

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΕ ΛΟΞΟΤΗΤΑ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 20.5m,
ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΙΒΩΤΙΟΥ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ,
ΓΙΑ ΤΗ ΓΕΦΥΡΩΣΗ ΡΕΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟ ΧΑΝΙΑ-ΚΡΟΚΕΕΣ-ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑ,
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ**



ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ-ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:

Δρ. Διονυσία – Πηνελόπη Κοντονή

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

Αν. Καθηγήτρια

ΦΟΙΤΗΤΕΣ:

Καζιάνη Ευφροσύνη

Σαμαράς Βασίλειος

Καραγεώργος Παντελής

ΠΑΤΡΑ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ

Έχοντας ολοκληρώσει πλέον την Πτυχιακή μας εργασία, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την Εισηγήτρια και Επιβλέπουσα της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, Δρ. Διονυσία-Πηνελόπη Ν. Κοντονή, Δρ. Πολιτικό Μηχανικό και Αν. Καθηγήτρια, για την πολύτιμη βοήθεια που μας προσέφερε, τη συνεχή καθοδήγηση και την υπομονή της.

Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κ. Τόλη Δημήτριο Πολιτικό Μηχανικό της εταιρείας «ΔΙΟΛΚΟΣ Δομοστατικοί Μηχανικοί Ι.Κ.Ε.» για τη βοήθειά του και την παροχή των στοιχείων της μελέτης που πραγματεύεται αυτή η Πτυχιακή Εργασία.

Πάτρα, Δεκέμβριος 2020

Καζιάνη Ευφροσύνη

Σαμαράς Βασίλειος

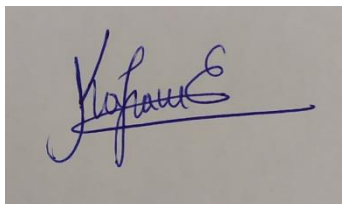
Καραγεώργος Παντελής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

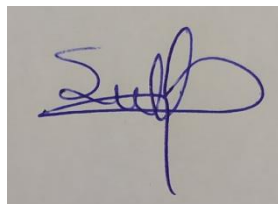
Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία περιλαμβάνει την πλήρη και αναλυτική μελέτη γέφυρας με λοξότητα συνολικού μήκους 20.5m, διατομής κλειστού κιβωτίου από οπλισμένο σκυρόδεμα, για τη γεφύρωση ρέματος στην εθνική οδό Χάνια -Κροκεές-Μονεμβάσια. Για την επίλυση του τεχνικού, έγινε χρήση κατάλληλου λογισμικού πεπερασμένων στοιχείων. Επίσης η μελέτη της γέφυρας έγινε σύμφωνα με τους Γερμανικούς κανονισμούς φόρτισης του DIN 1072 για φορτία οχημάτων κλάσης 60/30.

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι φοιτητές έχουν επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουν υπεύθυνα ότι είναι συγγραφείς αυτής της πτυχιακής εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολόκληρου του κειμένου, έχουν δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία τους όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησαν και έλαβαν ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουν επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχει ενσωματώσει στην εργασία του προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες από το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουν πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουν αναφέρει ανελλιπώς το όνομα του και την πηγή προέλευσης.

