



Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας

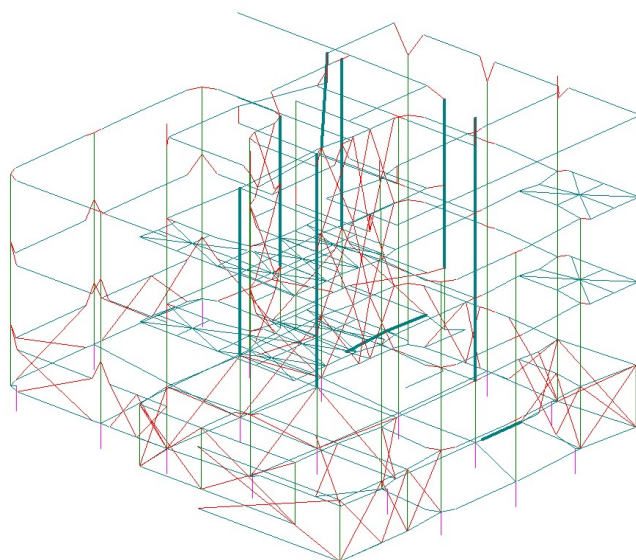
Σεισμική Μηχανική και Αντισεισμικές Κατασκευές

Διπλωματική Εργασία

Διερεύνηση της Φέρουσας Ικανότητας Υφιστάμενου Έναντι
Σεισμικού Κινδύνου με τη Προσθήκη Ορόφου

Βέττας Θ. Ηλίας

Επιβλέπων καθηγητής Δρ. Κωνσταντίνος Κατάκαλος



Πάτρα, Ιούνιος 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Βέττα Θ. Ηλία που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

Διερεύνηση της Φέρουσας Ικανότητας Υφιστάμενου Έναντι
Σεισμικού Κινδύνου με τη Προσθήκη Ορόφου

Βέττας Θ. Ηλίας

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δρ. Κωνσταντίνος Κατάκαλος

Συντονιστής θεματικών ενοτήτων - Μέλος
ΕΑΠ

Συν-Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Γενηκόμσου Αικατερίνη

Συντονιστής θεματικών ενοτήτων - Μέλος
ΕΑΠ

Πάτρα, Ιούνιος 2026

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την αποτίμηση της σεισμικής επάρκειας ενός υφιστάμενου κτιρίου και η ενίσχυσή του σύμφωνα με τις διατάξεις και τους νόμους που ισχύουν σήμερα. Το υπό μελέτη κτίριο έχει κατασκευαστεί από οπλισμένο σκυρόδεμα και η ανέγερσή του έγινε στις αρχές του 1990. Η αρχική του μελέτη έγινε με τον αντισεισμικό κανονισμό του 1985 και τις διατάξεις που ίσχυαν μέχρι τότε. Η αποτίμηση του φέροντος οργανισμού θα ελεγχθεί πρώτα με τις διατάξεις του ΕΑΚ (Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός) και έπειτα με τον Ευρωκώδικα 8. Οι ενισχύσεις που θα προταθούν θα είναι σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ (Κανονισμός Επεμβάσεων).

Το κτίσμα είναι στο στάδιο των επιχρισμάτων, χωρίς να έχουν τοποθετηθεί κουφώματα. Η διερεύνηση και η ενίσχυση του έχουν στόχο να χρησιμοποιηθεί ξανά το κτίσμα ως κατοικία και να γίνει προσθήκη ενός ακόμα ορόφου (Β' όροφος). Η μελέτη θα πραγματοποιηθεί με το στατικό πρόγραμμα STATICS.

Πιο αναλυτικά:

Στα πρώτα κεφάλαια γίνεται μια ιστορική αναδρομή στους νόμους που ίσχυαν στον ελληνικό χώρο από το 1959 όπου έχουμε το πρώτο διάταγμα για κατασκευές έναντι σεισμού. Αναφέρονται οι σεισμικές ζώνες που ίσχυαν τότε και πώς διαμορφώθηκαν οι νέοι κανονισμοί που ισχύουν μέχρι σήμερα.

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στο στόχο της αποτίμησης καθώς και στα στοιχεία που επηρεάζουν τις κατασκευές όπως το διαβρωτικό περιβάλλον, οι καιρικές συνθήκες, η μορφολογία του κτιρίου και τις διατομές των δομικών του στοιχείων.

Παρουσιάζονται λεπτομερώς οι ειδικές εργασίες (πυρηνοληψία και σάρωση ολόκληρου του κτιρίου) που έγιναν για να επιβεβαιωθούν οι διατομές των δομικών μελών καθώς και η αποτύπωση των οπλισμών, ώστε να προκύψουν οι νέοι ξυλότυποι που θα εισαχθούν στο στατικό πρόγραμμα. Γίνεται αναφορά και λαμβάνονται υπόψη οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες και οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη του κτιρίου (κατηγορία σκυροδέματος, ποιότητα χάλυβα). Έπειτα γίνεται παρουσιάζονται οι αρχιτεκτονικές κατόψεις δηλαδή το επιθυμητό αποτέλεσμα της μελέτης.

Έχοντας ολοκληρώσει την αποτύπωση του φέροντος οργανισμού εισάγεται το κτίσμα στο στατικό πρόγραμμα και εξάγονται τα πρώτα αποτελέσματα. Η ανάλυση γίνεται Ελαστική δυναμική ανάλυση και τοπικούς δείκτες πλαστιμότητας m , πρώτα με τις διατάξεις του ΕΑΚ και ύστερα με τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 8. Οι λόγοι επάρκειας παρουσιάζονται με μορφή πινάκων και εντοπίζονται τα μέλη που αστοχούν.

Αφού εντοπιστούν τα σημεία της κατασκευής που αστοχούν σε σεισμικά φορτία γίνεται πρόταση ενισχύσεων ώστε το κτίσμα να μπορεί να φέρει με ασφάλεια τα φορτία που προβλέπονται από την αρχιτεκτονική μελέτη. Γίνεται αναλυτική περιγραφή των εργασιών που απαιτούνται για την αποκατάσταση των δομικών στοιχείων τα οποία έχουν προσβληθεί από ενανθράκωση πριν την ενίσχυση τους. Έπειτα εισάγονται οι ενισχύσεις και γίνεται ξανά επίλυση του φορέα ώστε να έχουμε επάρκεια των δομικών στοιχείων σε σεισμικές φορτίσεις

. Παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι λόγοι επάρκειας των μελών πριν και μετά την ενίσχυση και γίνεται μια αναφορά στις διαφορές μεταξύ των κανονισμών.

Τέλος παρουσιάζονται οι ξυλότυποι και οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες των ενισχύσεων με ιδιαίτερη έμφαση στα υποστυλώματα και στα δοκάρια της κατασκευής και γίνεται μια μικρή σύγκριση του ΕΑΚ με τους Ευρωκώδικες.

Λέξεις – Κλειδιά

NEAK, Ευρωκώδικες, ΕΑΚ 1985, Έλεγχος Υπάρχοντος.

Abstract

The present thesis has as its object the assessment of the seismic adequacy of an existing building and its reinforcement according to the provisions and laws in force today. The building under study is constructed of reinforced concrete and its erection took place in the early 1990s. Its initial study was carried out with the anti-seismic regulation of 1985 and the provisions in force until then. The assessment of the load-bearing structure will be checked first with the provisions of the EAK (Greek Anti-Seismic Regulation) and then with the Eurocode 8. The reinforcements that will be proposed will be in accordance with the KAN.EPE (Intervention Regulation).

The building is at the stage of coatings, without frames having been installed. Its investigation and reinforcement aim to use the building again as a residence and to add another floor (2nd floor). The study will be carried out with the static program STATICS.

In more detail:

The first chapters provide a historical review of the laws in force in Greece since 1959, when the first decree on earthquake-resistant construction was issued. The seismic zones in force at the time are mentioned and how the new regulations in force to this day were formed.

The aim of the assessment is then referred to, as well as the elements that affect the constructions, such as the corrosive environment, weather conditions, the morphology of the building and the cross-sections of its structural elements.

The special work (coring and scanning of the entire building) that was carried out to confirm the cross-sections of the structural members as well as the mapping of the reinforcements, is presented in detail, in order to obtain the new formwork that will be introduced into the static program. The construction details and parameters used for the study of the building (concrete class, steel quality) are reported and taken into account. Then the architectural floor plans are presented, the desired result of the study.

Having completed the mapping of the load-bearing structure, the building is entered into the static program and the first results are exported. The analysis is performed using Elastic Dynamic Analysis and local ductility indices m , first with the provisions of the EAK and then with the provisions of Eurocode 8. The adequacy ratios are presented in the form of tables and the members that fail are identified.

After identifying the points of the structure that fail under seismic loads, a reinforcement proposal is made so that the building can safely carry the loads foreseen by the architectural study. A detailed description of the work required to restore structural elements that have been affected by carbonation before their reinforcement is given. Then the reinforcements are introduced and the structure is solved again so that we have the adequacy of the structural elements in seismic loads. The adequacy ratios of the members before and after

reinforcement are presented collectively and a reference is made to the differences between the regulations.

Finally, the formwork and the construction details of the reinforcements are presented with particular emphasis on the columns and beams of the structure and a small comparison of the EAK with the Eurocodes is made.

Keywords

Assessment of Existing Structures, Eurocodes

Περιεχόμενα

Περίληψη	i
Abstract.....	iii
Κατάλογος Εικόνων / Χαρτών.....	vii
Κατάλογος Πινάκων/Σχεδίων	x
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	xi
1.Εισαγωγή	1
2.Ιστορική αναδρομή στους Κανονισμούς	2
2.1 Παλαιότεροι κανονισμοί.....	2
3.Περιοχή της έρευνας και μελέτης.....	5
3.1 Γεωγραφική περιοχή.....	5
3.2 Στόχος της αποτίμησης και ενίσχυσης του κτιρίου	6
3.3 Μορφολογικά στοιχεία – τι επηρεάζει τη μελέτη.....	11
4.Περιγραφή του υπό μελέτη κτίσματος.....	12
4.1 Μορφολογία κτίσματος.....	12
4.2 Εργασίες αποτύπωσης και διερεύνησης	12
4.2.1 Α' φάση διερευνητικών εργασιών	12
4.2.2 Β' φάση διερευνητικών εργασιών.....	25
4.3 Κατόψεις.....	26
5.Αποτίμηση κτιρίου.....	35
5.1 Σκοπός.....	35
5.2 Κανονισμός.....	42
5.3 Εισαγωγή φορέα στο στατικό πρόγραμμα	42
5.4 Στάθμες επιτελεστικότητας.....	43
5.5 Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων	44
5.6 Μέθοδοι ανάλυσης.....	44
5.7 Αποτελέσματα ελέγχου	44
5.7.1 Αποτελέσματα ελέγχου κατά ΕΑΚ.....	44
5.7.2 Αποτελέσματα έλεγχου με Ευρωκώδικες	71
6.Ενισχύσεις.....	75

6.1 Κανονισμός Επεμβάσεων	75
6.2 Εργασίες αποκατάστασης δομικών στοιχείων.....	75
6.2.1 1 ^ο Στάδιο αποκατάστασης.....	75
6.2.2 2 ^ο Στάδιο αποκατάστασης.....	76
6.3 Στοιχεία που ενισχύονται.....	76
6.4 Μέθοδοι ενισχύσεων.....	79
6.4.1 Δοκοί και υποστυλώματα.....	79
6.4.2 Πλάκες σκυροδέματος	80
7.Συμπεράσματα-Αποτελέσματα	84
7.1 Επάρκεια κατασκευής.....	84
7.2 Λόγοι επάρκειας των δομικών στοιχείων	89
8.Σχέδια ξυλοτύπων	94
8.1 Κατόψεις ενισχύσεων	94
8.2 Κατασκευαστικές Λεπτομέρειες	97
9.Βιβλιογραφία	105

Κατάλογος Εικόνων / Χαρτών

Χάρτης 1 - Χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας κατά τους παλαιότερους κανονισμούς.....	3
Χάρτης 2 - Χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας στον Ελληνικό χώρο κατά τους νεότερους κανονισμούς και όπως ισχύουν σήμερα	4
Χάρτης 3 - Ρυμοτομικό διάγραμμα της περιοχής του ακινήτου.....	5
Χάρτη 4 - Απόσπασμα χάρτη κτηματολογίου	6
Εικόνα 5 - Ανατολική όψη του κτιρίου (επι της οδού Παπανικολή).....	7
Εικόνα 6 - Βόρεια όψη του κτιρίου (επι της οδού Χρυσοστόμου Σμύρνης).....	7
Εικόνα 7 - Ανατολική όψη - το τμήμα του κτιρίου που βρίσκεται σε χαμηλότερη στάθμη	8
Εικόνα 8 - Ανατολική όψη - το τμήμα του κτιρίου που βρίσκεται σε υψηλότερη στάθμη.....	9
Εικόνα 9 - Ανατολική όψη όπου φαίνεται ολόκληρο το κτίριο	10
Εικόνα 10 - Βόρεια όψη του κτιρίου	10
Εικόνα 11 - Σάρωση της οικοδομής - Δυτική πλευρά.....	13
Εικόνα 12 - Σάρωση του κτιρίου - Ως κάτοψη	13
Εικόνα 13 - Λήψη πυρήνων.....	14
Εικόνα 14 - Σάρωση του κτιρίου - Βόρεια όψη.....	14
Εικόνα 15 - Σάρωση του κτιρίου - με εμφανή του περιμετρικούς εξώστες	15
Εικόνα 16 - Σάρωση του κτιρίου - εμφανή μόνο οι τοιχοποιίες και τα υποστυλώματα.....	16
Εικόνα 17 - Σάρωση του κτιρίου - εμφανή μόνο οι τοιχοποιίες και τα υποστυλώματα(2).....	17
Εικόνα 18 - Σάρωση του κτιρίου από τη Βόρεια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης(1)	17
Εικόνα 19 - Σάρωση του κτιρίου από τη Βόρεια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (2)	18
Εικόνα 20 - Σάρωση του κτιρίου απο τη Βόρεια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (3)	18
Εικόνα 21 - Σάρωση του κτιρίου από τη Βόρεια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης(4)	18
Εικόνα 22 - Σάρωση του κτιρίου απο τη Βόρεια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (5)	19
Εικόνα 23 - Σάρωση του κτιρίου απο τη Βόρεια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (6)	19
Εικόνα 24 - Σάρωση του κτιρίου απο τη Νότια όψη	20
Εικόνα 25 - Σάρωση του κτιρίου απο τη Νότια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης	20
Εικόνα 26 - Σάρωση του κτιρίου απο την Ανατολική όψη	21
Εικόνα 27 - Σάρωση του κτιρίου από την Ανατολική όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (1).....	21
Εικόνα 28 - Σάρωση του κτιρίου από την Ανατολική όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (2).....	22
Εικόνα 29 - Σάρωση του κτιρίου από την Ανατολική όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (3).....	22

Εικόνα 30 - Σάρωση του κτιρίου από την Ανατολική όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης(4).....	23
Εικόνα 31 - Σάρωση του κτιρίου από την Ανατολική όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης(5).....	23
Εικόνα 32 - Πρόβλημα υγρασίας στους προβόλους του κτιρίου(1).....	24
Εικόνα 33 - Πρόβλημα υγρασίας στους προβόλους του κτιρίου(2).....	24
Εικόνα 34 - Αποκάλυψη οπλισμού στα υποστυλώματα.....	25
Εικόνα 35 - Ξυλότυπος θεμελίωσης.....	26
Εικόνα 36 - Ξυλότυπος οροφής υπογείου.....	27
Εικόνα 37 - Ξυλότυπος οροφής Α' ορόφου.....	28
Εικόνα 38 - Υπόμνημα στατικής μελέτης (μέρος πρώτο).....	29
Εικόνα 39 - Υπόμνημα στατικής μελέτης (μέρος δεύτερο).....	30
Εικόνα 40 - Σημερινή αποτύπωση υπογείου.....	31
Εικόνα 41 - Σημερινή αποτύπωση οροφής υπογείου.....	32
Εικόνα 42 - Σημερινή αποτύπωση οροφής ισογείου.....	33
Εικόνα 43 - Σημερινή αποτύπωση οροφής Α' ορόφου.....	34
Εικόνα 44 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Κάτοψη υπογείου (περιστροφή κατά 180 μοίρες σε σχέση με τις κατόψεις της αρχικής άδειας).....	35
Εικόνα 45 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Κάτοψη ισογείου (περιστροφή κατά 180 μοίρες σε σχέση με τις κατόψεις της αρχικής άδειας).....	36
Εικόνα 46 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Κάτοψη Α' ορόφου (περιστροφή κατά 180 μοίρες σε σχέση με τις κατόψεις της αρχικής άδειας).....	37
Εικόνα 47 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Κάτοψη προσθήκης Β' όροφος (περιστροφή κατά 180 μοίρες σε σχέση με τις κατόψεις της αρχικής άδειας).....	38
Εικόνα 48 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Κάτοψη στέγης (περιστροφή κατά 180 μοίρες σε σχέση με τις κατόψεις της αρχικής άδειας).....	39
Εικόνα 49 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Βορειοανατολική όψη.....	40
Εικόνα 50 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Ανατολική όψη.....	40
Εικόνα 51 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Ανατολική όψη με συστήματα φωτισμού.....	41
Εικόνα 52 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Δυτική όψη.....	41
Εικόνα 53 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Διαμόρφωση εξωτερικού χώρου στον όροφο της προσθήκης.....	42
Εικόνα 54 - Υλικά και παραδοχές της πρώτης άδειας το 1986.....	43
Εικόνα 55 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης θεμελίωσης.....	45
Εικόνα 56 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής υπογείου.....	46
Εικόνα 57 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής ισογείου.....	47
Εικόνα 58 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής Α' ορόφου.....	48
Εικόνα 59 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής Β' ορόφου(προσθήκη).....	49
Εικόνα 60 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης θεμελίωσης.....	71
Εικόνα 61 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής υπογείου.....	72
Εικόνα 62 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής ισογείου.....	73
Εικόνα 63 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής Α' ορόφου.....	73
Εικόνα 64 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής Β' ορόφου (προσθήκη).....	74
Εικόνα 65 - Ενισχυμένες ζώνες που θα γίνουν δοκάρια και τοιχεία υπογείου.....	77
Εικόνα 66 - Δοκάρια που θα γίνουν τοιχεία.....	78
Εικόνα 67 - Επιλογές ενισχύσεων για δοκούς.....	79
Εικόνα 68 - Επιλογές ενισχύσεων για υποστυλώματα.....	79

Εικόνα 69 - Ανάλυση υπάρχουσας πλάκας	80
Εικόνα 70 - Ανθρακοέλασμα	81
Εικόνα 71 - Παράδειγμα ενίσχυσης πλακών με ανθρακοελάσματα.....	82
Εικόνα 72 - Τοποθέτηση ανθρακοελασμάτων.....	82
Εικόνα 73 - Ξυλότυπος θεμελίωσης μετά τις ενισχύσεις	84
Εικόνα 74 - Ξυλότυπος οροφής υπογείου μετά από τις ενισχύσεις.....	85
Εικόνα 75 - Ξυλότυπος οροφής ισογείου μετά από τις ενισχύσεις	86
Εικόνα 76 - Ξυλότυπος οροφής Α' ορόφου μετά από τις ενισχύσεις	87
Εικόνα 77 - Ξυλότυπος οροφής Β' ορόφου μετά τις ενισχύσεις.....	88
Εικόνα 78 - Ξυλότυπος θεμελίωσης	94
Εικόνα 79 - Ξυλότυπος οροφής υπογείου.....	95
Εικόνα 80 - Ξυλότυπος οροφής ισογείου	95
Εικόνα 81 - Ξυλότυπος οροφής Α' ορόφου	96
Εικόνα 82 - Ξυλότυπος οροφής Β' ορόφου	96
Εικόνα 83 - Λεπτομέρεια ενίσχυσης θεμελίου	97
Εικόνα 84 - Λεπτομέρειες ενίσχυσης υποστυλωμάτων με έγχυτο σκυρόδεμα πάχους 10cm.....	98
Εικόνα 85 - Λεπτομέρεια σύνδεσης μεταλλικών στοιχείων με υποστυλώματα.....	98
Εικόνα 86 - Λεπτομέρεια ενίσχυσης δοκού με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 5cm	99
Εικόνα 87 - Λεπτομέρεια υπάρχουσας δοκού που γίνεται τοιχείο	99
Εικόνα 88 - Λεπτομέρεια ενισχυμένης ζώνης που γίνεται δοκός.....	100
Εικόνα 89 - Λεπτομέρεια ενίσχυσης υφιστάμενης πλάκας σκυροδέματος στο σημείο όπου θα κατασκευαστεί νέα σκάλα	100
Εικόνα 90 - Λεπτομέρεια κατασκευής νέων προβόλων	101
Εικόνα 91 - Μεταλλικές συνδέσεις.....	101
Εικόνα 92 - Λεπτομέρεια σύνδεσης μεταλλικού δοκαριού ΙΡΕ με υπάρχον υποστύλωμα ...	102
Εικόνα 93 - Δημιουργία νέας πλάκας από μεταλλικά στοιχεία στο ανατολικό τμήμα της κατοικίας σε οροφή ισογείου και οροφή Α' ορόφου	103
Εικόνα 94 - Λεπτομέρεια στέγης	104

Κατάλογος Πινάκων/Σχεδίων

Πίνακας 1 - Σεισμικός συντελεστής ε κατά τον Αντισεισμικό του 1959	2
Πίνακας 2 - Λόγοι επάρκειας δοκών (1).....	50
Πίνακας 3 - Λόγοι επάρκειας δοκών (2).....	51
Πίνακας 4 - Λόγοι επάρκειας δοκών (3).....	52
Πίνακας 5 Λόγοι επάρκειας δοκών (4)	53
Πίνακας 6 - Λόγοι επάρκειας δοκών (5).....	54
Πίνακας 7 - Λόγοι επάρκειας δοκών (6).....	55
Πίνακας 8 - Λόγοι επάρκειας δοκών (7).....	56
Πίνακας 9 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (1)	57
Πίνακας 10 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (2)	59
Πίνακας 11 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (3)	61
Πίνακας 12 Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (4).....	61
Πίνακας 13 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (5)	62
Πίνακας 14 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (6)	64
Πίνακας 15 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (7)	64
Πίνακας 16 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (8)	66
Πίνακας 17 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (9)	68
Πίνακας 18 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (10)	68
Πίνακας 19 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (11)	69
Πίνακας 20 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (12)	70
Πίνακας 21 - Λόγοι επάρκειας δοκών πριν την ενίσχυση	90
Πίνακας 22 - Λόγοι επάρκειας δοκών μετά την ενίσχυση στάθμης 2	91
Πίνακας 23 - Λόγοι επάρκειας δοκών μετά την ενίσχυση στάθμης 3	91
Πίνακας 24 - Λόγοι επάρκειας δοκών μετά την ενίσχυση στάθμης 4	92

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

ΕΑΚ	Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός
ΝΕΑΚ	Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός
ΚΤΣ	Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος
ΣΑΔ	Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων

1.Εισαγωγή

Η σεισμική επικινδυνότητα στον ελληνικό χώρο απασχόλησε πολύ τους μελετητές στην προσπάθεια τους να κατασκευάσουν ασφαλή κτίρια και υποδομές. Ιδιαίτερη μέριμνα, όμως έπρεπε να δίνεται στα υπάρχοντα κτίρια τα οποία δεν είχαν μελετηθεί με τα νεότερα δεδομένα που αντληθήκαν από τους μετέπειτα σεισμούς και καταστροφές. Τα κτίρια αυτά απαιτούσαν παραπάνω προσοχή και μελέτη. Ακόμα και σήμερα το αντικείμενο της αποτίμησης της φέρουσας ικανότητας και των ενισχύσεων αποτελεί δύσκολο για τους μηχανικούς. Και αυτό διότι σε πολλές περιπτώσεις των κτιρίων δεν είναι εύκολο να εξακριβωθεί η εφαρμογή των μελετών τους.

Αυτό σημαίνει ότι πολλά κατασκευαστικά στοιχεία, που είναι καθοριστικά για τη σεισμική συμπεριφορά ενός κτιρίου, όπως για παράδειγμα οι οπλισμοί, οι διατομές στοιχείων που έχουν επενδυθεί, η ποιότητα των υλικών, η θεμελίωση, κ.α., είναι αδύνατο να ελεγχθούν οπτικά και απαιτείται η χρήση μεθόδων που είναι δαπανηρές, αλλά κυρίως προϋποθέτουν τη μερική ή ολική διακοπή της λειτουργίας του κτιρίου.

Η παρούσα διπλωματική εργασία λοιπόν θα ασχοληθεί με αυτό το τομέα της μηχανικής, την αποτίμηση δηλαδή της φέρουσας ικανότητας ενός υπάρχοντος κτιρίου οπλισμένου σκυροδέματος που έχει μελετηθεί με παλαιότερους κανονισμούς .

2.Ιστορική αναδρομή στους Κανονισμούς

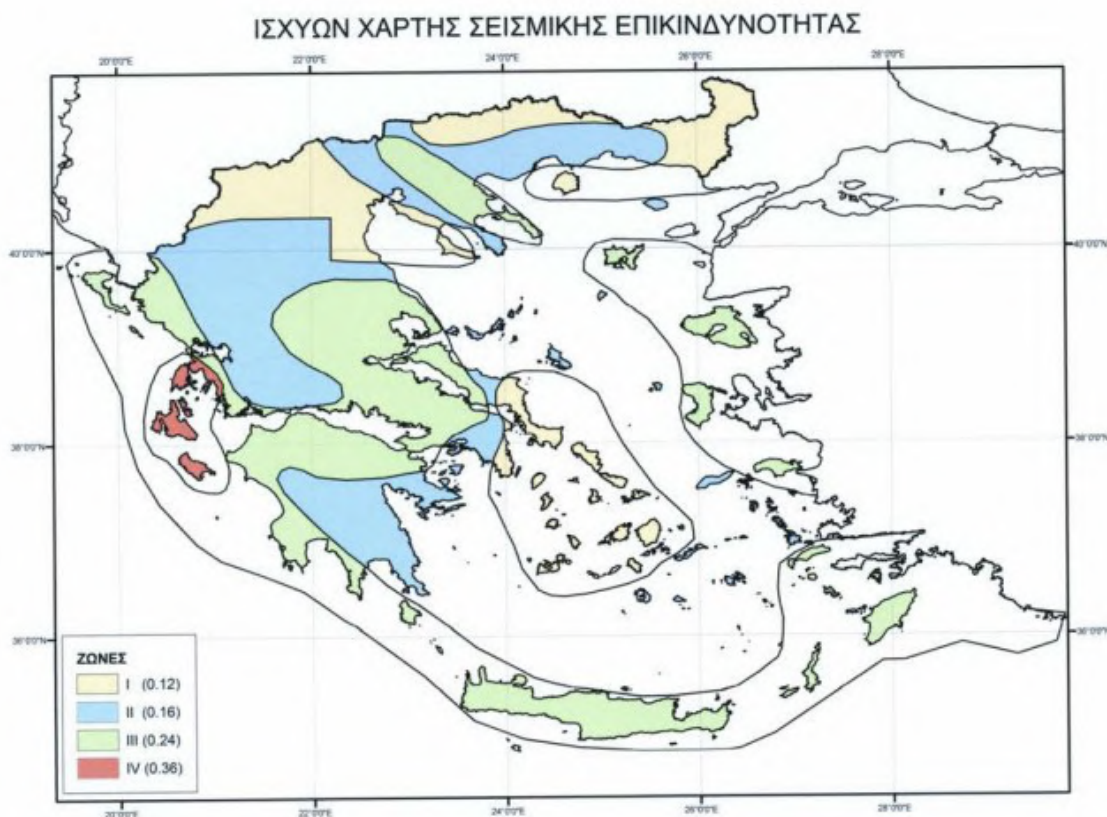
2.1 Παλαιότεροι κανονισμοί

Ο πρώτος αντισεισμικός κανονισμός καθιερώθηκε στην Ελλάδα το 1959 μετά από τους καταστροφικούς σεισμούς του 1953 με το Βασιλικό διάταγμα και ο οποίος εισήγαγε τις πρώτες έννοιες του αντισεισμικού σχεδιασμού κατασκευών όπως οι ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας, οι κατηγορίες εδαφών και ο σεισμικός συντελεστής (βλέπε Πίνακα 1-Χάρτη 1).

ΠΙΝΑΚΑΣ II

Σεισμικότητα περιοχών	Επικινδυνότητα εδαφών		
	α	β	γ
I	0,04	0,06	0,08
II	0,06	0,08	0,12
IIα	0,10	0,10	0,12
III	0,08	0,12	0,16

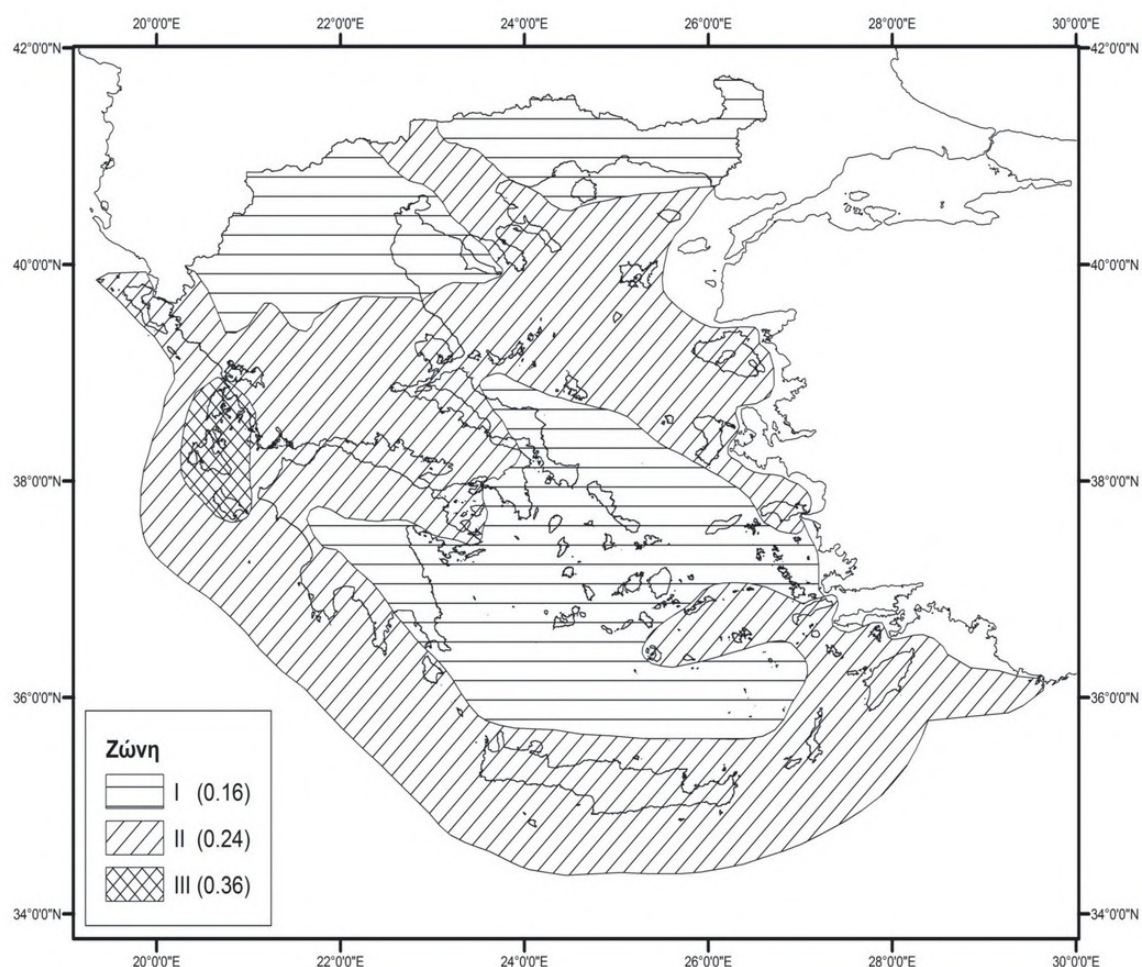
Πίνακας 1 - Σεισμικός συντελεστής ε κατά τον Αντισεισμικό του 1959



Χάρτης 1 - Χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας κατά τους παλαιότερους κανονισμούς

Στη συνέχεια το 1984 και έπειτα από τον καταστροφικό σεισμό της Θεσσαλονίκης του 1978 στη περιοχή της λίμνης Βόλβης γίνεται τροποποίηση του αρχικού κανονισμού του 1959. Επιβάλλεται μεταξύ άλλων ο έλεγχος των οριζόντιων μετακινήσεων λόγω σεισμού και θεσπίζεται έλεγχος σε δομικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, κόμβους πλαισίων και τοιχοπληρώσεις, για την εξασφάλιση επαρκούς επαρκούς πλαστιμότητας στις κρίσιμες περιοχές.

Το επόμενο βήμα στη νομοθεσία ήταν η σύνταξη του Νέου Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού (NEAK) το 1992. Ο NEAK τέθηκε σε εφαρμογή το 1995 σε συνδυασμό με τον Νέο Ελληνικό Κανονισμό Οπλισμένου Σκυροδέματος (NEΚΟΣ) βελτιώνοντας καθοριστικά τον αντισεισμικό σχεδιασμό των κατασκευών(βλέπε Χάρτη 2).



Χάρτης 2 - Χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας στον Ελληνικό χώρο κατά τους νεότερους κανονισμούς και όπως ισχύουν σήμερα

Έπειτα από έναν ακόμα μεγάλο σεισμό το 1999 αναθεωρήθηκε ο ΝΕΑΚ ώστε να γίνει πλήρως συμβατός με τους Ευρωκώδικες EC7 και EC8. Η μορφή του αυτή γνωστή ως ΕΑΚ2000 ισχύει μέχρι και σήμερα με τις μεταξύ ενημερώσεις του.

Στη παρούσα εργασία το κτίριο ελέγχθηκε με βάση τη Νομοθεσία του ΕΑΚ2000 καθώς και τις απαραίτητες διατάξεις του Κανονισμού Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ).

3.Περιοχή της έρευνας και μελέτης

3.1 Γεωγραφική περιοχή

Το υπό μελέτη κτίριο βρίσκεται στο Κιάτο της Κοινότητας Διμηνίου του Δήμου Σικυωνίων του Νομού Κορινθίας στη Περιφέρεια Πελοποννήσου 22 χιλιόμετρα δυτικά της πόλης της Κορίνθου. Η κατασκευή βρίσκεται 170 μ. από τη παραλία του Κιάτου στη συμβολή των οδών Παπανικολή και Χρυσοστόμου Σμύρνης βορειοδυτικά του Λιμανιού του Κιάτου(βλέπε Χάρτη 3 – Χάρτη 4).



Χάρτης 3 - Ρυμοτομικό διάγραμμα της περιοχής του ακινήτου

Το οικοπέδο έχει έκταση 820,12 τ.μ. και είναι άρτιο και οικοδομήσιμο με επιτρεπόμενο ύψος 8 μ. και 1,50 μ στέγη σύμφωνα με τους όρους δόμησης που ισχύουν στην περιοχή.

3.2 Στόχος της αποτίμησης και ενίσχυσης του κτιρίου

Το υπό μελέτη κτίριο θα εξεταστεί με σκοπό την επαναλειτουργία του ως κατοικία σύμφωνα με τις νέες νομοθεσίες του ΕΑΚ του ΚΑΝ.ΕΠΕ. Για την ανάλυση θα χρησιμοποιηθεί το στατικό πρόγραμμα STATICS της Multisoft για το οποίο παραχωρήθηκε άδεια χρήσης στα πλαίσια της ανάλυσης αυτής.



Εικόνα 5 - Ανατολική όψη του κτιρίου (επi της οδού Παπανικολή)



Εικόνα 6 - Βόρεια όψη του κτιρίου (επi της οδού Χρυσοστόμου Σμύρνης)



Εικόνα 7 - Ανατολική όψη - το τμήμα του κτιρίου που βρίσκεται σε χαμηλότερη στάθμη



Εικόνα 8 - Ανατολική όψη - το τμήμα του κτιρίου που βρίσκεται σε υψηλότερη στάθμη



Εικόνα 9 - Ανατολική όψη όπου φαίνεται ολόκληρο το κτίριο



Εικόνα 10 - Βόρεια όψη του κτιρίου

Η αρχιτεκτονική πρόταση περιλαμβάνει προσθήκη ενός ορόφου στην οροφή του υπάρχοντος Α' ορόφου, διαμόρφωση του με πέργκολα και φύτευση, κατασκευή εσωτερικής σκάλας για την καλύτερη μετακίνηση μεταξύ των ορόφων, νέα εσωτερική διαρρύθμιση στους υπάρχοντες ορόφους (ισόγειο και Α' όροφο), διαμόρφωση του υπόγειου σε κατοικία και προέκταση του με νέα τοιχεία υπογείου, καθώς και επέκταση του εξώστη στο ανατολικό τμήμα.

3.3 Μορφολογικά στοιχεία – τι επηρεάζει τη μελέτη

Η περιοχή του Κιάτου βρίσκεται πολύ κοντά σε υδάτινο περιβάλλον με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλη επίδραση του νερού στο κτίσμα και στα υλικά του. Η σκυροδέτηση του έγινε το 1990 και το κτίσμα βρίσκεται στο στάδιο του σοβατίσματος(μικρά πάχη επικάλυψης) και χωρίς να έχουν τοποθετηθεί τα κουφώματα. Από τότε μέχρι και σήμερα το η κατασκευή δεν χρησιμοποιήθηκε και δεν έγινε καμία άλλη ενέργεια για την προστασία της με αποτέλεσμα οι καιρικές συνθήκες (επίδραση της θερμοκρασίας), της σχετικής υγρασίας των χλωριόντων, του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αέριων ρύπων να αποτελούν σοβαρούς παράγοντες για τη φθορά και κατά συνέπεια τη μείωση του χρόνου ζωής κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος.

