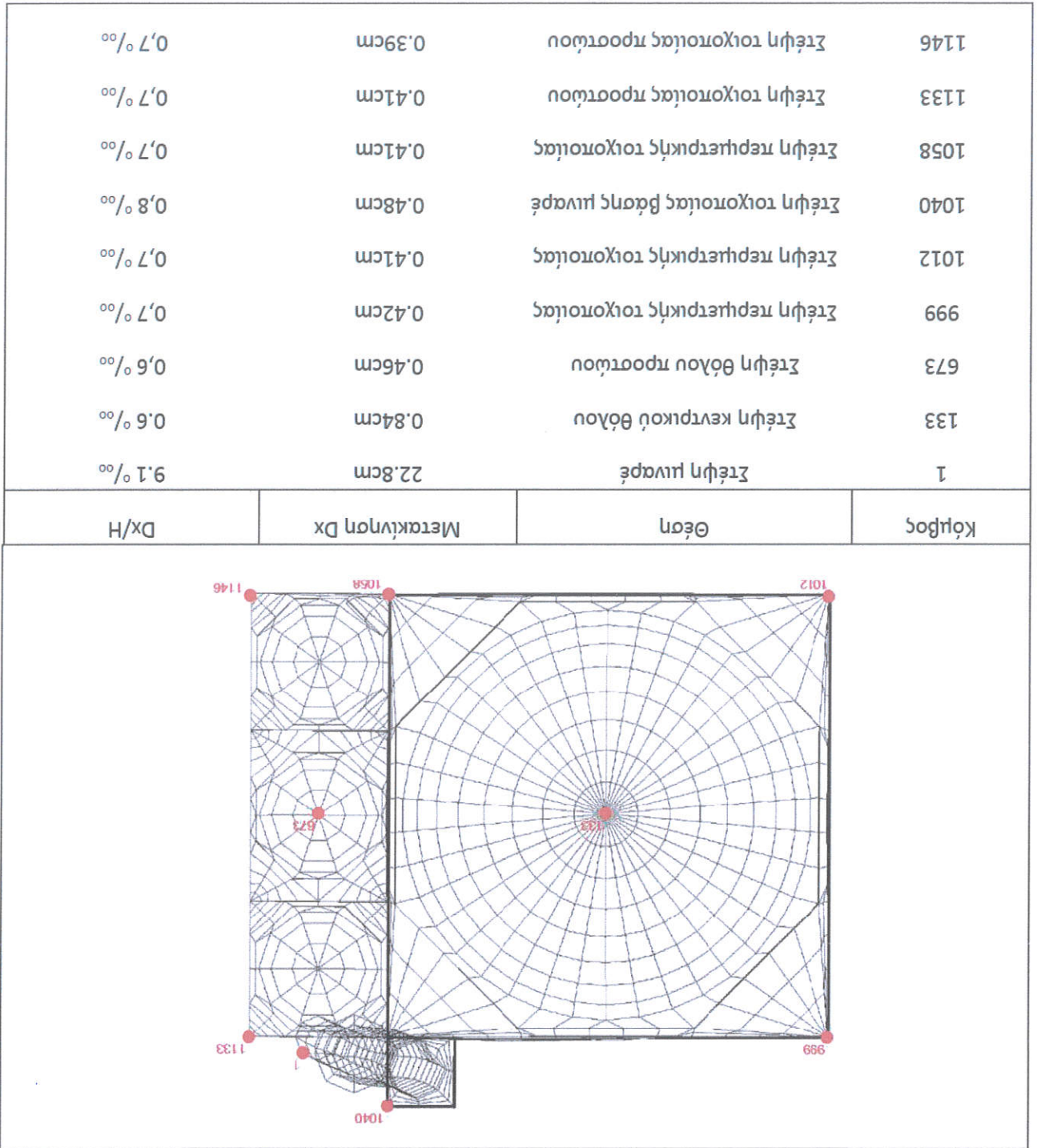
6.2 Αριθμητική Ανάλυση

Οι καταστατικοί Νόμοι των υλικών θεωρήθηκαν γραμμικώς ελαστικοί. Τα επί μέρους μέτρα ελαστικότητας των διαφόρων τύπων τοιχοποιίας εισάγονται στην αναλυτική διαδικασία με το 50% της τιμής ελαστικής βρίσκονται σε πηγασιμένη κατάσταση (στάδιο II). Αντίθετα, το μέτρο ελαστικότητας των γραμμικών στοιχείων (μεταλλικών ελκυστήρων) εισάγεται στο 100% της τιμής του.

Το 80% της συνολικής μάζας επεργονοποιείται και για τις δύο ορθογωνικές διευθύνσεις σε τέσσερις ιδιομορφές, από τη δεύτερη έως την έκτη, ενώ οι αντιστοιχικές θεμελιώδεις ιδιοπερίοδοι βρίσκονται στο κορυφαίο οριζόντιο τμήμα του φάσματος των επιταχύνσεων σχεδιασμού του αντισεισμικού κανονισμού (βλέπε §4.3). Κατά συνέπεια, κανονιστικά η κατασκευή καταπονεύεται σχεδόν με τις μέγιστες επιταχύνσεις του φάσματος σχεδιασμού (ακριακή επιτάχυνση 3.0 m/s^2).

Η απόκριση της κατασκευής στο σεισμό σχεδιασμού αξιέται στα σχήματα που ακολουθούν. Για κάθε περίπτωση δίνονται οι μέγιστες μετακλίσεις στη θέση της τοιχοποιίας σε διόφορες στάθμες και υπολογίζονται η μέγιστη γωνιακή παραμόρφωση του δομήματος ανά διεύθυνση.

Εικόνα 3: Παραμορφωμένος φορέας για το σεισμό σχεδιασμού Ex

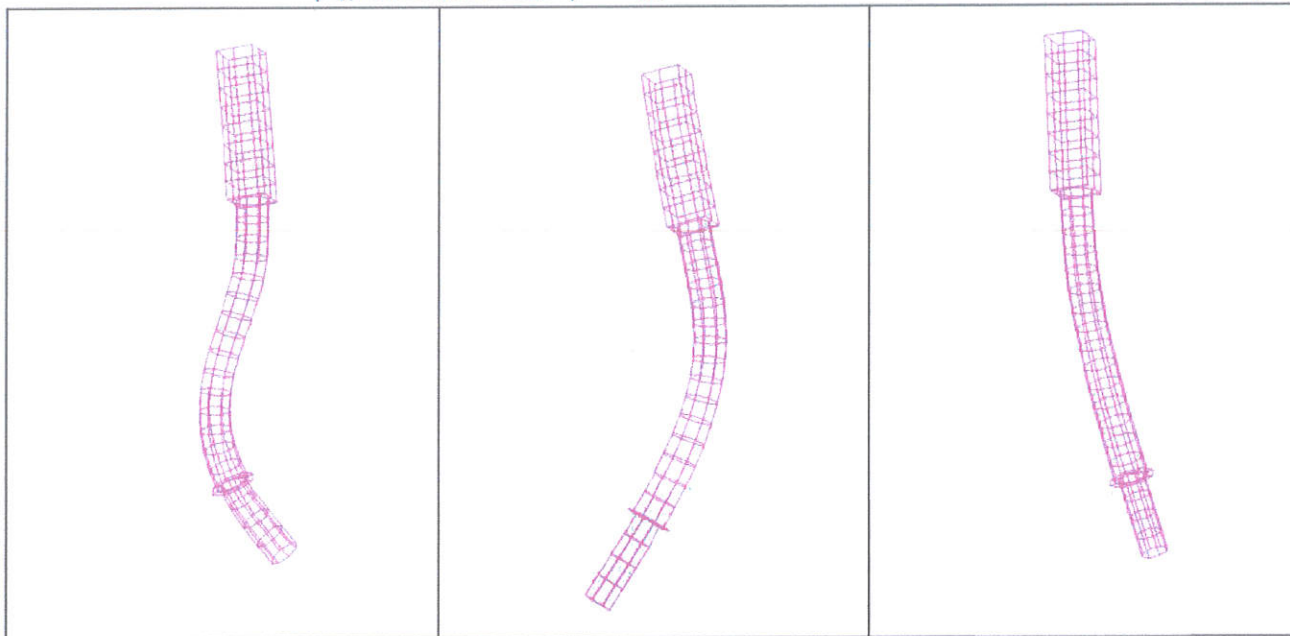


Στους πίνακες 3 και 4 δίνονται τα χαρακτηριστικά των κυρίαρχων ιδιομορφών του Μινωπέ όταν αυτές θεωρείται απομονωμένες από το υπόλοιπο κτίριο (ιδιοπερίοδοι, ποσοστά ενεργονοποιημένης μάζας) για τα δύο αριθμητικά προσομοιώματα (απλοποιημένο – λεπτομερές).