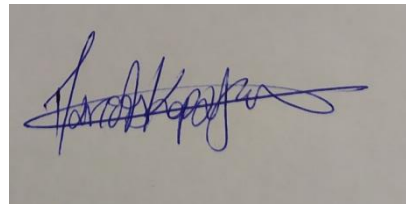
Οι Φοιτητές



ΚΑΖΙΑΝΗ ΕΥΦΡΟΣΥΝΗ



ΣΑΜΑΡΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ



ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΟΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	7
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	8
1.3 ΕΙΔΗ ΓΕΦΥΡΩΝ	10
1.4 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	19
1.5 ΤΜΗΜΑΤΑ ΓΕΦΥΡΑΣ.....	20
1.6 ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ.....	22
1.7 ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΕΦΥΡΩΝ	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΡΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΤΙΣ ΓΕΦΥΡΕΣ	23
2.1 ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ.....	23
2.2 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΓΕΦΥΡΩΝ	23
2.3 ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ – ΔΡΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΤΙΣ ΓΕΦΥΡΕΣ	23
2.4 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ ΟΔΙΚΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ	24
2.5 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΕ ΟΔΙΚΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ	25
2.6 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΔΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ DIN 1072 (67/82)	25
2.7 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΔΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 1.....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΕ ΛΟΞΟΤΗΤΑ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 20.5m ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ	31
3.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ	31
3.2 ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	33
3.2.1 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	33
3.2.1.1 ΥΛΙΚΑ	33
3.2.1.2 ΦΟΡΤΙΑ(DIN 1072).....	34
3.3 ΣΚΑΡΙΦΗΜΑΤΑ ΓΕΦΥΡΑΣ	35
3.3.1 ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ [13].....	35
3.3.2 ΔΙΑΤΟΜΗ [13].....	36
3.4 ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	37
3.4.1 ΙΔΙΟΥ ΒΑΡΟΥΣ	37
3.4.2 ΚΙΝΗΤΑ	37

3.5 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	38
3.6 ΕΠΙΛΥΣΗ ΦΟΡΕΑ	40
3.6.1 ΑΔΡΑΝΕΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	40
3.6.2 ΦΟΡΤΙΑ.....	40
3.7 ΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ	43
3.7.1 ΚΟΜΒΟΛΟΓΙΟ ΠΛΑΚΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ [13]	43
3.7.2 ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ [13]	44
3.7.3 ΚΟΜΒΟΛΟΓΙΟ ΠΛΑΚΑΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ [13]	45
3.7.4 ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ [13].....	46
3.7.5 ΚΟΜΒΟΛΟΓΙΟ ΒΑΘΡΟΥ ΠΡΟΣ ΚΡΟΚΕΕΣ [13]	47
3.7.6 ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΩΝ ΒΑΘΡΟΥ ΠΡΟΣ ΚΡΟΚΕΕΣ [13].....	48
3.7.7 ΚΟΜΒΟΛΟΓΙΟ ΒΑΘΡΟΥ ΠΡΟΣ ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑ [13].....	49
3.7.8 ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΩΝ ΒΑΘΡΟΥ ΠΡΟΣ ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑ [13].....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ.....	51
4.1 ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ.....	51
4.1.1 ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΩ [13].....	51
4.1.2 ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ [13].....	52
4.1.3 ΔΙΑΜΗΚΗΣ (ΚΑΤΑ ΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ) ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΩ [13]	53
4.1.4 ΔΙΑΜΗΚΗΣ (ΚΑΤΑ ΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ) ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ [13].....	54
4.2 ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΛΑΚΑΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	55
4.2.1 ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΩ [13].....	55
4.2.2 ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ [13].....	56
4.2.3 ΔΙΑΜΗΚΗΣ (ΚΑΤΑ ΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ) ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΩ [13]	57
4.2.4 ΔΙΑΜΗΚΗΣ (ΚΑΤΑ ΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ) ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ [13].....	58
4.3 ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΒΑΘΡΟΥ ΠΡΟΣ ΚΡΟΚΕΕΣ	59
4.3.1 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΞΩ [13].....	59
4.3.2 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΑ [13]	60
4.3.3 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΞΩ [13]	61
4.3.4 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΑ [13]	62
4.4 ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΒΑΘΡΟΥ ΠΡΟΣ ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑ	63
4.4.1 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΞΩ [13].....	63
4.4.2 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΑ [13]	64
4.4.3 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΞΩ [13]	65
4.4.4 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΑ [13]	66

4.5 ΤΑΣΕΙΣ ΕΔΡΑΣΕΩΣ	67
4.6 ΤΟΙΧΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΣ.....	80
4.6.1 ΤΥΠΙΚΟ ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ.....	80
4.6.2 ΤΟΙΧΟΣ ΠΟΔΟΣ ΜΕ ΥΨΟΣ ΚΟΡΜΟΥ 5,20 m.....	81
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ.....	85
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	95
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	96
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	99

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Ως γέφυρα ορίζεται η κατασκευή που δημιουργείται πάνω από φυσικά ή τεχνητά εμπόδια, όπως για παράδειγμα πάνω από έναν ποταμό, μια κοιλάδα ή έναν σιδηρόδρομο, με σκοπό την διέλευση των ανθρώπων αλλά και των μέσων μεταφοράς αυτών. Σε πολλές περιπτώσεις, βέβαια, προτιμάται η κατασκευή γεφυρών, έναντι άλλων έργων υποδομής, σε περιοχές όπου δεν είναι επιθυμητή η αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος μέσω της ανθρώπινης επέμβασης σε αυτό.