Στο κτίριο λόγω του διαβρωτικού περιβάλλοντος και του μικρού πάχους επικάλυψης εντοπίστηκε προσβολή του σκυροδέματος από ενανθράκωση. Η προσβολή αυτή έχει επιπτώσεις τόσο στον υπάρχον οπλισμό του όσο και στην διάρκεια ζωής της κατασκευής. Η προσβολή του σκυροδέματος από το φαινόμενο της ενανθράκωσης επηρεάζει και τον τρόπο ενίσχυσης όπως θα φανεί παρακάτω.

4. Περιγραφή του υπό μελέτη κτίσματος

4.1 Μορφολογία κτίσματος

Το κτίσμα είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα δοκάρια και πλάκες και έχει μελετηθεί με το κανονισμό του Αντισεισμικού Κανονισμού του 1985 με χρήση κατοικίας. Η κάτοψη του δεν είναι συμμετρική σε κανέναν από τους δύο άξονες. Η κατοικία έχει εμβαδόν 200 τ.μ. και αποτελείται από υπόγειο, ισόγειο και έναν όροφο (3 στάθμες). Το υπόγειο καταλαμβάνει τη μισή (αριστερή πλευρά) κάτοψη σε σχέση με τους άλλους δυο ορόφους και δεν είναι ολόκληρο μέσα στο εδάφους. Περιμετρικά και σε όλη την κάτοψη υπάρχουν υποστυλώματα - τοιχεία μορφής 'Γ' διαστάσεων 25/100, ενώ στις υπόλοιπες θέσεις και στα κεντρικά σημεία της κάτοψης υπάρχουν ορθογώνια υποστυλώματα διαστάσεων 25/100 (cm) και ένα 35/35 (cm). Το ισόγειο και ο όροφος έχουν την ίδια έκταση. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως στο Βορειοανατολικό τμήμα του κτίσματος έχει κατασκευαστεί πλάκα Zoellner διαστάσεων 7.50X10.20 (m) και η οποία βρίσκεται σε χαμηλότερο ύψος (0.70 m) από το υπόλοιπο τμήμα της κάτοψης.

Οι διατομές των δοκών είναι 20/50 στο υπόγειο και 20/70 στο ισόγειο και στον όροφο.

Στο δώμα είχαν αφαιρεθεί αναμονές για την προσθήκη μελλοντικού ορόφου παρόλο που η αρχική άδεια δεν είχε πρόβλεψη ορόφου.

4.2 Εργασίες αποτύπωσης και διερεύνησης

4.2.1 Α' φάση διερευνητικών εργασιών

Η οικοδομή από το 1990 που σκυροδετήθηκε έχει μείνει στο στάδιο του σοβατίσματος χωρίς να έχουν τοποθετηθεί κουφώματα. Όταν έγινε η αυτοψία παρατηρήθηκε έντονη υγρασία στα δομικά στοιχεία, καθώς και αποδιοργάνωση κάποιων λόγω του μικρού πάχους επικάλυψης.



Εικόνα 11 - Σάρωση της οικοδομής - Δυτική πλευρά



Εικόνα 12 - Σάρωση του κτιρίου - Ως κάτοψη

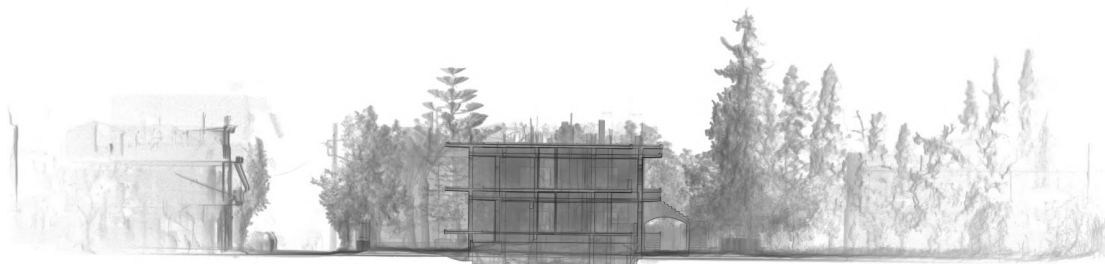
Πραγματοποιήθηκε πυρηνοληψία τεσσάρων (4) δοκιμίων οπλισμένου σκυροδέματος σκυροδέματος (βλέπε Εικόνα 13). Δυο σε υποστυλώματα του ισογείου διότι βάση του

ΚΑΝ.ΕΠΕ θεωρείται κρίσιμος όροφος, ένα σε υποστύλωμα του υπογείου και ένα σε υποστύλωμα του Α' ορόφου.



Εικόνα 13 - Λήψη πυρήνων

Πριν τη διάτρηση έγινε μαγνητογράφιση ώστε να εντοπιστεί ο οπλισμός και να αποφευχθεί η κοπή του. Οι οπές από όπου λήφθηκαν τα δείγματα αποκαταστάθηκαν με επισκευαστικό τσιμεντοειδές. Μετά από ανάλυση σε εργαστήριο δοκιμών προέκυψαν οι παρακάτω αντοχές για το σκυρόδεμα. Η αντοχή του σκυροδέματος προέκυψε B225 δηλαδή 18 MPa ότι είχε προβλεφτεί και στην μελέτη της άδειας.



Εικόνα 14 - Σάρωση του κτιρίου - Βόρεια όψη



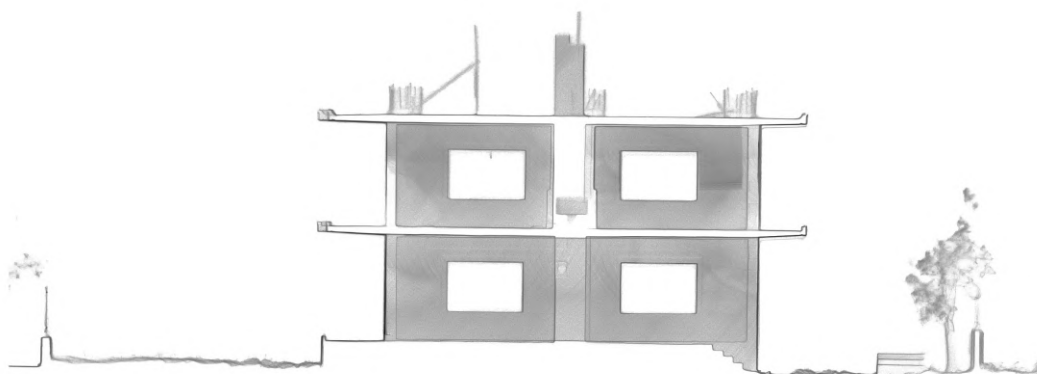
Εικόνα 15 - Σάρωση του κτιρίου - με εμφάνη του περιμετρικούς εξώστες



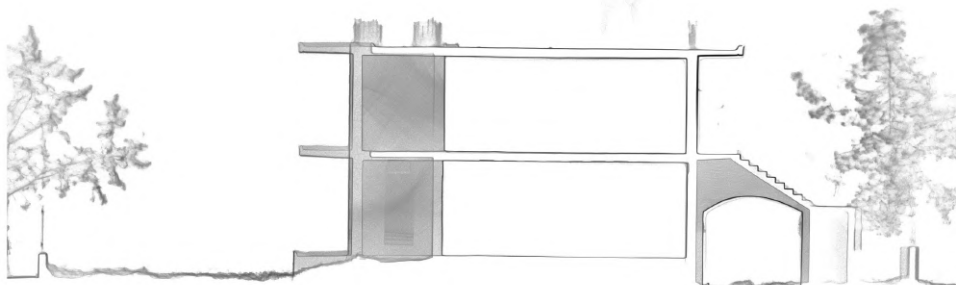
Εικόνα 16 - Σάρωση του κτιρίου - εμφανή μόνο οι τοιχοποιίες και τα υποστυλώματα



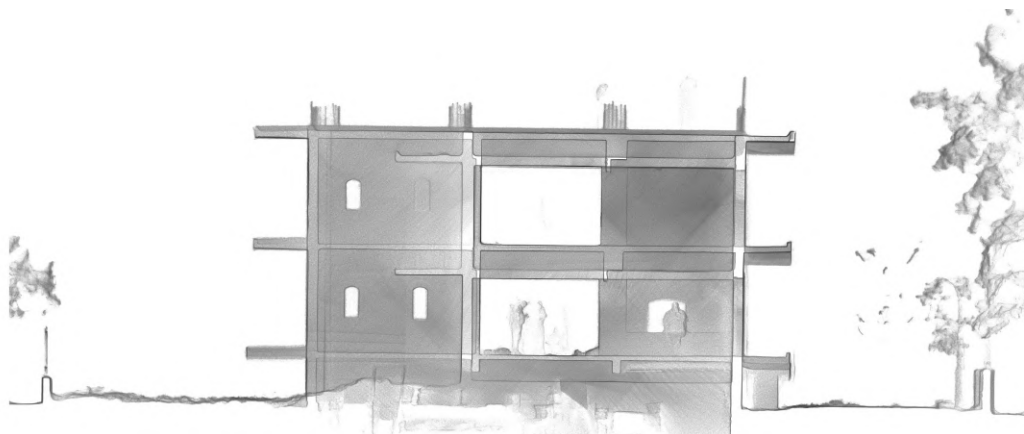
Εικόνα 17 - Σάρωση του κτιρίου - εμφανή μόνο οι τοιχοποιίες και τα υποστυλώματα(2)



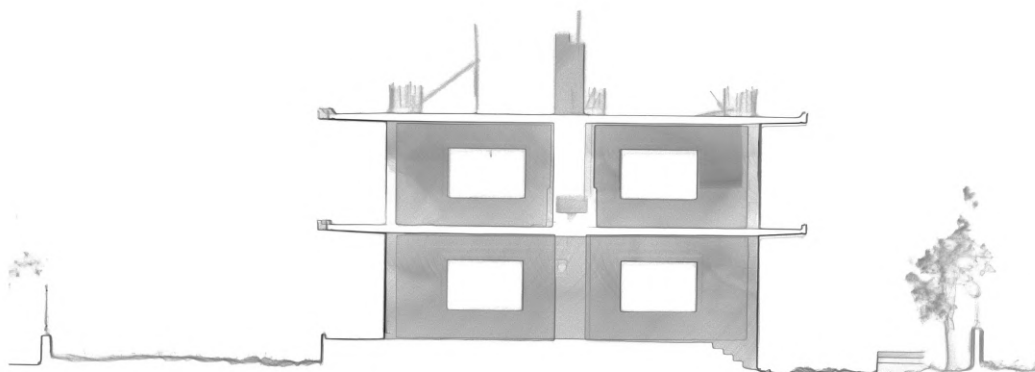
Εικόνα 18 - Σάρωση του κτιρίου από τη Βόρεια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης(1)



Εικόνα 19 - Σάρωση του κτιρίου από τη Βόρεια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (2)



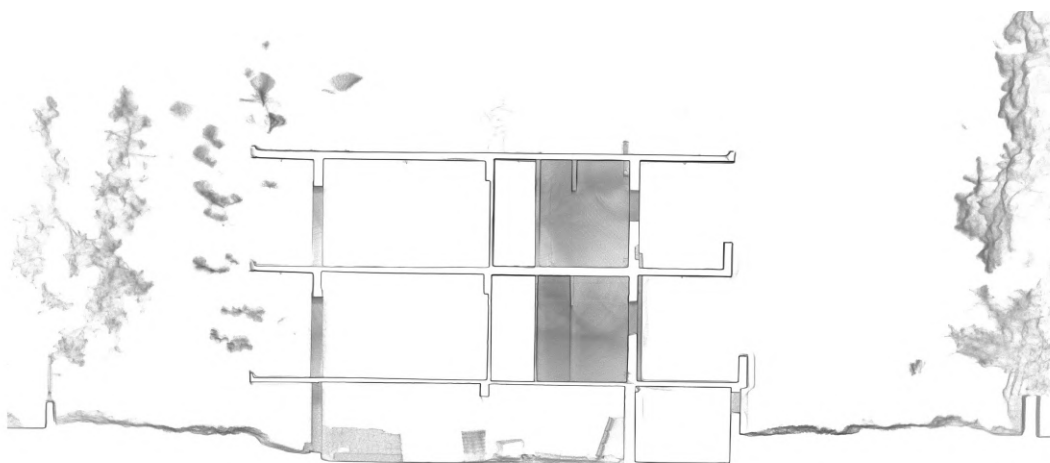
Εικόνα 20 - Σάρωση του κτιρίου απο τη Βόρεια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (3)



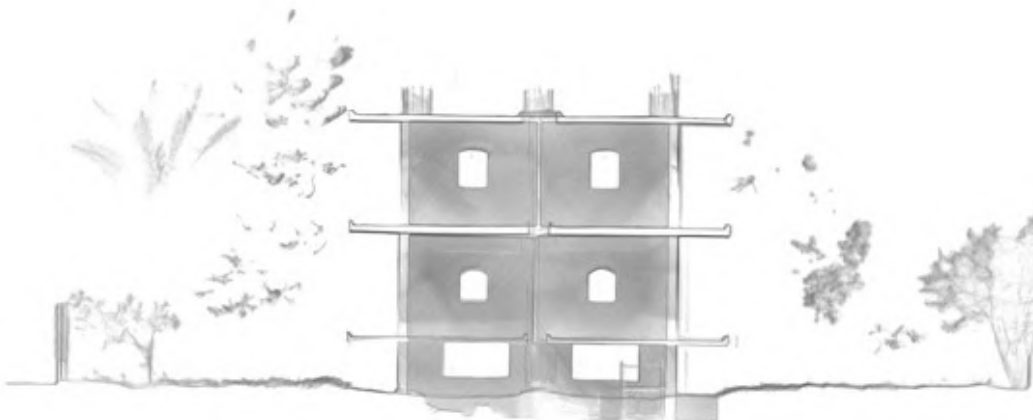
Εικόνα 21 - Σάρωση του κτιρίου από τη Βόρεια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης(4)



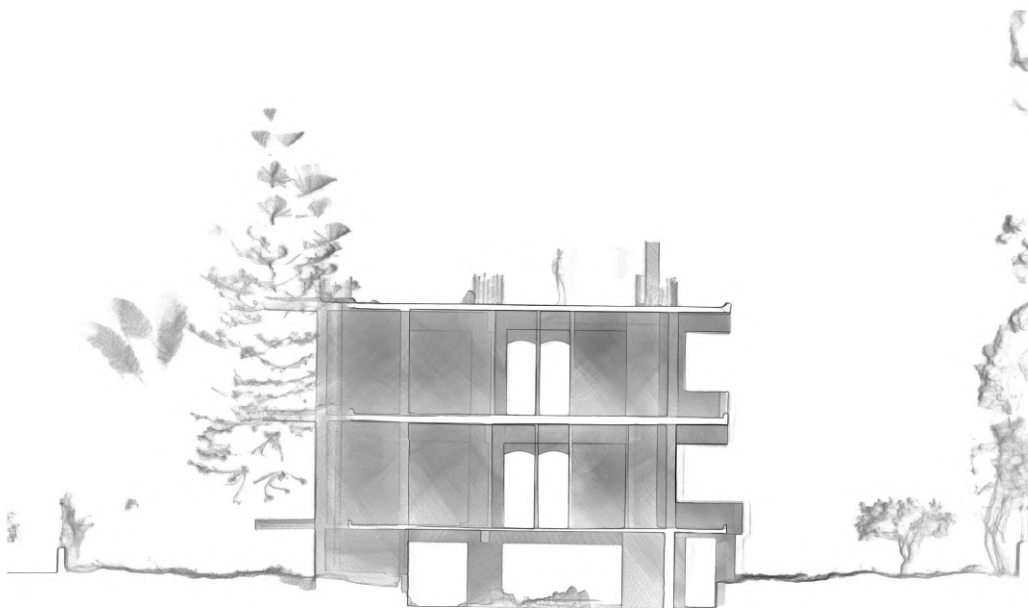
Εικόνα 22 - Σάρωση του κτιρίου απο τη Βόρεια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (5)



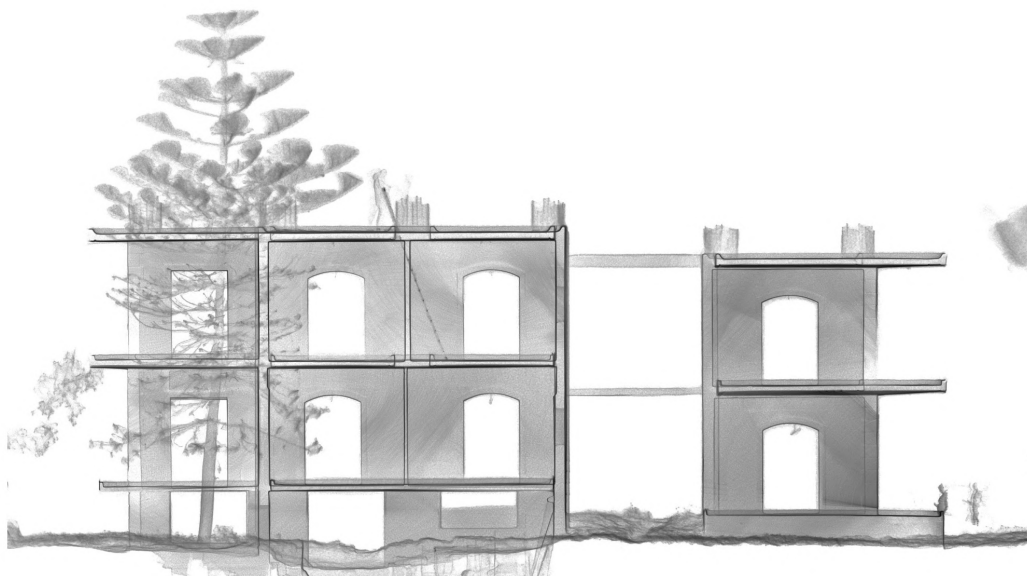
Εικόνα 23 - Σάρωση του κτιρίου απο τη Βόρεια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (6)



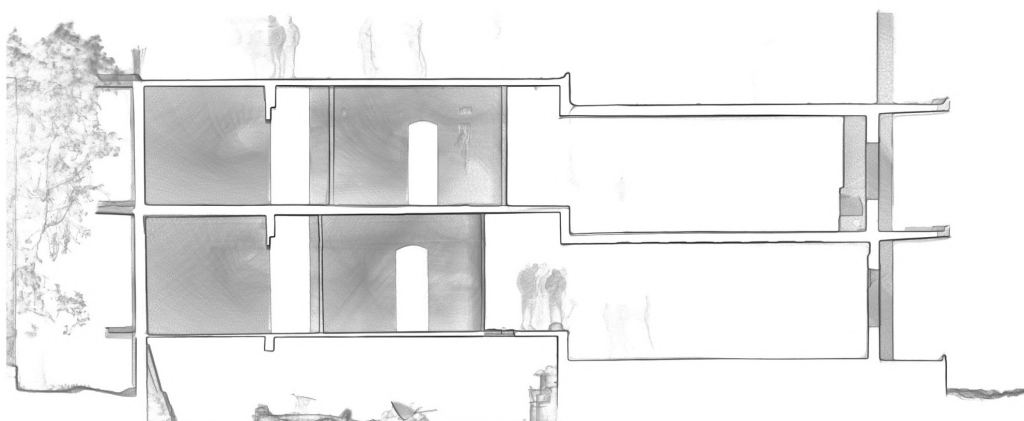
Εικόνα 24 - Σάρωση του κτιρίου απο τη Νότια όψη



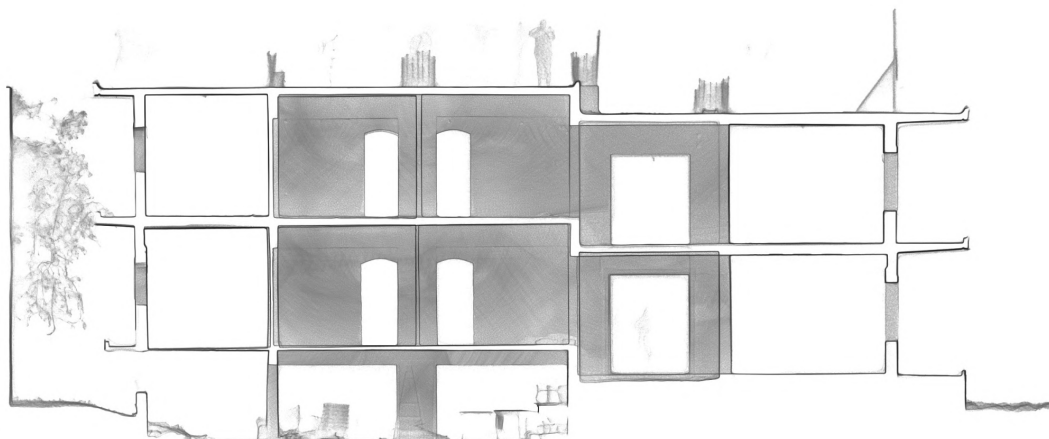
Εικόνα 25 - Σάρωση του κτιρίου απο τη Νότια όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης



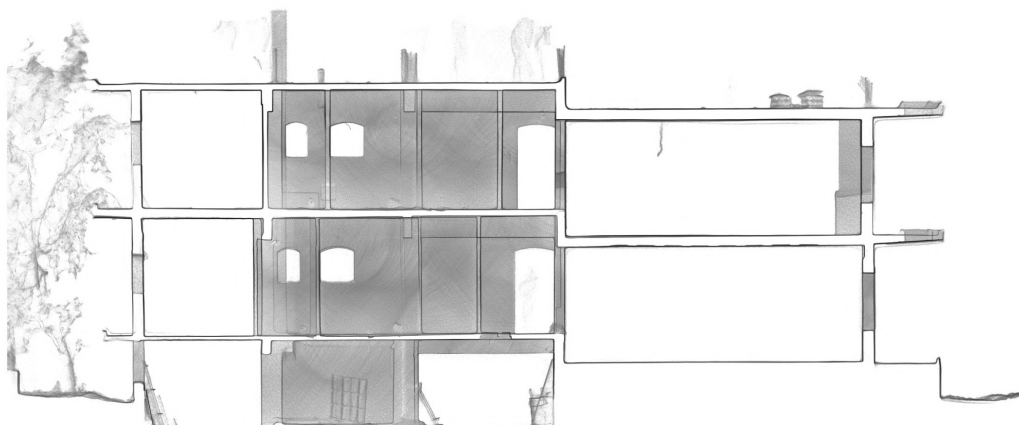
Εικόνα 26 - Σάρωση του κτιρίου από την Ανατολική όψη



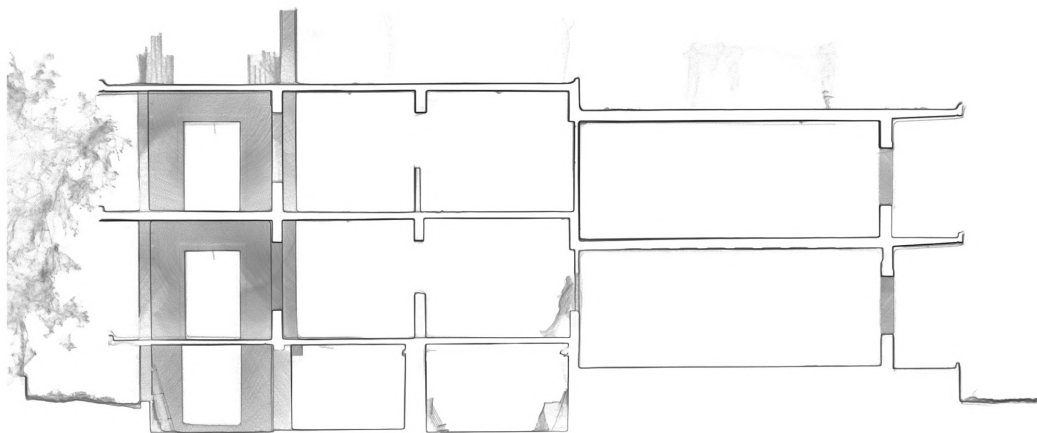
Εικόνα 27 - Σάρωση του κτιρίου από την Ανατολική όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (1)



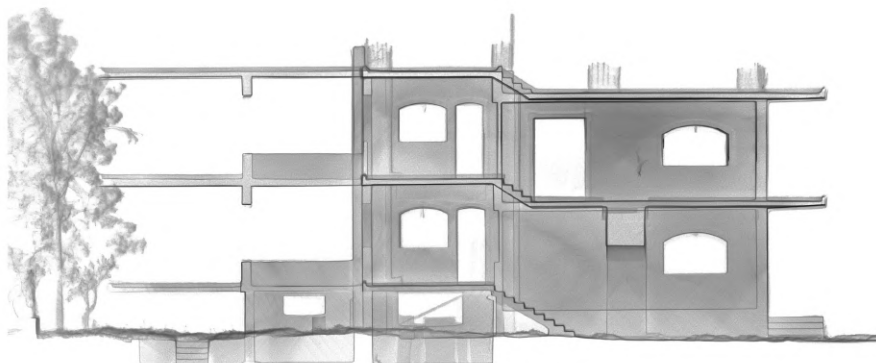
Εικόνα 28 - Σάρωση του κτιρίου από την Ανατολική όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (2)



Εικόνα 29 - Σάρωση του κτιρίου από την Ανατολική όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης (3)



Εικόνα 30 - Σάρωση του κτιρίου από την Ανατολική όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης(4)



Εικόνα 31 - Σάρωση του κτιρίου από την Ανατολική όψη σε διαφορετικό μήκος της κάτοψης(5)

Στις μετρήσεις εντοπίστηκε το ενανθράκωση στο σκυρόδεμα που οδηγεί σε οξείδωση των υπαρχόντων οπλισμών . Η ενανθράκωση είναι μια βλάβη του οπλισμένου σκυροδέματος που οφείλεται στην αντίδραση του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) της ατμόσφαιρας και του υδροξειδίου του ασβεστίου($\text{Ca}(\text{OH})_2$) στο σκυρόδεμα. Η αντίδραση αυτή μειώνει την αλκαλικότητα και διαβρώνει τον οπλισμό(Εικόνες 32-33).



Εικόνα 32 - Πρόβλημα υγρασίας στους προβόλους του κτιρίου(1)



Εικόνα 33 - Πρόβλημα υγρασίας στους προβόλους του κτιρίου(2)

Αποτυπώθηκαν ακόμα οι διατομές των δομικών στοιχείων και των οπλισμών τους. Στην τελευταία στάθμη (οροφή ισογείου) έχουν τοποθετηθεί λιγότεροι οπλισμοί (1 ράβδος λιγότερη) από αυτούς που προέβλεπε η αρχική μελέτη.



Εικόνα 34 - Αποκάλυψη οπλισμού στα υποστυλώματα

4.2.2 Β' φάση διερευνητικών εργασιών

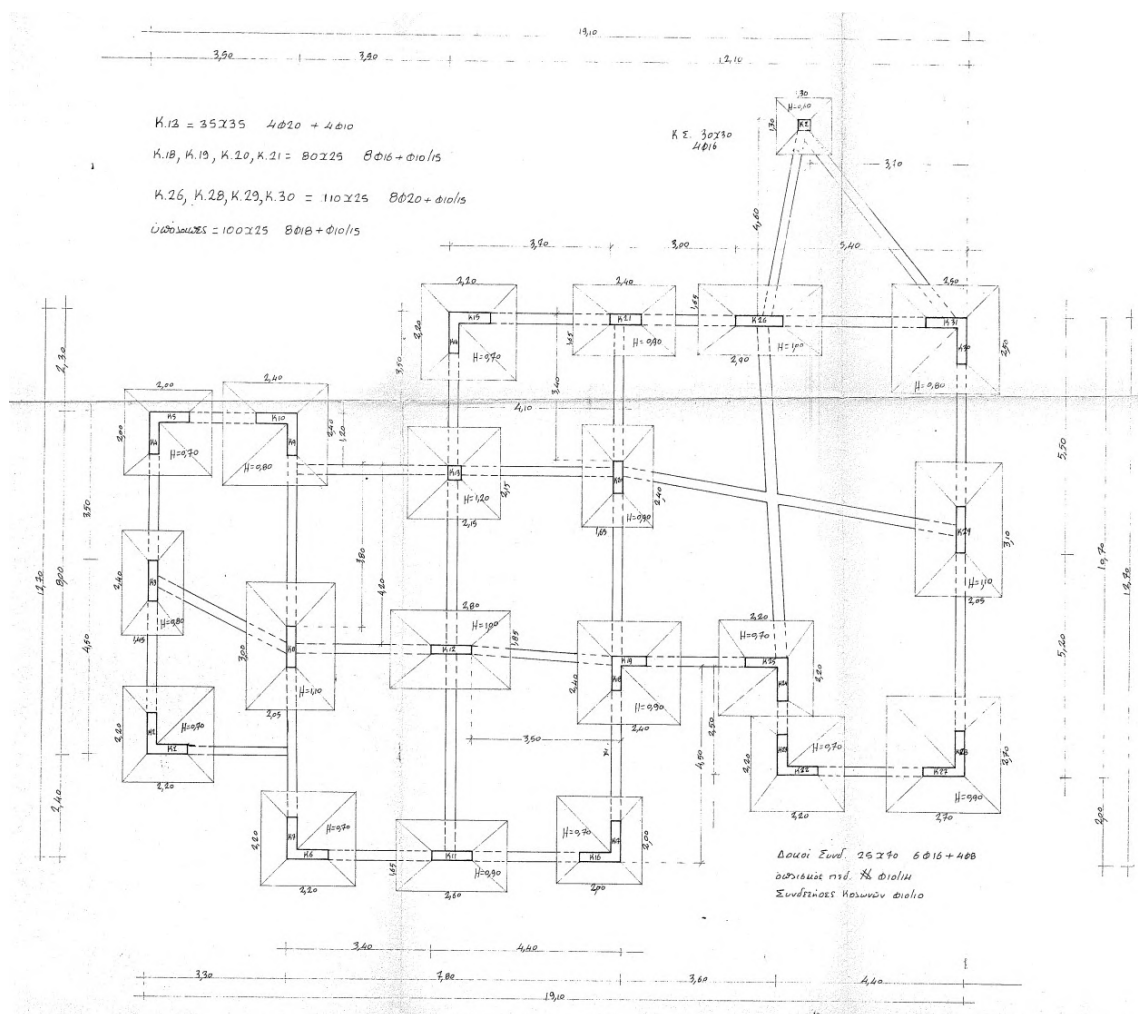
Σε αυτή τη φάση έγινε διεξαγωγή επιπλέον δοκιμών (πυρήνες) ώστε να επιβεβαιωθεί η αξιοπιστία των πρώτων δειγμάτων και να αποκλειστεί το ενδεχόμενο λάθους.

Έγινε λήψη λοιπόν λήψη δυο (2) επιπλέον πυρήνων σκυροδέματος για εργαστηριακή μέτρηση και δοκιμή μέτρησης Ήμι-δυναμικού (Half Cell) για επιτόπιο προσδιορισμό της ενεργού διάβρωσης των οπλισμών σκυροδέματος.

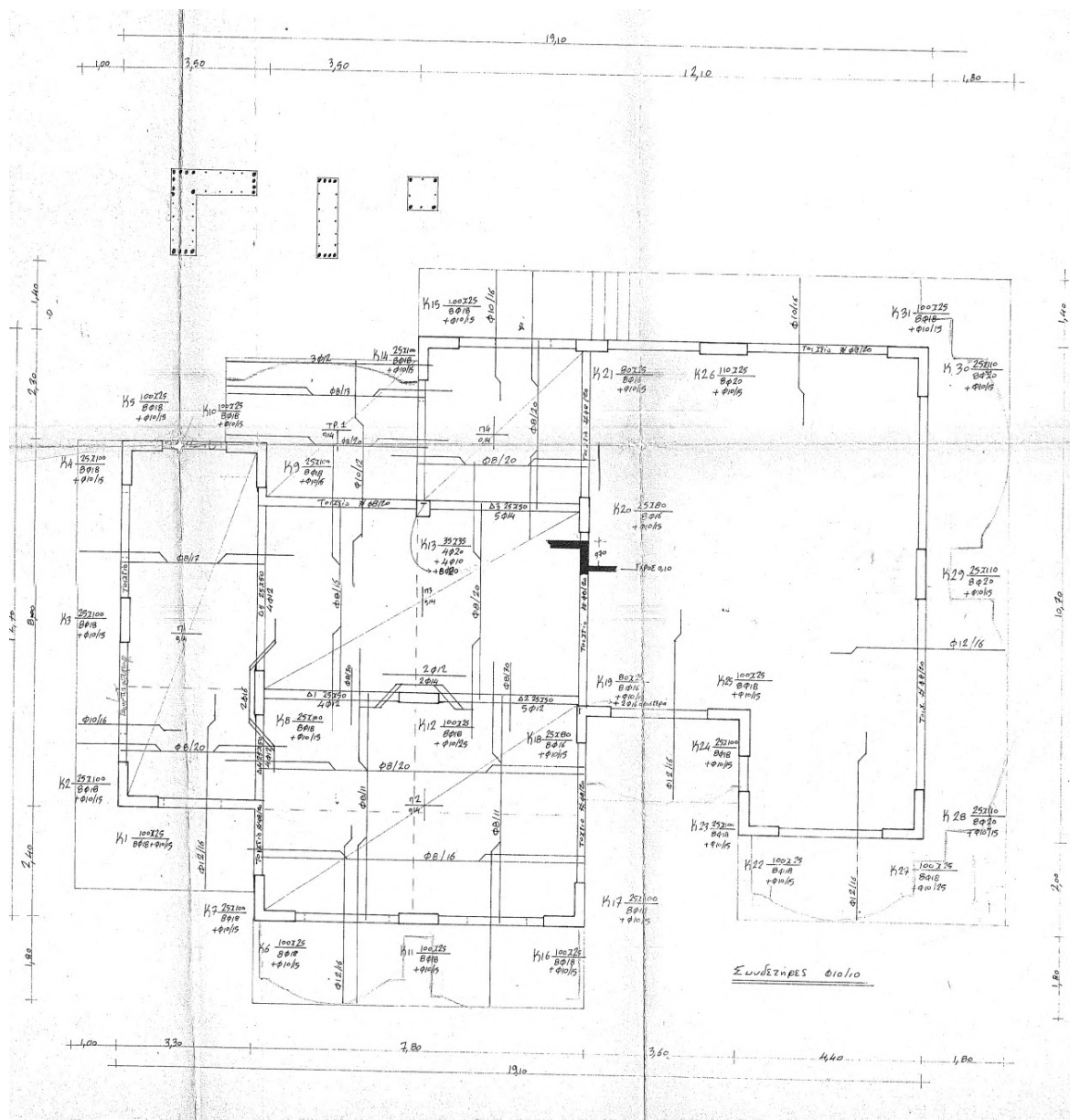
Όμοια με την Α' φάση διερευνητικών και η φάση Β' επιβεβαιώνει ότι υπάρχει προσβολή από ενανθράκωση σε όλο το μήκος τους.

4.3 Κατόψεις

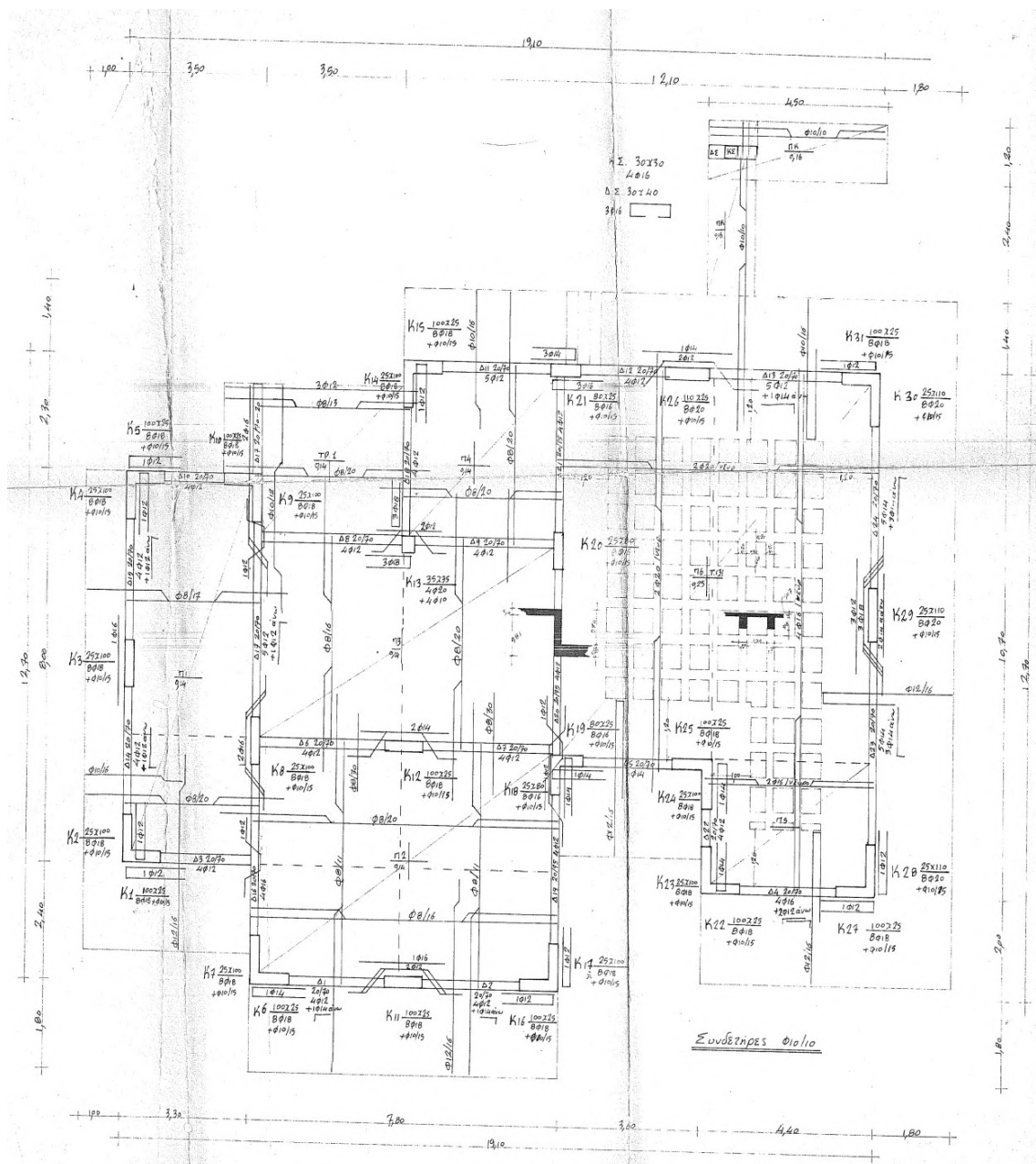
Παρακάτω φαίνονται οι ξυλότυποι της αρχικής αδείας με τα περιγράμματα τους και τις λεπτομέρειες καθώς και η νεότερη αποτύπωση του φέροντος οργανισμού σύμφωνα με τις νέες μετρήσεις. Οι διαστάσεις της οικοδομής δεν έχουν αλλάξει ούτε έχει γίνει κάποια προσθήκη κατ' επέκταση που δεν προβλεπόταν (βλέπε Εικόνα 35 – Εικόνα 43).