Κόμβος	Θέση	Μετακίνηση Dy	Dy/H
1	Στέψη μινωπέ	23.1cm	9.2‰
133	Στέψη κεντρικού θόλου	0.96cm	0.7‰
673	Στέψη θόλου προστώου	0.68cm	0.8‰
999	Στέψη περιμετρικής τοιχοποιίας	0.47cm	0.8‰
1012	Στέψη περιμετρικής τοιχοποιίας	0.47cm	0.8‰
1040	Στέψη τοιχοποιίας βάσης μινωπέ	0.60cm	1.0‰
1058	Στέψη περιμετρικής τοιχοποιίας	0.51cm	0.9‰
1133	Στέψη τοιχοποιίας προστώου	0.64cm	1.1‰
1146	Στέψη τοιχοποιίας προστώου	0.65cm	1.1‰

Εικόνα 4: Παραμορφωμένος φορέας για το σεισμό σχεδιασμού Ey

Εικόνα 5: Οι πρώτες τρεις ιδιομορφές του μίναρε ανά κατεύθυνση (αυτοαπονημένο μόντελο).



Τα δύο προσομοιωμένα παρυσιαζόμενα διαμορφωμένα χαρακτηριστικά απόκρισης με το αυτοαπονημένο προσομοιωμένο σύστημα φέρει ως αποτέλεσμα συστημικών φορέων, ως προς τις κύριες δευτερεύουσες της διεύθυνσης και το λειψομερές, το οποίο περιλαμβάνει και την προσομοίωση του ελακτοδότης κλιμακωτού, να ελαφρύνει το σύστημα απόκριση με την επεξεργασία των ιδιομορφών. Όπως ήταν αναμενόμενο οι ελακτοδότης κλιμακωτού προσδίδει στην κατασκευή τη μεγαλύτερη δυσκαμψία γεγονός που αποτυπώνεται στις μικρότερες τιμές ιδιοπεριόδων και την επεξεργασία των πρώτων ιδιομορφών.

Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδος (T(sec))	Δρώσεως μάζας %	
1	1.33	10.0	5.0
3	0.31	21.5	0.0
5	0.18	28.8	0.0

Πίνακας 4: Δυναμικά χαρακτηριστικά μεμονωμένου Μίναρε (λεπτομέρεια μόντελο)

Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδος (T(sec))	Δρώσεως μάζας %	
1	1.698	38.0	0.0
3	0.489	41.0	0.0
5	0.210	10.0	0.0

Πίνακας 3: Δυναμικά χαρακτηριστικά μεμονωμένου Μίναρε (αυτοαπονημένο μόντελο)

Οι θάλασσες τάσεις (Εικόνα 11 και Εικόνα 12) είναι, σε όλη την έκταση του προσομοιωμένου, σημαντικά μικρότερες από τον μέγιστο επιτρεπόμενο όριο αντοχής των υλικών και στη βεβαιότητα των αποτελεσμάτων, είναι χαμηλότερα από τα όρια αντοχής των υλικών (εξαιτίας της αντοχής σχεδιασμού ($f_c/vM=f_c/2.5$). Όσον αφορά τις περιόδους της διεγερτικής θάλασσας, είναι χαμηλότερα από τον μέγιστο επιτρεπόμενο όριο αντοχής των υλικών και στη βεβαιότητα των αποτελεσμάτων, είναι χαμηλότερα από τα όρια αντοχής των υλικών (εξαιτίας της αντοχής σχεδιασμού ($f_c/vM=f_c/2.5$)).

Είναι φανερό ότι οι περιόδους της διεγερτικής θάλασσας είναι χαμηλότερες από τον μέγιστο επιτρεπόμενο όριο αντοχής των υλικών και στη βεβαιότητα των αποτελεσμάτων, είναι χαμηλότερα από τα όρια αντοχής των υλικών (εξαιτίας της αντοχής σχεδιασμού ($f_c/vM=f_c/2.5$)).

Απόκριση υπό τα κατακόρυφα φορτία:

Οι περιόδους των διεγερτικών και θάλασσας τάσεων που παρουσιάζονται είναι αυτές που προέκυψαν για τους συνδυασμούς οριστικής καταστάσεως στοχαστικής (1.35G + 1.50Q) και εναντιοιστικής (G + 0.3Q ± E ± 0.3Εγκάρσια) φορτίων.

Η παρούσα της εντατικής καταστάσεως του συνολικού φορτία γίνεται μέσω της ελαστικής αντοχής των διεγερτικών και θάλασσας τάσεων, όπως αυτές προέκυψαν από τις αναλύσεις με το πρόγραμμα NEXT [9]. Οι διεγερτικές θάλασσες βρίσκονται αντιστοίχως από το ημίενο προς το κόκκινο προς το μπλε.

6.3.2 Εντατική μέγιστη

Στοιχείο ελέγχου	Ανηγμένη σχετική μετατόπιση Sd	Ονομαστική ικανότητα ανηγμένης σχετικής μετατόπισης θu	Τιμή σχεδιασμού διαθέσιμης παραμόρφωσης Rd
Τοιχοποιίες τειμένους	0,0042	0,004	0,003
Βάση μίνας	0,00067	0,004	0,003
Κοινοποικωτικό τμήμα βάσης	0,0013	0,004	0,003

Διαθέσιμη ικανότητα παραμόρφωσης έναντι τειμένους

[ΚΑΔΕΤ, §7.4.1, (27.6α)]

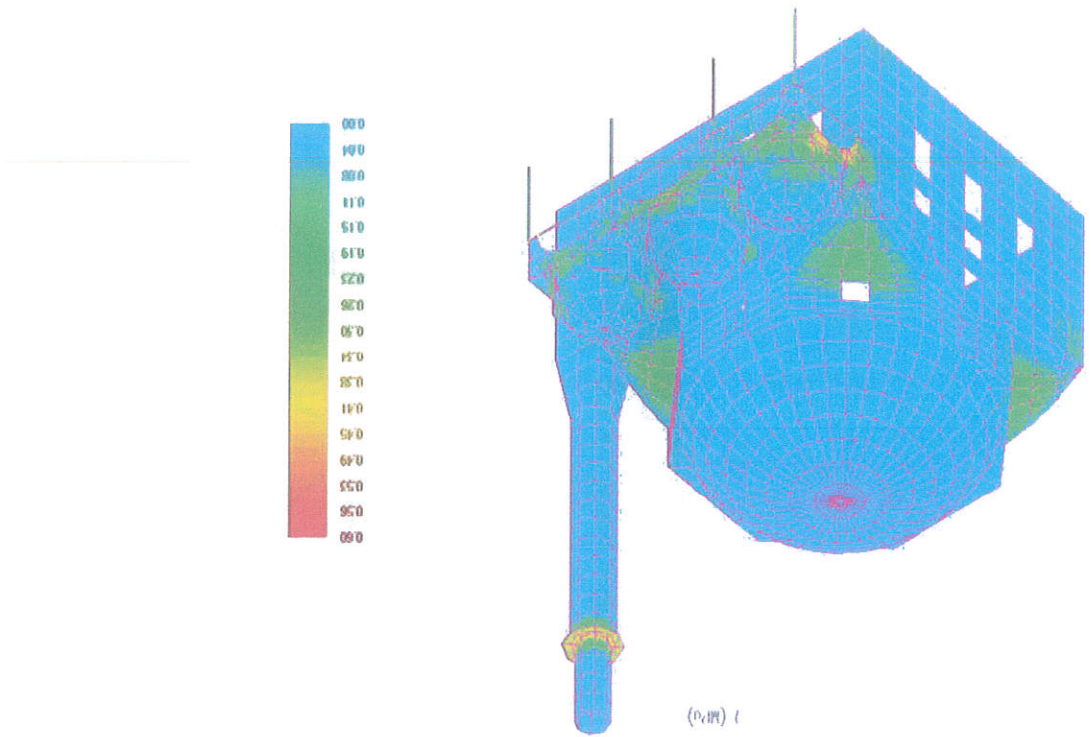
θu = 0,004

μετατόπισης λαμβάνεται ως η:

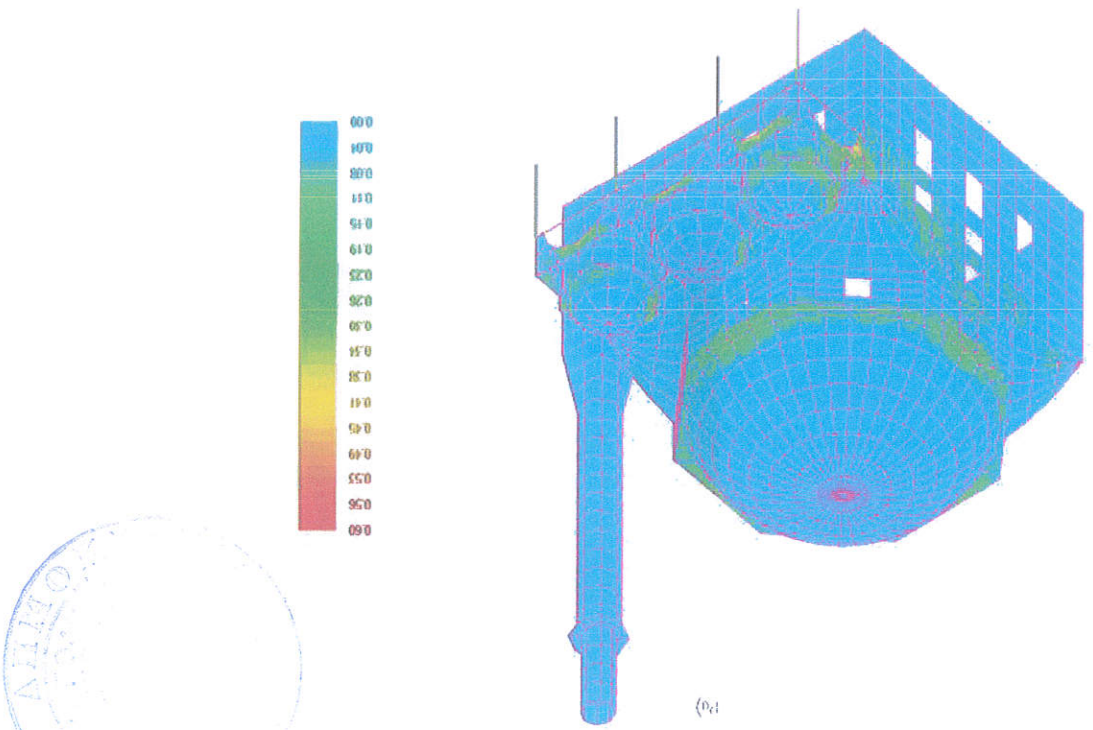
Η διαθέσιμη ικανότητα ενός δομικού τοίχου που ελέγχεται από την τειμένους σε όρους ανηγμένης σχετικής

Τριγωνικό τμήμα βάσης (L=3,40m, Ho=3,60m)	0,5cm	0,85cm	0,64cm
Σηληνωτό σώμα μίνας (L=1,70m, Ho=11,60m)	15,4cm	5,45cm	4,10cm
Τοιχοποιία απόληξης μίνας (L=1,30m, Ho=4,50m)	8,8cm	2,75cm	2,10cm

Εικόνα 10: Ισοστατικές μεγιστών κύριων τάσεων (εφελκυστικών) υπό το συνδυασμό των κατακόρυφων φορτίων – κλίμα παρεια

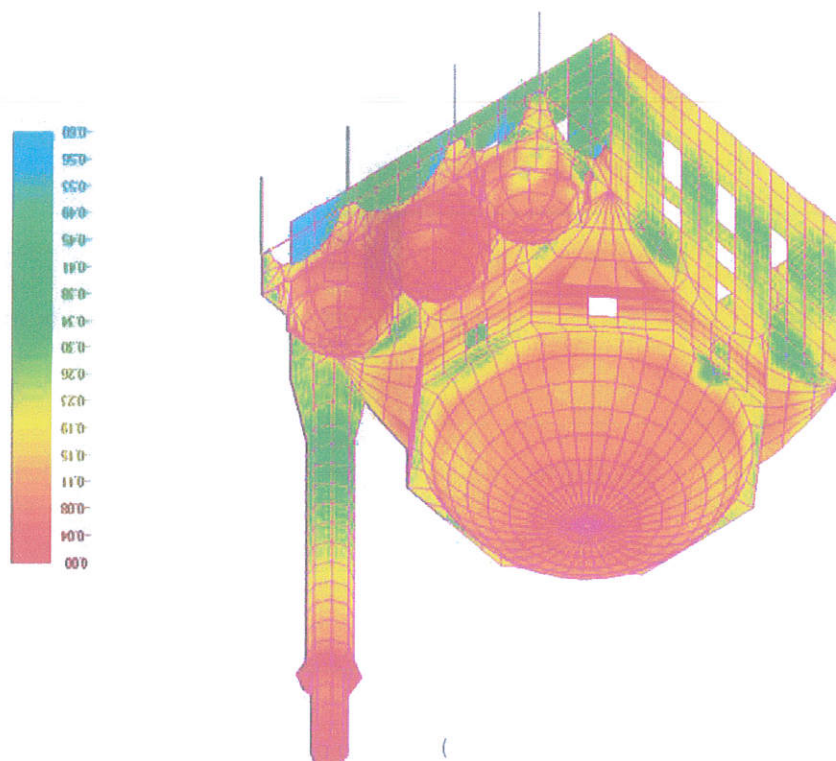


Εικόνα 9: Ισοστατικές μεγιστών κύριων τάσεων (εφελκυστικών) υπό το συνδυασμό των κατακόρυφων φορτίων – κλίμα παρεια

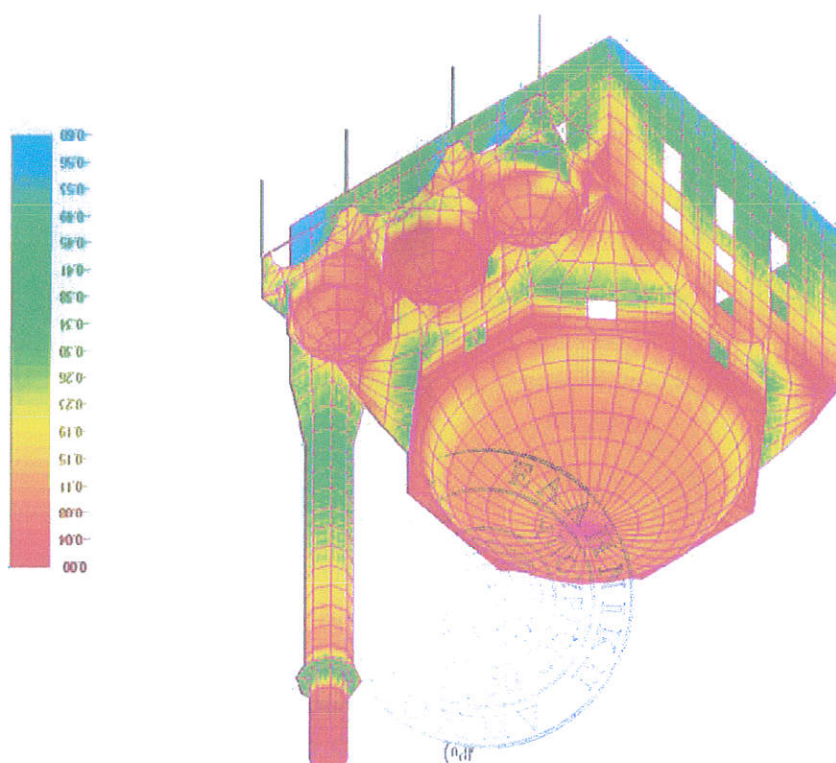


Θόλος και στήλες: Θέσεις έδρασης του οριζοντιωμένου μετασχηματισμού με το συνδυασμό των κατακόρυφων φορτίων. Ακόμη όπως και στην περίπτωση των στήλων, οι θέσεις έδρασης του οριζοντιωμένου μετασχηματισμού με το συνδυασμό των κατακόρυφων φορτίων.

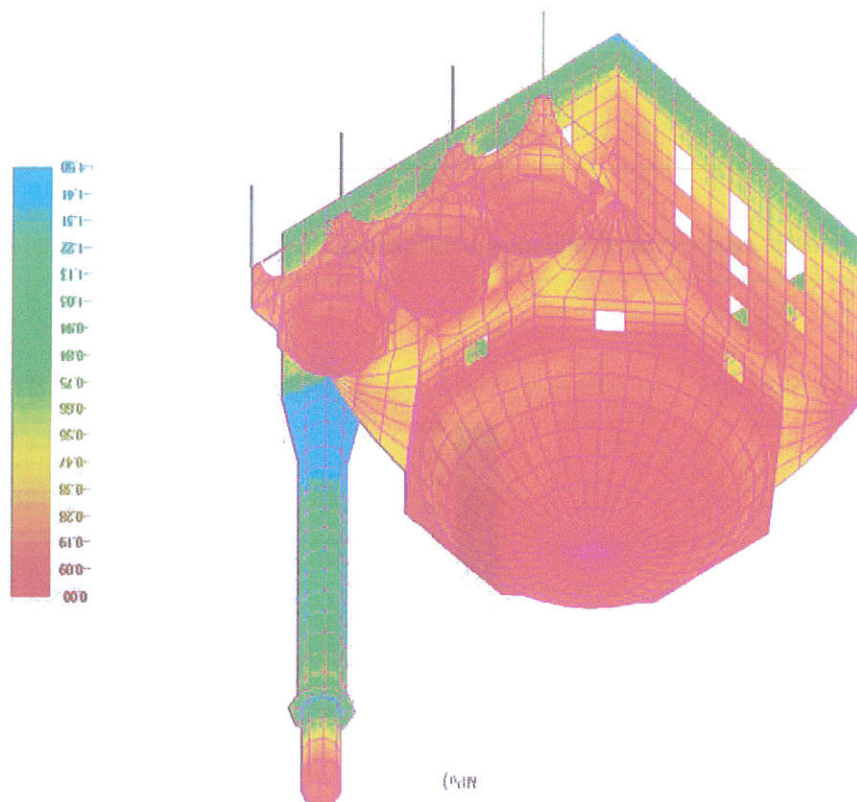
Εικόνα 12: Ισοστατικές ελαχιστιών κύριων τάσεων (δilatations) υπό το συνδυασμό των κατακόρυφων φορτίων – κάτω παρειά