Εικόνα 35 - Ευλότυπος θεμελίωσης



Εικόνα 36 - Ξυλότυπος οροφής υπογείου



Εικόνα 37 - Ξυλότυπος οροφής Α' ορόφου

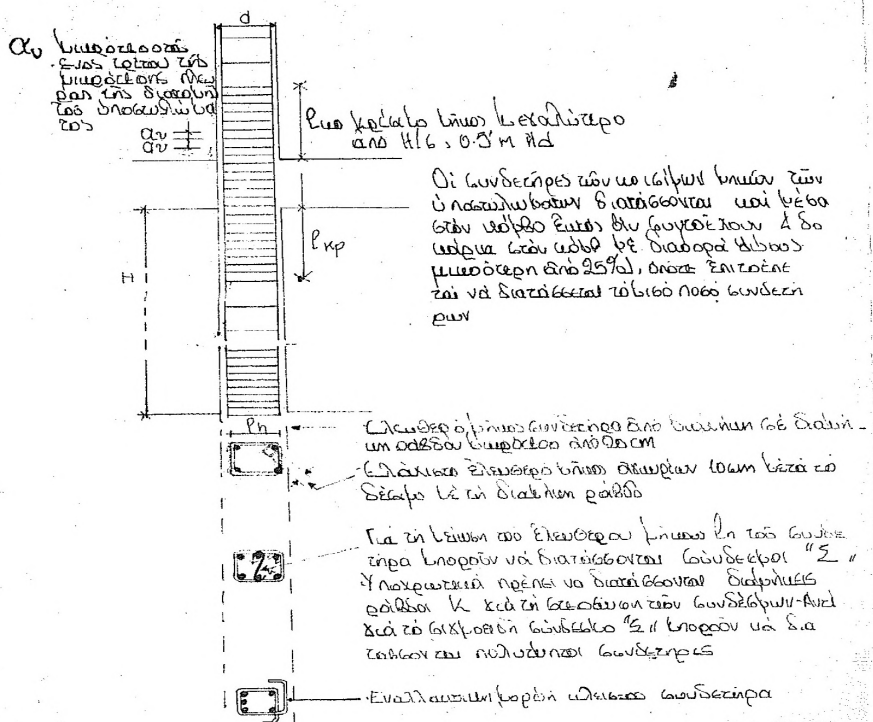
Δεν βρέθηκε ξυλότυπος οροφής ισογείου αλλά σύμφωνα με τις μετρήσεις και τις εργασίες που έγιναν οι οπλισμοί είναι ίδιοι με την οροφή Α' ορόφου εκτός από τα υποστυλώματα.

Με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η μελέτη έχει τηρηθεί στο μεγαλύτερο μέρος της εκτός από το ότι δεν έχουν τοποθετηθεί οι σωστοί οπλισμοί στην οροφή του Α' ορόφου όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

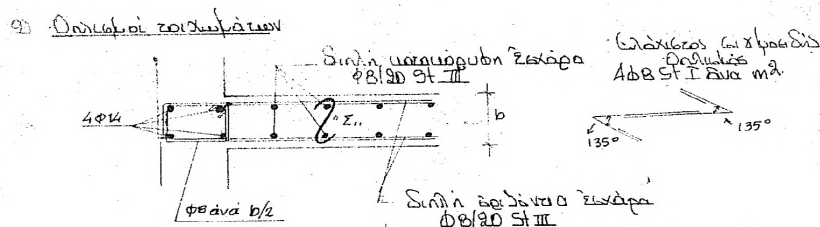
Δ) Συνδετήρες δοκών και στήλων

Συνδετήρες δοκών και στήλων $\phi 8/90$ (μεταξύ) Έπειτα αν διπλασιάζεται διαφορά τιμών πάνω από 25% τότε η πάλαι ποτέ των συνδετήρων κατασκευάσει θα γίνεται σύμφωνα με τα παρακάτω.



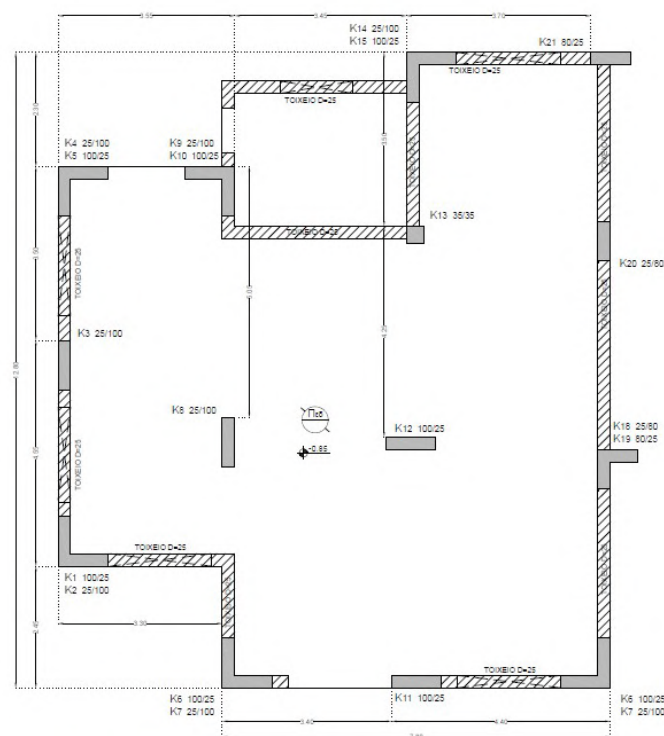
Εικόνα 38 - Υπόμνημα στατικής μελέτης (μέρος πρώτο)

Έναντι Σεισμικού Κινδύνου με τη Προσθήκη Ορόφου

[illegible]

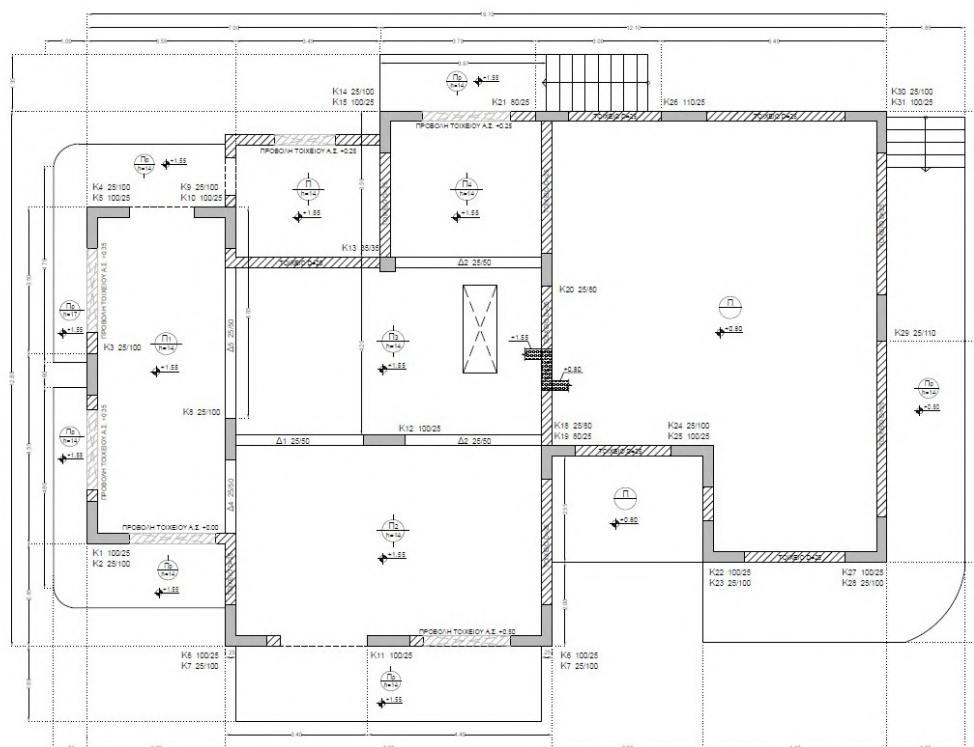
- [illegible]

Εικόνα 39 - Υπόμνημα στατικής μελέτης (μέρος δεύτερο)



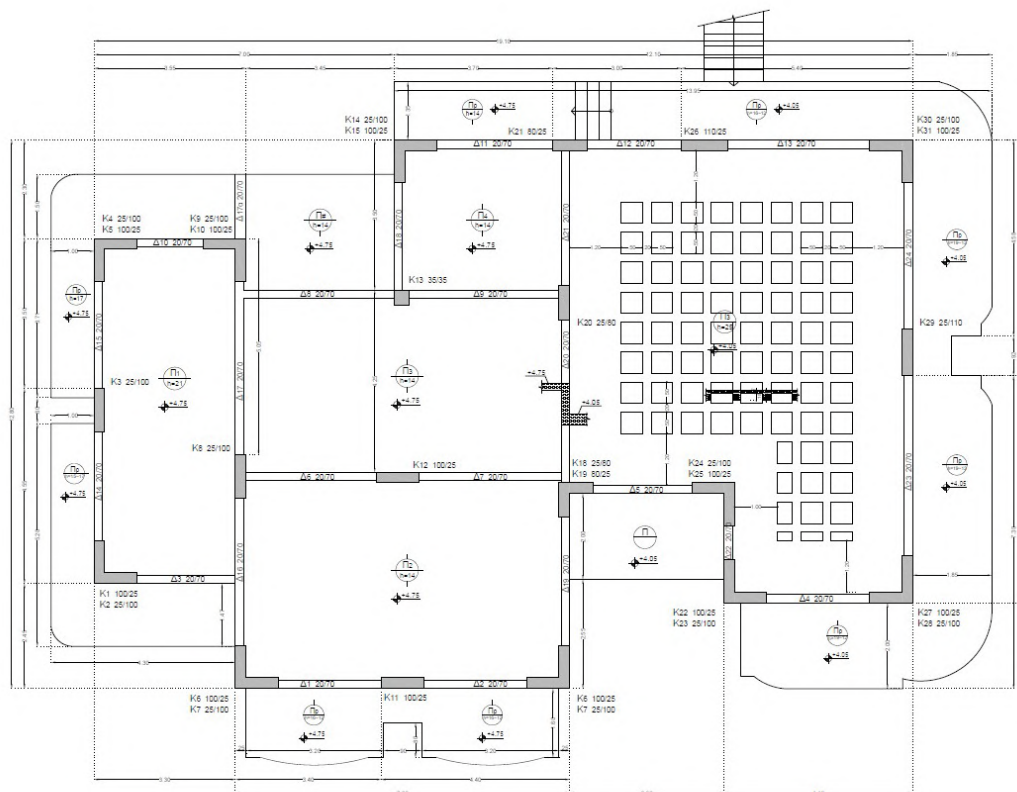
ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΔΑΠΕΔΩΝ ΥΠΟΓΕΙΟΥ (ΑΡΙΣΤ. ΤΜΗΜΑ)
κλ. 1:50

Εικόνα 40 - Σημερινή αποτύπωση υπογείου



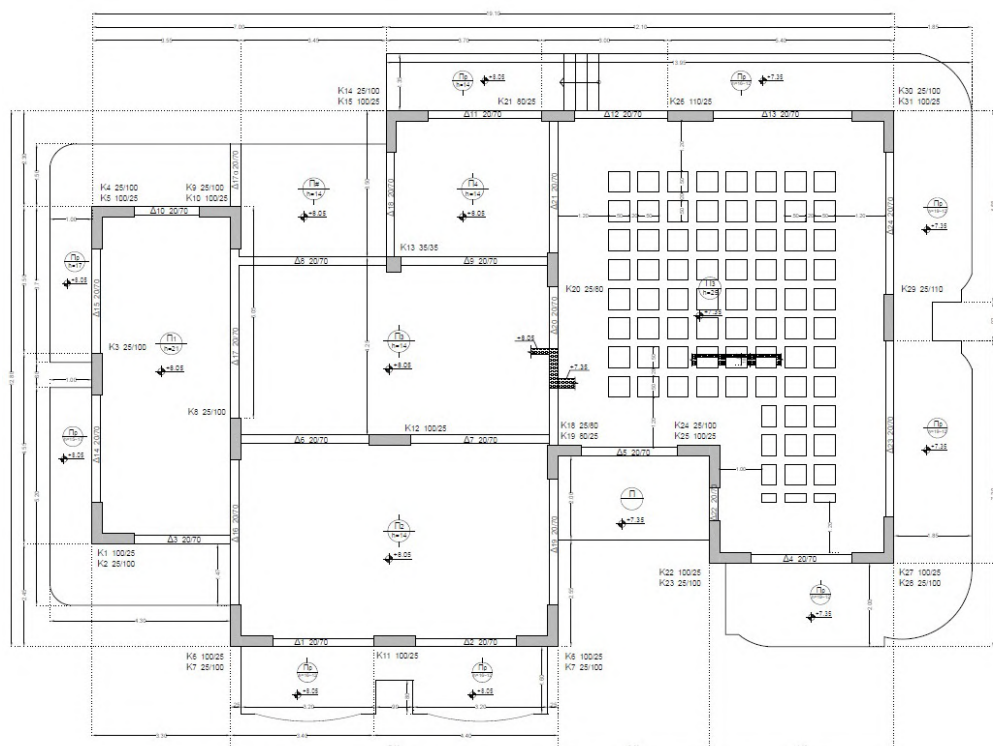
ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ (ΑΡΙΣΤ. ΤΜΗΜΑ)
& ΔΑΠΕΔΟ ΙΣΟΓΕΙΟΥ (ΔΕΞΙΟ ΤΜΗΜΑ)
κ.λ. 1:50

Εικόνα 41 - Σημερινή αποτύπωση οροφή υπογείου



ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ
κλ. 1:50

Εικόνα 42 - Σημερινή αποτύπωση οροφή ισογείου



ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ
κλ. 1:50

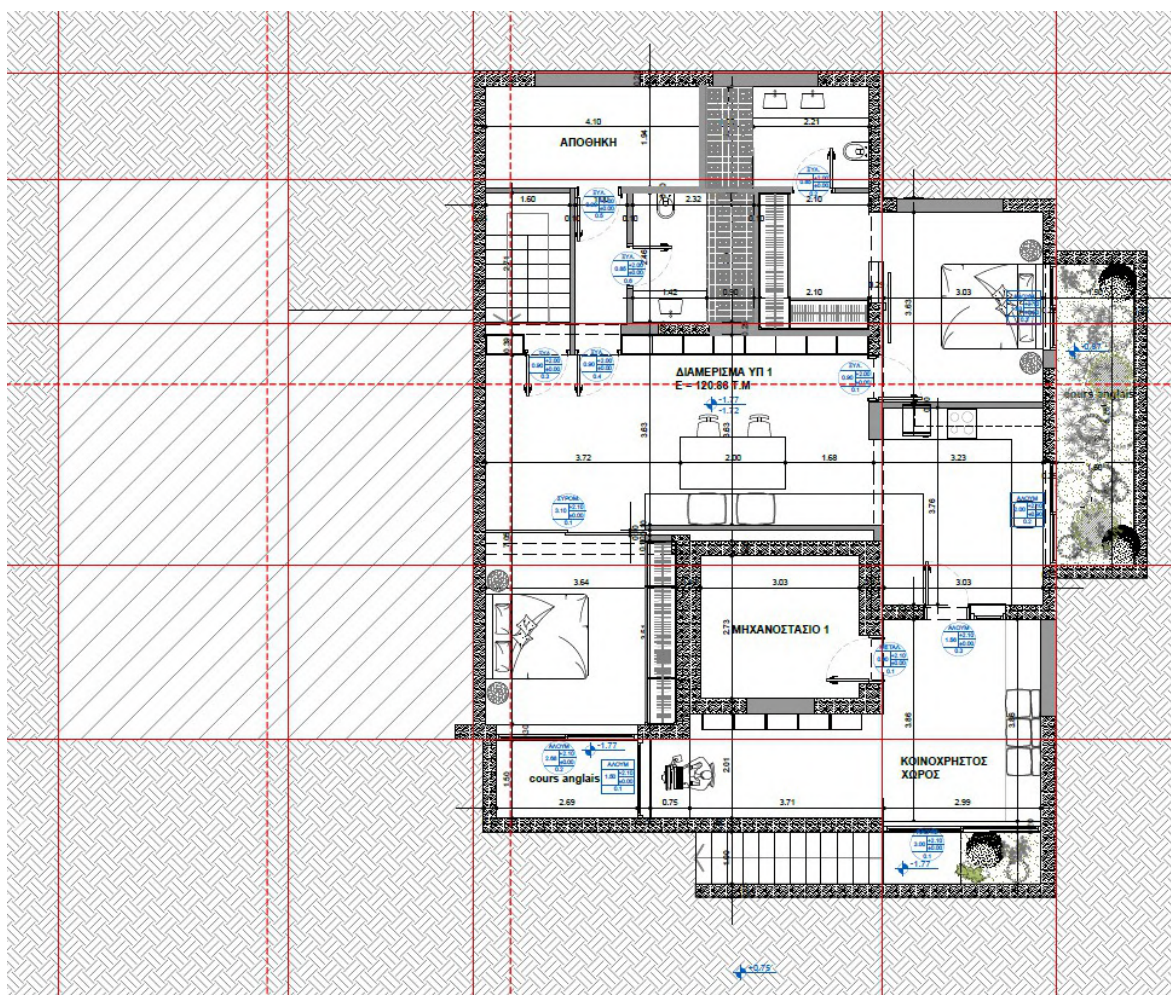
Εικόνα 43 - Σημερινή αποτύπωση οροφής Α' ορόφου

5.Αποτίμηση κτιρίου

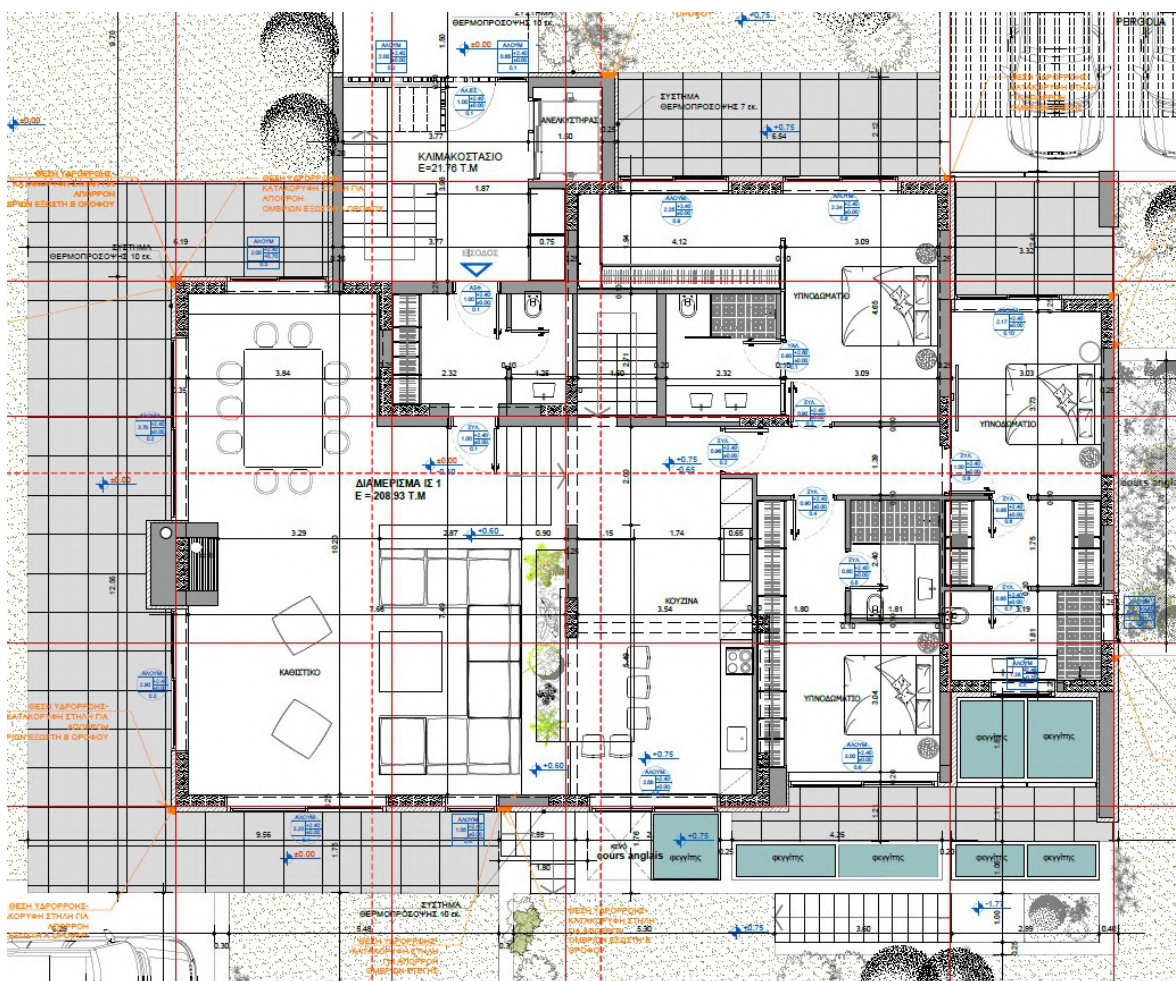
5.1 Σκοπός

Σκοπός της αποτίμησης είναι η εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας του υφιστάμενου δομήματος σύμφωνα με τις νεότερες διατάξεις που ισχύουν μέχρι σήμερα. Η γνώση της καθορίζει εάν το κτίριο μπορεί να εξυπηρετήσει τους στόχους για τους οποίους κατασκευάστηκε και εάν μπορεί να φέρει με ασφάλεια τα φορτία ενός επιπλέον ορόφου.

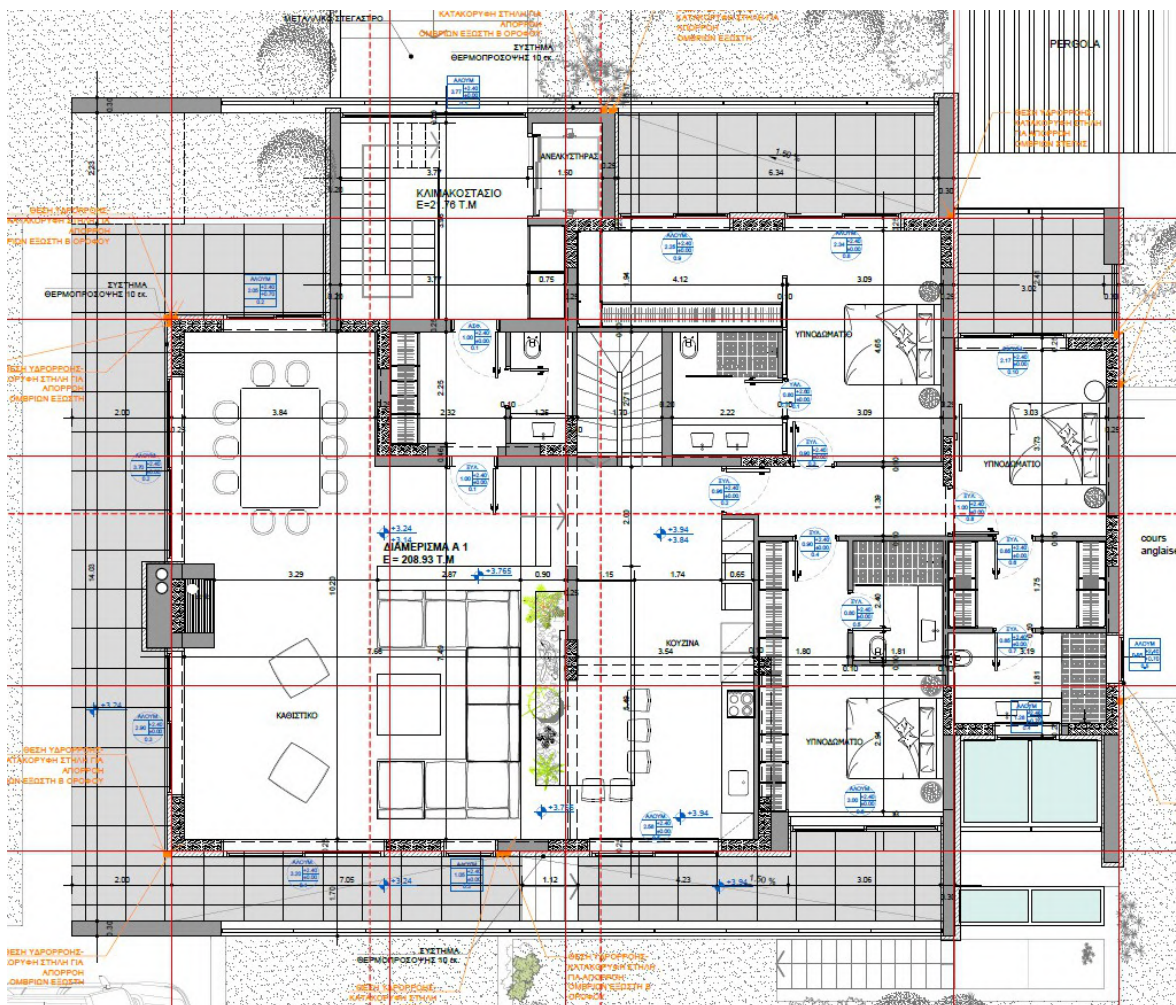
Παρακάτω φαίνονται οι νέες κατόψεις και οι όψεις σύμφωνα με την αρχιτεκτονική μελέτη καθώς επίσης και η τρισδιάστατη απεικόνιση του κτιρίου (βλέπε Σχέδιο 10- Σχέδιο 14, Εικόνα 44 - Εικόνα 48) .



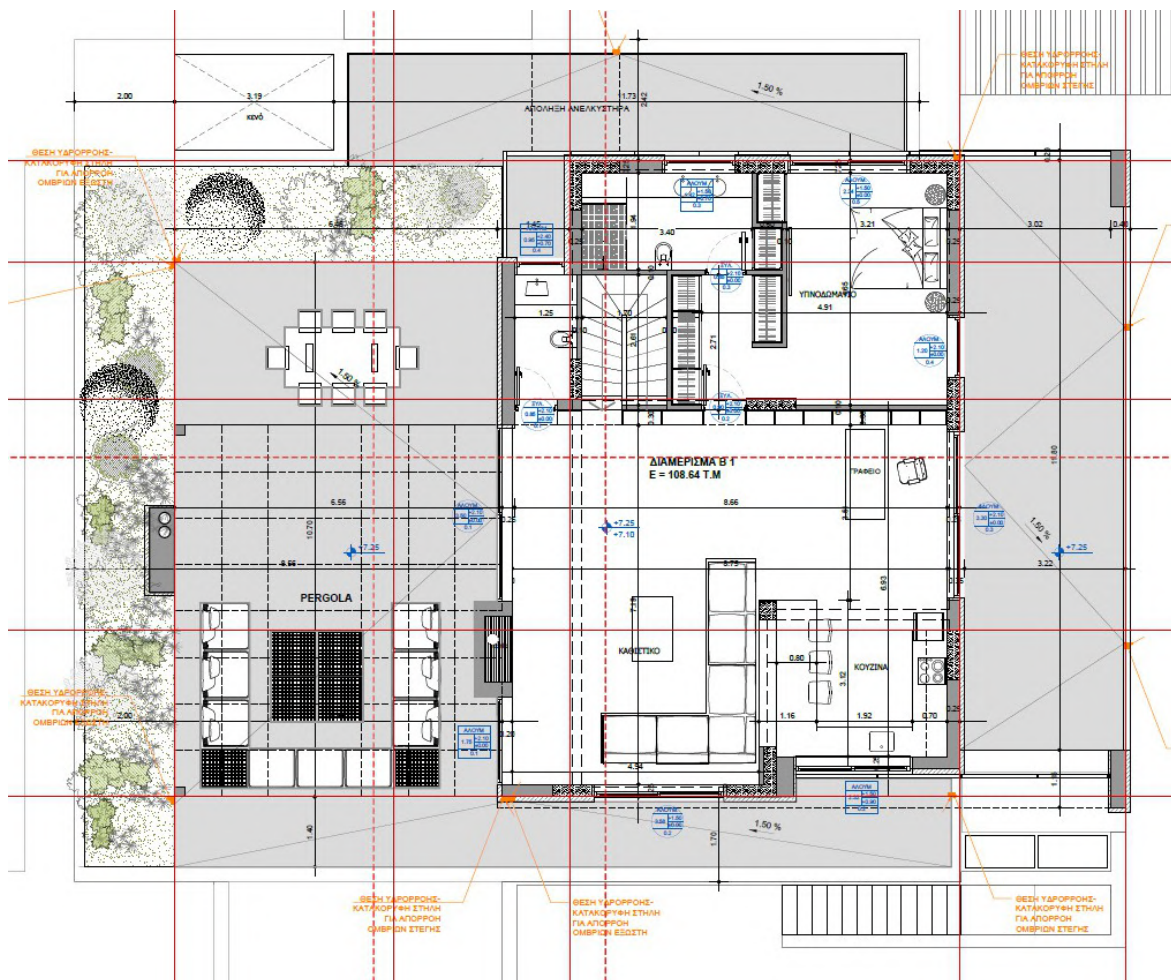
Εικόνα 44 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Κάτοψη υπογείου (περιστροφή κατά 180 μοίρες σε σχέση με τις κατόψεις της αρχικής άδειας)



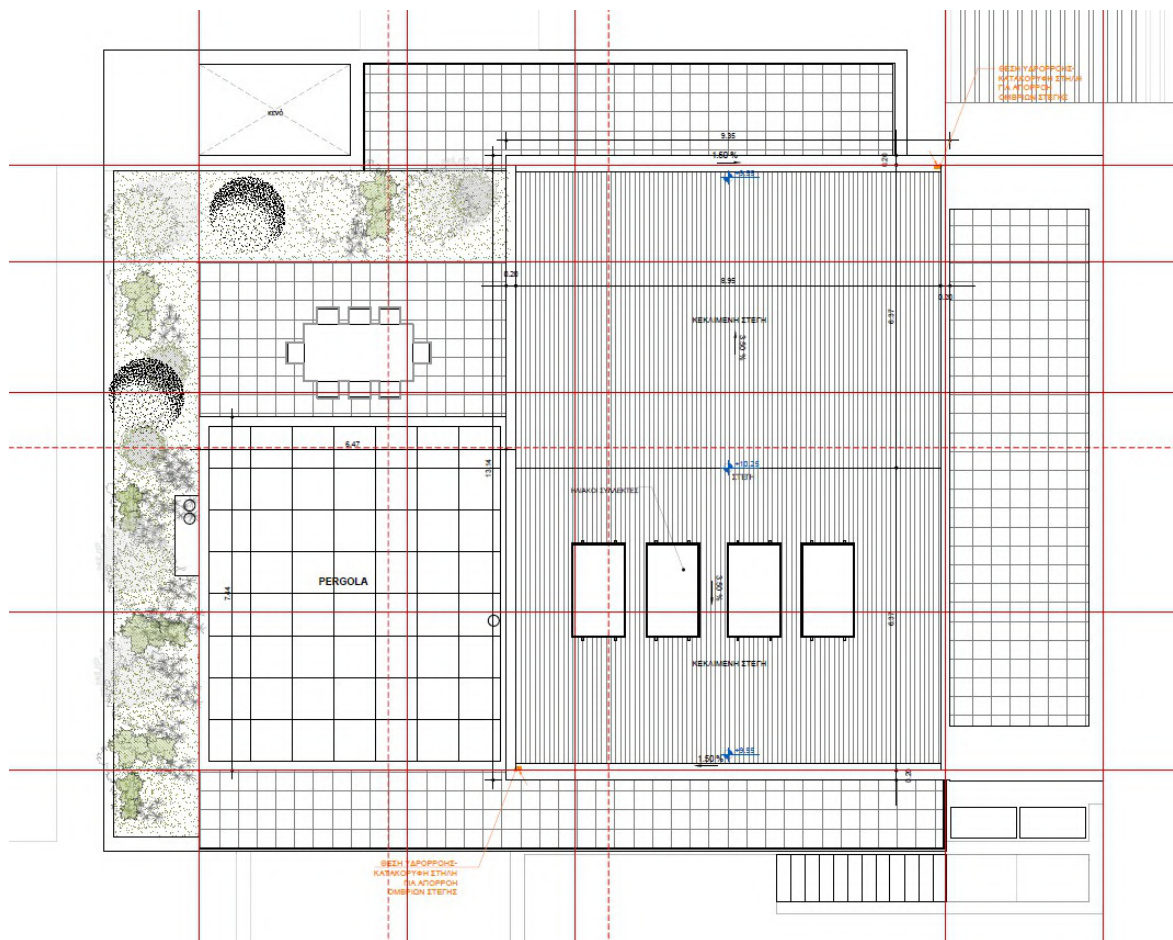
Εικόνα 45 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Κάτοψη ισογείου (περιστροφή κατά 180 μοίρες σε σχέση με τις κατόψεις της αρχικής άδειας)



Εικόνα 46 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Κάτοψη Α' ορόφου (περιστροφή κατά 180 μοίρες σε σχέση με τις κατόψεις της αρχικής άδειας)



Εικόνα 47 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Κάτοψη προσθήκης Β'όροφος (περιστροφή κατά 180 μοίρες σε σχέση με τις κατόψεις της αρχικής άδειας)



Εικόνα 48 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Κάτοψη στέγης (περιστροφή κατά 180 μοίρες σε σχέση με τις κατόψεις της αρχικής άδειας)

Βασικά σημεία τα οποία έχει η αρχιτεκτονική πρόταση επηρεάζοντας στατικά την μελέτη και θα πρέπει να αναφερθούν είναι η επέκταση του υπογείου με νέα τοιχεία και κολώνες, η κατασκευή εξωτερικού ανεξάρτητου κλιμακοστασίου με ανελκυστήρα στην είσοδο της κατοικίας, διαφορετική εσωτερική διάταξη τοίχων, επέκταση του εξώστη στην ανατολική πλευρά της οικοδομής (καθαίρεση του παλαιού και κατασκευή νέου με μεταλλικά στοιχεία), προσθήκη Β' ορόφου με δίκλινη στέγη από μπετό και διαμόρφωσης του εξωτερικού χώρου με φύτευση και κατασκευή πέργκολας.



Εικόνα 49 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Βορειοανατολική όψη



Εικόνα 50 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Ανατολική όψη



Εικόνα 51 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Ανατολική όψη με συστήματα φωτισμού



Εικόνα 52 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Δυτική όψη



Εικόνα 53 - Αρχιτεκτονική πρόταση - Διαμόρφωση εξωτερικού χώρου στον όροφο της προσθήκης

5.2 Κανονισμός

Η κατασκευή ελέγχθηκε δύο φορές σε σεισμικά φορτία με διαφορετικούς κανονισμούς κάθε φορά. Έγινε πρώτα έλεγχος με τις διατάξεις του ΕΑΚ και τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. και έπειτα με τις διατάξεις του Ευρωκώδικα.

5.3 Εισαγωγή φορέα στο στατικό πρόγραμμα

Έχοντας υπ' όψιν τα δεδομένα από την αποτύπωση του κτιρίου και τις μετρήσεις που έγιναν στο προηγούμενο στάδιο εισήχθηκε ο φορέας του κτίσματος στο στατικό πρόγραμμα του Statics . Σημαντικό παράγοντα στον έλεγχο ήταν οι συντελεστές που ίσχυαν κατά την ανέγερση του δομήματος καθώς και τα υλικά και οι οπλισμοί(βλέπε Εικόνα 54).

- Σκυρόδεμα B225
- Χάλυβας οπλισμών StIII
- Χάλυβας συνδετήρων StI για συνδετήρες
- Σεισμικός συντελεστής $\epsilon=0,16$
- Τάση εδάφους 200
- Κατηγορία σπουδαιότητας Σ2
- Κατηγορία Εδάφους Δ
- Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II
- Μόνιμα φορτία 2.00 KN/m^2
- Κινητά φορτία 2.00 KN/m^2

5.5 Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων

Στη περίπτωση αυτή διακρίνονται οι παρακάτω κατηγορίες :

- Υψηλή
- Ικανοποιητική
- Ανεκτή

Ανάλογα με τη διαθεσιμότητα της αρχικής μελέτης και τις επιμετρήσεις που γίνονται επιλέγεται η κατάλληλη κατηγορία. Στην περίπτωση του κτίσματος που εξετάζεται λαμβάνεται η “ικανοποιητική” ΣΑΔ καθώς οι μετρήσεις που έγιναν και η διαθέσιμη στατική μελέτη συμπίπτουν.

5.6 Μέθοδοι ανάλυσης

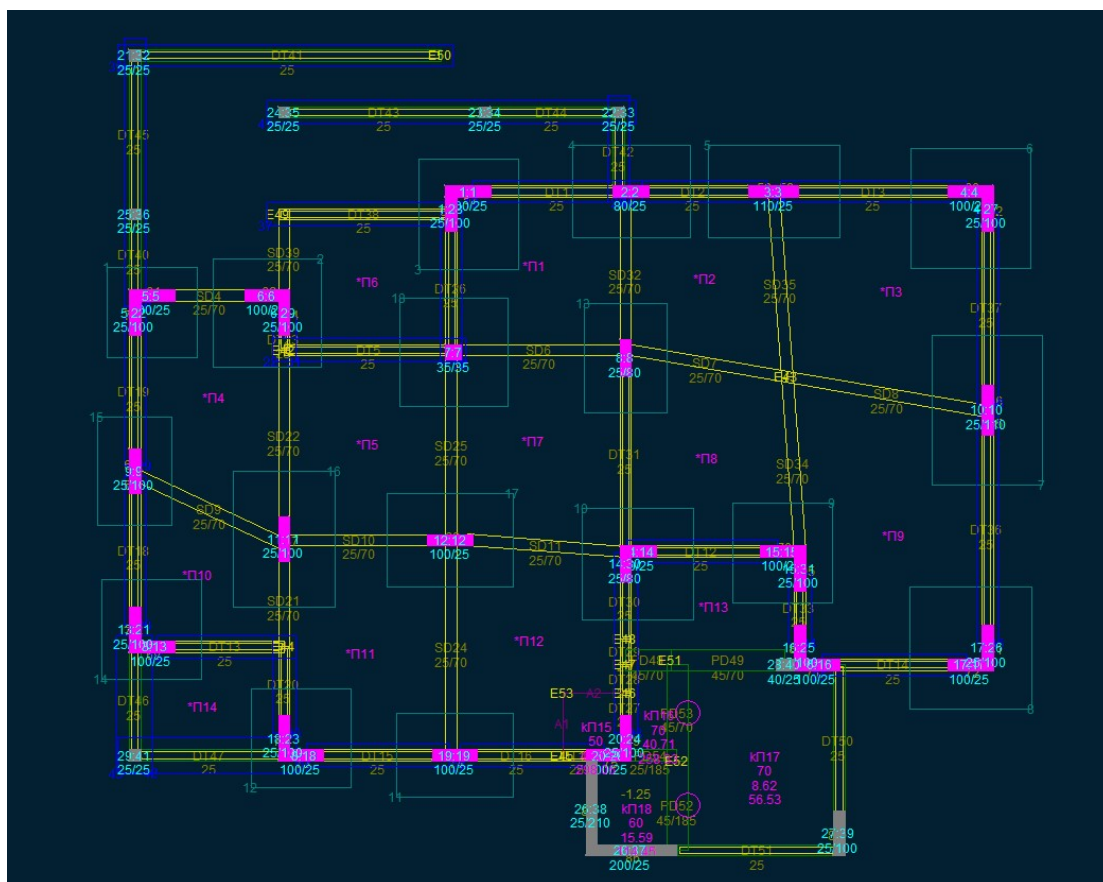
Από τις μεθόδους ανάλυσης που χρησιμοποιούνται κατά την ανάλυση των κατασκευών η παρούσα μελέτη έγινε με Ελαστική δυναμική ανάλυση και τοπικούς δείκτες πλαστιμότητας m . Οι δείκτες πλαστιμότητας παρουσιάζονται με τη μορφή πίνακα όπως εξάγονται από το πρόγραμμα STATICS.

5.7 Αποτελέσματα ελέγχου

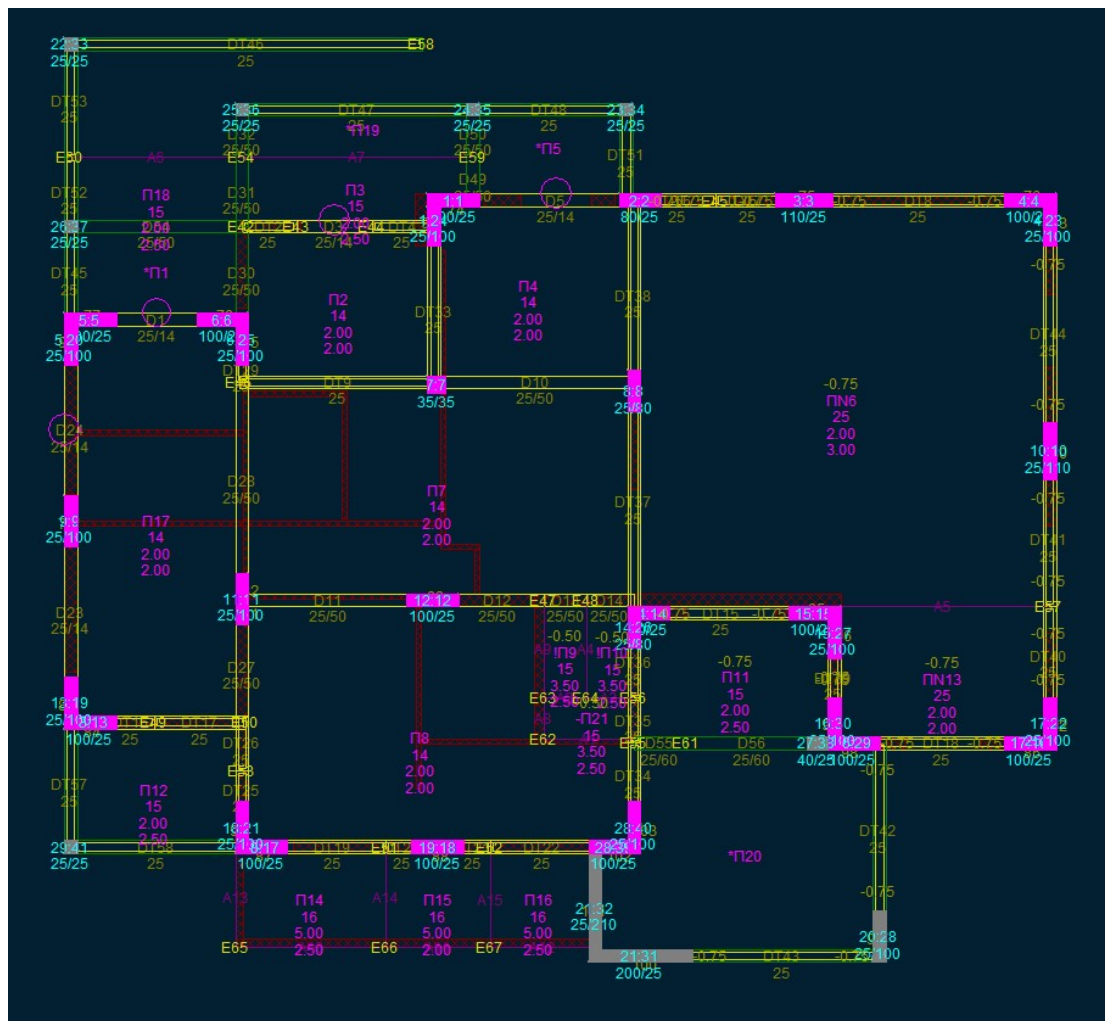
Τα πρώτα αποτελέσματα της ανάλυσης(κατά ΕΑΚ και Ευρωκώδικες)όπως φαίνονται και παρακάτω δείχνουν ότι το κτίριο στην τωρινή του κατάσταση και με τα νέα στοιχεία που θα προστεθούν δεν διαθέτει την απαραίτητη αντοχή ώστε εξυπηρετήσει το σκοπό της .

5.7.1 Αποτελέσματα ελέγχου κατά ΕΑΚ

Αστοχίες προέκυψαν σε αρκετά δοκάρια της κατοικίας τα οποία αστοχούσαν τόσο σε διάτμηση όσο και σε κάμψη (βλέπε Εικόνα 55 - Εικόνα 59).

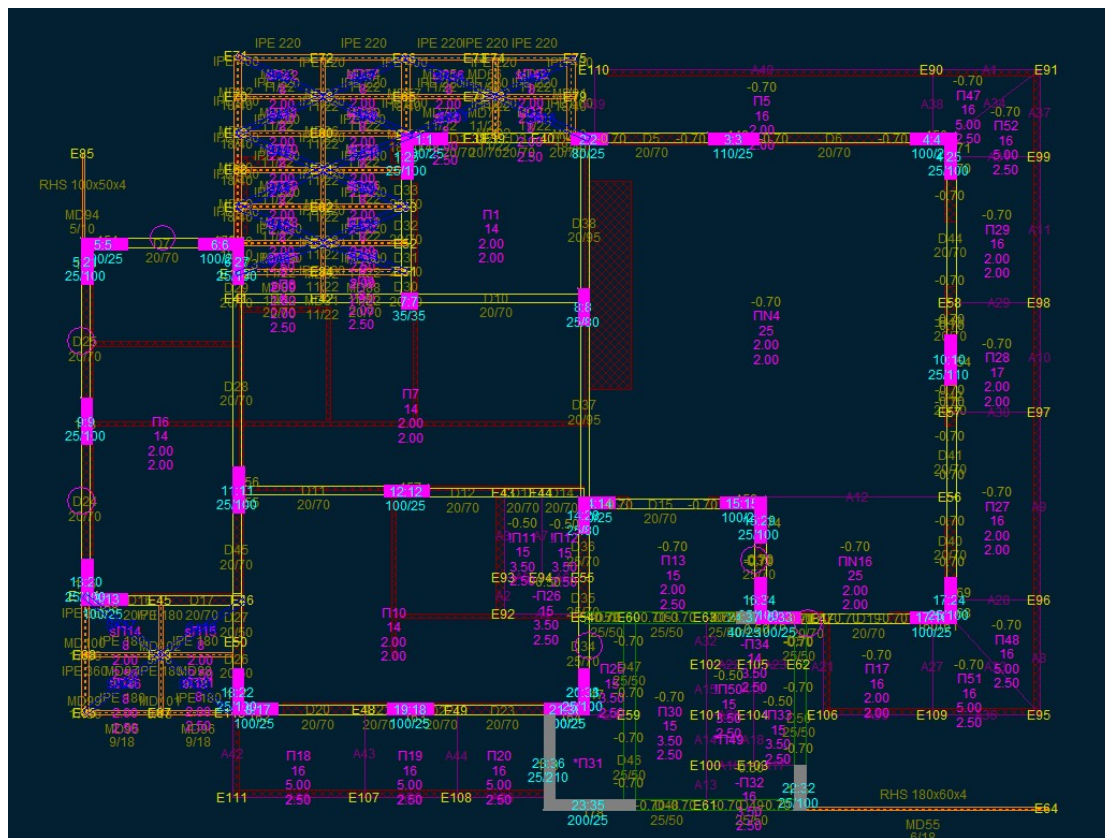


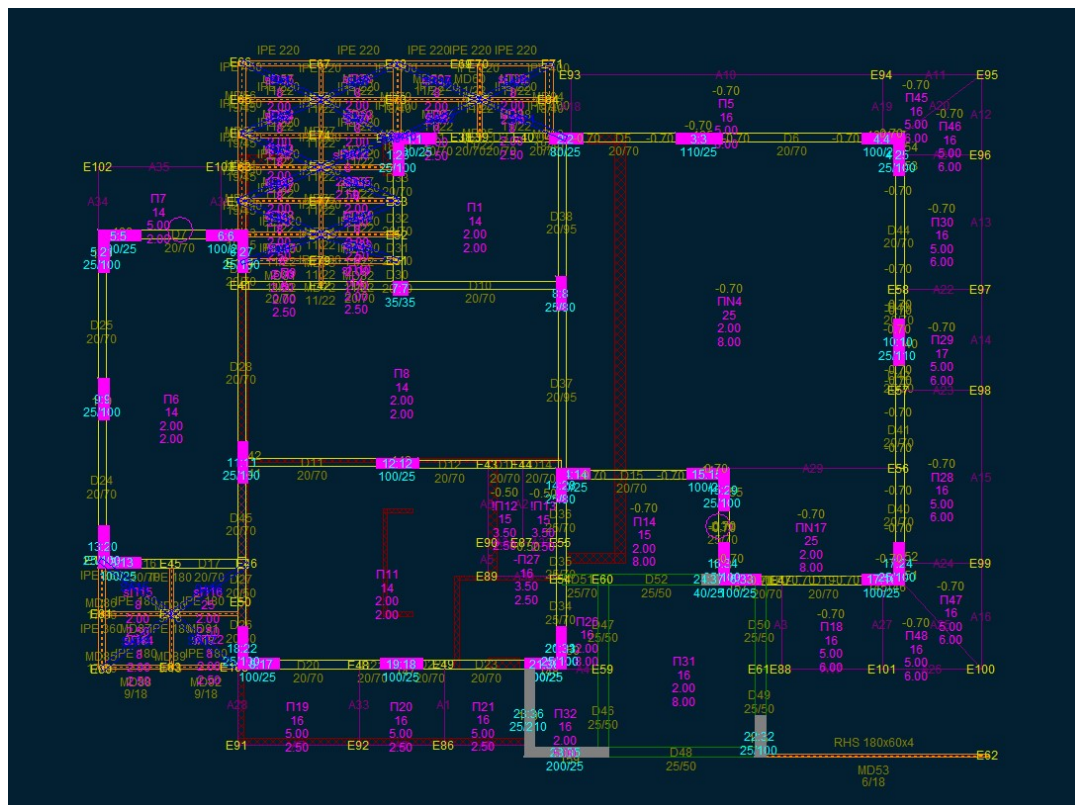
Εικόνα 55 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης θεμελίωσης



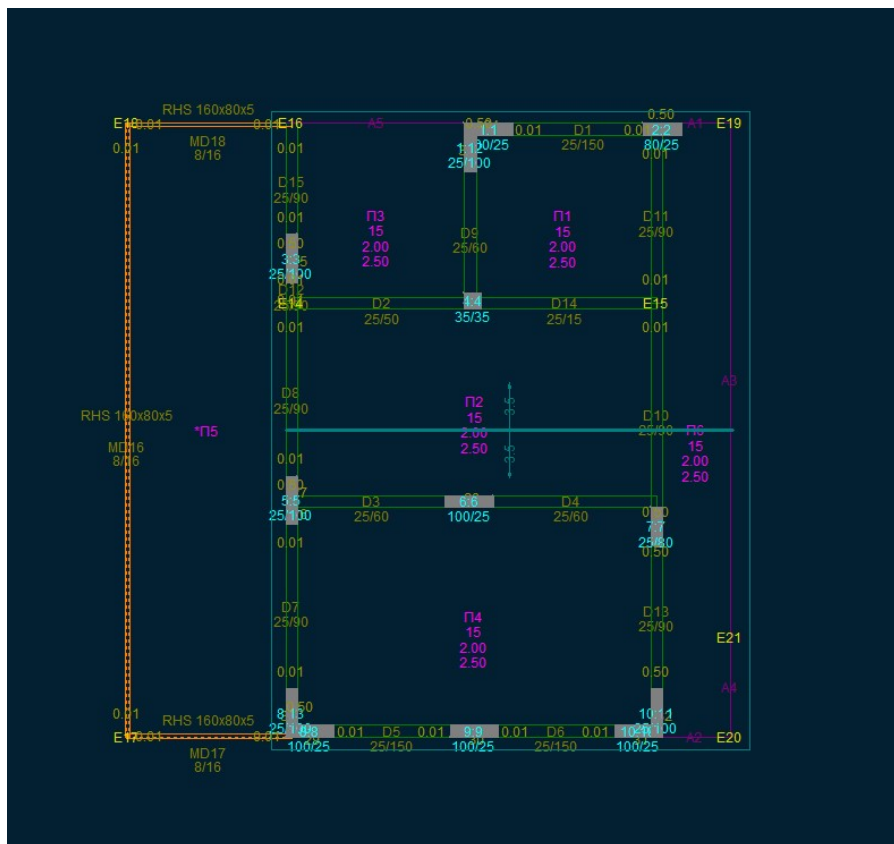
Εικόνα 56 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής υπογείου

Παρατηρούμε ότι στη στάθμη του υπογείου οι ενισχυμένες ζώνες που υπάρχουν αστοχούν όλες. Πράγμα λογικό γιατί στα σημεία των ανοιγμάτων όπου βρίσκονται δε προσφέρουν την απαραίτητη αντίσταση που χρειάζεται η πλάκα.





Εικόνα 58 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής Α' ορόφου



Εικόνα 59 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής Β' ορόφου(προσθήκη)

Με τα δεδομένα που προέκυψαν μέχρι αυτό το βήμα η οικοδομή χρήζει ενίσχυσης στις δοκούς της κυρίως. Παρακάτω παρουσιάζονται οι επάρκειες κάθε δομικού στοιχείου για δοκούς και υποστυλώματα. Οι λόγοι επάρκειας που είναι πάνω από ένα (1) δείχνουν ανεπάρκεια για την αντίστοιχη δοκό ή υποστυλώμα.

ΣΤΑΘΜΗ 1

Δ	Διστ.	I _{cl} m	A _{s1} cm ²	A _{s2} cm ²	A _{sw} cm ² /m	n	M _y KNm	V _{yc} KN	θ _y mrad	θ _u mrad	m
4	25/70	1.55	6.03	6.03	5.03	5	163	163	5.21	33.46	2.47
			6.03	6.03	5.03	6	163	163	5.21	33.46	2.47
				6.03	5.03	6	163	163	5.21	33.46	2.47
6	25/70	3.50	6.03	6.03	5.03	7	163	163	5.21	33.46	2.47
			6.03	6.03	5.03	8	163	143	4.44	44.49	3.67
				6.03	5.03	8	163	143	4.44	44.49	3.67
					5.03	8	163	143	4.44	44.49	3.67
7	25/70	7.86	6.03	6.03	5.03	8	163	106	6.09	59.06	3.57
			6.03	6.03	5.03	10	163	106	6.09	59.06	3.57
				6.03	5.03	10	163	106	6.09	59.06	3.57
9	25/70	3.37	6.03	6.03	5.03	9	163	144	4.41	43.90	3.65
			6.03	6.03	5.03	11	163	144	4.41	43.90	3.65
				6.03	5.03	11	163	144	4.41	43.90	3.65
10	25/70	3.05	6.03	6.03	5.03	11	163	147	4.35	42.40	3.58
			6.03	6.03	5.03	12	163	147	4.35	42.40	3.58
				6.03	5.03	12	163	147	4.35	42.40	3.58
11	25/70	3.26	6.03	6.03	5.03	12	163	145	4.39	43.40	3.63
			6.03	6.03	5.03	14	163	145	4.39	43.40	3.63
				6.03	5.03	14	163	145	4.39	43.40	3.63
21	25/70	1.75	6.03	6.03	5.03	-44	163	143	4.44	44.49	3.67
			6.03	6.03	5.03	11	163	143	4.44	44.49	3.67
				6.03	5.03	11	163	143	4.44	44.49	3.67
22	25/70	3.55	6.03	6.03	5.03	11	163	106	5.76	56.99	3.63
			6.03	6.03	5.03	-42	163	106	5.76	56.99	3.63
				6.03	5.03	-42	163	106	5.76	56.99	3.63
24	25/70	4.50	6.03	6.03	5.03	19	163	132	4.74	48.58	3.75
			12.06	12.06	5.03	12	325	177	4.97	48.58	3.59
				12.06	5.03	12	325	177	4.97	48.58	3.59
25	25/70	3.85	12.06	12.06	5.03	12	325	191	4.74	46.00	3.57
			6.03	6.03	5.03	7	163	139	4.53	46.00	3.71
				6.03	5.03	7	163	139	4.53	46.00	3.71
32	25/70	3.15	6.03	6.03	5.03	8	163	146	4.37	42.88	3.61
			6.03	6.03	5.03	2	163	146	4.37	42.88	3.61
				6.03	5.03	2	163	146	4.37	42.88	3.61
34	25/70	7.72	6.03	6.03	5.03	15	163	106	6.02	58.69	3.58
			6.03	6.03	5.03	3	163	106	6.02	58.69	3.58
				6.03	5.03	3	163	106	6.02	58.69	3.58
39	25/70	1.55	6.03	6.03	5.03	6	163	147	4.36	42.64	3.60
			6.03	6.03	5.03	-49	163	147	4.36	42.64	3.60
				6.03	5.03	-49	163	147	4.36	42.64	3.60
48	45/70	3.33	15.27	15.27	26.18	47	417	775	6.09	61.69	3.71
			17.28	17.28	26.18	28	413	775	6.25	61.69	3.63
				17.28	26.18	28	471	775	6.16	61.69	3.67
					26	466	775	6.32	61.69	3.59	
52	45/75	4.10	46.47	25.32	45.24	26	1382	1413	6.36	60.10	3.48
			57.56	15.27	45.24	51	735	1413	6.71	60.10	3.32
				15.27	45.24	51	1704	1413	6.60	51.11	2.92
					13.09	52	446	1413	6.27	51.11	3.05
54	25/185	1.00	18.85	18.85	13.09	20	1462	1190	6.44	27.42	1.75
			61.14	18.85	13.09	52	1440	1190	6.65	27.42	1.71
				18.85	13.09	52	4696	1190	6.53	21.80	1.45
					13.09	52	1445	1190	6.56	21.80	1.44

Πίνακας 2 - Λόγοι επάρκειας δοκών (1)

ΣΤΑΘΜΗ 2

Δ	Διοστ.	Lc1	As1	As2	Asw	n	My	Vxc	θy	θu	m			
		m	cm ²	cm ²	cm ² /m		KNm	KN	μrad	μrad				
1	100/14	1.55	1.53	0.00	5.03	5	7	26	7.69	47.92	2.41			
			1.53	0.00	5.03	6	7	26	7.06	47.92	2.60	1.32	0.08	*
							1	26	7.69	47.92	2.41			
							1	26	7.06	47.92	2.60	2.30	0.07	*
3	100/14	1.46	0.00	0.00	5.03	43	0	26	6.74	72.73	3.93			
			0.00	0.00	5.03	44	0	26	6.96	72.73	3.82	14.86	0.21	*
							0	26	6.74	72.73	3.93			
							0	26	6.96	72.73	3.82	320.42	0.15	*
5	100/14	2.70	1.53	0.00	5.03	1	7	26	10.43	58.19	2.19			
			1.53	0.00	5.03	2	7	26	9.49	58.19	2.38	1.21	0.10	*
							1	26	10.43	58.19	2.19			
							1	26	9.49	58.19	2.38	1.26	0.11	*
10	25/50	3.50	8.41	3.08	5.03	7	162	82	5.35	41.09	2.89			
			9.93	3.08	5.03	8	59	82	4.80	41.09	3.18	0.21	0.15	
							191	82	5.41	39.57	2.77			
							59	82	4.78	39.57	3.09	0.15	0.14	
11	25/50	3.05	7.58	2.26	5.03	11	146	85	5.09	40.08	2.96			
			15.52	4.52	5.03	12	43	85	4.49	40.08	3.31	0.20	0.22	
							296	85	5.30	36.12	2.60			
							86	85	4.57	36.12	2.97	0.18	0.22	
12	25/50	3.38	15.52	4.52	5.03	12	294	83	5.59	37.42	2.56			
			7.18	2.26	5.03	14	86	83	4.73	37.42	2.97	0.19	0.25	
							138	83	4.69	39.39	3.13			
							43	83	4.64	39.39	3.16	0.42	0.24	
23	100/14	2.50	10.07	2.26	5.03	13	45	37	12.99	49.22	1.60			
			4.52	2.26	5.03	9	12	37	10.45	49.22	1.90	0.43	0.17	
							22	27	11.30	58.94	2.07			
							12	27	10.48	58.94	2.21	0.63	0.17	
24	100/14	2.50	4.52	2.26	0.00	9	22	12	11.71	58.94	2.01			
			2.90	0.00	0.00	5	12	12	10.23	58.94	2.25	0.63	+Inf	*
							14	10	11.19	49.03	1.79			
							2	10	9.17	49.03	2.12	1.02	+Inf	*
27	25/50	1.75	6.05	2.26	5.03	50	117	82	4.63	44.24	3.52			
			15.51	4.52	5.03	11	43	82	4.70	44.24	3.47	0.13	0.23	
							296	82	5.51	37.91	2.62			
							86	82	4.78	37.91	2.98	0.24	0.18	
28	25/50	3.55	15.51	4.52	5.03	11	296	71	7.66	48.56	2.45			
			6.05	2.26	5.03	46	86	71	6.84	48.56	2.70	0.14	0.16	
							117	71	6.57	56.67	3.21			
							43	71	6.69	56.67	3.16	0.35	0.19	
30	25/50	3.80	3.39	4.52	8.38	6	68	185	5.11	56.71	4.03			
			3.39	4.52	8.38	25	85	185	5.60	56.71	3.71	0.35	0.12	
							68	185	5.11	56.71	4.03			
							85	185	5.60	56.71	3.71	0.01	0.03	
49	25/50	1.50	5.86	4.52	8.38	1	112	202	4.55	36.22	2.99			
			3.39	4.52	8.38	24	85	202	4.59	36.22	2.97	0.34	0.08	
							67	202	4.45	40.96	3.40			
							85	202	4.61	40.96	3.30	0.07	0.09	
54	25/50	3.05	4.94	4.52	8.38	26	97	175	6.68	61.49	3.40			
			4.94	4.52	8.38	42	85	175	7.15	61.49	3.20	0.05	0.04	
							97	175	6.68	61.49	3.40			
							85	175	7.15	61.49	3.20	0.13	0.04	
55	25/60	3.20	4.27	4.52	8.38	55	102	214	6.05	60.68	3.68			
			4.27	4.52	8.38	27	105	214	6.49	60.68	3.45	0.02	0.04	
							102	214	6.05	60.68	3.68			
							105	214	6.49	60.68	3.45	0.12	0.04	

Πίνακας 3 - Λόγοι επάρκειας δοκών (2)

ΣΤΑΘΜΗ 3

Δ	Διάστ.	Lc1 m	As1 cm ²	As2 cm ²	Asw cm ² /m	n	My KNm	Vrc KN	Θy μrad	Θu μrad	m	
1	20/70	2.70	7.97	2.26	5.03	1	216	123	4.72	30.58	2.49	
			11.80	6.88	5.03	2	61	123	4.01	30.58	2.88	0.95 0.44
						319	123	4.80	35.95	2.83		
						186	123	4.83	35.95	2.82	0.35 0.42	
5	20/70	2.20	10.56	8.29	5.03	2	289	126	4.65	35.79	2.90	
			15.11	4.52	5.03	3	224	126	5.00	35.79	2.72	0.44 0.86
						412	126	4.71	31.44	2.56		
						123	126	4.14	31.44	2.86	0.58 0.72	
6	20/70	3.30	15.11	4.52	5.03	3	412	120	4.71	36.23	2.90	
						123	120	4.14	36.23	3.25	0.39 0.63	
			7.92	3.39	5.03	4	217	120	4.60	41.90	3.37	
						92	120	4.15	41.90	3.70	0.67 0.74	
7	20/70	1.55	7.18	3.39	5.03	5	195	130	4.98	28.24	2.22	
						92	130	4.36	28.24	2.49	1.44 1.47 *	
			6.05	2.26	5.03	6	165	130	4.96	26.79	2.14	
						62	130	4.32	26.79	2.40	2.78 1.51 *	
8	20/70	3.49	6.84	2.26	5.03	41	186	98	5.35	44.15	3.08	
						62	98	5.33	44.15	3.15	0.01 0.11	
			18.94	12.16	5.03	7	510	103	6.44	51.25	2.99	
						328	103	5.76	51.25	3.30	0.08 0.14	
10	20/70	3.51	13.57	4.52	5.03	7	369	118	4.79	35.18	2.78	
						123	118	4.19	35.18	3.13	0.15 0.20	
			7.58	2.26	5.03	8	207	118	4.09	40.11	3.60	
						61	118	4.11	40.11	3.59	0.16 0.21	
11	20/70	3.05	7.58	2.26	5.03	11	207	121	4.60	38.20	3.10	
						61	121	4.04	38.20	3.49	0.18 0.32	
			14.39	4.52	5.03	12	391	121	4.72	33.07	2.67	
						123	121	4.10	33.07	3.02	0.21 0.28	
12	20/70	3.37	14.39	4.52	5.03	12	390	119	4.86	33.81	2.65	
						123	119	4.17	33.81	3.04	0.21 0.31	
			6.05	2.26	5.03	14	165	119	4.08	38.88	3.51	
						62	119	4.11	38.88	3.49	0.45 0.39	
15	20/70	2.30	8.42	4.62	5.03	14	231	126	4.60	36.24	2.96	
						125	126	4.17	36.24	3.23	0.47 0.45	
			6.88	3.08	5.03	15	189	126	4.58	37.93	3.09	
						84	126	4.11	37.93	3.41	0.54 0.50	
16	20/70	2.30	7.18	3.39	5.03	13	195	112	4.49	41.32	3.40	
						92	112	4.49	41.32	3.40	0.40 0.27	
			6.05	2.26	5.03	46	165	112	4.46	39.20	3.27	
						62	112	4.41	39.20	3.30	0.02 0.17	
18	20/70	2.40	8.55	4.02	5.03	16	234	125	4.61	35.84	2.92	
						109	125	4.14	35.84	3.22	0.50 1.01 *	
			9.68	5.15	5.03	17	265	125	4.63	34.85	2.84	
						140	125	4.18	34.85	3.11	0.28 0.39	
20	20/70	2.39	8.72	3.80	5.03	18	238	125	4.60	34.46	2.83	
						103	125	4.09	34.46	3.14	0.51 0.79	
			15.58	4.52	5.03	19	423	125	4.70	30.24	2.48	
						123	125	4.07	30.24	2.81	0.41 0.64	
22	20/70	2.40	15.58	4.52	5.03	19	423	125	4.70	30.29	2.48	
						123	125	4.07	30.29	2.81	0.38 0.55	
			8.31	3.39	5.03	20	227	125	4.60	34.89	2.86	
						92	125	4.08	34.89	3.19	0.46 0.66	
24	20/70	2.51	8.31	3.39	5.03	13	225	124	4.72	32.32	2.61	
						92	124	4.06	32.32	2.99	1.06 0.74 *	
			13.32	4.52	5.03	9	359	124	4.85	31.01	2.47	
						123	124	4.08	31.01	2.87	0.72 0.74	
25	20/70	2.49	13.32	4.52	5.03	9	359	124	4.86	30.97	2.46	
						123	124	4.09	30.97	2.86	0.82 0.78	
			9.69	3.39	5.03	5	262	124	4.77	31.18	2.51	
						92	124	4.06	31.18	2.89	1.04 0.77 *	
26	20/50	3.40	11.77	4.02	5.03	18	224	78	5.58	38.87	2.66	
						76	78	4.87	38.87	2.99	0.35 0.47	
			12.53	6.28	5.03	11	368	80	5.83	38.35	2.53	

Πίνακας 4 - Λόγοι επάρκειας δοκών (3)

28	20/70	3.99	19.53	6.28	5.03	11	119	80	4.93	38.35	2.93	0.22	0.36
							529	115	5.07	36.07	2.70		
							170	115	4.39	36.07	3.07	0.21	0.34
			10.47	2.26	5.03	6	286	115	4.90	38.55	2.95		
							61	115	4.24	38.55	3.37	0.44	0.49
30	20/70	2.49	14.47	9.90	5.03	7	391	130	4.93	36.25	2.78		
							267	130	5.00	36.25	2.75	0.14	0.36
			7.97	3.39	5.03	1	216	124	4.80	32.59	2.60		
							92	124	4.15	32.59	2.95	0.45	0.44
34	25/70	2.95	7.88	2.26	5.03	20	215	130	4.66	34.55	2.80		
							62	130	4.01	34.55	3.21	1.42	1.46 *
			4.52	2.26	5.03	14	124	130	3.99	39.14	3.60		
							62	130	4.03	39.14	3.57	0.57	0.43
37	20/95	3.75	8.31	2.26	5.03	14	312	168	3.85	40.94	3.88		
							85	168	3.88	40.94	3.85	0.49	0.47
			9.05	4.52	5.03	8	340	168	4.43	40.61	3.39		
							169	168	3.97	40.61	3.74	0.37	0.60
38	20/95	3.15	9.05	4.52	5.03	8	340	171	4.44	38.21	3.20		
							169	171	3.98	38.21	3.54	0.27	0.45
			6.05	2.26	5.03	2	228	171	3.85	38.51	3.67		
							85	171	3.91	38.51	3.62	0.31	0.43
39	25/70	0.75	7.41	4.02	5.03	16	203	147	6.59	25.37	1.62		
							109	147	6.69	25.37	1.60	2.51	2.98 *
			10.30	4.02	5.03	15	282	147	6.61	23.56	1.52		
							109	147	6.68	23.56	1.51	2.60	2.91 *
40	20/70	4.20	10.37	4.21	5.03	17	284	114	4.88	42.94	3.27		
							114	114	4.44	42.94	3.56	0.21	0.28
			29.50	9.24	5.03	10	798	114	5.15	36.49	2.70		
							250	114	5.14	36.49	2.70	0.23	0.83
43	20/70	3.40	29.50	9.24	5.03	10	798	119	4.96	33.89	2.61		
							250	119	4.95	33.89	2.62	0.29	0.85
			9.24	3.08	5.03	4	253	119	4.70	40.95	3.24		
							84	119	4.20	40.95	3.58	0.44	0.43
46	25/50	3.95	3.39	4.52	8.38	23	69	175	7.42	72.61	3.59		
							85	175	8.40	72.61	3.21	0.46	0.14
			5.36	4.52	8.38	60	106	175	7.60	65.50	3.21		
							85	175	8.32	65.50	2.96	0.00	0.05
48	25/50	3.47	3.39	4.52	8.38	23	67	187	5.07	54.93	3.95		
							85	187	5.35	54.93	3.76	0.20	0.07
			3.39	4.52	8.38	22	67	187	5.07	54.93	3.95		
							85	187	5.35	54.93	3.76	0.44	0.16
50	25/50	3.10	3.39	4.52	8.38	22	65	199	5.03	52.81	3.83		
							85	199	5.17	52.81	3.74	0.44	0.12
			3.39	4.52	8.38	16	65	199	5.03	52.81	3.83		
							85	199	5.17	52.81	3.74	0.47	0.13
52	25/50	3.20	5.45	4.52	8.38	54	108	175	6.69	61.18	3.38		
							85	175	7.36	61.18	3.11	0.10	0.08
			3.39	4.52	8.38	24	69	175	6.54	68.06	3.80		
							85	175	7.43	68.06	3.39	0.22	0.07

Πίνακας 5 Λόγοι επάρκειας δοκών (4)

ΣΤΑΘΜΗ 4

Δ	Διάστ.	Ic1	As1	As2	Asy	n	My	Vrc	Θy	Θu	m		
		m	cm ²	cm ²	cm ² /m		KNm	KN	μrad	μrad			
1	20/70	2.75	7.97	2.26	5.03	1	216	123	4.73	30.78	2.50		
			11.80	6.88	5.03	2	61	123	4.01	30.78	2.89	0.42	0.26
							319	123	4.81	36.18	2.84		
							186	123	4.83	36.18	2.83	0.18	0.23
5	20/70	2.20	10.56	8.29	5.03	2	289	126	4.65	35.79	2.90		
			15.11	4.52	5.03	3	224	126	5.00	35.79	2.72	0.27	0.59
							412	126	4.71	31.44	2.56		
							123	126	4.14	31.44	2.86	0.30	0.54
6	20/70	3.30	15.11	4.52	5.03	3	412	120	4.71	36.23	2.90		
			7.92	3.39	5.03	4	123	120	4.14	36.23	3.25	0.36	0.57
							217	120	4.60	41.90	3.37		
							92	120	4.15	41.90	3.70	0.58	0.65
7	20/70	1.60	7.18	3.39	5.03	5	197	130	4.84	31.36	2.49		
			6.05	2.26	5.03	6	92	130	4.32	31.36	2.75	0.60	0.78
							166	130	4.82	32.60	2.59		
							62	130	4.29	32.60	2.87	1.57	0.77 *
8	20/70	3.50	6.68	2.26	5.03	41	182	97	5.35	44.40	3.10		
			18.94	12.16	5.03	7	61	97	5.23	44.40	3.16	0.01	0.08
							510	102	6.44	51.28	2.99		
							328	102	5.79	51.28	3.28	0.07	0.11
10	20/70	3.50	13.57	4.52	5.03	7	369	118	4.79	35.16	2.78		
			7.43	2.26	5.03	8	123	118	4.19	35.16	3.13	0.12	0.15
							203	118	4.08	40.27	3.62		
							61	118	4.11	40.27	3.60	0.09	0.16
11	20/70	3.05	7.35	2.26	5.03	11	201	121	4.60	38.47	3.12		
			14.39	4.52	5.03	12	61	121	4.04	38.47	3.51	0.15	0.28
							391	121	4.72	33.07	2.67		
							123	121	4.10	33.07	3.02	0.18	0.24
12	20/70	3.38	14.39	4.52	5.03	12	390	119	4.86	33.83	2.65		
			5.90	2.26	5.03	14	123	119	4.17	33.83	3.04	0.18	0.24
							161	119	4.08	39.13	3.53		
							62	119	4.11	39.13	3.50	0.28	0.28
15	20/70	2.30	8.42	4.62	5.03	14	231	126	4.60	36.24	2.96		
			6.88	3.08	5.03	15	125	126	4.17	36.24	3.23	0.27	0.42
							189	126	4.58	37.93	3.09		
							84	126	4.11	37.93	3.41	0.54	0.46
16	20/70	2.35	7.18	3.39	5.03	13	195	111	4.52	41.63	3.40		
			13.91	2.26	5.03	46	92	111	4.52	41.63	3.40	0.30	0.17
							373	111	5.42	32.75	2.35		
							61	111	4.36	32.75	2.84	0.04	0.09
18	20/70	2.40	8.55	4.02	5.03	16	234	125	4.61	35.84	2.92		
			9.68	5.15	5.03	17	109	125	4.14	35.84	3.22	0.41	0.55
							265	125	4.63	34.85	2.84		
							140	125	4.18	34.85	3.11	0.48	0.54
20	20/70	2.44	8.64	3.80	5.03	18	236	125	4.60	34.79	2.85		
			15.58	4.52	5.03	19	103	125	4.09	34.79	3.17	0.38	0.50
							423	125	4.70	30.46	2.49		
							123	125	4.07	30.46	2.83	0.19	0.38
22	20/70	2.40	15.58	4.52	5.03	19	423	125	4.70	30.29	2.48		
			8.23	3.39	5.03	20	123	125	4.07	30.29	2.81	0.35	0.41
							225	125	4.60	34.96	2.87		
							92	125	4.08	34.96	3.19	0.37	0.52
24	20/70	2.55	8.31	3.39	5.03	13	225	124	4.72	32.52	2.63		
			13.32	4.52	5.03	9	92	124	4.06	32.52	3.00	0.74	0.44
							359	124	4.85	31.21	2.48		
							123	124	4.07	31.21	2.89	0.45	0.44
25	20/70	2.50	13.32	4.52	5.03	9	359	124	4.86	30.99	2.46		
			9.69	3.39	5.03	5	123	124	4.09	30.99	2.86	0.67	0.64
							262	124	4.77	31.21	2.51		
							92	124	4.06	31.21	2.89	0.85	0.61