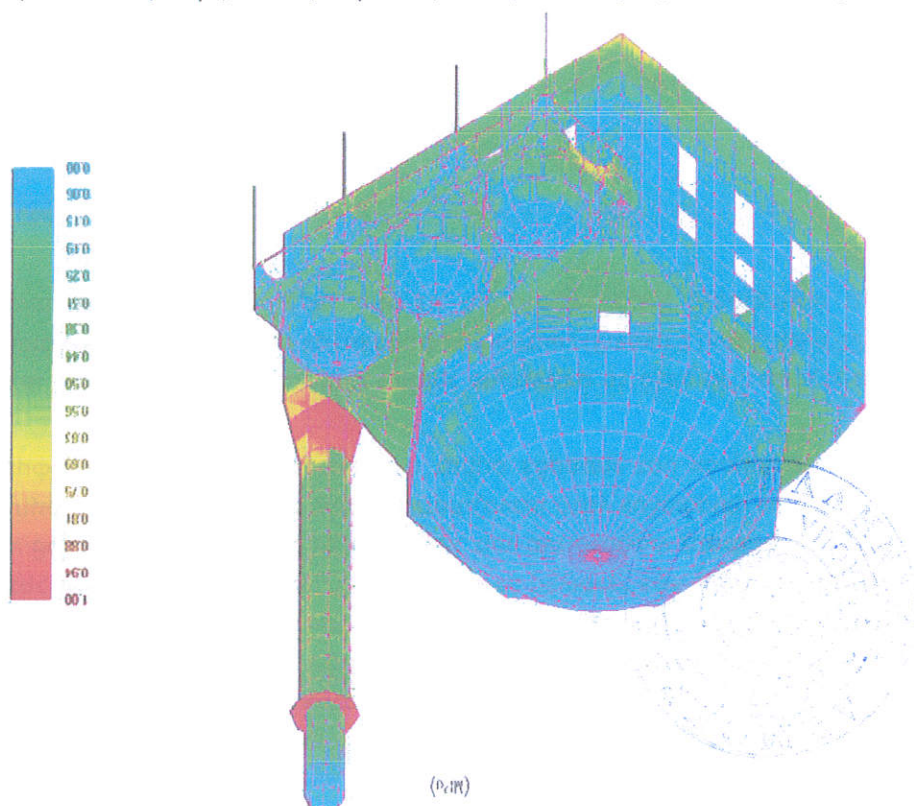
Εικόνα 11: Ισοστατικές ελαχιστιών κύριων τάσεων (δilatations) υπό το συνδυασμό των κατακόρυφων φορτίων – άνω παρειά



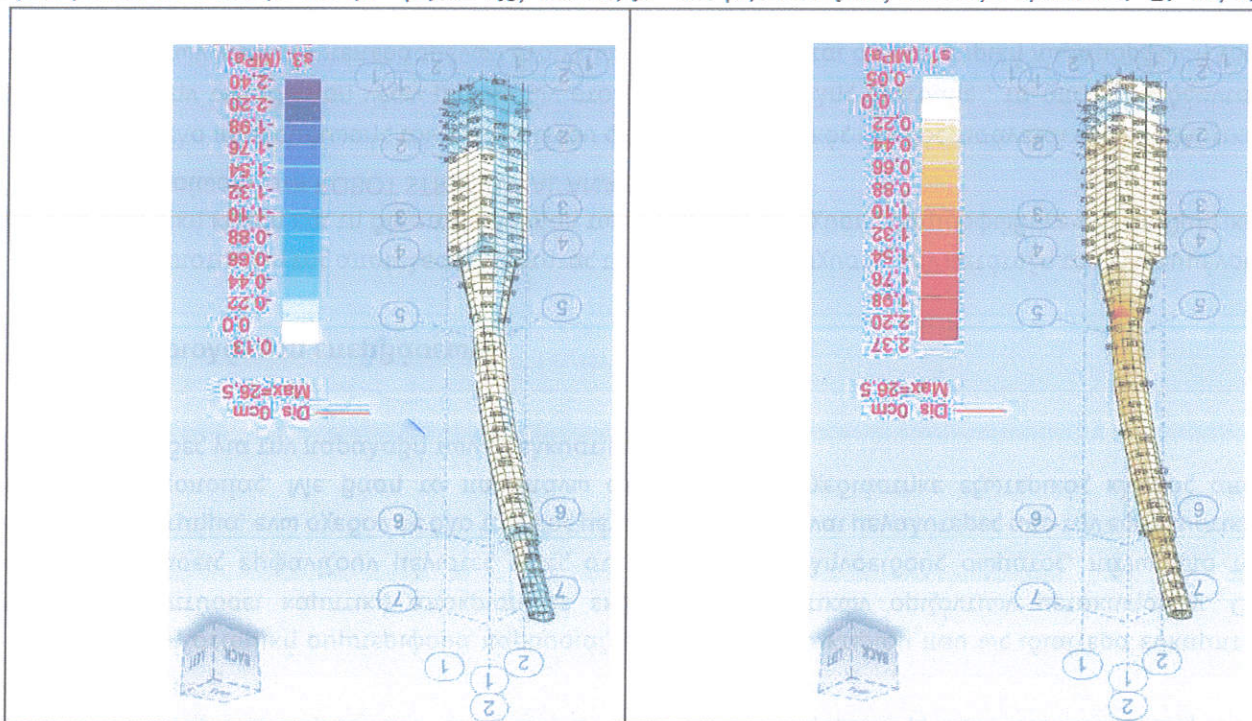
Εικόνα 15: Ισοστατικές ελάχιστες κύριων τάσεων (δilatτικών) υπό το σεισμικό συνδυασμό φορτίων – άνω παρειά



Εικόνα 14: Ισοστατικές μέγιστες κύριων τάσεων (εφελκυστικές) υπό το σεισμικό συνδυασμό φορτίων – κάτω παρειά

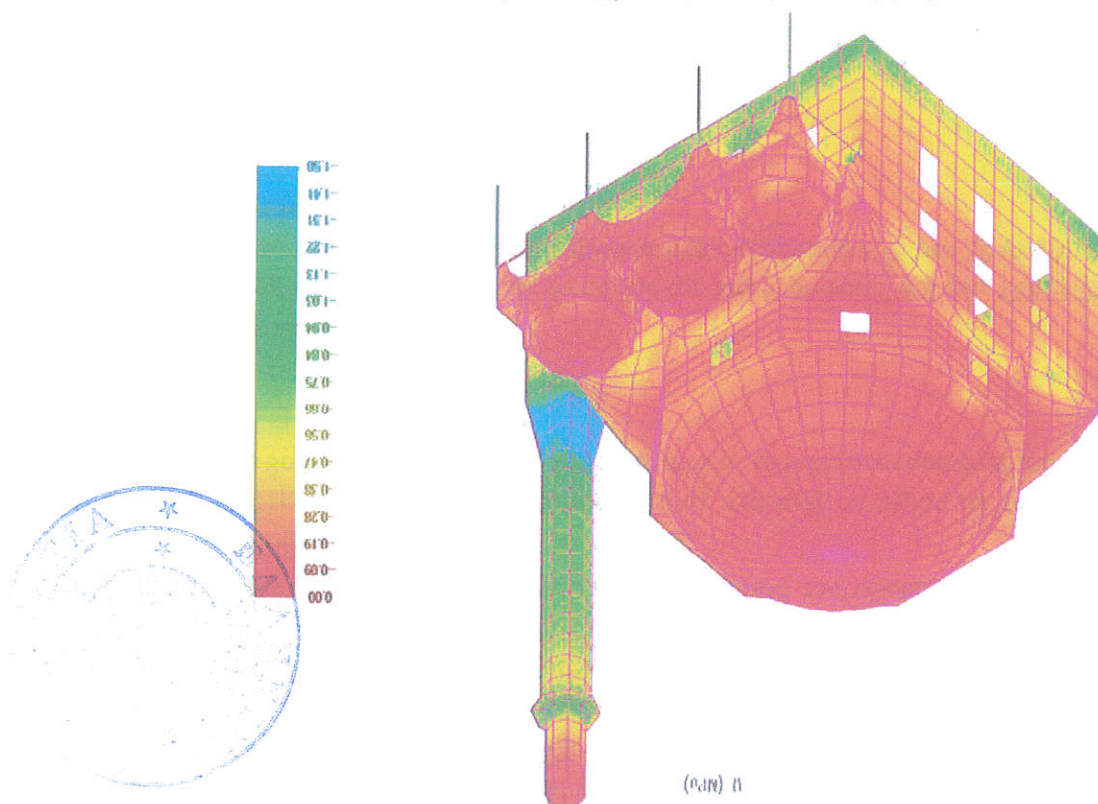


Εικόνα 17: Ισοστατικές μελέτες (εφελκυστικών) και ελκυστικών (θλιπτικών) κύριων τάσεων του μίναρε υπό το δυσμενέστερο σεισμικό συνδυασμό φορτίων