Πίνακας 6 - Λόγοι επάρκειας δοκών (5)

26	20/50	3.45	12.47	4.02	5.03	18	237	78	5.64	38.55	2.61		
							76	78	4.88	38.55	2.97	0.27	0.33
			17.37	6.28	5.03	11	328	79	5.80	39.56	2.61		
							119	79	4.99	39.56	2.98	0.21	0.27
28	20/70	4.05	19.38	6.28	5.03	11	524	115	5.10	36.31	2.71		
							170	115	4.41	36.31	3.08	0.16	0.27
			10.47	2.26	5.03	6	285	115	4.93	38.39	2.93		
							61	115	4.25	38.39	3.34	0.42	0.38
30	20/70	2.55	7.58	2.26	5.03	7	206	124	4.71	30.31	2.48		
							61	124	4.01	30.31	2.85	0.63	0.25
			6.84	2.26	5.03	1	186	124	4.69	31.02	2.54		
							62	124	4.02	31.02	2.91	0.47	0.34
34	25/70	2.00	7.80	2.26	5.03	20	213	123	4.24	39.76	3.46		
							62	123	4.20	39.76	3.49	0.49	0.62
			9.05	4.52	5.03	55	247	123	4.86	39.89	3.07		
							123	123	4.33	39.89	3.40	0.16	0.26
36	25/70	0.95	9.05	4.52	5.03	55	246	138	4.81	30.74	2.46		
							123	138	4.18	30.74	2.78	0.17	0.30
			7.19	3.80	5.03	14	196	138	4.77	31.12	2.51		
							103	138	4.17	31.12	2.82	0.31	0.33
37	20/95	3.75	8.16	2.26	5.03	14	307	168	3.85	40.94	3.88		
							85	168	3.88	40.94	3.85	0.30	0.38
			9.05	4.52	5.03	8	340	168	4.43	40.61	3.39		
							169	168	3.97	40.61	3.74	0.33	0.50
38	20/95	3.15	9.05	4.52	5.03	8	340	171	4.44	38.21	3.20		
							169	171	3.98	38.21	3.54	0.24	0.32
			6.05	2.26	5.03	2	228	171	3.85	38.51	3.67		
							85	171	3.91	38.51	3.62	0.18	0.29
39	25/70	0.75	10.37	4.21	5.03	16	284	147	6.61	23.53	1.52		
							114	147	6.68	23.53	1.51	0.66	1.29 *
			9.24	3.08	5.03	15	253	147	6.61	24.15	1.55		
							84	147	6.65	24.15	1.54	1.99	1.29 *
40	20/70	4.20	10.37	4.21	5.03	17	284	114	4.88	42.94	3.27		
							114	114	4.44	42.94	3.56	0.49	0.52
			29.50	9.24	5.03	10	798	114	5.15	36.49	2.70		
							250	114	5.14	36.49	2.70	0.21	0.50
43	20/70	3.40	29.50	9.24	5.03	10	798	119	4.96	33.89	2.61		
							250	119	4.95	33.89	2.62	0.20	0.56
			9.24	3.08	5.03	4	253	119	4.70	40.95	3.24		
							84	119	4.20	40.95	3.58	0.58	0.59
46	25/50	3.85	5.84	4.52	8.38	23	116	175	7.68	64.25	3.12		
							85	175	8.51	64.25	2.85	0.67	0.22
			8.71	4.52	8.38	60	171	175	7.87	58.73	2.82		
							85	175	8.41	58.73	2.66	0.01	0.09
48	25/50	3.47	5.40	4.52	8.38	23	106	187	5.08	49.47	3.58		
							85	187	5.35	49.47	3.42	0.34	0.12
			4.96	4.52	8.38	22	97	187	5.05	50.43	3.66		
							85	187	5.36	50.43	3.47	0.22	0.11
49	25/50	3.10	4.96	4.52	8.38	22	97	190	4.86	48.47	3.66		
							85	190	5.14	48.47	3.48	0.36	0.14
			3.39	4.52	8.38	16	68	190	4.78	52.81	4.02		
							85	190	5.17	52.81	3.74	0.51	0.15
51	25/50	3.20	5.58	4.52	8.38	54	111	175	6.64	60.86	3.39		
							85	175	7.35	60.86	3.09	0.01	0.08
			3.39	4.52	8.38	24	70	175	6.51	67.16	3.77		
							85	175	7.43	67.16	3.35	0.25	0.08

Πίνακας 7 - Λόγοι επάρκειας δοκών (6)

ΣΤΑΘΜΗ 5

Δ	Διαστ	Lcl	As1	As2	Asw	n	My	Vxc	θy	θu	m		
	m	cm ²	cm ²	cm ² /m			KNm	KN	mrاد	mrاد			
1	25/150	2.70	11.27	10.18	8.38	1	699	653	4.58	31.48	2.62		
							627	653	4.62	31.48	2.60	0.24	0.30
			11.68	10.18	8.38	2	725	653	4.58	31.23	2.60		
							627	653	4.62	31.23	2.58	0.18	0.27
2	25/50	3.45	8.63	4.52	8.38	14	169	175	7.14	56.63	2.98		
							85	175	7.62	56.63	2.81	0.20	0.12
			9.05	8.55	8.38	4	178	175	7.15	64.66	3.35		
							157	175	8.27	64.66	2.94	0.19	0.11
3	25/60	3.05	8.63	4.52	8.38	5	206	236	4.42	39.96	3.34		
							105	236	4.60	39.96	3.23	0.15	0.14
			4.52	9.05	8.38	6	112	236	4.33	54.02	4.49		
							205	236	4.93	54.02	3.99	0.42	0.15
4	25/60	3.38	4.52	9.05	8.38	6	112	234	4.43	55.97	4.55		
							205	234	5.08	55.97	4.01	0.52	0.17
			9.29	4.52	8.38	7	221	234	4.54	40.73	3.32		
							105	234	4.71	40.73	3.21	0.19	0.16
5	25/150	2.40	11.35	10.18	8.38	8	704	656	4.81	30.16	2.42		
							627	656	4.85	30.16	2.41	0.11	0.23
			9.55	20.36	8.38	9	593	656	4.79	36.65	2.88		
							1239	656	5.63	36.65	2.50	0.08	0.19
6	25/150	2.40	9.55	20.36	8.38	9	593	656	4.73	36.65	2.91		
							1239	656	5.56	36.65	2.53	0.07	0.19
			11.68	10.18	8.38	10	725	656	4.75	29.97	2.44		
							627	656	4.79	29.97	2.42	0.18	0.24
7	25/90	3.40	6.95	6.16	8.38	8	253	372	4.27	40.59	3.50		
							221	372	4.40	40.59	3.41	0.30	0.16
			9.59	12.32	8.38	5	347	372	4.31	44.13	3.75		
							437	372	4.55	44.13	3.56	0.12	0.14
8	25/90	4.00	9.59	12.32	8.38	5	347	367	4.16	46.71	4.08		
							437	367	4.41	46.71	3.86	0.10	0.08
			6.06	12.32	8.38	3	221	367	4.10	51.79	4.55		
							436	367	4.43	51.79	4.23	0.31	0.19
9	25/60	2.50	8.46	4.52	8.38	4	202	241	4.29	37.44	3.24		
							105	241	4.45	37.44	3.14	0.22	0.09
			4.94	4.52	8.38	1	120	241	4.22	42.26	3.67		
							105	241	4.48	42.26	3.48	0.33	0.13
10	25/90	7.70	8.46	6.16	8.38	7	311	339	4.94	52.48	3.88		
							221	339	5.25	52.48	3.66	0.29	0.13
			6.95	6.16	8.38	2	256	339	4.90	54.84	4.06		
							221	339	5.27	54.84	3.80	0.45	0.17
13	25/90	2.95	6.95	6.16	8.38	10	256	375	4.20	39.20	3.44		
							221	375	4.39	39.20	3.31	0.28	0.15
			8.46	6.16	8.38	7	311	375	4.22	37.51	3.30		
							221	375	4.38	37.51	3.19	0.46	0.23
14	100/15	3.50	9.05	8.55	20.11	4	40	118	34.66	98.56	1.28		
							39	118	34.04	98.56	1.30	0.83	0.26
			13.81	4.02	20.11	15	54	119	38.97	75.63	1.00		
							27	119	31.08	75.63	1.14	0.59	0.25
15	25/90	2.30	6.06	12.32	8.38	3	221	363	4.24	54.38	4.61		
							436	363	4.63	54.38	4.25	0.19	0.06
			6.28	6.16	8.38	-16	229	363	4.26	46.16	3.95		
							221	363	4.43	46.16	3.80	0.00	0.03

Υπάρχουν 12 ανεπαρκείς δοκοί.

Πίνακας 8 - Λόγοι επάρκειας δοκών (7)



ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΟΠΙΚΟΥΣ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ

ΣΤΑΘΜΗ 1										
Y	Diast	Ls	As	Asw	Nd	My	Θy	Θu	m	ΛΜ
	cm/cm	m	cm ²	cm ² /m	KN	KNm	μrad	μrad		ΛV
ΣΤΑΘΜΗ 2										
Y	Diast	Ls	As	Asw	Nd	My	Θy	Θu	m	ΛΜ
	cm/cm	m	cm ²	cm ² /m	KN	KNm	μrad	μrad		ΛV
1	82/82	1.12	50.74	10.05	511	761	4.57	37.56	3.07	
		0.94				1389	5.52	41.16	2.82	
		1.12				1389	5.40	43.78	3.03	
		0.94				761	4.75	35.31	2.81	
1	82/82	1.12	50.74	10.05	537	769	4.57	37.48	3.06	
		0.94				1396	5.53	41.07	2.81	
		1.12				1396	5.42	43.68	3.02	
		0.94				769	4.75	35.24	2.81	0.20
2	80/25	1.18	22.37	10.05	115	110	7.38	53.52	2.77	0.17
		1.18				383	4.41	41.63	3.48	
		1.18				110	7.38	53.52	2.77	
		1.18				383	4.41	41.63	3.48	
2	80/25	1.18	22.37	10.05	127	111	7.41	53.74	2.75	
		1.18				387	4.42	41.49	3.46	
		1.18				111	7.41	53.74	2.75	
		1.18				387	4.42	41.49	3.46	0.14
3	110/25	1.18	31.42	10.05	232	160	7.94	53.01	2.56	0.11
		1.18				787	5.35	35.32	2.53	
		1.18				160	7.94	53.01	2.56	
		1.18				787	5.35	35.32	2.53	
3	110/25	1.18	31.42	10.05	248	161	7.97	52.84	2.54	
		1.18				794	5.36	35.20	2.52	
		1.18				161	7.97	52.84	2.54	
		1.18				794	5.36	35.20	2.52	0.21
4	82/82	1.18	54.92	10.05	642	890	4.56	37.91	3.10	0.18
		1.18				810	4.02	37.91	3.48	
		1.18				1505	5.45	43.08	2.97	
		1.18				1505	5.46	45.30	3.10	
4	82/82	1.18	54.92	10.05	668	897	4.57	37.83	3.09	
		1.18				817	4.02	37.83	3.47	
		1.18				1512	5.46	42.99	2.96	
		1.18				1511	5.45	45.21	3.10	0.22
5	82/82	1.18	50.74	10.05	158	662	4.46	39.51	3.29	0.18
		1.18				1271	5.18	47.81	3.41	
		1.18				1271	5.18	47.81	3.41	
		1.18				662	4.46	39.51	3.29	
5	82/82	1.18	50.74	10.05	184	669	4.46	39.42	3.28	
		1.18				1281	5.20	47.71	3.39	
		1.18				1281	5.20	47.71	3.39	
		1.18				669	4.46	39.42	3.28	0.28
6	82/82	1.12	50.74	10.05	359	719	4.54	38.03	3.12	0.20
		0.94				719	4.72	35.76	2.86	
		1.12				1342	5.32	44.33	3.11	
		0.94				1342	5.44	41.68	2.89	
6	82/82	1.12	50.74	10.05	385	726	4.55	37.95	3.12	
		0.94				726	4.73	35.68	2.85	
		1.12				1350	5.33	44.24	3.10	
		0.94				1350	5.46	41.59	2.87	0.19
7	35/35	1.18	15.71	10.05	142	122	6.37	49.37	2.92	0.16
		1.18				122	6.37	49.37	2.92	
		1.18				122	6.37	49.37	2.92	
		1.18				122	6.37	49.37	2.92	
7	35/35	1.18	15.71	10.05	150	123	6.39	49.21	2.90	
		1.18				123	6.39	49.21	2.90	
		1.18				123	6.39	49.21	2.90	
		1.18				123	6.39	49.21	2.90	0.08
8	25/80	1.18	23.94	10.05	263	445	4.51	38.39	3.17	0.02
		1.18				130	7.73	51.76	2.57	
		1.18				445	4.51	38.39	3.17	
		1.18				130	7.73	51.76	2.57	

Πίνακας 9 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (1)

8	25/80	1.18	23.94	10.05	275	448	4.52	38.26	3.16		
		1.18				131	7.75	51.59	2.55		
		1.18				448	4.52	38.26	3.16		
		1.18				131	7.75	51.59	2.55	0.13	0.12
9	25/100	1.18	26.64	10.05	173	594	5.22	37.45	2.72		
		1.12				134	7.41	52.36	2.69		
		1.18				594	5.22	37.45	2.72		
		1.12				134	7.41	52.36	2.69		
9	25/100	1.18	26.64	10.05	188	600	5.23	37.32	2.71		
		1.12				136	7.44	52.19	2.67		
		1.18				600	5.23	37.32	2.71		
		1.12				136	7.44	52.19	2.67	0.25	0.23
10	25/110	1.18	32.99	10.05	393	879	5.45	33.30	2.37		
		1.18				180	8.23	51.33	2.41		
		1.18				879	5.45	33.30	2.37		
		1.18				180	8.23	51.33	2.41		
10	25/110	1.18	32.99	10.05	409	885	5.45	33.19	2.36		
		1.18				182	8.26	51.16	2.40		
		1.18				885	5.45	33.19	2.36		
		1.18				182	8.26	51.16	2.40	0.18	0.15
11	25/100	0.94	26.64	10.05	637	757	5.76	29.45	2.04		
		0.94				169	7.61	44.44	2.28		
		0.94				757	5.76	29.45	2.04		
		0.94				169	7.61	44.44	2.28		
11	25/100	0.94	26.64	10.05	652	761	5.77	29.35	2.03		
		0.94				170	7.64	44.29	2.27		
		0.94				761	5.77	29.35	2.03		
		0.94				170	7.64	44.29	2.27	0.20	0.16
12	100/25	0.94	26.64	10.05	645	170	7.63	44.36	2.27		
		1.18				759	5.50	31.94	2.27		
		0.94				170	7.63	44.36	2.27		
		1.18				759	5.50	31.94	2.27		
12	100/25	0.94	26.64	10.05	659	170	7.65	44.22	2.26		
		1.18				764	5.51	31.84	2.26		
		0.94				170	7.65	44.22	2.26		
		1.18				764	5.51	31.84	2.26	0.10	0.08
13	82/82	1.18	50.74	10.05	150	1268	5.18	47.84	3.41		
		1.18				1268	5.18	47.84	3.41		
		1.18				660	4.45	39.53	3.29		
		1.18				660	4.45	39.53	3.29		
13	82/82	1.18	50.74	10.05	176	1278	5.19	47.74	3.40		
		1.18				1278	5.19	47.74	3.40		
		1.18				667	4.46	39.45	3.28		
		1.18				667	4.46	39.45	3.28	0.29	0.21
14	68/68	1.18	39.93	10.05	308	499	4.03	42.53	3.85		
		1.18				811	5.38	47.14	3.25		
		1.18				804	5.37	47.14	3.26		
		1.18				495	4.03	41.32	3.75		
14	68/68	1.18	39.93	10.05	328	504	4.03	42.42	3.84		
		1.18				816	5.40	47.03	3.24		
		1.18				809	5.39	47.03	3.24		
		1.18				500	4.03	41.22	3.74	0.11	0.09
15	82/82	1.18	50.74	10.05	292	700	3.98	39.07	3.61		
		1.18				700	3.98	39.07	3.61		
		1.18				1320	5.26	45.54	3.22		
		1.18				1320	5.26	45.54	3.22		
15	82/82	1.18	50.74	10.05	318	707	3.98	38.99	3.60		
		1.18				707	3.98	38.99	3.60		
		1.18				1328	5.27	45.44	3.21		
		1.18				1328	5.27	45.44	3.21	0.15	0.12
16	82/82	1.18	50.74	10.05	173	1276	5.19	47.75	3.40		
		1.18				1276	5.19	47.75	3.40		
		1.18				666	4.46	39.46	3.28		
		1.18				666	4.46	39.46	3.28		
16	82/82	1.18	50.74	10.05	199	1286	5.21	47.65	3.38		
		1.18				1286	5.21	47.65	3.38		
		1.18				673	4.46	39.37	3.27		
		1.18				673	4.46	39.37	3.27	0.19	0.13
17	82/82	1.18	54.92	10.05	451	1449	5.34	43.77	3.06		
		1.18				757	4.00	38.51	3.55		

Πίνακας 10 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (2)

		1.18			837	4.53	38.51	3.17		
		1.18			1455	5.42	46.03	3.16		
17	82/82	1.18	54.92	10.05	477	1457	5.36	43.67	3.05	
		1.18			765	4.00	38.43	3.54		
		1.18			844	4.53	38.43	3.16		
		1.18			1462	5.44	45.53	3.15	0.12	0.10
18	82/82	1.18	50.74	10.05	225	1295	5.22	47.54	3.37	
		1.18			1295	5.22	47.54	3.37		
		1.18			681	4.47	39.29	3.26		
		1.18			681	4.47	39.29	3.26		
18	82/82	1.18	50.74	10.05	251	1305	5.24	45.70	3.24	
		1.18			1305	5.24	45.70	3.24		
		1.18			688	4.47	39.20	3.25		
		1.18			688	4.47	39.20	3.25	0.10	0.09
19	100/25	1.18	26.64	10.05	150	132	7.57	53.76	2.70	
		1.18			584	5.21	37.64	2.74		
		1.18			132	7.57	53.76	2.70		
		1.18			584	5.21	37.64	2.74		
19	100/25	1.18	26.64	10.05	165	133	7.60	53.59	2.68	
		1.18			590	5.21	37.51	2.73		
		1.18			133	7.60	53.59	2.68		
		1.18			590	5.21	37.51	2.73	0.10	0.06
20	25/100	1.18	20.00	10.05	96	423	4.50	50.93	4.11	
		1.18			95	8.40	58.57	2.66		
		1.18			423	4.50	50.93	4.11		
		1.18			95	8.40	58.57	2.66		
20	25/100	1.18	20.00	10.05	111	428	4.51	50.77	4.09	
		1.18			96	8.43	58.39	2.64		
		1.18			428	4.51	50.77	4.09		
		1.18			96	8.43	58.39	2.64	0.35	0.15
21	141/150	1.18	75.39	55.29	382	4362	4.81	49.35	3.75	
		1.18			4223	4.71	50.69	3.92		
		1.18			2157	4.58	44.65	3.59		
		1.18			1933	4.44	44.87	3.70		
21	141/150	1.18	75.39	55.29	439	4413	4.81	49.28	3.75	
		1.18			4270	4.71	50.62	3.91		
		1.18			2188	4.58	44.53	3.58		
		1.18			1962	4.44	44.80	3.69	0.41	0.11
22	25/25	1.18	6.16	10.05	-2	26	8.11	58.08	2.72	
		1.18			26	8.11	58.08	2.72		
		1.18			26	8.11	58.08	2.72		
		1.18			26	8.11	58.08	2.72		
22	25/25	1.18	6.16	10.05	2	26	8.15	57.98	2.71	
		1.18			26	8.15	57.98	2.71		
		1.18			26	8.15	57.98	2.71		
		1.18			26	8.15	57.98	2.71	0.02	0.00
23	25/25	1.18	6.16	10.05	-2	26	8.11	58.08	2.72	
		1.18			26	8.11	58.08	2.72		
		1.18			26	8.11	58.08	2.72		
		1.18			26	8.11	58.08	2.72		
23	25/25	1.18	6.16	10.05	2	26	8.15	57.99	2.71	
		1.18			26	8.15	57.99	2.71		
		1.18			26	8.15	57.99	2.71		
		1.18			26	8.15	57.99	2.71	0.02	0.00
24	25/25	1.18	6.16	10.05	2	26	8.15	57.99	2.71	
		1.18			26	8.15	57.99	2.71		
		1.18			26	8.15	57.99	2.71		
		1.18			26	8.15	57.99	2.71		
24	25/25	1.18	6.16	10.05	6	26	8.17	57.81	2.69	
		1.18			26	8.17	57.81	2.69		
		1.18			26	8.17	57.81	2.69		
		1.18			26	8.17	57.81	2.69	0.19	0.03
25	25/25	1.18	6.16	10.05	2	26	8.15	58.00	2.71	
		1.18			26	8.15	58.00	2.71		
		1.18			26	8.15	58.00	2.71		
		1.18			26	8.15	58.00	2.71		
25	25/25	1.18	6.16	10.05	5	26	8.17	57.82	2.69	
		1.18			26	8.17	57.82	2.69		
		1.18			26	8.17	57.82	2.69		
		1.18			26	8.17	57.82	2.69	0.04	0.01

Πίνακας 11 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (3)

26	25/25	1.18	6.16	10.05	-0	26	8.13	58.08	2.72		
		1.18				26	8.13	58.08	2.72		
		1.18				26	8.13	58.08	2.72		
		1.18				26	8.13	58.08	2.72		
26	25/25	1.18	6.16	10.05	3	26	8.16	57.92	2.70		
		1.18				26	8.16	57.92	2.70		
		1.18				26	8.16	57.92	2.70		
		1.18				26	8.16	57.92	2.70		
27	40/25	0.88	9.24	15.08	100	48	7.52	51.20	2.60	0.16	0.03
		1.18				82	5.87	56.48	3.54		
		0.88				48	7.52	51.20	2.60		
		1.18				82	5.87	56.48	3.54		
27	40/25	0.88	9.24	15.08	106	48	7.54	51.05	2.59		
		1.18				83	5.88	56.30	3.52		
		0.88				48	7.54	51.05	2.59		
		1.18				83	5.88	56.30	3.52	0.09	0.02
28	82/82	1.18	50.74	10.05	227	1296	5.22	47.54	3.37		
		1.18				681	4.47	39.28	3.26		
		1.18				681	4.47	39.28	3.26		
		1.18				1296	5.22	47.54	3.37		
28	82/82	1.18	50.74	10.05	253	1305	5.24	45.69	3.24		
		1.18				689	4.47	39.20	3.25		
		1.18				689	4.47	39.20	3.25		
		1.18				1305	5.24	45.69	3.24	0.10	0.11
29	25/25	1.18	6.16	10.05	-4	26	8.10	58.08	2.72		
		1.18				26	8.10	58.08	2.72		
		1.18				26	8.10	58.08	2.72		
		1.18				26	8.10	58.08	2.72		
29	25/25	1.18	6.16	10.05	-0	26	8.13	58.08	2.72		
		1.18				26	8.13	58.08	2.72		
		1.18				26	8.13	58.08	2.72		
		1.18				26	8.13	58.08	2.72	0.05	0.01

Μέγιστοι συντελεστές επάρκειας υποστυλ. στάθμης 2: λΜ = 0.41, λV = 0.23

Πίνακας 12 Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (4)

ΣΤΑΘΜΗ 3											
Y	Diast.	Is	As	Asw	Nd	My	Θy	Θu	m	ΔM	ΔV
	cm/cm	m	cm ²	cm ² /m	KN	KNm	μrad	μrad			
1	82/82	1.49	53.28	10.05	558	759	3.53	40.30	4.14		
		1.60				1465	4.91	50.17	3.74		
		1.49				1465	4.88	48.93	3.67		
		1.60				759	3.52	41.33	4.25		
1	82/82	1.49	53.28	10.05	593	768	3.53	40.19	4.13		
		1.60				1475	4.93	50.02	3.71		
		1.49				1475	4.90	48.79	3.65		
		1.60				768	3.52	41.21	4.23	0.24	0.25
2	80/25	1.60	22.37	10.05	478	138	9.53	54.13	2.23		
		1.12				483	4.64	34.56	2.82		
		1.60				138	9.53	54.13	2.23		
		1.12				483	4.64	34.56	2.82		
2	80/25	1.60	22.37	10.05	494	139	9.57	53.89	2.21		
		1.12				487	4.64	34.41	2.80		
		1.60				139	9.57	53.89	2.21		
		1.12				487	4.64	34.41	2.80	0.22	0.27
3	110/25	1.25	31.42	10.05	494	180	8.56	51.17	2.33		
		1.60				893	4.50	35.50	2.97		
		1.25				180	8.56	51.17	2.33		
		1.60				893	4.50	35.50	2.97		
3	110/25	1.25	31.42	10.05	516	182	8.59	50.95	2.31		
		1.60				901	4.51	35.35	2.95		
		1.25				182	8.59	50.95	2.31		
		1.60				901	4.51	35.35	2.95	0.30	0.45
4	82/82	1.25	54.92	10.05	696	905	4.54	38.40	3.15		
		1.25				825	4.00	38.40	3.54		
		1.25				1520	5.47	43.63	2.99		
		1.25				1514	5.42	45.89	3.15		
4	82/82	1.25	54.92	10.05	731	915	4.55	38.29	3.14		
		1.25				834	4.00	38.29	3.52		
		1.25				1530	5.49	43.51	2.97		
		1.25				1519	5.40	45.76	3.16	0.29	0.42
5	82/82	1.60	50.74	10.05	189	671	3.85	43.72	4.12		
		1.25				1282	5.19	48.52	3.45		
		1.60				1282	5.21	52.91	3.72		
		1.25				671	3.93	40.09	3.73		
5	82/82	1.60	50.74	10.05	224	681	3.85	43.60	4.10		
		1.25				1295	5.21	48.38	3.43		
		1.60				1295	5.23	52.76	3.70		
		1.25				681	3.93	39.98	3.72	0.29	0.24
6	82/82	1.60	50.74	10.05	569	777	3.91	42.37	3.95		
		1.60				777	3.91	42.37	3.95		
		1.60				1405	5.45	49.39	3.35		
		1.60				1405	5.45	49.39	3.35		
6	82/82	1.60	50.74	10.05	603	787	3.92	42.25	3.93		
		1.60				787	3.92	42.25	3.93		
		1.60				1415	5.48	49.24	3.33		
		1.60				1415	5.48	49.24	3.33	0.30	0.25
7	35/35	1.25	15.71	10.05	317	145	6.91	46.44	2.57		
		1.25				145	6.91	46.44	2.57		
		1.25				145	6.91	46.44	2.57		
		1.25				145	6.91	46.44	2.57		
7	35/35	1.25	15.71	10.05	326	146	6.94	46.23	2.55		
		1.25				146	6.94	46.23	2.55		
		1.25				146	6.94	46.23	2.55		
		1.25				146	6.94	46.23	2.55	0.19	0.09
8	25/80	1.25	26.64	10.05	397	529	4.66	36.30	2.93		
		1.12				147	8.09	48.91	2.35		
		1.25				529	4.66	36.30	2.93		
		1.12				147	8.09	48.91	2.35		
8	25/80	1.25	26.64	10.05	412	533	4.67	36.14	2.91		
		1.12				148	8.12	48.70	2.33		
		1.25				533	4.67	36.14	2.91		
		1.12				148	8.12	48.70	2.33	0.20	0.23

Πίνακας 13 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (5)

9	25/100	1.60	26.64	10.05	102	564	4.31	42.20	3.60		
		1.25				127	7.66	66.25	3.22		
		1.60				564	4.31	42.20	3.60		
		1.25				127	7.66	66.25	3.22		
9	25/100	1.60	26.64	10.05	122	573	4.32	42.02	3.58		
		1.25				129	7.70	65.96	3.19		
		1.60				573	4.32	42.02	3.58		
		1.25				129	7.70	65.96	3.19	0.20	0.29
10	25/110	1.60	31.42	10.05	586	927	4.53	34.86	2.90		
		1.25				186	8.71	50.24	2.26		
		1.60				927	4.53	34.86	2.90		
		1.25				186	8.71	50.24	2.26		
10	25/110	1.60	31.42	10.05	608	935	4.54	34.70	2.88		
		1.25				187	8.75	50.02	2.24		
		1.60				935	4.54	34.70	2.88		
		1.25				187	8.75	50.02	2.24	0.30	0.44
11	25/100	1.25	26.64	10.05	478	705	4.57	33.72	2.79		
		1.25				160	8.34	50.88	2.37		
		1.25				705	4.57	33.72	2.79		
		1.25				160	8.34	50.88	2.37		
11	25/100	1.25	26.64	10.05	498	711	4.58	33.57	2.78		
		1.25				161	8.37	50.66	2.35		
		1.25				711	4.58	33.57	2.78		
		1.25				161	8.37	50.66	2.35	0.21	0.25
12	100/25	1.25	26.64	10.05	456	158	8.30	51.12	2.39		
		1.60				697	4.48	36.95	3.08		
		1.25				158	8.30	51.12	2.39		
		1.60				697	4.48	36.95	3.08		
12	100/25	1.25	26.64	10.05	476	160	8.33	50.90	2.37		
		1.60				704	4.49	36.79	3.07		
		1.25				160	8.33	50.90	2.37		
		1.60				704	4.49	36.79	3.07	0.17	0.20
13	82/82	1.60	50.74	10.05	214	1292	5.22	52.80	3.70		
		1.25				1292	5.20	48.42	3.44		
		1.60				678	3.85	43.63	4.11		
		1.25				678	3.93	40.01	3.72		
13	82/82	1.60	50.74	10.05	249	1304	5.24	50.71	3.56		
		1.25				1304	5.22	46.50	3.30		
		1.60				688	3.86	43.51	4.09		
		1.25				688	3.94	39.89	3.71	0.21	0.21
14	68/68	1.25	39.93	10.05	688	580	4.11	41.33	3.69		
		1.12				885	5.63	44.15	2.95		
		1.25				878	5.67	45.82	3.02		
		1.12				581	4.12	38.69	3.46		
14	68/68	1.25	39.93	10.05	715	586	4.11	41.20	3.67		
		1.12				888	5.60	44.01	2.95		
		1.25				881	5.65	45.67	3.03		
		1.12				587	4.13	38.57	3.45	0.19	0.17
15	82/82	1.25	50.74	10.05	500	758	3.97	39.07	3.61		
		1.25				758	3.97	39.07	3.61		
		1.25				1385	5.36	45.54	3.16		
		1.25				1385	5.36	45.54	3.16		
15	82/82	1.25	50.74	10.05	535	768	3.98	38.96	3.60		
		1.25				768	3.98	38.96	3.60		
		1.25				1396	5.39	45.41	3.14	0.34	0.34
		1.25				1396	5.39	45.41	3.14		
16	82/82	1.25	50.74	10.05	371	1346	5.29	46.03	3.23		
		1.35				1346	5.28	47.30	3.32		
		1.25				722	3.96	39.49	3.66		
		1.35				722	3.92	40.57	3.79		
16	82/82	1.25	50.74	10.05	406	1357	5.31	45.90	3.21		
		1.35				1357	5.30	47.16	3.30		
		1.25				732	3.96	39.38	3.65		
		1.35				732	3.92	40.46	3.77	0.32	0.32
17	82/82	1.25	54.92	10.05	651	1508	5.45	43.80	3.01		
		1.25				812	3.99	38.54	3.55		
		1.25				892	4.53	38.54	3.17		
		1.25				1508	5.45	46.06	3.15		
17	82/82	1.25	54.92	10.05	686	1517	5.47	43.67	3.00		
		1.25				822	4.00	38.43	3.54		

Πίνακας 14 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (6)

		1.25		902	4.54	38.43	3.15		
		1.25		1513	5.43	45.93	3.15	0.39	0.48
18	82/82	1.50	50.74	10.05	497	1384	5.38	48.68	3.35
		1.35			1384	5.36	46.80	3.24	
		1.50			757	3.90	41.76	3.90	
		1.35			757	3.94	40.15	3.73	
18	82/82	1.50	50.74	10.05	531	1395	5.40	48.54	3.33
		1.35			1395	5.38	46.67	3.22	
		1.50			767	3.91	41.64	3.88	
		1.35			767	3.94	40.04	3.72	0.30 0.22
19	100/25	1.25	26.64	10.05	381	153	8.16	51.98	2.46
		1.60			672	4.44	39.68	3.31	
		1.25			153	8.16	51.98	2.46	
		1.60			672	4.44	39.68	3.31	
19	100/25	1.25	26.64	10.05	401	154	8.20	51.75	2.44
		1.60			678	4.45	37.40	3.13	
		1.25			154	8.20	51.75	2.44	
		1.60			678	4.45	37.40	3.13	0.29 0.31
20	82/82	1.25	50.74	10.05	434	1365	5.33	45.79	3.20
		1.25			740	3.96	39.29	3.64	
		1.25			740	3.96	39.29	3.64	
		1.25			1365	5.33	45.79	3.20	
20	82/82	1.25	50.74	10.05	469	1376	5.35	45.66	3.18
		1.25			750	3.97	39.17	3.62	
		1.25			750	3.97	39.17	3.62	
		1.25			1376	5.35	45.66	3.18	0.30 0.25
22	25/100	1.35	20.00	10.05	108	427	4.42	53.11	4.34
		1.60			96	9.88	64.83	2.52	
		1.35			427	4.42	53.11	4.34	
		1.60			96	9.88	64.83	2.52	
22	25/100	1.35	20.00	10.05	128	434	4.43	52.89	4.31
		1.60			98	9.93	64.56	2.50	
		1.35			434	4.43	52.89	4.31	
		1.60			98	9.93	64.56	2.50	0.35 0.20
23	141/150	1.35	75.39	69.12	287	4277	4.55	54.66	4.34
		1.35			4139	4.47	56.23	4.52	
		1.35			2104	4.30	49.45	4.16	
		1.35			1884	4.19	49.76	4.29	
23	141/150	1.35	75.39	69.12	364	4346	4.56	54.55	4.32
		1.35			4207	4.48	56.12	4.51	
		1.35			2147	4.31	49.36	4.15	
		1.35			1923	4.19	49.67	4.28	0.37 0.40
24	40/25	1.35	9.24	15.08	80	46	9.07	59.90	2.53
		1.60			79	6.54	63.33	3.56	
		1.35			46	9.07	59.90	2.53	
		1.60			79	6.54	63.33	3.56	
24	40/25	1.35	9.24	15.08	88	47	9.12	59.65	2.51
		1.60			80	6.57	63.06	3.53	
		1.35			47	9.12	59.65	2.51	
		1.60			80	6.57	63.06	3.53	0.25 0.08

Μέγιστοι συντελεστές επάρκειας υποστυλ. στάθμης 3: λΜ = 0.39, λΝ = 0.48

Πίνακας 15 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (7)