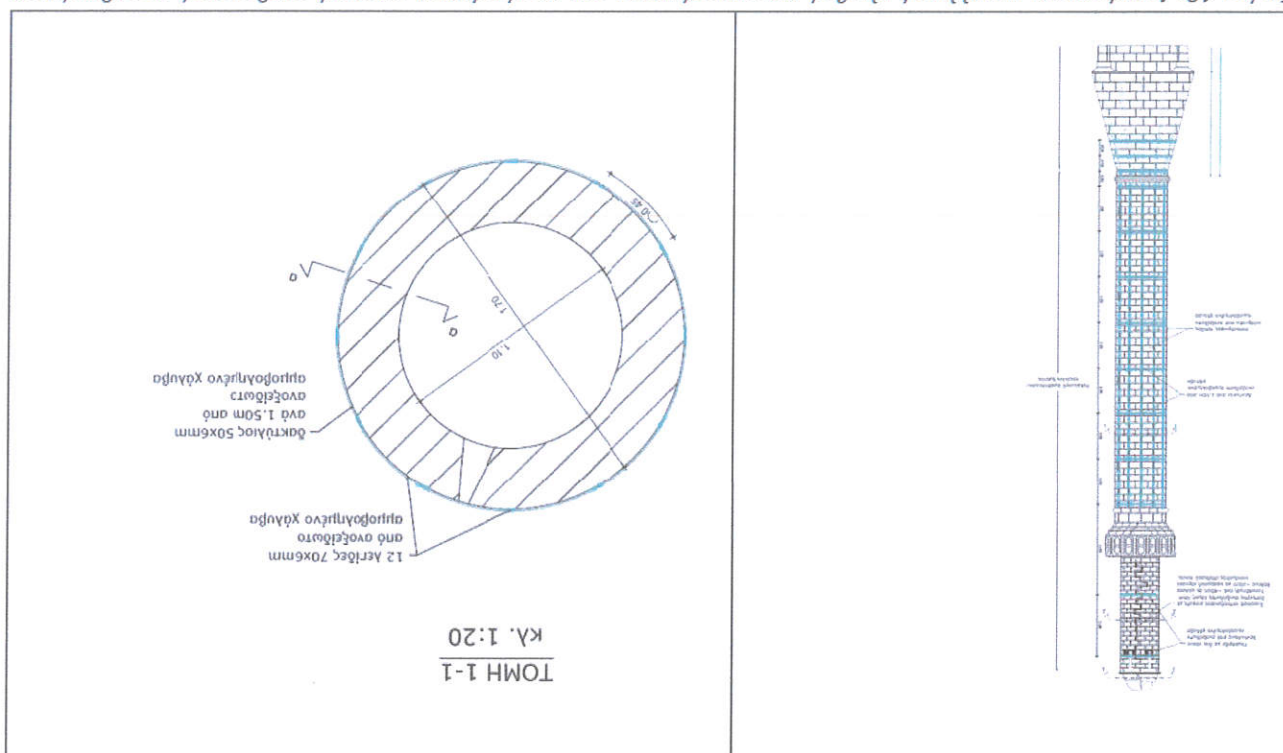


Η παρούσα μελέτη εντατικής κατάστασης του μίναρε γίνεται με τη βοήθεια της μεθόδου των στοιχείων πεδίου (FEM) με τη βοήθεια του προγράμματος ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS. Οι εφελκυστικές τάσεις βάλουν αυξανόμενες από το γαλξίον προς το κόκκινον χρώμα ενώ αντιστοιχούν οι θλιπτικές βάλουν αυξανόμενες από το κόκκινον προς το μπλε.

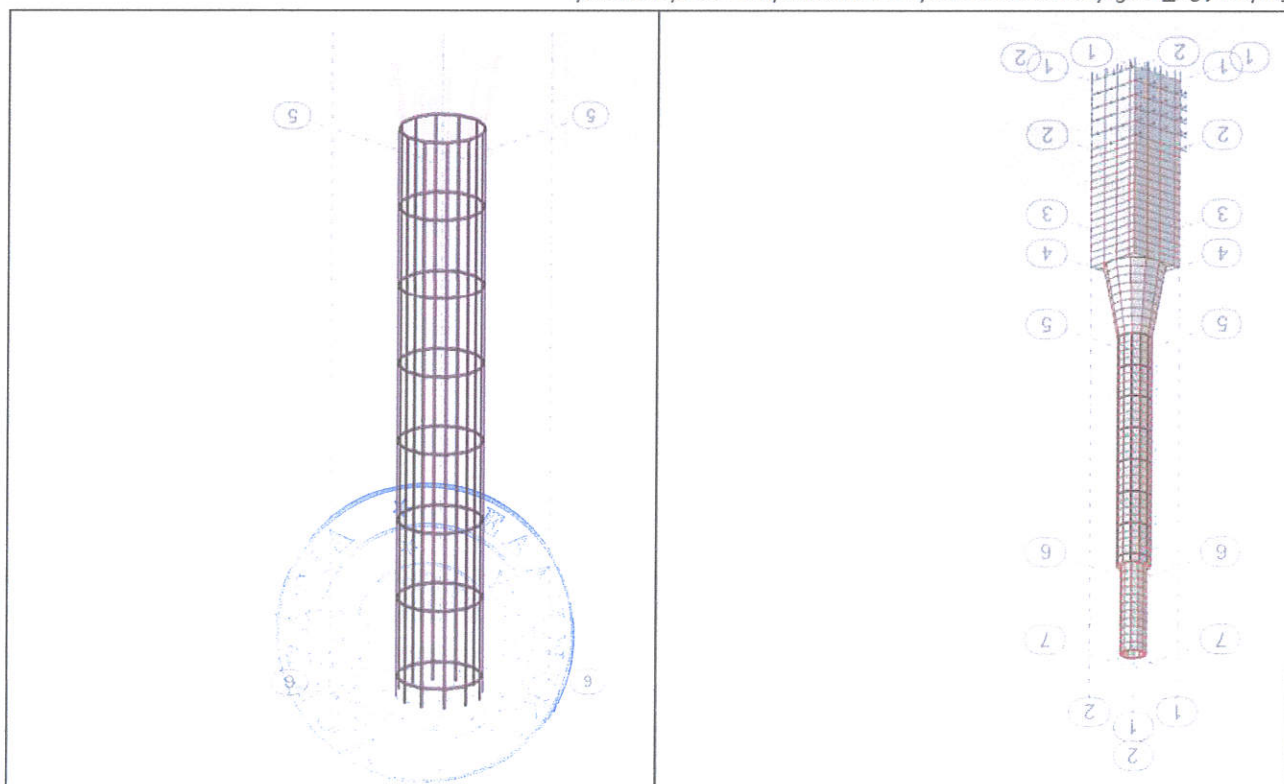
Εικόνα 16: Ισοστατικές ελκυστικές κύριων τάσεων (θλιπτικών) υπό το σεισμικό συνδυασμό φορτίων – κάτω παρειά



Εικόνα 19: Διαμορφωμένη μεταλλική κατασκευή για την ενίσχυση του φορέα ξύλινου οροφής (συνολικό μήκος 50 έτη) (συνολική επιτελεστικότητα B1)

[illegible]

Εικόνα 18: Τριδιάστατο προσομοίωμα ενισχυμένου φορέα μίναρεξ

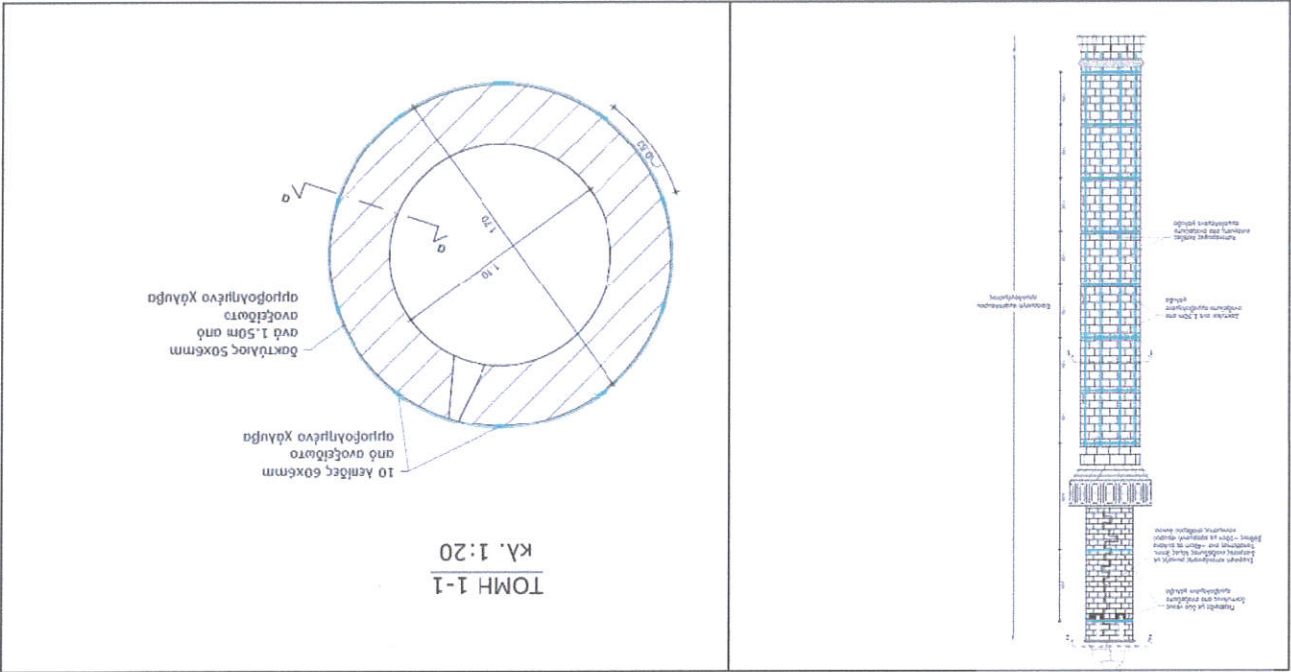


Ιδιομορφία	Ιδιοπερίοδος T(sec)	Δρῶσες μάζες %	
1	1.00	14.1	0.0
3	0.26	28.5	0.0
5	0.16	21.0	0.0

Πίνακας 5: Δυναμικά χαρακτηριστικά ενισχυμένου Μίναρε

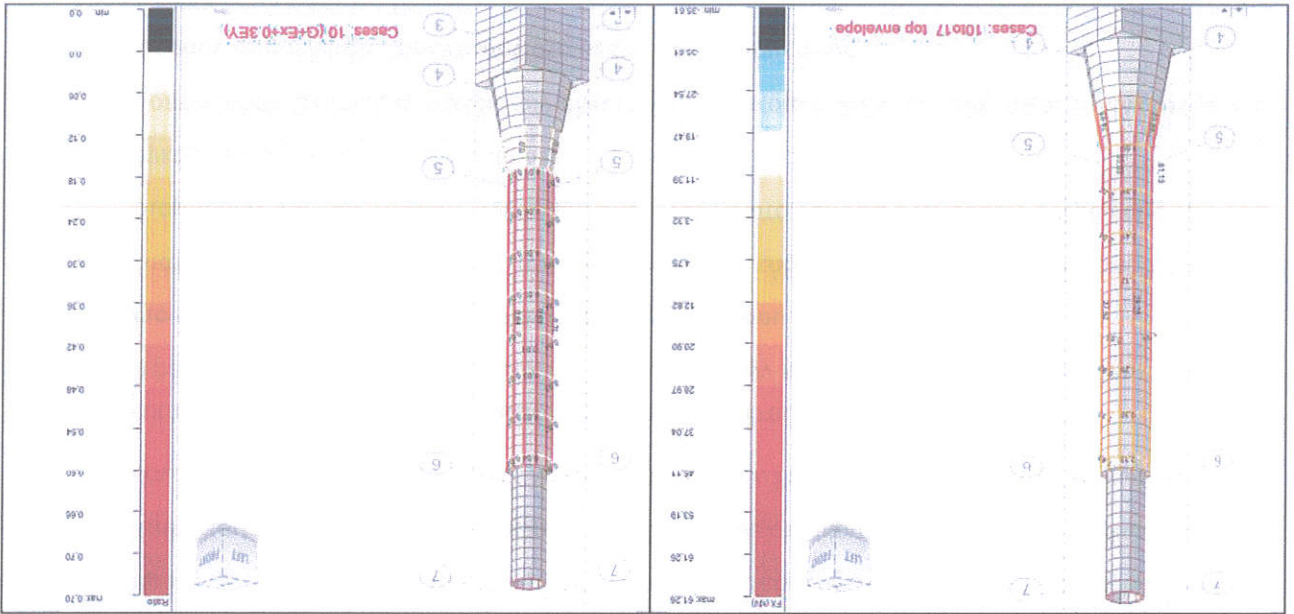
Στον πίνακα 5 δίνονται τα χαρακτηριστικά των κυρίων ιδιομορφών του ενισχυμένου Μίναρε (ιδιοπερίοδοι, ποσοστά ενεργοποιημένης μάζας).

Εικόνα 20: Διαμόρφωση μεταλλικών κλώνων για την ενίσχυση του φορέα έναντι σεισμού με πιθανότητα υπέρβασης 20% της σεισμικής δράσης στα 50 έτη (στάθμη επιτελεστικότητας B2+)



Λαμβάνοντας υπόψη τις παρατηρήσεις της Διεύθυνσης Ανωστάλωσης Βυζαντινών Μνημείων για τον περιορισμό της μορφολογικής αλοίωσης του μνημείου, προκρίθηκε η εφαρμογή πρόσθετης ημιτέρης ενίσχυσης, η οποία καθύπτει τον στόχο ανασχεδιασμού B2+ κατά τα οριζόμενα στο Κεφάλαιο 2 του ΚΑΔΕΤ-2022 (σημαντικές βλάβες έναντι σεισμού σχεδιασμού με πιθανότητα υπέρβασης 20% της σεισμικής δράσης στα 50 έτη) για τον οποίο λαμβάνεται σεισμική επιτάχυνση 75% της σεισμικής επιτάχυνσης σχεδιασμού για στόχο ανασχεδιασμού B1.

Εικόνα 22: Αξονικά φορτία και συνεπείς εξάντλησης διατομών μεταλλικού κώλου υπό τους σεισμικούς συνδυασμούς φορτίσης.



Σημειώνεται ότι τα αποτελέσματα της ανάλυσης διαμορφώσεων της δοκαμψίδας της κατασκευής που αποτυπώνεται στη μέση των ιδιομορφών ταλαντώσεως και κατά συνέπεια στη μέση των σεισμικών μετακινήσεων κατά 25%. Τα μεταλλικά στοιχεία της ενίσχυσης καταπονούνται σε αξονικό φορτίο εναλλασσόμενου πρόσημου σύμφωνα με το οποίο γίνεται η διαστασιολόγηση των διατομών. Στις εικόνες που ακολουθούν δίνονται τα εντατικά μέγεθη σχεδιασμού των ράβδων και οι συνεπείς εξάντλησης των διατομών.

Εικόνα 21: Οριζόντιες μετακινήσεις για το σεισμικό σχεδιασμό Ex, Ey με πιθανότητα υπέρβασης 20% της σεισμικής δράσης στα 50 έτη (υποσχετικό - ενισχυμένο μοντέλο)

ΥΠΕΡΒΑΛΟΝΤΕΣ ΦΟΡΤΕΣ		ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΙ ΦΟΡΤΕΣ	
Θέση	Μετακίνηση Dx(y)	Dx(y)/H	Θέση
	ΥΠΕΡΒΑΛΟΝΤΕΣ	ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟ	
	19.1cm	13.4cm	
	0.8%	0.5%	
Στάθμη εξώστη (απόληξη κλίμακας)	11.9cm	8.8cm	Βάση σωληνοειδούς σπιδροτός
	0.6%	0.4%	
	0.1%	0.1%	
	0.70cm	0.70cm	

7. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

7.1 Εισαγωγή

Οι επεμβάσεις ενίσχυσης του φέροντος οργανισμού διακρίνονται σε επτά κατηγορίες που πρέπει να εκτελεστούν με την σειρά που αναφέρονται. Κάθε κατηγορία περιλαμβάνει επί μέρους εργασίες. Στη συνέχεια εξειδικεύεται η Τεχνική Περιγραφή κάθε επί μέρους εργασίας.