ΣΤΑΘΜΗ 4											
Y	Diast.	Is	As	Asw	Nd	My	Θy	Θu	m	ΔM	ΔV
	cm/cm	m	cm ²	cm ² /m	KN	KNm	μrad	μrad			
1	82/82	1.63	40.56	10.05	318	596	3.86	41.98	3.96		
		1.28				1108	5.14	49.75	3.50		
		1.63				1108	5.17	53.06	3.76		
		1.28				596	3.92	38.58	3.61		
1	82/82	1.63	40.56	10.05	354	606	3.86	41.86	3.95		
		1.28				1122	5.16	49.61	3.47		
		1.63				1122	5.19	52.90	3.73		
		1.28				606	3.93	38.46	3.60	0.11	0.07
2	80/25	1.63	18.35	10.05	298	112	9.06	63.36	2.67		
		1.15				374	4.50	37.23	3.09		
		1.63				112	9.06	63.36	2.67		
		1.15				374	4.50	37.23	3.09		
2	80/25	1.63	18.35	10.05	315	113	9.10	63.07	2.64		
		1.15				378	4.51	37.06	3.07		
		1.63				113	9.10	63.07	2.64		
		1.15				378	4.51	37.06	3.07	0.26	0.26
3	110/25	0.93	25.13	10.05	252	137	7.13	54.42	2.88		
		1.28				659	4.51	37.01	3.07		
		0.93				137	7.13	54.42	2.88		
		1.28				659	4.51	37.01	3.07		
3	110/25	0.93	25.13	10.05	269	139	7.15	54.22	2.86		
		1.28				667	4.52	36.88	3.05		
		0.93				139	7.15	54.22	2.86		
		1.28				667	4.52	36.88	3.05	0.34	0.49
4	82/82	0.93	43.54	10.05	340	672	4.72	34.55	2.77		
		0.93				613	4.71	34.12	2.75		
		0.93				1170	5.34	42.17	2.97		
		0.93				1185	5.39	42.42	2.96		
4	82/82	0.93	43.54	10.05	368	680	4.73	34.47	2.76		
		0.93				621	4.72	34.04	2.74		
		0.93				1180	5.35	42.07	2.95		
		0.93				1195	5.40	42.32	2.94	0.36	0.41
5	82/82	1.28	40.56	10.05	87	529	3.89	44.31	4.13		
		1.28				1016	5.01	49.70	3.64		
		1.28				1016	5.01	49.70	3.64		
		1.28				529	3.89	44.31	4.13		
5	82/82	1.28	40.56	10.05	123	539	3.89	44.18	4.12		
		1.28				1031	5.03	49.55	3.62		
		1.28				1031	5.03	49.55	3.62		
		1.28				539	3.89	44.18	4.12	0.25	0.18
6	82/82	1.63	40.56	10.05	335	601	3.86	41.92	3.95		
		1.28				601	3.92	38.52	3.61		
		1.63				1115	5.18	52.99	3.74		
		1.28				1115	5.15	48.69	3.48		
6	82/82	1.63	40.56	10.05	370	611	3.87	41.80	3.94		
		1.28				611	3.93	38.41	3.59		
		1.63				1128	5.20	52.83	3.72		
		1.28				1128	5.17	48.54	3.46	0.15	0.14
7	35/35	1.28	15.71	10.05	185	128	6.66	49.76	2.82		
		1.28				128	6.66	49.76	2.82		
		1.28				128	6.66	49.76	2.82		
		1.28				128	6.66	49.76	2.82		
7	35/35	1.28	15.71	10.05	195	130	6.68	49.54	2.80		
		1.28				130	6.68	49.54	2.80		
		1.28				130	6.68	49.54	2.80		
		1.28				130	6.68	49.54	2.80	0.17	0.08
8	25/80	1.28	21.55	10.05	202	397	4.51	41.97	3.44		
		1.15				116	7.67	58.14	2.86		
		1.28				397	4.51	41.97	3.44		
		1.15				116	7.67	58.14	2.86		
8	25/80	1.28	21.55	10.05	218	401	4.52	41.78	3.42		
		1.15				117	7.71	57.88	2.84		
		1.28				401	4.52	41.78	3.42		
		1.15				117	7.71	57.88	2.84	0.28	0.28
9	25/100	1.63	19.98	10.05	25	400	4.21	43.26	3.75		
		1.28				92	7.41	63.83	3.21		
		1.63				400	4.21	43.26	3.75		

Πίνακας 16 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (8)

		1.28			92	7.41	63.83	3.21		
9	25/100	1.63	19.98	10.05	45	410	4.23	43.06	3.73	
		1.28			94	7.45	63.55	3.18		
		1.63			410	4.23	43.06	3.73		
		1.28			94	7.45	63.55	3.18	0.42	0.42
10	25/110	1.28	25.13	10.05	313	685	4.54	36.55	3.02	
		0.93			143	7.22	53.75	2.82		
		1.28			685	4.54	36.55	3.02		
		0.93			143	7.22	53.75	2.82		
10	25/110	1.28	25.13	10.05	331	692	4.54	36.42	3.01	
		0.93			145	7.24	53.56	2.80		
		1.28			692	4.54	36.42	3.01		
		0.93			145	7.24	53.56	2.80	0.38	0.52
11	25/100	1.28	21.55	10.05	259	527	4.44	38.78	3.24	
		1.28			122	7.92	60.08	2.86		
		1.28			527	4.44	38.78	3.24		
		1.28			122	7.92	60.08	2.86		
11	25/100	1.28	21.55	10.05	279	535	4.45	38.60	3.22	
		1.28			124	7.96	59.81	2.84		
		1.28			535	4.45	38.60	3.22		
		1.28			124	7.96	59.81	2.84	0.19	0.23
12	100/25	1.28	21.55	10.05	276	124	7.96	59.86	2.84	
		1.63			534	4.36	42.04	3.55		
		1.28			124	7.96	59.86	2.84		
		1.63			534	4.36	42.04	3.55		
12	100/25	1.28	21.55	10.05	296	126	7.99	59.59	2.82	
		1.63			541	4.37	41.85	3.53		
		1.28			126	7.99	59.59	2.82		
		1.63			541	4.37	41.85	3.53	0.13	0.13
13	82/82	1.63	40.56	10.05	70	1009	5.01	54.16	3.94	
		1.28			1009	5.00	49.77	3.65		
		1.63			524	3.81	48.29	4.56		
		1.28			524	3.88	44.37	4.14		
13	82/82	1.63	40.56	10.05	106	1024	5.03	54.00	3.91	
		1.28			1024	5.02	49.62	3.63		
		1.63			534	3.82	48.15	4.54		
		1.28			534	3.89	44.24	4.13	0.17	0.13
14	68/68	1.28	34.68	10.05	482	472	4.04	40.55	3.68	
		1.15			769	5.48	46.57	3.17		
		1.28			769	5.51	48.27	3.25		
		1.15			472	4.06	39.12	3.55		
14	68/68	1.28	34.68	10.05	509	479	4.05	40.41	3.66	
		1.15			775	5.50	46.41	3.15		
		1.28			775	5.53	48.11	3.23		
		1.15			479	4.06	38.99	3.53	0.27	0.19
15	82/82	0.93	40.56	10.05	280	585	4.70	34.61	2.79	
		0.93			585	4.70	34.61	2.79		
		0.93			1094	5.31	43.74	3.08		
		0.93			1094	5.31	43.74	3.08		
15	82/82	0.93	40.56	10.05	308	593	4.71	34.53	2.78	
		0.93			593	4.71	34.53	2.78		
		0.93			1104	5.32	43.63	3.07		
		0.93			1104	5.32	43.63	3.07	0.39	0.34
16	82/82	0.93	50.74	10.05	223	1295	5.38	43.69	3.04	
		1.03			1295	5.29	45.28	3.18		
		0.93			680	4.70	36.10	2.89		
		1.03			680	4.59	37.41	3.05		
16	82/82	0.93	50.74	10.05	251	1305	5.39	41.98	2.93	
		1.03			1305	5.31	43.51	3.07		
		0.93			688	4.71	36.01	2.88		
		1.03			688	4.59	37.33	3.04	0.44	0.51
17	82/82	0.93	43.54	10.05	297	1153	5.32	42.32	2.99	
		0.93			601	4.70	34.25	2.76		
		0.93			659	4.72	34.67	2.78		
		0.93			1169	5.37	44.58	3.10		
17	82/82	0.93	43.54	10.05	325	1164	5.33	42.22	2.97	
		0.93			609	4.71	34.17	2.75		
		0.93			667	4.72	34.59	2.78		
		0.93			1179	5.38	44.48	3.09	0.34	0.33
18	82/82	1.54	40.56	10.05	259	1085	5.11	52.27	3.74	

Πίνακας 17 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (9)

		1.38			1085	5.10	50.30	3.62		
		1.54			579	3.85	41.36	3.91		
		1.38			579	3.88	39.80	3.75		
18	82/82	1.54	40.56	10.05	294	1099	5.13	52.12	3.72	
		1.38			1099	5.12	50.16	3.60		
		1.54			589	3.86	41.24	3.90		
		1.38			589	3.88	39.68	3.74	0.15	0.11
19	100/25	1.28	21.55	10.05	163	113	7.74	61.37	2.98	
		1.63			490	4.30	43.10	3.67		
		1.28			113	7.74	61.37	2.98		
		1.63			490	4.30	43.10	3.67		
19	100/25	1.28	21.55	10.05	184	115	7.77	61.09	2.95	
		1.63			498	4.31	42.91	3.65		
		1.28			115	7.77	61.09	2.95		
		1.63			498	4.31	42.91	3.65	0.21	0.22
20	82/82	1.28	40.56	10.05	260	1086	5.11	48.99	3.53	
		1.28			579	3.91	38.76	3.64		
		1.28			579	3.91	38.76	3.64		
20	82/82	1.28	40.56	10.05	296	1086	5.11	48.99	3.53	
		1.28			1100	5.13	48.85	3.51		
		1.28			590	3.92	38.65	3.62		
		1.28			590	3.92	38.65	3.62		
22	25/100	1.38	20.00	10.05	50	408	4.38	54.24	4.46	0.19
		1.63			91	9.83	66.12	2.57		
		1.38			408	4.38	54.24	4.46		
		1.63			91	9.83	66.12	2.57		
22	25/100	1.38	20.00	10.05	70	414	4.39	54.01	4.44	
		1.63			93	9.89	65.84	2.55		
		1.38			414	4.39	54.01	4.44		
		1.63			93	9.89	65.84	2.55	0.14	0.05
23	141/150	1.38	75.39	55.29	141	4137	4.55	52.36	4.17	
		1.38			4007	4.48	53.73	4.34		
		1.38			2022	4.29	47.38	4.01		
		1.38			1810	4.18	47.60	4.13		
23	141/150	1.38	75.39	55.29	220	4213	4.56	52.26	4.15	
		1.38			4078	4.49	53.68	4.32		
		1.38			2066	4.29	47.28	4.00		
		1.38			1850	4.19	47.51	4.12	0.14	0.13
24	40/25	1.28	9.24	15.08	53	44	8.69	59.69	2.62	
		1.63			75	6.52	64.70	3.64		
		1.28			44	8.69	59.69	2.62		
		1.63			75	6.52	64.70	3.64		
24	40/25	1.28	9.24	15.08	61	44	8.74	59.44	2.60	
		1.63			76	6.54	64.42	3.61		
		1.28			44	8.74	59.44	2.60		
		1.63			76	6.54	64.42	3.61	0.31	0.08

Μέγιστοι συντελεστές επάρκειας υποστυλ. στάθμης 4: $\lambda_M = 0.44$, $\lambda_V = 0.52$

Πίνακας 18 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (10)

ΣΤΑΘΜΗ 5										
Y	Diast	Ls	As	Asw	Nd	My	Θy	Θu	m	λM
	cm/cm	m	cm ²	cm ² /m	KN	KNm	μrad	μrad		λV
1	82/82	1.08	33.46	30.16	104	487	4.07	50.18	4.44	
		1.52				844	4.37	64.11	5.22	
		1.08				844	4.44	56.73	4.59	
		1.52				487	3.90	56.71	5.18	
1	82/82	1.08	33.46	30.16	144	499	4.08	50.02	4.42	
		1.52				860	4.39	63.91	5.19	
		1.08				860	4.45	56.55	4.57	
		1.52				499	3.91	56.53	5.15	0.41
2	80/25	1.08	16.00	25.13	119	80	8.14	56.03	2.63	0.17
		1.38				284	4.53	55.70	4.43	
		1.08				80	8.14	56.03	2.63	
		1.38				284	4.53	55.70	4.43	
2	80/25	1.08	16.00	25.13	138	81	8.19	55.76	2.60	
		1.38				290	4.54	55.44	4.40	
		1.08				81	8.19	55.76	2.60	
		1.38				290	4.54	55.44	4.40	0.41
3	25/100	1.83	20.00	10.05	116	430	4.38	58.99	4.82	0.29
		1.38				97	9.11	61.44	2.58	
		1.83				430	4.38	58.99	4.82	
		1.38				97	9.11	61.44	2.58	
3	25/100	1.83	20.00	10.05	139	438	4.40	58.71	4.78	
		1.38				99	9.17	61.15	2.56	
		1.83				438	4.40	58.71	4.78	
		1.38				99	9.17	61.15	2.56	0.27
4	35/35	0.99	12.32	15.08	85	87	5.99	56.62	3.49	0.10
		0.94				87	5.90	55.61	3.48	
		0.99				87	5.99	56.62	3.49	
		0.94				87	5.90	55.61	3.48	
4	35/35	0.99	12.32	15.08	92	88	6.01	56.44	3.46	
		0.94				88	5.92	55.43	3.46	
		0.99				88	6.01	56.44	3.46	
		0.94				88	5.92	55.43	3.46	0.28
5	25/100	1.52	20.00	10.05	61	411	4.35	56.04	4.63	0.11
		1.38				92	8.97	62.15	2.64	
		1.52				411	4.35	56.04	4.63	
		1.38				92	8.97	62.15	2.64	
5	25/100	1.52	20.00	10.05	84	419	4.36	55.77	4.60	
		1.38				94	9.03	61.85	2.62	
		1.52				419	4.36	55.77	4.60	
		1.38				94	9.03	61.85	2.62	0.38
6	100/25	0.98	20.00	30.16	124	98	7.77	54.48	2.67	0.18
		1.28				433	4.46	52.02	4.23	
		0.98				98	7.77	54.48	2.67	
		1.28				433	4.46	52.02	4.23	
6	100/25	0.98	20.00	30.16	140	99	7.80	54.30	2.65	
		1.28				438	4.46	51.84	4.21	
		0.98				99	7.80	54.30	2.65	
		1.28				438	4.46	51.84	4.21	0.19
7	25/80	1.52	16.00	10.05	256	318	4.67	55.74	4.32	0.18
		1.38				91	9.62	58.93	2.38	
		1.52				318	4.67	55.74	4.32	
		1.38				91	9.62	58.93	2.38	
7	25/80	1.52	16.00	10.05	274	323	4.68	55.48	4.29	
		1.38				93	9.67	58.65	2.36	
		1.52				323	4.68	55.48	4.29	
		1.38				93	9.67	58.65	2.36	0.39
8	82/82	1.08	33.46	30.16	83	836	4.43	56.82	4.61	
		1.83				836	4.44	68.38	5.46	
		1.08				481	4.07	50.26	4.45	
		1.83				481	3.91	60.49	5.49	
8	82/82	1.08	33.46	30.16	123	852	4.45	56.64	4.58	
		1.83				852	4.46	68.17	5.42	
		1.08				493	4.07	50.10	4.43	
		1.83				493	3.92	60.30	5.46	0.24

Πίνακας 19 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (11)

9	100/25	0.38	20.00	30.16	5	87	6.17	40.26	2.51		
		1.13				392	4.50	51.12	4.12		
		0.38				87	6.17	40.26	2.51		
		1.13				392	4.50	51.12	4.12		
9	100/25	0.38	20.00	30.16	19	89	6.19	40.14	2.49		
		1.13				397	4.51	50.97	4.10		
		0.38				89	6.19	40.14	2.49		
		1.13				397	4.51	50.97	4.10	0.38	0.26
10	82/82	0.39	33.46	37.70	122	851	7.37	41.74	2.22		
		0.69				492	4.75	45.06	3.50		
		0.39				492	6.45	36.92	2.24		
		0.69				851	5.05	50.94	3.70		
10	82/82	0.39	33.46	37.70	147	861	7.38	41.66	2.22		
		0.69				500	4.75	44.97	3.49		
		0.39				500	6.45	36.85	2.24		
		0.69				861	5.05	50.84	3.69	0.73	0.32

Μέγιστοι συντελεστές επάρκειας υποστύλ. στάθμης 5: $\lambda_M = 0.73$, $\lambda_V = 0.32$

Μέγιστοι συντελεστές επάρκειας υποστύλ. κτιρίου: $\lambda_M = 0.73$, $\lambda_V = 0.52$

Όλα τα υποστυλώματα είναι επαρκή.

Πίνακας 20 - Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων (12)

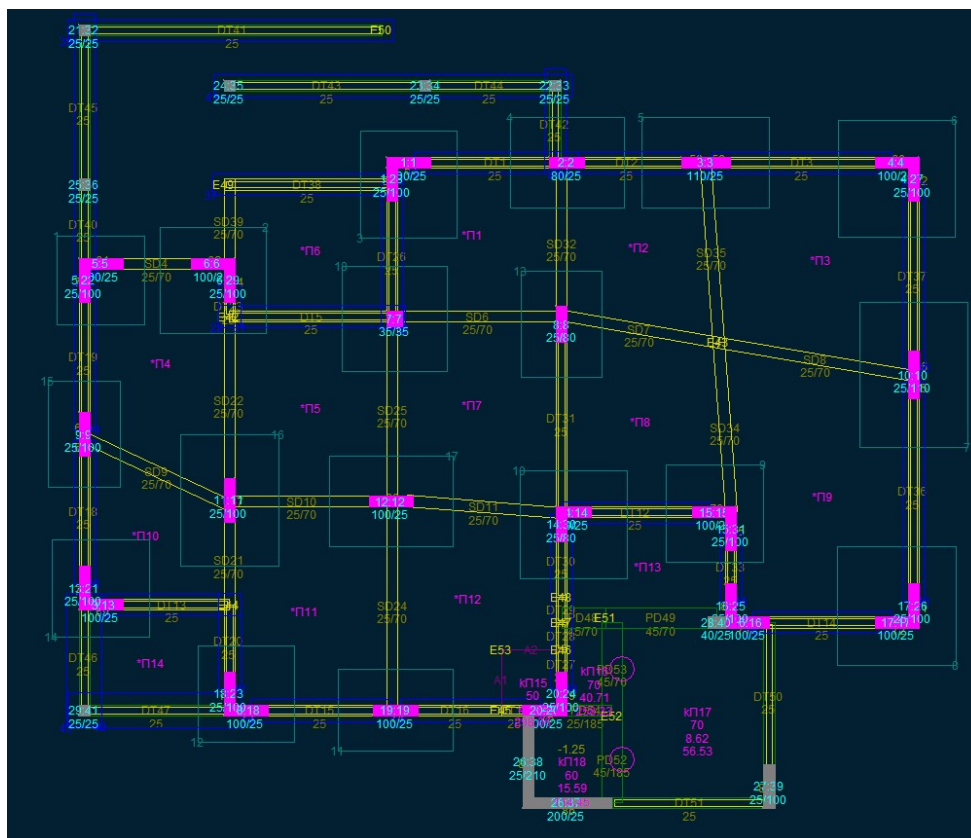
Όπου:

- λ_M ο συντελεστής επάρκειας σε κάμψη
- λ_V ο συντελεστής επάρκειας σε διάτμηση

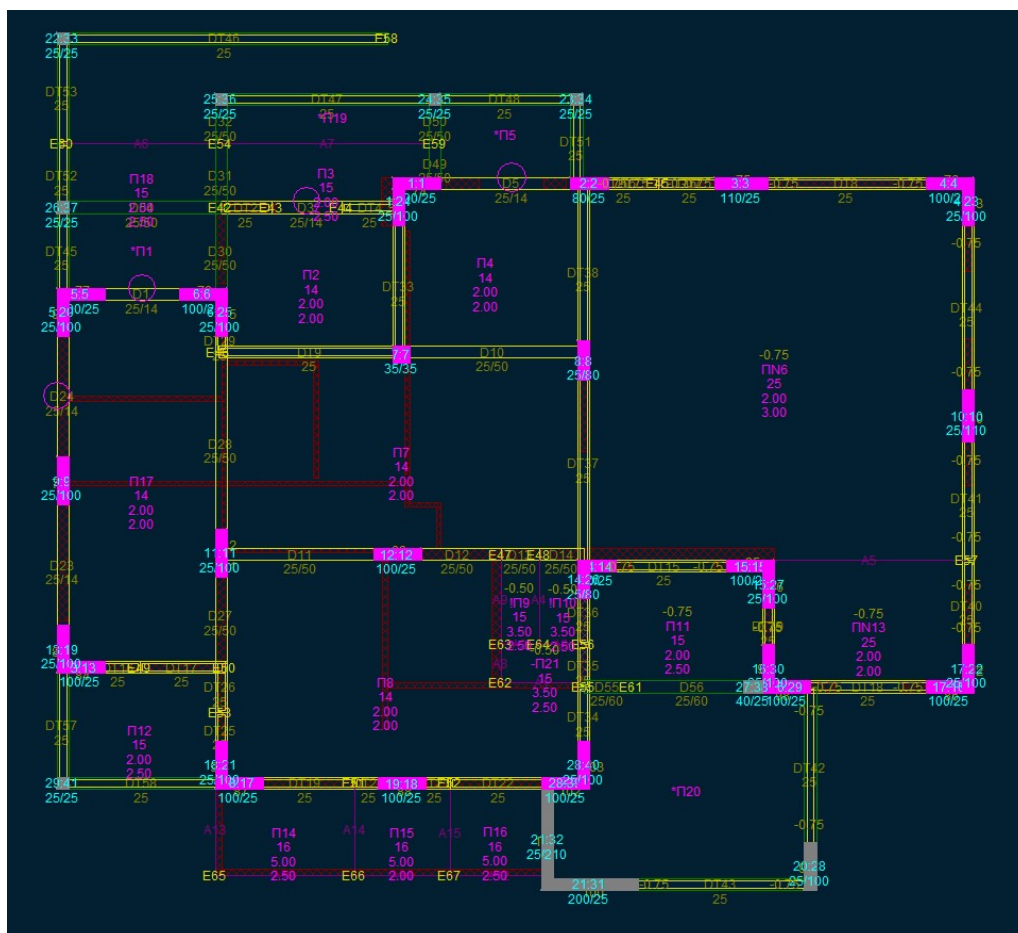
Στα υποστυλώματα αν και δεν παρουσιάστηκαν θέματα αντοχής κατά την ανάλυση θα γίνει ενίσχυση των υποστυλωμάτων τα οποία θα πρέπει να φέρουν τα φορτία των μεταλλικών κατασκευών.

5.7.2 Αποτελέσματα έλεγχου με Ευρωκώδικες

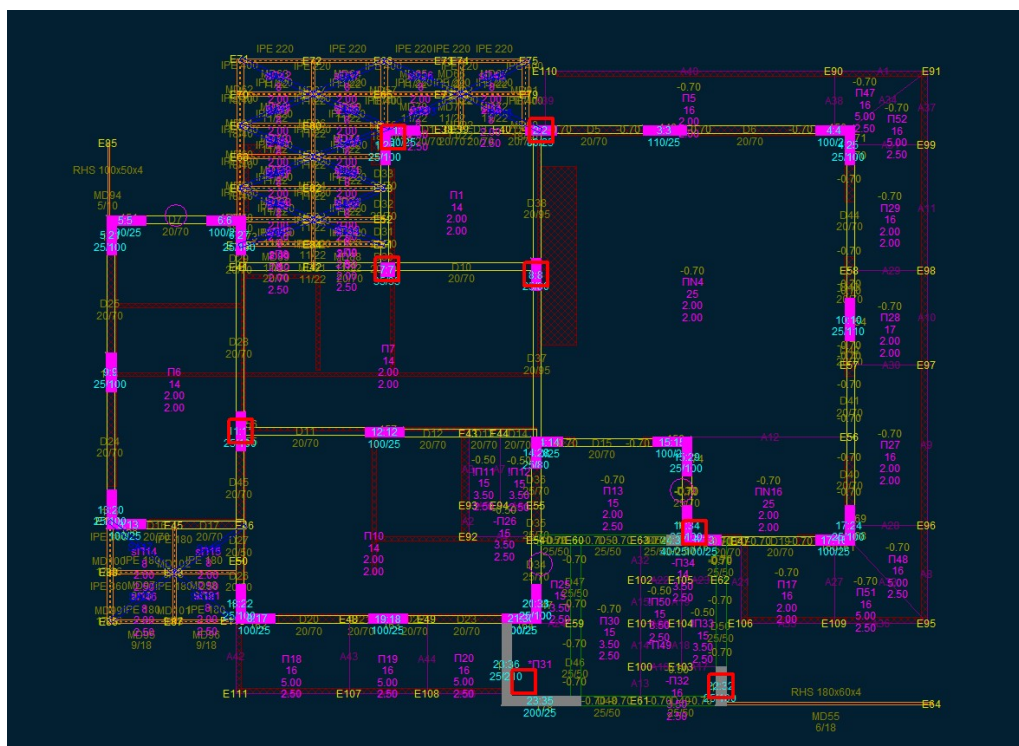
Τα αποτελέσματα της ανάλυσης που παίρνουμε με βάση την αποτίμηση του κτιρίου με τους Ευρωκώδικες δεν απέχουν πολύ από αυτά του ΕΑΚ (βλέπε Εικόνα 60 – Εικόνα 64).



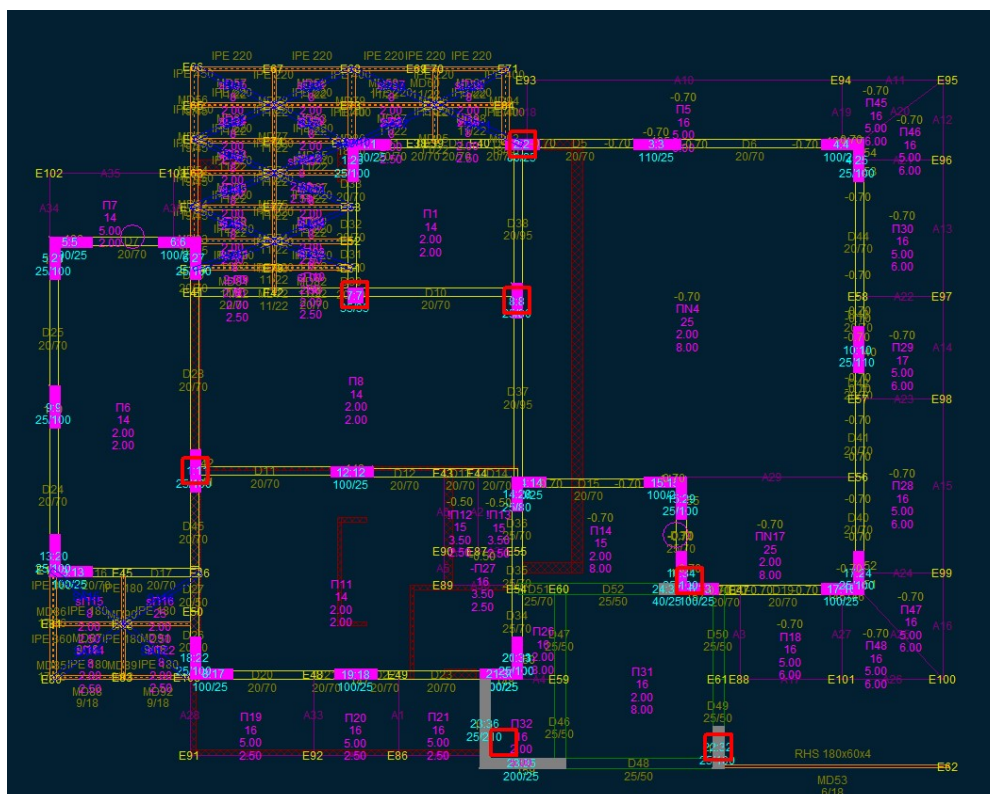
Εικόνα 60 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης θεμελίωσης



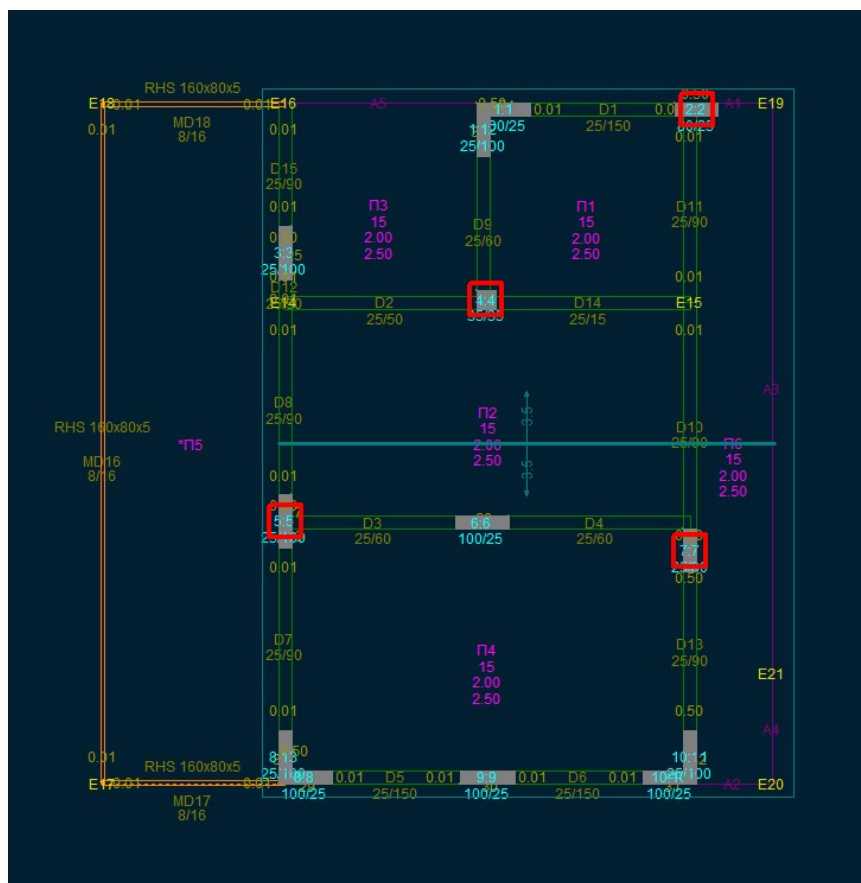
Εικόνα 61 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής υπογείου



Εικόνα 62 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής ισογείου



Εικόνα 63 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμης οροφής Α' ορόφου



Εικόνα 64 - Αποτελέσματα ελέγχου στάθμη οροφής B' ορόφου (προσθήκη)

Σε σύγκριση με την ανάλυση που έγινε με τον ΕΑΚ ο Ευρωκώδικας 8 δεν δίνει διαφορετικά αποτελέσματα όσον αφορά τους λόγους επάρκειας των μελών. Συνολικά έχουμε τις ίδιες αστοχίες στα ίδια δομικά στοιχεία. Η μόνη διαφορά που παρουσιάζει ο Ευρωκώδικας σε σχέση με τον ΕΑΚ είναι στον έλεγχο συνάφειας στα υποστυλώματα (τα κόκκινα τετράγωνα γύρω από τα υποστυλώματα που φαίνονται στις παραπάνω Εικόνες 60-64). Στη συγκεκριμένη περίπτωση κάποια υποστυλώματα θα ενισχυθούν και θα βελτιωθεί το πρόβλημα της συνάφειας, τα υπόλοιπα όμως θα ήταν επιβάρυνση οικονομικά. Οι λόγοι επάρκειας αυτών των μελών είναι ικανοποιητικοί οπότε θα γίνουν κάποιες εργασίες αποκατάστασης για να βελτιωθεί η συνάφεια τους όπως περιγράφονται παρακάτω.

6.Ενισχύσεις

6.1 Κανονισμός Επεμβάσεων

Τα δομικά στοιχεία που αστόχησαν θα ενισχυθούν σύμφωνα με τις διατάξεις του ΚΑΝ.ΕΠΕ. Οι στρατηγικές (τεχνικού χαρακτήρα) επέμβασης σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ στοχεύουν :

- στην αύξηση της αντοχής του κτιρίου
- στην αύξηση της δυσκαμψίας του κτιρίου
- στην αύξηση παραμόρφωσης των μελών (μεγαλύτερη πλαστιμότητα)
- διόρθωση ανεπαρκειών στο κτίσμα
- μείωση των σεισμικών απαιτήσεων (σεισμική μόνωση)

Κάθε κατασκευή εξετάζεται με διαφορετικούς γνώμονες και επιλέγεται η κατηγορία και στρατηγική επέμβασης και ενίσχυσης ανάλογα με οικονομικά και τεχνικά κριτήρια. Στην περίπτωση που εξετάζεται θα γίνουν συνδυαστικές επεμβάσεις με στόχο της αύξησης αντοχής και δυσκαμψίας του κτιρίου.

6.2 Εργασίες αποκατάστασης δομικών στοιχείων

Η οξείδωση των οπλισμών των δομικών στοιχείων λόγω της ενανθράκωσης και της υγρασίας γενικότερα λόγω της μικρής επικάλυψης δημιουργεί προβλήματα στις ενισχύσεις. Η τοποθέτηση νέου σκυροδέματος σε ήδη υπάρχον το οποίο έχει προσβληθεί από την βλάβη αυτή θα πυροδοτήσει ξανά την ενανθράκωση και θα επεκταθεί και στο νέο τμήμα. Απαραίτητη προϋπόθεση λοιπόν πριν τις εργασίες των ενισχύσεων είναι η προστασία των υπαρχόντων οπλισμών και η αποκατάσταση της γεωμετρίας των δομικών στοιχείων.

6.2.1 1^ο Στάδιο αποκατάστασης

Σε πρώτη φάση θα πρέπει να γίνει αφαίρεση σαθρών, χαλαρών στοιχείων και επιδερμίδας σκυροδέματος μειωμένων αντοχών με σκοπό την αποκάλυψη των αναπτυγμάτων των χαλύβδινων οπλισμών στις θέσεις διαρρηξέων και αποτίναξης της ζώνης επικάλυψης. Η αφαίρεση θα πραγματοποιηθεί με οποιοδήποτε δόκιμο και ενδεδειγμένο τρόπο για την περίπτωση(σφυρό-κάλεμο, τροχάκια, αερόσφυρα με μικρό βάρος <6 kg, κλπ).

Θα ακολουθήσει ο καθαρισμός (κυρίως με υδροβολή μέσης προς υψηλή πίεση) των επιφανειών για την αφαίρεση και την απομάκρυνση υπολειμμάτων στις επιφάνειες επέμβασης. Ιδιαίτερη μέριμνα θα γίνει σε επιφάνειες όπου υπάρχει συσσώρευση αλάτων (ανθρακικών και θεικών) και συγκέντρωση ρύπων.

Η τοπική αποκάλυψη οξειδωμένου οπλισμού θα γίνει όσο το δυνατόν περιμετρικά. Η αποκάλυψη θα συνεχιστεί μέχρι να βρεθεί μη σαθρό σκυρόδεμα ή υγής- μη οξειδωμένος οπλισμός.

Στη συνέχεια θα γίνει καθαρισμός με αμμοβολή και δια χειρός (για επεμβάσεις τοπικά). Ο καθαρισμός δια χειρός θα γίνει με προσοχή με τη χρήση συρματοβουρτσα ή με σβουράκι με καμπάνα υπό προϋποθέσεις προς αποφυγή αποδόμησης επιπλέον οπλισμού ή απώλειας νευρώσεων σε χαλύβδινα στοιχεία οπλισμών με νευρώσεις.

Μετά το πέρας του καθαρισμού θα ακολουθήσει επάλειψη των προετοιμασμένων στοιχείων με κονίαμα αντιδιαβρωτικής προστασίας. Με την πάροδο μιας ώρας (ελάχιστος χρόνος αναμονής) θα γίνει επικάλυψη με ενισχυτικό πρόσφυσης στον οπλισμό του στοιχείου και στην ευρύτερη περιοχή της διατομής.

Επί της στρώσης του ενισχυτικού πρόσφυσης που έχει προηγηθεί και όσο αυτό παραμένει νωπό ακολουθεί επισκευή και αποκατάσταση της γεωμετρίας του στοιχείου με ινοπλισμένο κονίαμα για επεμβάσεις.

Σε περιπτώσεις όπου πρέπει να αντιμετωπιστεί η δημιουργία κενού – ‘‘φωλιές’’ ή εσωτερικές κοιλότητες μεγάλου βάθους θα πρέπει να γίνει καθαρισμός των οπλισμών και των σαθρών τμημάτων όπως προαναφέρθηκε με διαβροχή (υδροβολή) του υποστρώματος και απορρόφηση του νερού σε περίπτωση συγκέντρωσης σε εσοχές. Θα εφαρμοστεί ξυλότυπος στη θέση εφαρμογής με προέκταση του και θα γίνει πλήρωση του κενού με χυτό κονίαμα, σταθερού όγκου, αντισταθμιζόμενης συρρίκνωσης, αναλόγως του πάχους ανάπτυξης που απαιτείται, προϊόντα ενός συστατικού ανθεκτικού σε θειικά.

6.2.2 2^ο Στάδιο αποκατάστασης

Σε αυτό το στάδιο θα γίνει πρόληψη για την αντιμετώπιση πιθανών φθορών και αποφυγή της παθολογίας μελλοντικά. Ευρύτερα της ζώνης επισκευής και σε περιοχές όπου δεν έχει προκύψει κάποιο πρόβλημα θα γίνει διάχυση σε μεγάλο βάθος αναστολέας διάβρωσης όγκου. Αποτελεί ουσιαστικά αντιδιαβρωτική προστασία για στοιχεία μη αποκαλυμμένων οπλισμών με δυνατότητα ταυτόχρονα αναβάθμισης δεικτών pH και ανάκτησης βαθμού αλκαλικότητας σκυροδέματος, περιορίζοντας έτσι την περαιτέρω από-παθητικοποίηση του χάλυβα, εξασφαλίζοντας παράλληλα, την αναβάθμιση στο pH του σκυροδέματος στην ευρύτερη περιοχή του στοιχείου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας καλά διαμορφωμένης επίστρωσης αναστολέα διάβρωσης η οποία περιβάλλει τον οπλισμό, όπου διαμορφώνει τελικά, ένα προστατευμένο στρώμα προασπίζοντας τον, με στόχο τη μείωση της έκθεσης της επιφάνειας του σε χλωριόντα, νερό και οξυγόνο εξασφαλίζοντας προστασία αυτόνομα ως μέτρο πρόληψης που διαρκεί.