7.2 Κατασκευή περιμετρικού στρώγματος

a) Τμηματική εκσκαφή τάφρου με το χέρι με διαμήκη κλίση 1.5% περιμετρικά του μήντηλου μέχρη τον αριθμό εδάφους-θμελίου. Ο πυθμένας της εκσκαφής θα έχει πλάτος 0.80m. Η εκσκαφή θα γίνει με ασφάλεις κλίσεις πρανών της τάξης του $\mu: \beta=1:1$ και οριακές κλίσεις $\mu: \beta=1.5:1$ σε περιπτώσεις περιορισμένου χώρου.

b) Καθαιρισμός αρμών τοιχοποιίας και αρμολόγηση.

c) Τοποθέτηση διέτρητου σωλήνα δομημένου τοιχώματος διατομής $\Phi 200$, για τη δημιουργία drainage, στον πυθμένα της εκσκαφής. Ο αγωγός θα περιβάλλεται σε όλη του την έκταση από ένα προστατευτικό στρώμα διήθησης από σκύρα λατομείου σε ακτίνα 30εκ. τουλάχιστον. Η απορροφητική λειτουργία του αγωγού θα διασφαλιστεί με σωστά προστατευτικούς φίλτρου από γεωφασμα βαρέως τύπου που θα συγκρατεί τα υλικά του εδάφους. Η πλήρωση του σκάμματος θα γίνει με διαβαθμισμένο λαθροσυντρίμμα σε επάλληλες στρώσεις πάχους 30cm με ισχυρή συμπίκνωση. Η κατασκευή του drainage συνοδεύεται και από την κατασκευή τεσσάρων φρεσών επίσκεψης, διαστάσεων 50x50cm.

7.3 Κατασκευή εξωτερικών και εσωτερικών κρημάτων

a) Καθαιρισμός του εξωτερικού περιλήνυρου, διαμόρφωση και επιπέδωση του εδάφους στην προβλεπόμενη στάθμη σύμφωνα με την αρχιτεκτονική μελέτη.

b) Διαμόρφωση περιμετρικών εξωτερικών κρημάτων και επάλληλων επιπέδων εργασίας, με χρήση πρόστυπων χαλύβδινων πλάσιων μέσων των οποίων υποστηλώνονται τα τόξα του προστύπου.

c) Καθαιρισμός του εσωτερικού χώρου και διαμόρφωση κρημάτων και επάλληλων επιπέδων εργασίας, με χρήση πρόστυπων χαλύβδινων πλάσιων. Υποστήλωση του νότιου μήκους.

7.4 Αντικατάσταση μεταλλικών ελκυστήρων του Προστύπου

a) Αφαίρεση των υποστηρίξεων μεταλλικών ελκυστήρων και καθαρισμός των αγκυρώσεων επί των κτισμάτων και στη B/Δ τοιχοποιία του κυρίως χώρου.

b) Διέτρηση της τοιχοποιίας της B/Δ όψης και των τόξων του προστύπου και τοποθέτηση των διαμετρικών και των τυφλών αγκυρών από ανοξείδωτο χάλυβα στις θέσεις στερέωσης των νέων ελκυστήρων μεταλλικών ελκυστήρων.

c) Τοποθέτηση ζυγώνους ανοξείδωτων ελκυστήρων διατομής $\Phi 25$ σε κάθε τόξο. Οι ελκυστήρες θα φέρουν αρμοκάλειδα προστασίας στο μέσον του μήκους τους.

(αποκολληθείς ή/και αποδορυγμένη λιθοσώματα) με καθαρή και τοπική αναδόμηση. Οι

a) Αποκατάσταση των διασπαρτών τοπικών διαταραχών στη δομή των τοιχοποιιών

7.7 Αναδομήσεις - Αποκατάσταση ζυγισμών

και μελέτες με τα αυθεντικά.

σε παλιότερες επεμβάσεων από τσιμεντοκονία, θα αντικατασταθούν από νέα, ίδιου τύπου κεραμίδων βυζαντινού τύπου. Τα σπασμένα κεραμίδα αλλά και όλα όσα είχαν αντικατασταθεί

e) Εφαρμογή στεγανωτικής προστασίας και επαναποθέτηση ολίσθων κεραμικών πλακιδίων και ρυγμών με ισχυρό κονίαμα κατάλληλης σύνθεσης.

d) Εμφύτευση σωληνώσεων κατά μήκος των ρυγμών, πλήρωση των ρυγμών και σφράγιση των της έρπουσας καινούριας με εφαρμογή ελαστικής επένδυσης.

δίαση της περιήγησης του θόλου θα πρέπει να επανεξεταστεί η δυνατότητα ενίσχυσης

κατά την αποκατάσταση του φάφ της διαπιστωθείσας βλάβης που να υποδηλώνουν

φάφ δεν προκύπτει ανάγκη για εφαρμογή πρόσθετων μέτρων περίδρασης του θόλου. Ωστόσο

οκταγωνικού τύπου. Από την έως τώρα συμπεριφορά αλλά και τις αρθρογραφικές αναλύσεις του

αξιολόγηση της κατάστασης διατήρησης του κύριου συνόλου περίδρασης στη στήλη

c) Συστηματικός έλεγχος και καταγραφή ρυγμών στην άνω παρειά των θόλων φάφ και

επιφάνεια των θόλων και των ημιχώνων.

b) Απομάκρυνση φερτών υλικών (βρύα, μύκητες, ριζές φυτών) ώστε να αποκαλυφθεί η κυρία

νάλος

κεραμίδων. Η αφαίρεση της επικάλυψης γίνεται μηχανικά ενώ προβάλλεται κάλυψη με υπόβα

προστατευτικής της στρώσης από υπόβα και πλάκα. Διαλογή και πύση οπών

γυάλινων κεραμίδων που καλύπτουν τις υπόλοιπες επιφάνειες και τοποθέτηση προσωπικής

a) Προσεκτική αφαίρεση των ολίσθων κεραμικών πλακιδίων των θόλων και των βυζαντινών και

7.6 Συντήρηση - αποκατάσταση επιστρώσεων

d) Αντικατάσταση μεταλλικών δακτυλίων περίσφιξης κίονα με νέους από ανοξείδωτο χάλυβα.

τραβερτινικού τόφου.

c) Συντήρηση σπληνισμών με κονίαμα συμβατό ως προς τις ιδιότητες, το χρώμα και την υφή του

σφόνδυλου.

κονίματος, συμβατό με τις ιδιότητες του τραβερτινικού τόφου από τον οποίο αποδόθηκαν οι

b) Στέρωση - συγκόλληση θρασυμένων τμημάτων με χρήση πάβων ιταλίου και ενέσιμου

a) Καθαρισμός σφόνδυλων από ξένα υλικά διαχείρις και με χρήση υδροβολής.

7.5 Αποκατάσταση σφόνδυλων κιόνων Προσώου

τους (τελική δύναμη προέντασης 1.0 kN).

d) Εφαρμογή τένση των ελαστήρων ταυτόχρονα από τις επτά αρμοκλίσεις για την εφραγολογή

κάναντος των σωληνίσκων νοσηρό και ελγύχοι να τοποθετηθεί εσωτερικά ενώ στο εξωτερικό θα
b) Επιφύεση σωληνίσκων κατά μήκος αρμών και ραγμάτων, σε ιδεατό κλάβο των 50εκ.. ο βασικός
κλών.

θολίσκων, των λολών σύνδεσης και των τολών του ποσώου και στη λιοδομική της βάρης των
αμεσών σωστικών επεμβάσεων σε μετρήτη έκταση κυρίως στην εσωτερική επιφάνεια των
αρμογολογημάτων από τημεντοκοινάματα οι οποία εαφμεδοστηκαν στο παρελθόν στο πλαίσιο
να πιάσει σε βάθος 7cm. Προβλεπεται επισης η αφαίρεση όλων των μεταγενεστερών
ζε περιοχές όπου το κοινάμετα δόμησης μεαφαίρεση σε βαρή αποσάθρωση η αφαίρεση του μπορεί
a) Καθαίρεση επιχρισμάτων εσωτερικά και εξωτερικά με μηχανικά μέσα και εκβάθυνση των αρμών.

7.9 Αρμογήματα - Ενέματα

- μεταλλικούς σκελετούς στηρίξης της επικάλυψης από φύλλα χαλκού.
- f) Κατασκευή νέου περιμετρικού ενδάλου στηρίξης της τοιχοποιίας και έδραση επί αυτού νέου
λεπιδες του κλβου και ακκύρωση στην τοιχοποιία με πηλίη.
- e) Αίτηση κοινόποικωνών τηρήματος έδρασης του σωληνοειδούς σώματος και τοποθέτηση τυφλών
αγκυρών από πάβους ανοξείδωτου χαλβου. Συγκόλληση άκρων πάβων με τις κατακόρυφες
d) Τοποθέτηση οριζόντιων δακτυλίων και ελσφιδά προένταση μεσω ειδικών αρμοκλίδων.
φωλίες) και εαφμεδοστην ποτύπων χημικών αγκυρών.
- πηλίη. Αίτηση των λεπίδων επί τόπου και κοινάμετος στις θέσεις αγκύρωσης (δομητική της
c) Τοποθέτηση κατακόρυφων λεπίδων από ανοξείδωτο αμμοβολημένο χαλβου και κόλληση με
b) Πλήρωση φωλίων με ισχυρό ηυρπικονομένο κοινάμετα.
- λιοδομής του σωληνοειδούς σώματος του μενάρ.
- a) Αίτηση οτών – φωλίων ανά περίπου 0,6m καθ' ύψος της εξωτερικής παρείς της λάζερ της

7.8 Αποκατάσταση – Επίχυση Μινάρ

- λάμεις.
- επίχυση των συνδέσεων τους - αποκατάσταση της συνέχειας των στρωτήρων με μεταλλικές
c) Εύγνιαση ή αντικατάσταση των έντονα διαβρωμένων ζυλινδρικών όπου αυτές είναι εμμενείς και
τημεντοκοινά σταθερού όγκου.
- χειλίων της ραγής. Μετά την τοποθέτηση των λωμών ο αλσάκας πλνρώνεται με ισχυρή
λωμών 3mm σε αλσάκες βάθος 10cm περίπου, με κατάλληλο μήκος αγκύρωσης εκατέρωθεν των
b) Αίτηση των χειλίων των ραγών με αφαίρεση αποκολλημένων λιβών. Τοποθέτηση δακτυλίων
υπόστλης στοές όπου παρτηπούνται εκταμμένες αποκολλησεις πλινθών.
- όψεων της περιμετρικής τοιχοποιίας στη ζώνη υπό των ανοιγμάτων και στους θόλους της
επτεδο της δειρής σταθής του ζυλινδρικού συνδέσμου περίδεσης, σε περιοχές των εξωτερικών
κύριες περιοχές επείβας εντοπίζονται στην εσωτερική όψη της B/Δ τοιχοποιίας, πάνω από το

Αθανάσιος Ξένος
Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ.



Ο Μελετητής

- ζημιώνεται ότι η τελική σύνθεση των κοινωνικών αρμοδότησεων και ενεργειών θα αποφασιστεί βάσει των αποτελεσμάτων δοκιμαστικών εφαρμογών. Οι δοκιμαστικές εφαρμογές θα πραγματοποιηθούν βάσει εναλλακτικών συνθέσεων που θα προταθούν από πιστοποιημένο Εργαστήριο ανάλυσης δομικών υλικών.
- d) Μετά την ωρίμανση του κοινάματος αρμοδότησης ακολουθεί εφαρμογή ενεργειών εκ των κάτω προς τα άνω. Για τα ενεργήματα προτείνεται έτοιμο υδραυλικό ενέσιμο κονίαμα με βάση τη φυσική υδραυλική άσβεστο NHL3.5 και διαβαθμισμένο αδρανές διαμέτρου κατηγορίας M15 σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 998-2.
- c) Πλήρωση των αρμών και σφράγιση των ρωγμών με κονίαμα φυσικής υδραυλικής άσβεστο (NHL 3.5) και αδρανών διαμέτρου $< 1.5\text{mm}$, το οποίο θα κατατάσσεται στην κατηγορία M10 σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 998-2.
- λαξυμμένης λιθοδομής το επιτρέπει.
- προβλεφθούν σωληνήσκει εκτόνωσης σε επιλεγμένες θέσεις, όπου το πάχος των αρμών της

1. Γεωργίου Γεωργίου, Μελέτη αποκατάστασης – επανόρθωσης & διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου, κτηματοπολύθλου κική, Αρχιτεκτονική Μηχανική Α.Π.Θ., ΜΔΕ Αρχιτεκτονικής Τοπίου Α.Π.Θ. (2016)
2. Γεωργίου Γεωργίου – μελέτη στη θέση Γεωργίου Γεωργίου Χατζηγιάννης Νικόλαος, Τεχνικός Γεωλόγος, Υπερσεισμός Γεωλογικών και Γεωτεχνικών Ερευνών & Μελετών (2016)
3. Γεωργίου Γεωργίου, Αποτίμηση φέρουσας ικανότητας & ποσότητες ενίσχυσης, Γκαζόγιας Η. Κωνσταντίνος, Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., ΜΔΕ ΑΣΤΕ (2012)
4. Francis et al., «The effect of joint thickness and other factors on the compressive strength of brickwork», Proc. of the 2nd Inter. Brick Masonry Conference, Stoke-on-Trent (1971).
5. Φορτίσεις Δομικών Έργων: Ελληνικός Κανονισμός Φορτίσεων. (1945)
6. Ευρωπαϊκή 6: «Σχεδιασμός κατασκευών από τοιχοποιία - Μέρος 1-1: Γενικοί κανόνες για κατασκευές από οπλισμένη και άοπλη τοιχοποιία. Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1996-1-1».
7. ΕΑΚ 2000: Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός.
8. ΚΑΔΕΤ - Κανονισμοί για Αποτίμηση και Δομητικές Επεμβάσεις Τοιχοποιίας», 2022.
9. Program NEXT 2021 – Analysis and Design of Structures by Eurocode.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ - ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΛΛΑΝΑΝ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΓΕΝΙ ΤΖΑΜΙ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΡΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ					ΔΑΠΑΝΗ
Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΟΝΑΔΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ	
1	Εκσκαφή και μεταφορά για τον αποστραγγιστικό αγωγό	m³	186	21 €	3.906 €
2	Γεωμικτά στρώματα από διάτρητους ηλοστρώδες σωλήνες με περιλήψια γεωφύλλου (D 200 mm)	m	60	17 €	1.020 €
3	Γεωφύλλο μη υφασμένο βαρέως τύπου	m²	264	3 €	792 €
4	Νέα φρεσάια ενίσχυσης από σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30 και χάλυβα οπλισμού B500C	m³	153	18 €	2.754 €
5	Νέα φρεσάια ενίσχυσης από σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30 και χάλυβα οπλισμού B500C	m³	3,5	250 €	875 €
ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΞΑΝΘΝ ΓΥΝΑΙΚΟΝΙΤΗΝ/ΕΞΟΤΗΝ					
6	Νέα μέγισα υποστηρίγματα από σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30 και χάλυβα οπλισμού B500C	m³	0,2	250 €	49 €
7	Νέες ελπίδες δοκοί και νέοι ελπίδες στύλοι	m³	1,1	800 €	884 €
8	Στοιχεία έδρασης υποστηρίγματος από γαλβανισμένο μορφοσίδηρο	kg	16	4 €	64 €
9	Δάπεδο από ελπίδα δρύος	m²	21	88 €	1.848 €
10	Μη συμπίκνυμενο κοινάιο πλήρωσης δοκοθηκών ελπίων	lt	40	3 €	120 €
ΕΝΕΜΒΑΣΕΙΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ / ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΟΙΧΟΝΟΜΩΝ					
11	Batu απορρόγηση τοιχονομών	m³	1715	40 €	68.600 €
12	Συρραφή διαμερμών πηγατωσών	m	20	120 €	2.400 €
13	Επελάτωση λίθοδωλών	lt	84490	3 €	253.470 €
ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΛΚΥΣΤΗΡΙΩΝ ΠΡΟΣΤΟΛΩΝ					
14	Ελκυστήρες διατομής Φ25 από αμιαντωμένο χάλυβα	kg	148	6 €	888 €
15	Πλάκες συγκόλλησης από αμιαντωμένο χάλυβα	kg	24	6 €	144 €
16	Αρμολαβίδες προέκτασης αμιαντωσών ελκυστήριων	τεμ.	7,0	120 €	840 €
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ / ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΙΟΝΩΝ ΠΡΟΣΤΟΛΩΝ					
17	Νέοι δοκτύλιοι περιφύξης από αμιαντωμένο χάλυβα	kg	9,0	6 €	54 €
ΕΝΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΜΙΝΑΡΕ					
18	Περιμετρικό διάστημα στρώσης	m	4,2	28 €	118 €
19	Νέος σκελετός αντήλξης μινάρε από γαλβανισμένο χάλυβα	kg	85	4 €	340 €
20	Αερίδες από αμιαντωμένο χάλυβα	kg	293	6 €	1.758 €
21	Δοκτύλιοι περιφύξης από αμιαντωμένο χάλυβα	kg	134	6 €	804 €
22	Διανομή οπής ή φωλίδας σε λίθοδομη	τεμ.	190	6 €	1.140 €
23	Μη συμπίκνυμενο κοινάιο πλήρωσης οπών/φωλίδων	lt	190	3 €	570 €
24	Αγκύρια βιομηχανικής προέκτασης Φ 12 mm	τεμ.	190	11 €	2.090 €
25	Κατασκευή από σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30 και χάλυβα οπλισμού B500C	m³	10	280 €	2.800 €
26	Σκυρόδεμα όπλο καθαριστήρα C8/10	m³	2,0	60 €	120 €
σύνολο (εκτός υποβληστέων και εγγυαίων Οφέλους)					348.447 €
αυτοβλάστη 15%					52.267 €
σύνολο (εκτός εγγυαίων Οφέλους)					400.714 €
Ε.Ο. 18%					72.129 €
Σύνολο					472.843 €

[illegible]