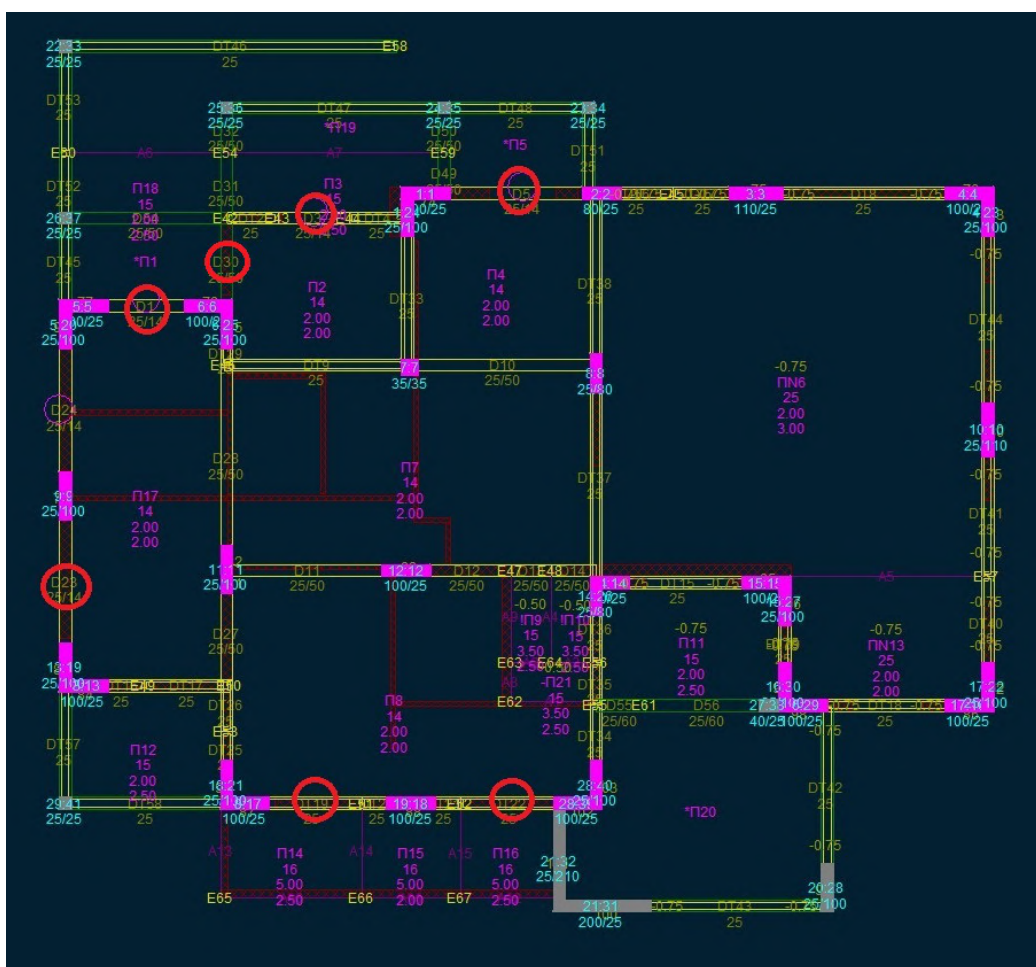
Διάχυση αναστολέα διάβρωσης θα γίνει και επιφανειακά στη μάζα του σκυροδέματος. Θα εφαρμοστεί ως επάλειψη ή μέσω ψεκασμού στις όμορες περιοχές ή στο ευρύτερο δομικό μέλος. Σε υγρή μορφή εφαρμόζεται σε μια ή δυο στρώσεις στην υπάρχουσα επιφάνεια σκυροδέματος. Εκμεταλλεύεται την απορροφητικότητα του υποστρώματος, έλκεται ηλεκτροχημικά από τον οπλισμό και μειώνει-αναστέλλει τη διαδικασία οξείδωσης προσφέροντας μακροχρόνια προστασία στον χαλύβδινο οπλισμό. Μετά την πάροδο δύο ημερών από την εφαρμογή, προληπτικά οι επιφάνειες θα ξεπλυθούν με νερό.

6.3 Στοιχεία που ενισχύονται

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία τα οποία θα πρέπει να ενισχυθούν ώστε να οδηγηθούμε σε λόγους επάρκειας μικρότερους της μονάδας και σε στατική επάρκεια της κατοικίας σε σεισμό.

Παρόλο που τα υποστυλώματα στην αποτίμηση έδειξαν ότι επαρκούν (με λόγους επάρκειας μικρότερους της μονάδας) η αρχιτεκτονική μελέτη απαιτεί αλλαγές οι οποίες δεν είναι εφικτές εάν δεν ενισχυθούν και ορισμένα κρίσιμα υποστυλώματα του κτίσματος. Τα υποστυλώματα που θα ενισχυθούν είναι το K1,K2,K6,K13,K18 από τα οποία μόνο το K2 είναι ορθογωνικής διατομής 80X25 τα υπόλοιπα είναι γωνιακά μορφής ‘Γ’ με διαστάσεις 25/100.

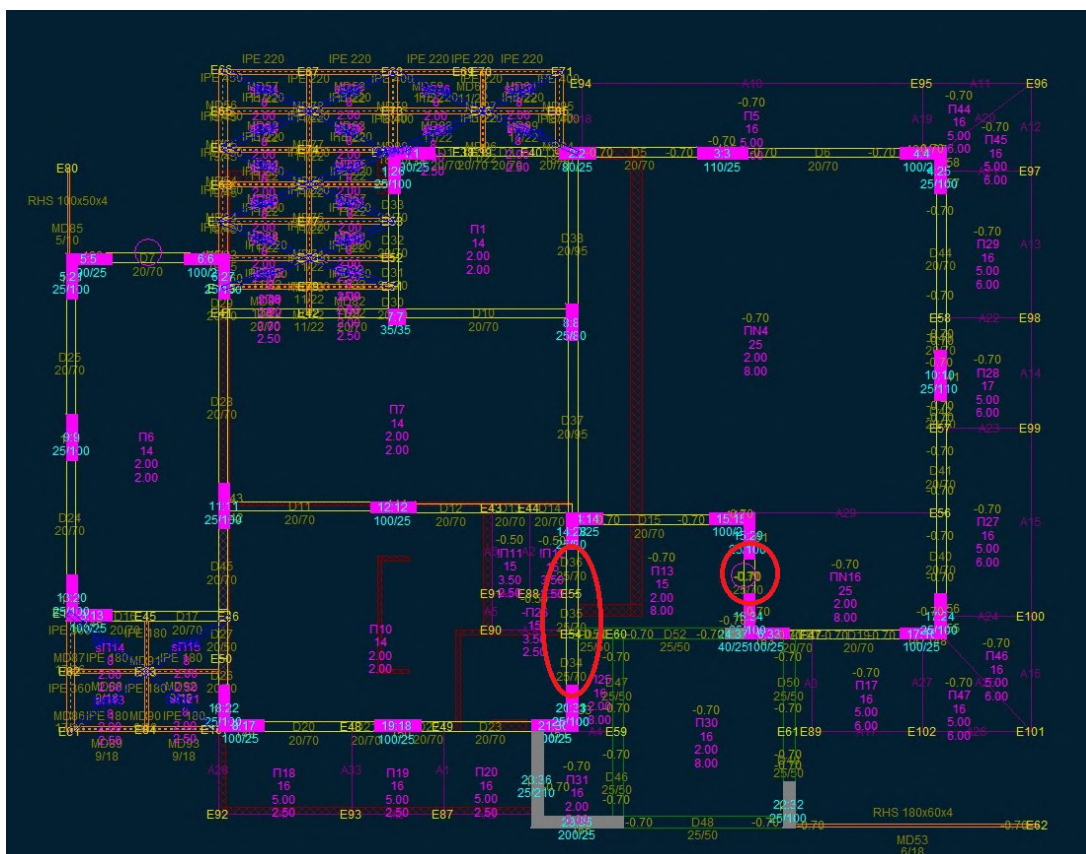
Οι ενισχυμένες ζώνες στο υπόγειο θα γίνουν δοκάρια διαστάσεων 20X40 (βλέπε Εικόνα 65) ώστε να ενισχυθεί η περιοχή και να κρατήσουμε το άνοιγμα για το couerangler που απαιτεί η αρχιτεκτονική πρόταση. Δυο ζώνες στο νότιο τμήμα θα γίνουν τοιχεία υπογείου και θα κλείσουν τα ανοίγματα τους.



Εικόνα 65 - Ενισχυμένες ζώνες που θα γίνουν δοκάρια και τοιχεία υπογείου

Θα κατασκευαστεί νέο κλιμακοστάσιο με ανελκυστήρα στην είσοδο της κατασκευής ανεξάρτητη στατικά από τον υπόλοιπο φορέα με αντισεισμικό αρμό. Επίσης θα κατασκευαστούν νέα τοιχεία στο υπόγειο για την εξωτερική διαμόρφωση. Κάποιοι από τους εξώστες θα πρέπει να καθαιρεθούν και να σκυροδετηθούν ξανά λόγω του μεγάλου προβλήματος υγρασίας που υπάρχει και κάποια θα καθαιρεθούν μόνο τμηματικά.

Τα δοκάρια που βρίσκονται δεξιά και αριστερά της κύριας εισόδου (βλέπε Εικόνα 66) του κτίσματος θα γίνουν τοιχεία μέχρι την οροφή του Α' ορόφου. Σε εκείνα τα σημεία τα υποστυλώματα- τοιχεία είναι πολύ κοντά και αναπτύσσουν μεγάλες δυνάμεις οι οποίες δεν μπορούν να παραληφθούν σωστά με αποτέλεσμα της αστοχία των δοκαριών.



Εικόνα 66 - Δοκάρια που θα γίνουν τοιχεία

6.4 Μέθοδοι ενισχύσεων

6.4.1 Δοκοί και υποστυλώματα

Το πρόγραμμα δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει μεθόδους ενίσχυσης (βλέπε Εικόνες 67-68) ανάλογα το σκοπό που θέλει να πετύχει (αύξηση δυσκαμψίας, αύξηση αντοχής κλπ).

Εικόνα 67 - Επιλογές ενισχύσεων για δοκούς

Εικόνα 68 - Επιλογές ενισχύσεων για υποστυλώματα

Οι επιλογές είναι μανδύες έγχυτου σκυροδέματος, μανδύες εκτοξευόμενου σκυροδέματος, χρήση μεταλλικού ελάσματος, χρήση ανθρακούφασματος ή υαλοϋφασμα και εμποτισμός ρωγμών με ριτηνεσείς εποξειδικής κόλλας. Δίνεται η επιλογή του πάχους ενίσχυσης και των συντελεστών ακαμψίας των νέων υλικών καθώς και η εισαγωγή του τύπου βλάβης στο δομικό στοιχείο αν υπάρχει (μικρές ή μεγάλες ρωγμές, διακοπή συνέχειας).

Λόγω της αστοχίας των στοιχείων σε κάμψη και διάτμηση επιλέχθηκε να γίνει μανδύας οπλισμένου σκυροδέματος σε αυτά που θα ενισχυθούν. Οι υπόλοιπες επιλογές ενίσχυσης δεν θα ήταν κατάλληλες λόγω της αστοχίας των μελών σε διάτμηση, με τους μανδύες εξασφαλίζουμε την αντοχή έναντι διάτμησης που θα αυξήσει την επάρκεια (αντοχή) του δομικού στοιχείου. Λαμβάνοντας υπόψη ότι θα γίνουν εργασίες αποκατάστασης που αναφέρθηκαν είναι ασφαλές να επιλέξουμε αυτή τη μέθοδο για την ενίσχυση της κατασκευής. Συγκεκριμένα θα γίνει κατασκευή μανδύα γύρω από την αρχική δοκό εκτοξευόμενου σκυροδέματος (Guniting) πάχους 5 εκατοστών. Στα υποστυλώματα θα γίνει μανδύας πάχους 10 εκατοστών με έγχυτο σκυρόδεμα.

Λόγω του υδάτινου περιβάλλοντος που επικρατεί στην περιοχή επιλέχθηκε σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37 και οπλισμός B500c ως υλικά για τους μανδύες ενίσχυσης.

6.4.2 Πλάκες σκυροδέματος

Οι πλάκες του κτίσματος παρόλο που δεν εμφανίζουν αστοχίες κατά την ανάλυση και δεν υπήρχαν ρωγμές κατά τον έλεγχο, υπάρχει το πρόβλημα του ελλειπή οπλισμού που έχει τοποθετηθεί σε αυτές. Με τις νέες διατάξεις και τις νέες απαιτήσεις που επιβάλλονται από τους νέους κανονισμούς ο υπάρχον οπλισμός θεωρείται ελλειπής (βλέπε Εικόνα 69).

Πλάκα 7: υπάρχουσα
Πλάκα 7 Τετραέρεστη
Διαστάσεις:
lx=7.60m, ly=4.22m
πάχος h=14cm
Έλεγχοι πάχους
ay=0.6
a*1/d=0.60*4.22/0.120 = 21.1
(a*1)²/h = (0.60*4.22)²/0.14 = 45.8
Φορτία:
ίδιον βάρος=3.50 πλακόστρωσης=2.00 τοίχων=2.79 κινητό=2.00
Μόνιμα=8.29, Κινητά=2.00
qsd = 1.35*8.29+1.50*2.00 = 14.19 KN/m²
Ροπές πλευρών:
1. Mg=12.42 Mq=3.00 Msd=21.26 KNm/m
2. Mg=8.38 Mq=2.02 Msd=14.35 KNm/m
3. Mg=12.42 Mq=3.00 Msd=21.26 KNm/m
4. Mg=0.00 Mq=0.00 Msd=0.00 KNm/m
Ροπές στο μέσο:
κατά X: Msd=3.64 As1=1.40 Φ10/18=4.36
κατά Y: Msd=14.88 As1=2.94 Φ10/18=4.36
Έλεγχος σε Διάτμηση:
Vsd = 1.35*15.67 + 1.50*3.78 = 26.82 KN
Vrd3 = Vrd1=84.19 + Vw1=6.76 = 90.96 > 26.82
Ελαστικό Βέλος Κάμψης (συνδυασμός G+Q):
w_{el} = 0.36 cm < 422/200 = 2.11 cm.

**** Έλεγχος υπάρχουσας πλάκας:
x-x: As_{υπαρχ.} = Φ8/16 = 3.14cm² < As_{απαιτ.} = Φ10/18 = 4.36cm² ΑΝΕΠΑΡΚΗΣ
y-y: As_{υπαρχ.} = Φ8/11 = 4.57cm² >= As_{απαιτ.} = Φ10/18 = 4.36cm² OK

Εικόνα 69 - Ανάλυση υπάρχουσας πλάκας

Εκτός από τις πλάκες μορφής Τσέλνερ οι υπόλοιπες πλάκες θα ενισχυθούν με ανθρακοελάσματα και εποξειδική ρητίνη (βλέπε Εικόνες 70-71-72). Αυτή μέθοδος ενίσχυσης εξασφαλίζει μικρό βάρος στην οικοδομή και στις πλάκες της και παράλληλα δίνει την αντοχή που χρειάζεται ώστε καλύψει τις ανάγκες του δομικού στοιχείου έναντι κάμψης.



Εικόνα 70 - Ανθρακοέλασμα

Γρήγορη εγκατάσταση και σε μικρό χρόνο είναι ιδανική λύση για τις πλάκες του κτίσματος και την ενίσχυση τους.



Εικόνα 71 - Παράδειγμα ενίσχυσης πλακών με ανθρακοελάσματα



Εικόνα 72 - Τοποθέτηση ανθρακοελασμάτων

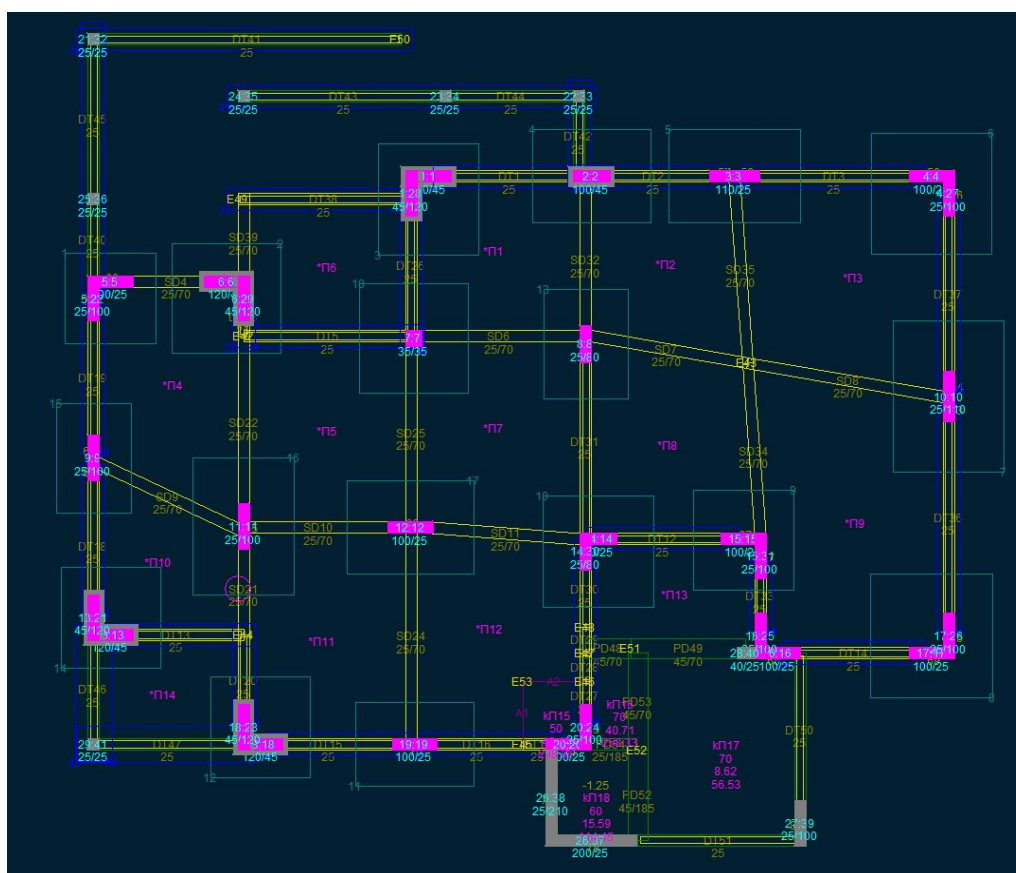
Οι πρόβολοι οι οποίοι παρουσιάζουν μεγάλο πρόβλημα υγρασίας θα καθαιρεθούν και θα κατασκευαστούν εκ νέου. Τα σημεία των προβόλων με εσοχές όπως φαίνονται και στους

ξυλότυπους της αποτύπωσης θα καθαιρεθούν (τμηματικά) επίσης και θα κατασκευαστούν νέα τμήματα προβόλων (βλ. λεπτομέρειες ξυλοτύπων παρακάτω).

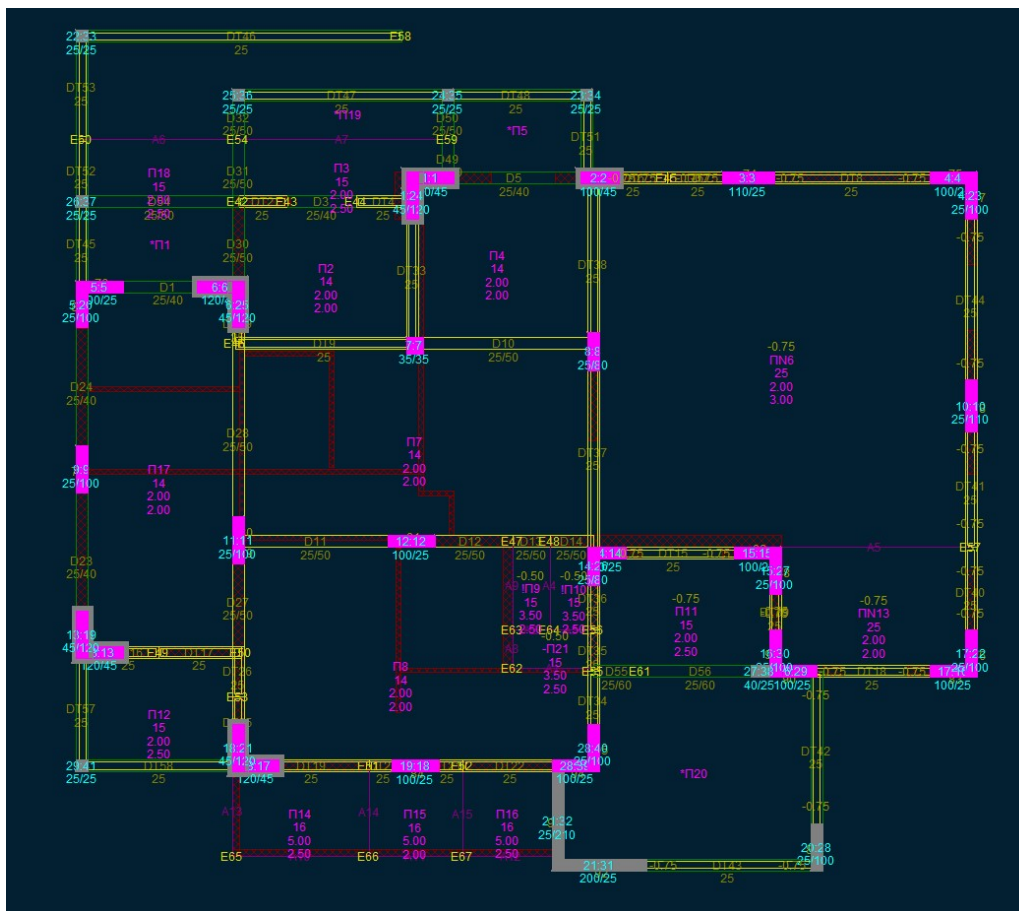
7.Συμπεράσματα-Αποτελέσματα

7.1 Επάρκεια κατασκευής

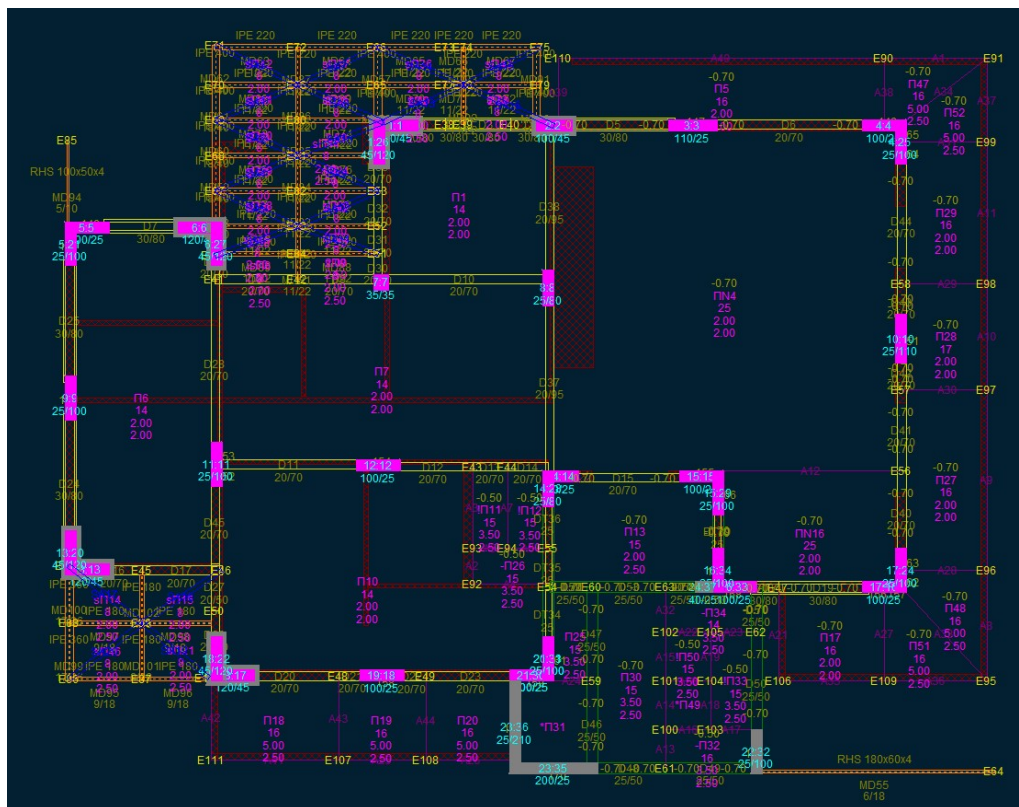
Εισάγοντας την μέθοδο ενίσχυσης στο πρόγραμμα του Statics και επιλέγοντας τις διατομές που θα ενισχύσουμε κάνουμε πάλι ανάλυση της κατασκευής για να δούμε εάν αυτές οι ενισχύσεις που επιλέξαμε επαρκούν ώστε η κατασκευή να είναι ασφαλής. Τα στοιχεία του κτιρίου που είναι νέα χαρακτηρίστηκαν και ως νέα στο πρόγραμμα ώστε να διαχωρίζονται από τα υπάρχοντα (βλέπε Εικόνα 73 – Εικόνα 77).



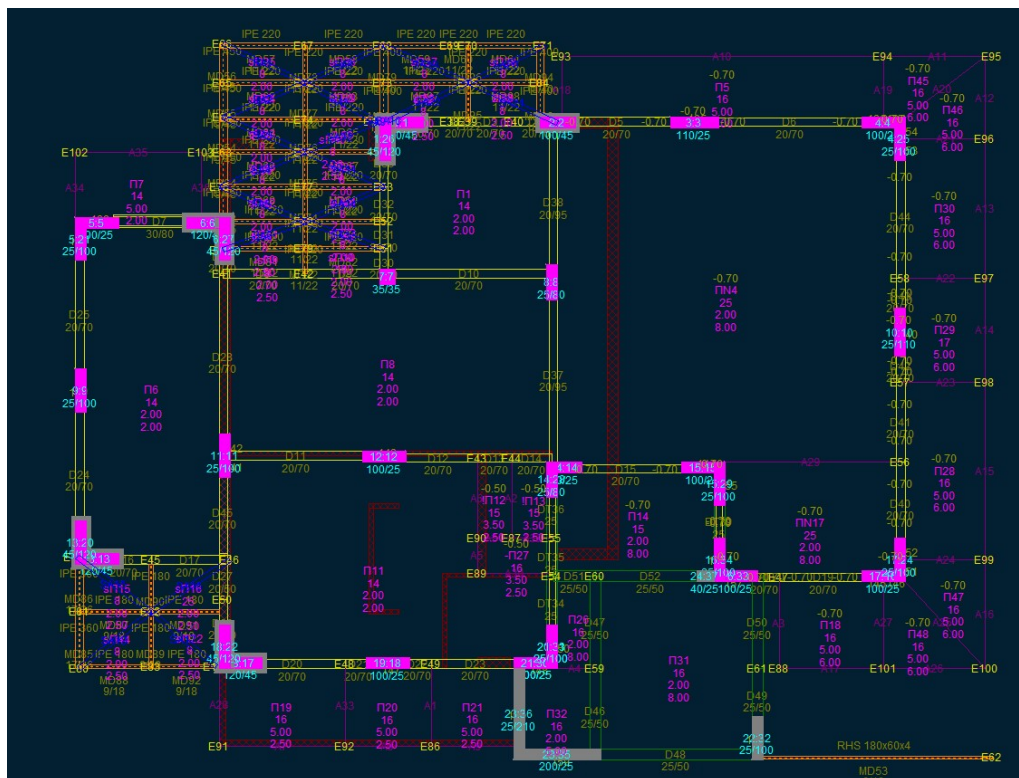
Εικόνα 73 - Ξυλότυπος θεμελίωσης μετά τις ενισχύσεις



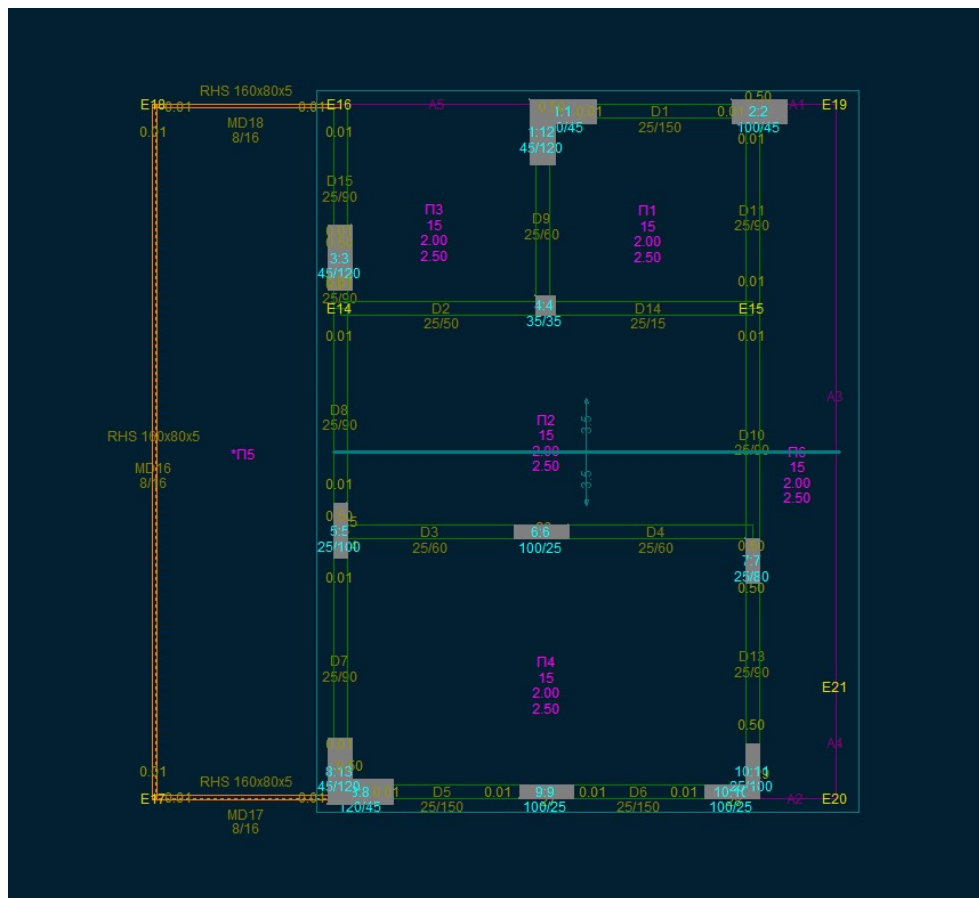
Εικόνα 74 - Ξυλότυπος οροφής υπογείου μετά από τις ενισχύσεις



Εικόνα 75 - Ξυλότυπος οροφής ισογείου μετά από τις ενισχύσεις



Εικόνα 76 - Ξυλότυπος οροφής Α' ορόφου μετά από τις ενισχύσεις



Εικόνα 77 - Ξυλότυπος οροφής Β' ορόφου μετά τις ενισχύσεις

7.2 Λόγοι επάρκειας των δομικών στοιχείων

Παρατηρούμε ότι με τις ενισχύσεις που επιλέξαμε και την θέση των νέων στοιχείων οι λόγοι επάρκειας έχουν βελτιωθεί σε μεγάλο βαθμό και έχουμε πετύχει την επάρκεια της κατασκευής σε σεισμικά φορτία.

Πριν την ενίσχυση:

Στάθμη 2

Δ	Διάστ.	Lc1 m	As1 cm ²	As2 cm ²	Asw cm ² /m	n	My KNm	Vx KN	θy mrad	θu mrad	m
1	100/14	1.55	1.53	0.00	5.03	5	7	26	7.69	47.92	2.41
			1.53	0.00	5.03	6	1	26	7.06	47.92	2.60 1.32 0.08 *
							7	26	7.69	47.92	2.41
							1	26	7.06	47.92	2.60 2.30 0.07 *
3	100/14	1.46	0.00	0.00	5.03	43	0	26	6.74	72.73	3.93
			0.00	0.00	5.03	44	0	26	6.96	72.73	3.82814.86 0.21 *
							0	26	6.74	72.73	3.93
							0	26	6.96	72.73	3.82320.42 0.15 *
5	100/14	2.70	1.53	0.00	5.03	1	7	26	10.43	58.19	2.19
			1.53	0.00	5.03	2	1	26	9.49	58.19	2.38 1.21 0.10 *
							7	26	10.43	58.19	2.19
							1	26	9.49	58.19	2.38 1.26 0.11 *
24	100/14	2.50	4.52	2.26	0.00	9	22	12	11.71	58.94	2.01
			2.90	0.00	0.00	5	14	12	10.23	58.94	2.25 0.63 +Inf *
							2	10	11.19	49.03	1.79
								10	9.17	49.03	2.12 1.02 +Inf *

Σταθμη 3

7	20/70	1.55	7.18	3.39	5.03	5	195	130	4.98	28.24	2.22
			6.05	2.26	5.03	6	92	130	4.36	28.24	2.49 1.44 1.47 *
							165	130	4.96	26.79	2.14
							62	130	4.32	26.79	2.40 2.78 1.51 *
18	20/70	2.40	8.55	4.02	5.03	16	234	125	4.61	35.84	2.92
			9.68	5.15	5.03	17	109	125	4.14	35.84	3.22 0.50 1.01 *
							265	125	4.63	34.85	2.84
							140	125	4.18	34.85	3.11 0.28 0.39
24	20/70	2.51	8.31	3.39	5.03	13	225	124	4.72	32.32	2.61
			13.32	4.52	5.03	9	92	124	4.06	32.32	2.99 1.06 0.74 *
							359	124	4.85	31.01	2.47
							123	124	4.08	31.01	2.87 0.72 0.74
25	20/70	2.49	13.32	4.52	5.03	9	359	124	4.86	30.97	2.46
			9.69	3.39	5.03	5	123	124	4.09	30.97	2.86 0.82 0.78
							262	124	4.77	31.18	2.51
							92	124	4.06	31.18	2.89 1.04 0.77 *
34	25/70	2.95	7.88	2.26	5.03	20	215	130	4.66	34.55	2.80
			4.52	2.26	5.03	14	62	130	4.01	34.55	3.21 1.42 1.46 *
							124	130	3.99	39.14	3.60
							62	130	4.03	39.14	3.57 0.57 0.43
39	25/70	0.75	7.41	4.02	5.03	16	203	147	6.59	25.37	1.62
			10.30	4.02	5.03	15	109	147	6.69	25.37	1.60 2.51 2.98 *
							282	147	6.61	23.56	1.52
							109	147	6.68	23.56	1.51 2.60 2.91 *

Σταθμη 4

7	20/70	1.60	7.18	3.39	5.03	5	197	130	4.84	31.36	2.49
			6.05	2.26	5.03	6	92	130	4.32	31.36	2.75 0.60 0.78
							166	130	4.82	32.60	2.59
							62	130	4.29	32.60	2.87 1.57 0.77 *
39	25/70	0.75	10.37	4.21	5.03	16	284	147	6.61	23.53	1.52
			9.24	3.08	5.03	15	114	147	6.68	23.53	1.51 0.66 1.29 *
							253	147	6.61	24.15	1.55
							84	147	6.65	24.15	1.54 1.99 1.29 *

Πίνακας 21 - Λόγοι επάρκειας δοκών πριν την ενίσχυση

Μετά την ενίσχυση:

Στάθμη 2

Δ	Διοστ	Lc1	As1	As2	Asw	n	My	Vrc	θy	θu	m
		m	cm ²	cm ²	cm ² /m		kNm	kN	μrad	μrad	
1	25/40	1.60	3.64	4.52	10.05	5	59	181	4.58	44.96	3.60
						66	181	4.98	44.96	3.34	0.45
			5.01	4.52	10.05	6	79	181	4.63	41.83	3.34
						66	181	4.96	41.83	3.14	0.34
3	25/40	1.46	4.52	4.52	10.05	-43	70	171	5.45	52.83	3.56
						66	171	5.87	52.83	3.33	0.23
			2.26	4.52	10.05	44	38	171	5.27	61.75	4.24
						66	171	5.94	61.75	3.80	0.06
5	25/40	2.70	5.01	4.52	10.05	1	79	173	5.18	50.24	3.57
						66	173	5.68	50.24	3.28	0.30
			6.72	4.52	10.05	2	104	173	5.26	47.03	3.32
						66	173	5.64	47.03	3.12	0.26
24	25/40	2.50	4.52	9.05	10.05	9	73	174	5.07	58.48	4.18
						126	174	6.08	58.48	3.54	0.28
			6.39	4.52	10.05	5	98	174	5.17	46.30	3.32
						66	174	5.49	46.30	3.15	0.24

Πίνακας 22 - Λόγοι επάρκειας δοκών μετά την ενίσχυση στάθμης 2

- Σε αυτή τη στάθμη (οροφή υπογείου) έχουμε αστοχία στις ενισχυμένες ζώνες τις οποίες γίνονται δοκοί (25/40) οπότε αλλάζουν οι λόγοι επάρκειας.

Στάθμη 3

7	30/80	1.60	12.37	8.53	10.05	5	397	407	5.17	30.91	2.33
						268	407	4.61	30.91	2.57	0.67
			11.41	8.70	10.05	6	367	407	5.15	31.62	2.38
						274	407	4.61	31.62	2.62	0.90
18	30/80	2.40	12.64	9.06	10.05	16	408	400	4.25	35.94	3.15
						285	400	4.42	35.94	3.05	0.34
			13.60	10.02	10.05	17	438	400	4.26	36.16	3.16
24	30/80	2.56	8.31	3.39	5.03	13	227	124	4.64	32.62	2.68
						92	124	4.06	32.62	3.01	0.31
			13.32	4.52	5.03	9	361	124	4.74	31.23	2.53
						123	124	4.07	31.23	2.89	0.21
25	30/80	2.49	13.32	4.52	5.03	9	361	124	4.75	30.97	2.51
						123	124	4.09	30.97	2.86	0.34
			9.69	3.39	5.03	5	264	124	4.68	31.25	2.56
						92	124	4.06	31.25	2.90	0.41

Πίνακας 23 - Λόγοι επάρκειας δοκών μετά την ενίσχυση στάθμης 3

- Οι δοκοί 34 και 39 έγιναν τοιχεία οπότε δεν υπάρχει αστοχία σε αυτά και δεν υπολογίζονται με τον ίδιο τρόπο όπως οι υπόλοιπες δοκοί.

Στάθμη 4													
7	30/80	1.60	12.37	8.53	10.05	5	92	120	4.15	39.05	3.47	0.50	0.54
							399	407	5.13	30.91	2.34		
							268	407	4.61	30.91	2.57	0.33	0.38
			11.41	7.57	10.05	6	369	407	5.12	30.65	2.33		
							239	407	4.59	30.65	2.56	0.60	0.39

Πίνακας 24 - Λόγοι επάρκειας δοκών μετά την ενίσχυση στάθμης 4

- Η δοκός 39 έγινε τοιχείο οπότε δεν υπάρχει αστοχία σε αυτό και δεν υπολογίζονται με τον ίδιο τρόπο όπως οι υπόλοιπες δοκοί.

Οι δοκοί 1 και 5 της στάθμης 3 ,δηλαδή της οροφής του ισογείου, ενισχύθηκαν γιατί κατά την επίλυση και αφού προστέθηκαν οι ενισχύσεις στις δοκούς που παρουσιάστηκαν παραπάνω το στατικό μοντέλο έδινε αστοχίες και σε αυτά τα δοκάρια. Ένας ακόμη λόγος που ενισχύθηκαν είναι ότι σε εκείνο το σημείο της κατασκευής θα έπρεπε να γίνει προέκταση του εξώστη και τα μεταλλικά στοιχεία θα ακυρωθούν πάνω στα υπάρχοντα δοκάρια. Έτσι, λοιπόν προέκυψαν δυο επιπλέον αστοχίες και κατά μετέπειτα ενισχύσεις οι οποίες δεν ήταν “εμφανείς” στην πρώτη επίλυση του κτιρίου.

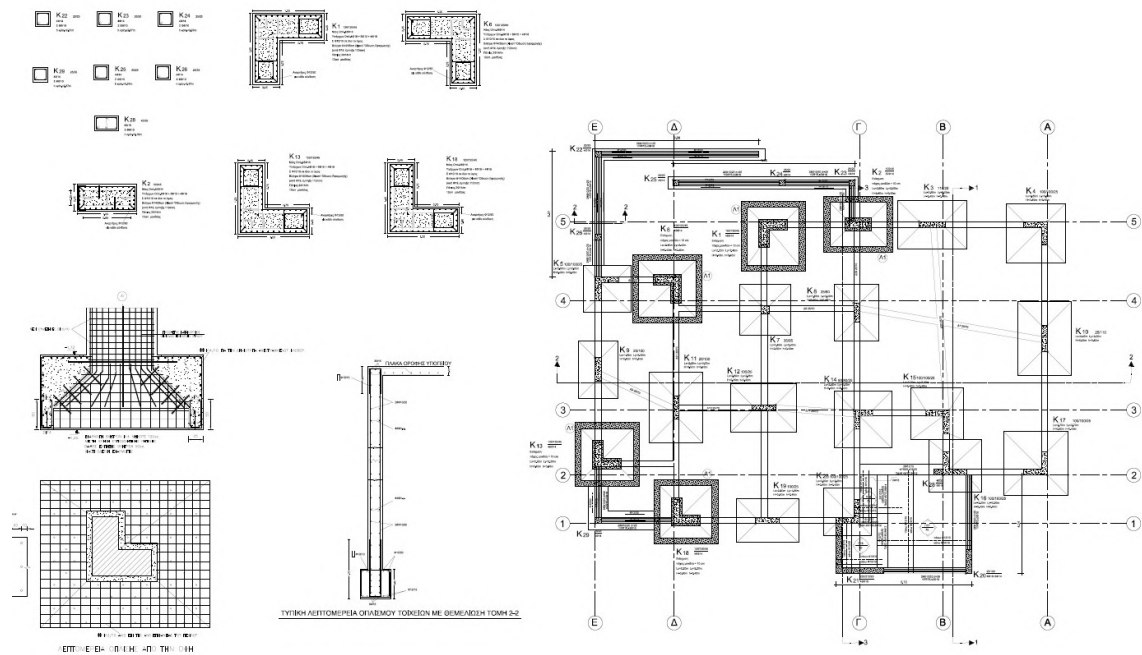
Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ΕΑΚ και Ευρωκώδικας δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερες διαφορές στα αποτελέσματα όσον αφορά τους λόγους επάρκειας. Η βασική τους διαφορά είναι στον έλεγχο συνάφειας για τον οποίο ο Ευρωκώδικας κάνει ιδιαίτερη μέριμνα και επισημαίνει στο μελετητή ότι πρέπει να αποκατασταθούν οι αστοχίες. Σε παλαιότερες κατασκευές οι οποίες δεν τηρούν τις προϋποθέσεις για τις επικάλυψης είναι λογικό να μην υπάρχει επαρκή πάχος στην επικάλυψη των δομικών στοιχείων. Το πρόβλημα αυτό θα αντιμετωπιστεί με τις εργασίες αποκατάστασης που αναφέρθηκαν.

Γενικότερα, οι διαφορές του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού και ο Ευρωκώδικας 8 δεν επηρεάζουν τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης. Κρίσιμες παράμετροι οι οποίοι θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη μελέτη όπως η τιμή σεισμικής επιτάχυνσης εδάφους, η κατηγορία του εδάφους , η κατηγορία σπουδαιότητας του κτιρίου , η επιτρεπόμενη τάση εδάφους , η στάθμη επιτελεστικότητας παραμένουν ίδιοι. Έτσι, λοιπόν, τα αποτελέσματα δεν έχουν σημαντικές διαφορές αν και ο Ευρωκώδικας 8 είναι πιο “αυστηρός” από τον ΕΑΚ.

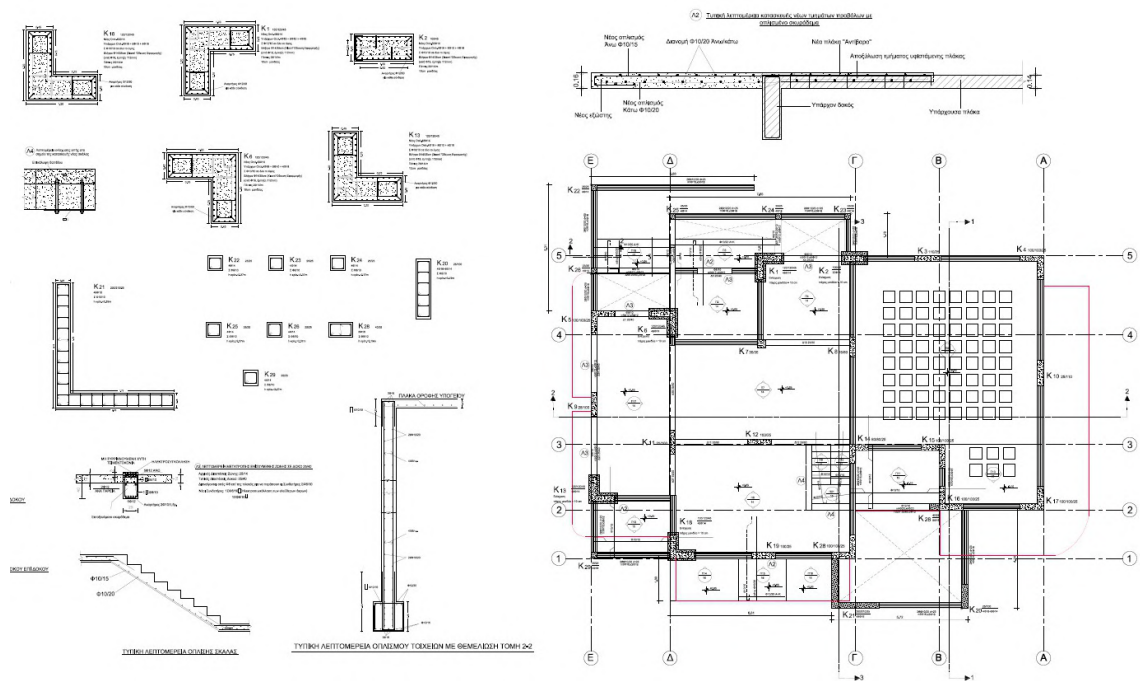
8.Σχέδια ξυλοτύπων

8.1 Κατόψεις ενισχύσεων

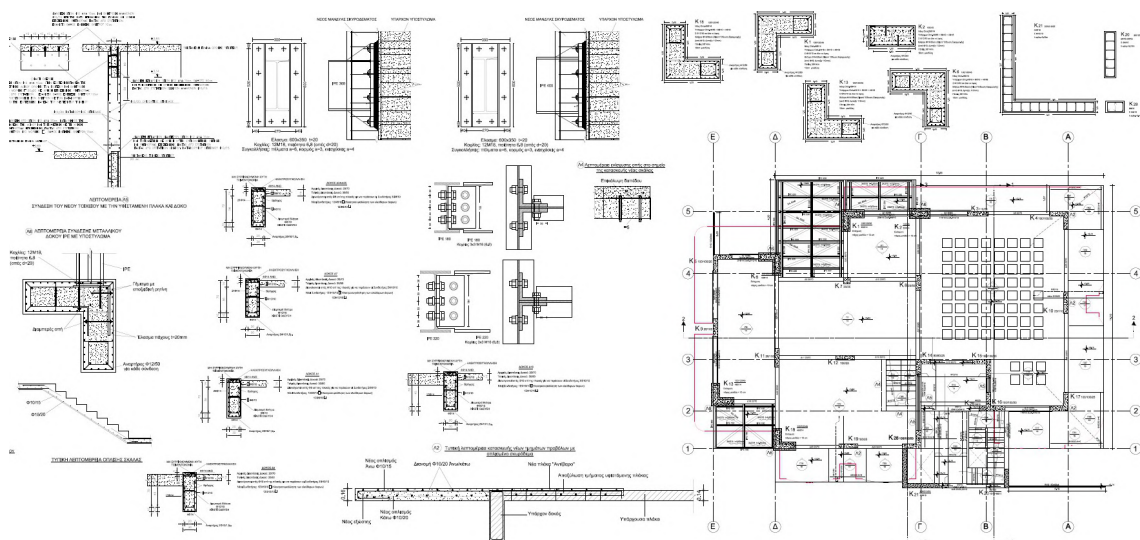
Παρουσιάζονται οι νέες κατόψεις με τις διατομές και τη θέση των ενισχύσεων.



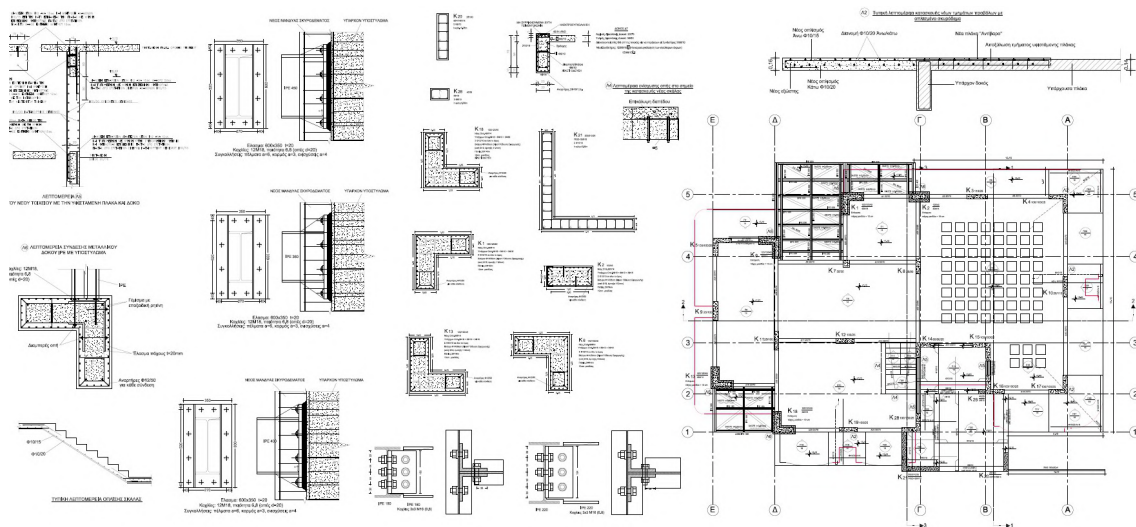
Εικόνα 78 - Ξυλότυπος θεμελίωσης



Εικόνα 79 - Ξυλότυπος οροφής υπογείου

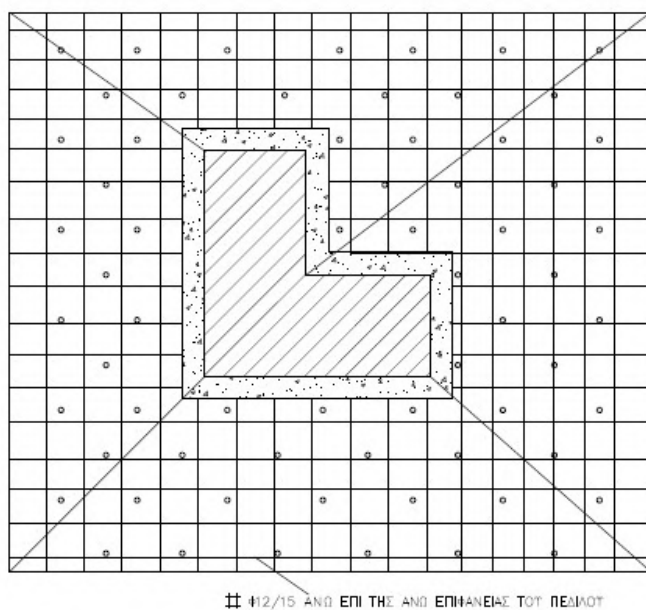
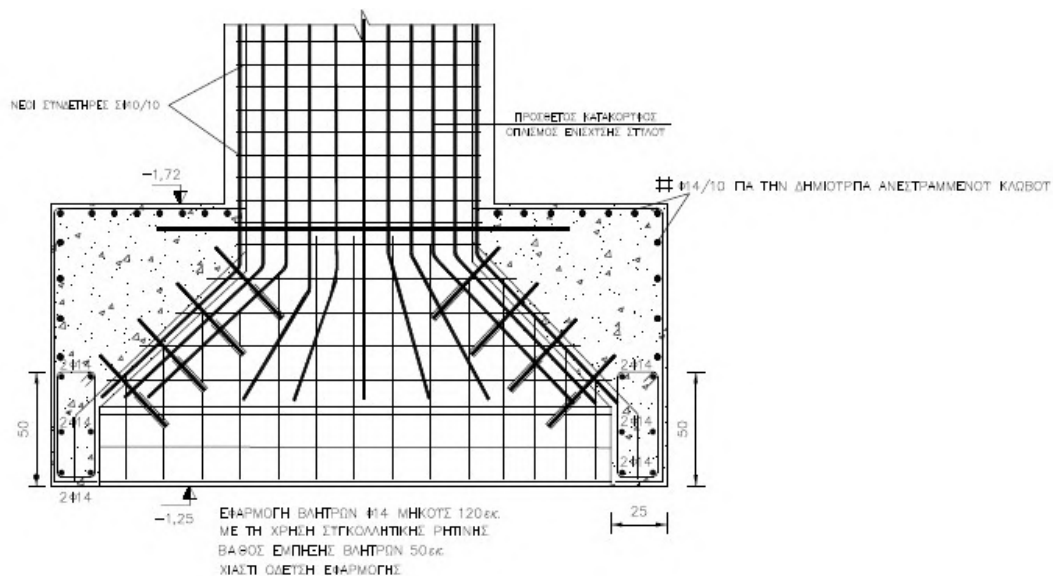


Εικόνα 80 - Ξυλότυπος οροφής ισόγειου



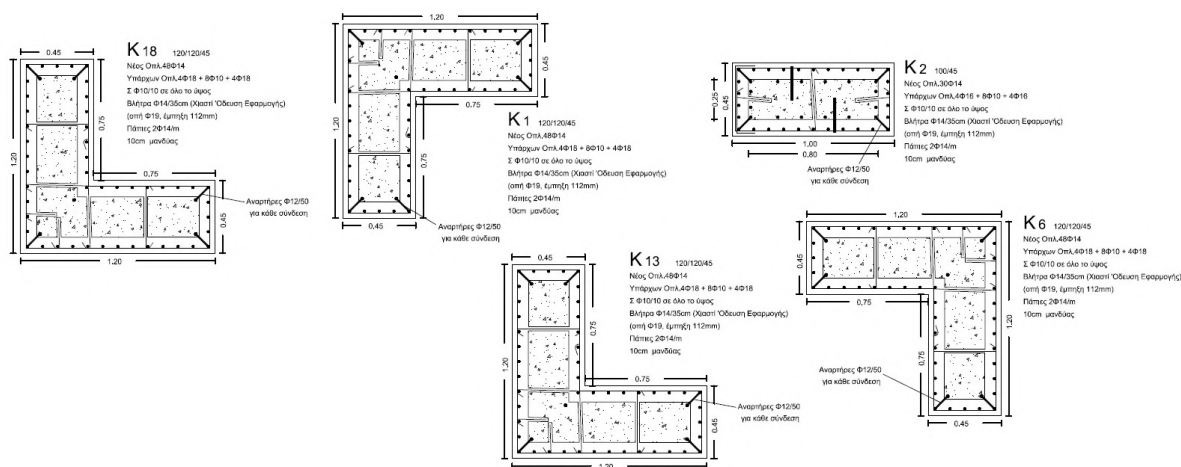
8.2 Κατασκευαστικές Λεπτομέρειες

Παρουσιάζονται οι κατασκευάσιμες λεπτομέρειες σε σημεία τα οποία είναι κρίσιμα.



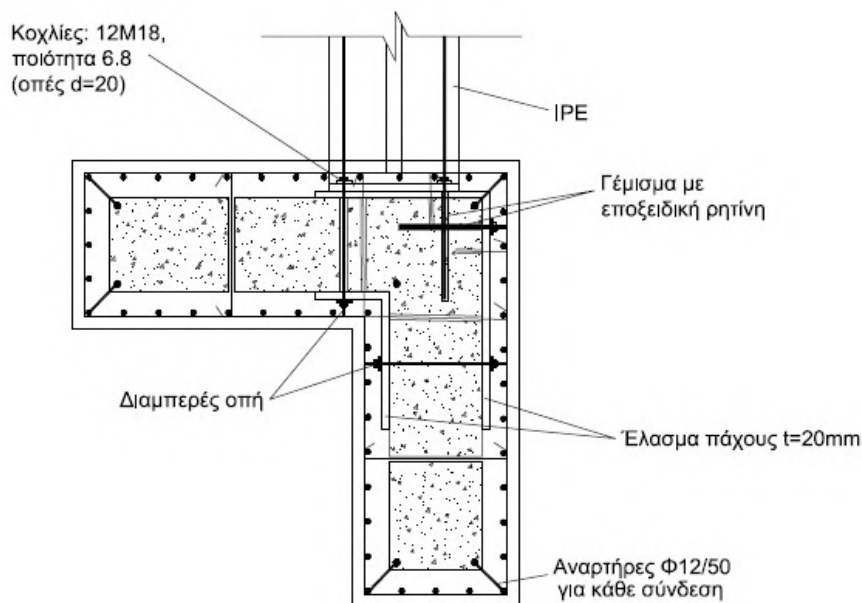
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΟΠΛΙΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΨΗ

Εικόνα 83 - Λεπτομέρεια ενίσχυσης θεμελίου

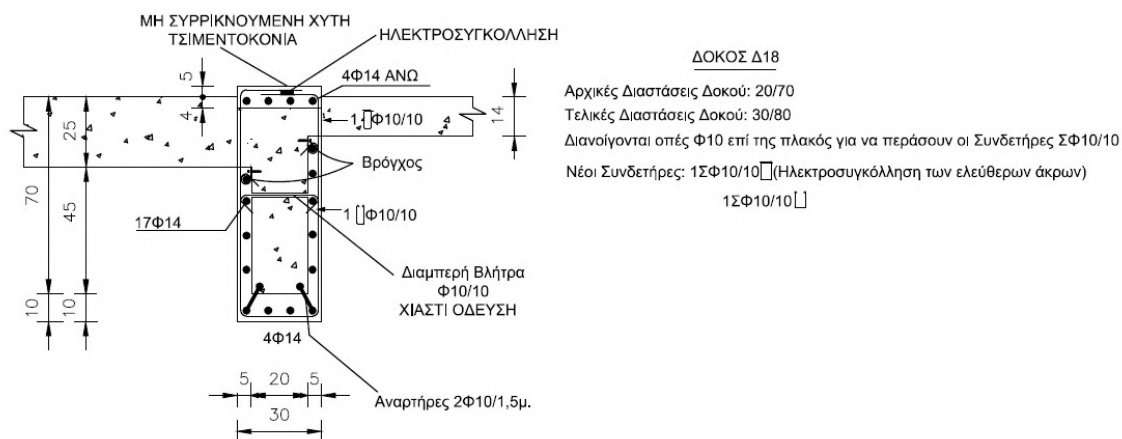


Εικόνα 84 - Λεπτομέρειες ενίσχυσης υποστυλωμάτων με έγχυτο σκυρόδεμα πάχους 10cm

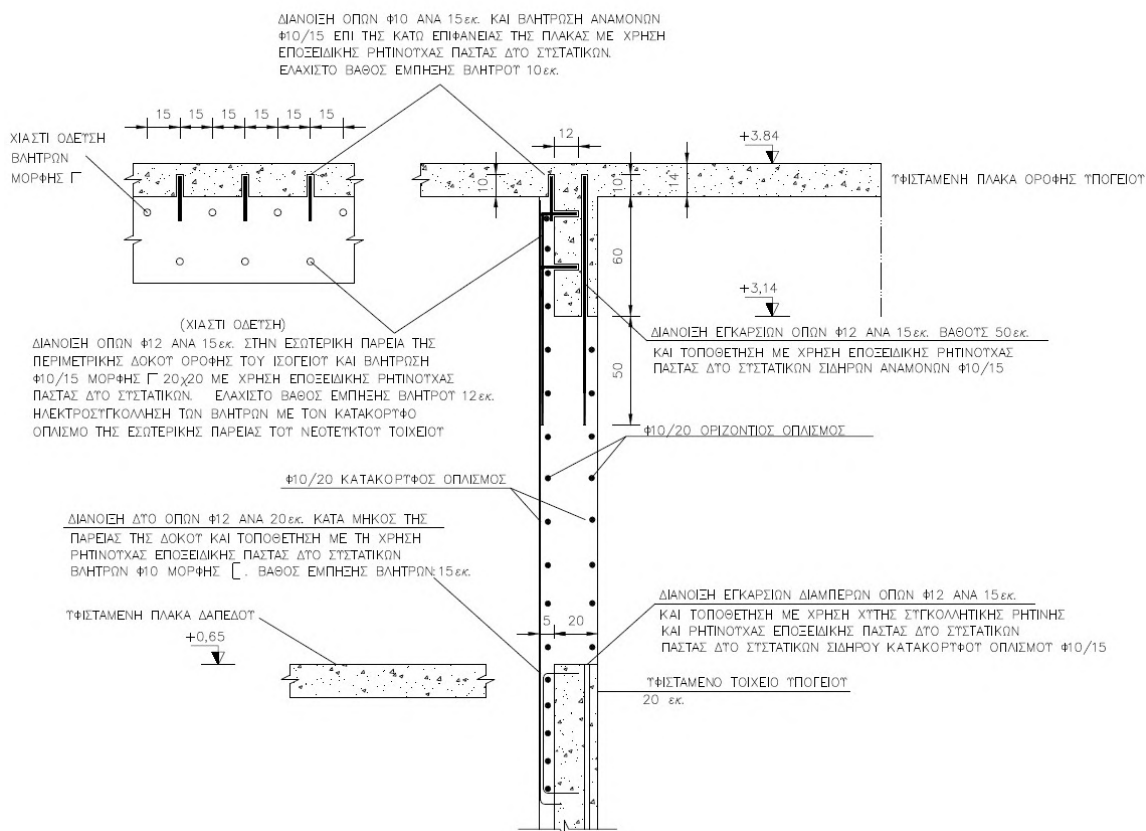
Λ6 ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ
ΔΟΚΟΥ ΙΡΕ ΜΕ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ



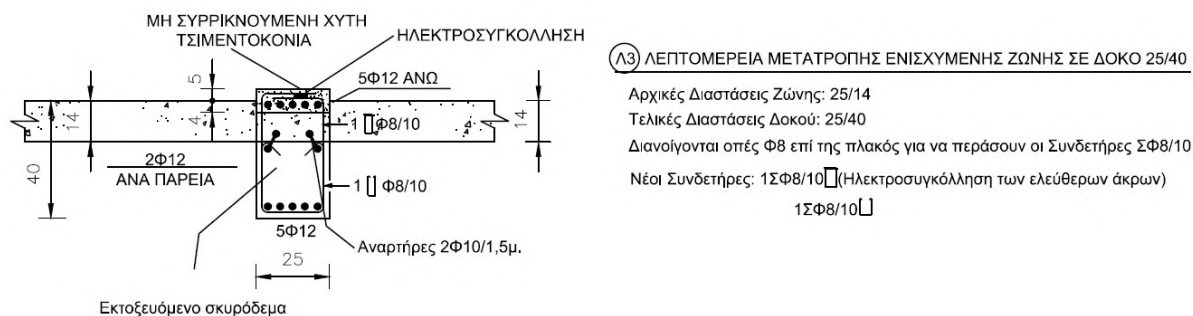
Εικόνα 85 - Λεπτομέρεια σύνδεσης μεταλλικών στοιχείων με υποστυλώματα



Εικόνα 86 - Λεπτομέρεια ενίσχυσης δοκού με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 5cm

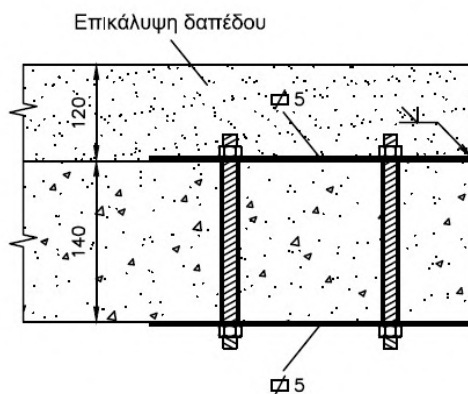


Εικόνα 87 - Λεπτομέρεια υπάρχουσας δοκού που γίνεται τοιχείο

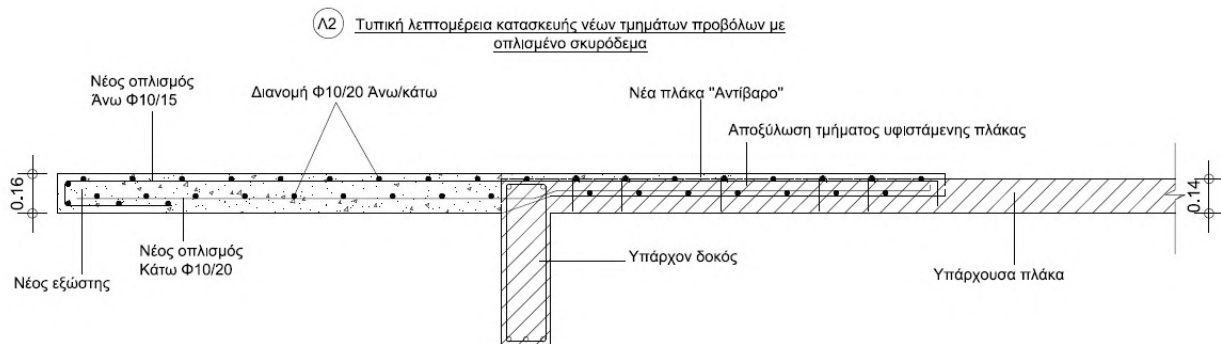


Εικόνα 88 - Λεπτομέρεια ενισχυμένης ζώνης που γίνεται δοκός

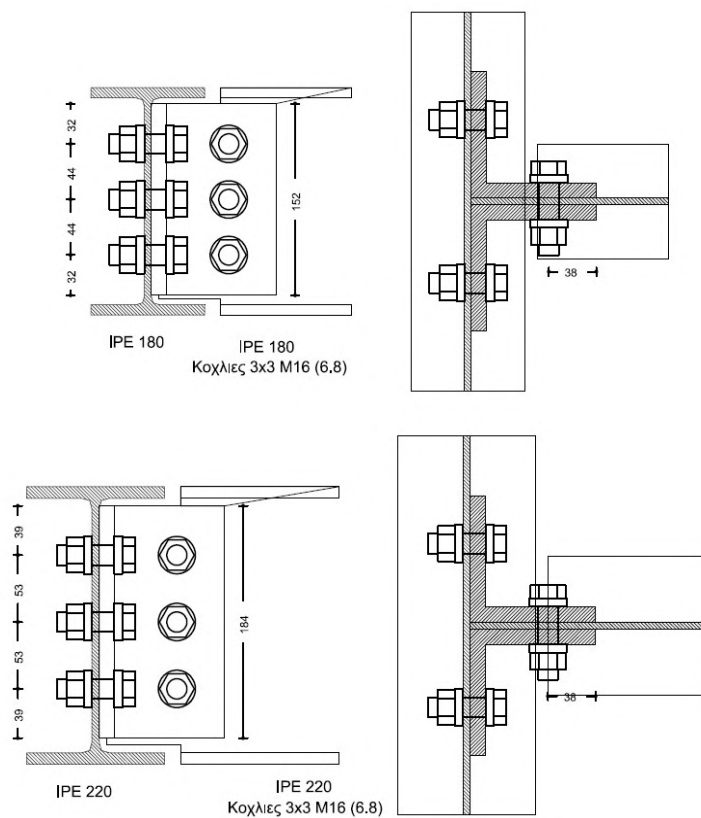
Λ4) Λεπτομέρεια ενίσχυσης οπής στο σημείο της κατασκευής νέας σκάλας



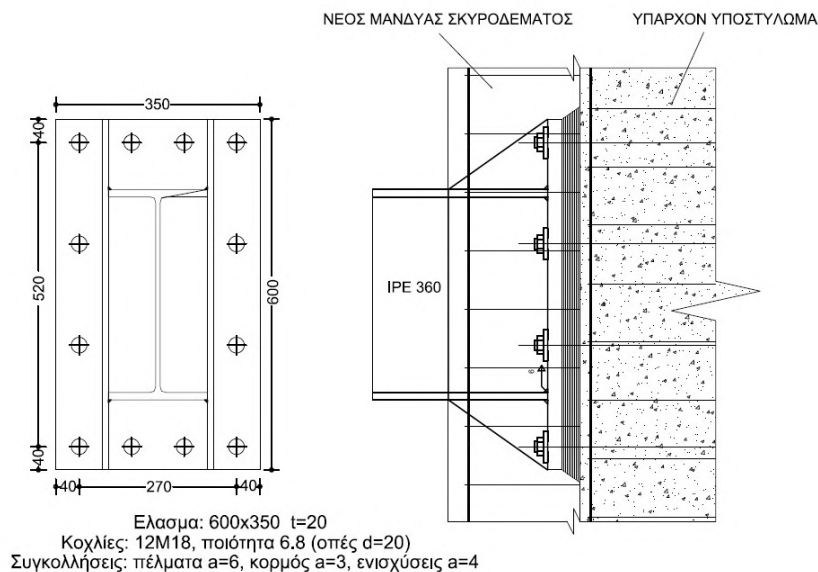
Εικόνα 89 - Λεπτομέρεια ενίσχυσης υφιστάμενης πλάκας σκυροδέματος στο σημείο όπου θα κατασκευαστεί νέα σκάλα



Εικόνα 90 - Λεπτομέρεια κατασκευής νέων προβόλων

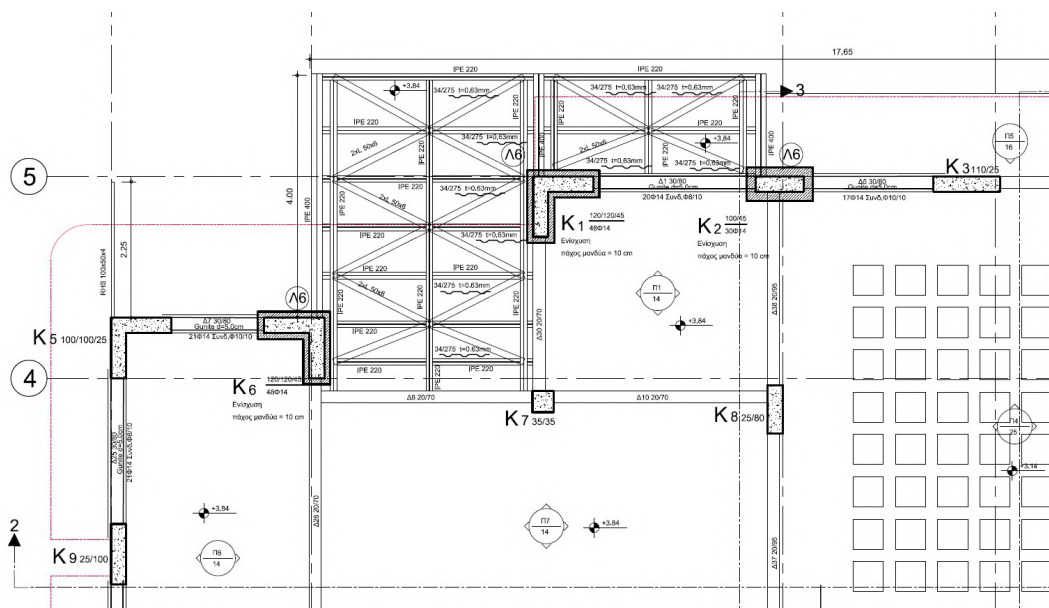


Εικόνα 91 - Μεταλλικές συνδέσεις



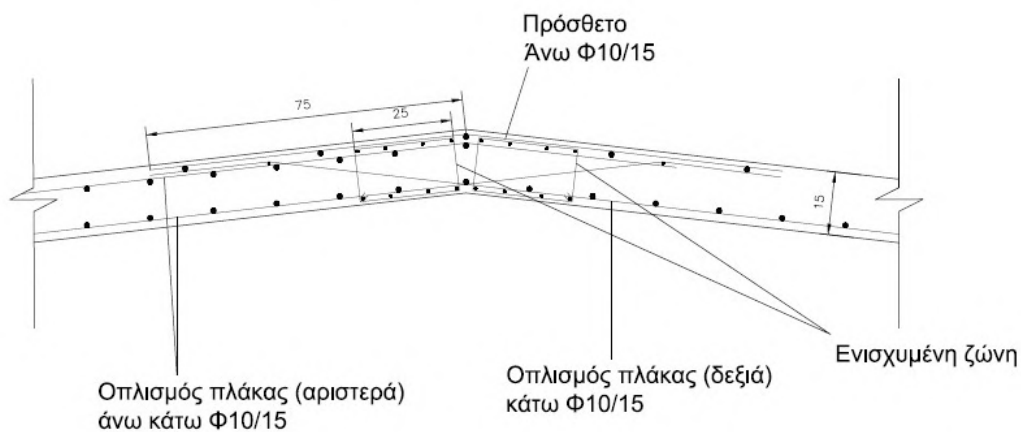
Εικόνα 92 - Λεπτομέρεια σύνδεσης μεταλλικού δοκαριού IPE με υπάρχον υποστύλωμα

Σημείωση: Οι μεταλλικές συνδέσεις υπολογίστηκαν ξεχωριστά η κάθε μια για τα αντίστοιχα εντατικά μεγέθη που προέκυψαν σε αυτά τα μέλη. Το πρόγραμμα του Statics δίνει τη δυνατότητα στον μελετητή να υπολογίσει την αντοχή των συνδέσεων αλλά και τον τύπο της σύνδεσης που επιθυμεί να πραγματοποιήσει στην κατασκευή. Στις λεπτομέρειες παρουσιάζονται οι δυσμενέστερες διατομές που προέκυψαν για κάθε σύνδεση.



Εικόνα 93 - Δημιουργία νέας πλάκας από μεταλλικά στοιχεία στο ανατολικό τμήμα της κατοικίας σε οροφή ισογείου και οροφή Α' ορόφου

Λ7 Λεπτομέρεια αγκύρωσης οπλισμών πλάκας
στη θέση του κορφιά στέγης - Τομή 3-3



Εικόνα 94 - Λεπτομέρεια στέγης

Σημείωση: Οι κόκκινες γραμμές δείχνουν την υφιστάμενη κατάσταση των εξωστών. Η αρχιτεκτονική πρόταση προτείνει καθαίρεση τμημάτων (στα αριστερά της εικόνας του ξυλοτύπου) και προέκταση του τμήματος του προβόλου ανάμεσα στα υποστυλώματα K6 και K1.

9.Βιβλιογραφία

1. Ιωάννης Ν. Δουδούμης, Η Εξέλιξη των Αντισεισμικών Κανονισμών και ο Ρόλος του Σεισμού της Θεσσαλονίκης το 1978
2. Βασιλική Μαλλη Ιούνιος 2015, Προστασία του οπλισμού στο σκυρόδεμα σε θαλάσσιο περιβάλλον με αναστολές διάβρωσης και επικαλύψεις, Αθήνα
3. Κωνσταντίνα Μ. Αγγελή Μάρτιος 2018, Αποτίμηση σεισμικής επάρκειας και ενίσχυση υφιστάμενης κατασκευής με βάση τον ΚΑΝ.ΕΠΕ., Αθήνα
4. Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ) 2016
5. Ο.Α.Σ.Π. ΚΑΝ.ΕΠΕ. Κανονισμός Επεμβάσεων 3^η Αναθεώρηση 22/06/2022
6. Κ. Σπυράκος 2004, Ενίσχυση Κατασκευών για σεισμικά φορτία, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα
7. Ξενάκης Εμμανουήλ Οκτώβριος 2020, Ανάλυση και Σχεδιασμός Ενίσχυσης Στοιχείων Ωπλισμένου Σκυροδέματος με Ινοπλισμένα Πολυμερή σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ – Ανάπτυξη Λογισμικών και Διερεύνηση Διατάξεων, Ξάνθη Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης.
8. Αντισεισμικός Κανονισμός Οικοδομικών Έργων ΒΔ.19/26.02.1959 (ΦΕΚ.36/Α')
9. Αντισεισμικός Κανονισμός Οικοδομικών Έργων 1985
10. ΟΑΣΠ, Ιούλιος 2003 Νέος χάρτης σεισμικής επικυνδυνότητας, https://oasp.gr/sites/default/files/program_documents/No%20265g.pdf
11. Τσαμπαρλίδης Κλεόβουλος, Σύγκριση Αντισεισμικών Κανονισμών ΕΑΚ – Ευρωκώδικα 8 και έλεγχος 8^{ου} κτιρίου σε κατάρρευση με στατική υπερωθητική ανάλυση (Pushover Analysis), Αθήνα Ιούλιος 2015, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εργαστήριο Αντισεισμικής

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.