Η γέφυρα αποτελεί συνέχεια μιας γραμμής επικοινωνίας, που μπορεί να είναι είτε το οδικό ή σιδηροδρομικό δίκτυο ή μια διάβαση πεζών. Με την κατασκευή γεφυρών μπορεί να γίνει ζεύξη των όχθων ενός ποταμού ή των παρειών μιας χαράδρας, μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης (π.χ. με δημιουργία ανισόπεδων κόμβων) κ.ά. Έτσι, επιτυγχάνεται η διευκόλυνση στις μετακινήσεις αλλά και η ελαχιστοποίηση του χρόνου που χρειάζεται για τη μετάβαση από το ένα σημείο στο άλλο.

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η ανάγκη του ανθρώπου να διασχίζει ποτάμια, να περνά φαράγγια, γκρεμούς αλλά και οποιοδήποτε άλλο φυσικό εμπόδιο οδήγησε στην δημιουργία της γεφυροποιίας. Οι πρωτόγονοι χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα υλικά της εποχής, όπως πέτρες και ξύλα κατασκεύασαν τις πρώτες γέφυρες, κάποιες ήταν τελείως απλής μορφής, όπως για παράδειγμα ένας κορμός δέντρου πάνω από έναν ποταμό και άλλες πιο γερής κατασκευής που άντεξαν στο πέρασμα του χρόνου.

Μερικές από τις παλαιότερες γέφυρες που σώζονται μέχρι και σήμερα αποτελούν:

Η γέφυρα του Αρκαδικού ή αλλιώς γέφυρα της Καζάρμας. Είναι μία από τις τέσσερις μυκηναϊκές μονότοξες γέφυρες που χρησιμοποιούνταν για την διασύνδεση της Επιδαύρου με τις Μυκήνες και την Τίρυνθα. Βρίσκεται στο χωριό Αρκαδικό της Αργολίδας, χτίστηκε την εποχή του χαλκού (13^{ος} αιώνας π.Χ.) και αποτελείται από γιγάντιους ογκόλιθους. Επίσης, σημαντικό θα ήταν να αναφερθεί ότι είναι ίσως η παλαιότερη τοξωτή γέφυρα που εξακολουθεί να χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα.



Εικόνα 1.1 Γέφυρα Καζάρμας[link1]

Η γέφυρα Alcántara, χτισμένη πάνω από τον ποταμό Τάγο, στην Ισπανία μεταξύ 104 και 106 μ.Χ. Την κατασκεύασαν αρχαίοι Ρωμαίοι, οι οποίοι θεωρούνταν οι σπουδαιότεροι κατασκευαστές γεφυρών. Μετά την εποχή των Ρωμαίων, ξεκίνησε η χρήση τούβλων και κονιαμάτων.



Εικόνα 1.2 Γέφυρα Alcántara [link2]

Η βιομηχανική επανάσταση αποτέλεσε το έναυσμα για την δόμηση με ένα νέο υλικό τον χάλυβα. Έτσι, άρχισαν να κατασκευάζονται οι σιδηρές γέφυρες. Η πρώτη κατασκευάστηκε στην Αγγλία το 1779 πάνω από τον ποταμό Σέβερν, γνωστή ως Ironbridge.



Εικόνα 1.3 Ironbridge [link3]

1.3 ΕΙΔΗ ΓΕΦΥΡΩΝ

Με κριτήριο τη χρήση, οι γέφυρες διακρίνονται σε:

- Οδικές: Επιτρέπουν στα οχήματα, όπως τα επιβατικά ή τα ημιφορτηγά, να περάσουν με ασφάλεια ένα εμπόδιο, όπως για παράδειγμα ένα σωρό νερού ή άλλες λωρίδες κυκλοφορίας.



Εικόνα 1.4 Γούρνες-Χερσόνησος Ηράκλειο Κρήτης [link4]

- Πεζογέφυρες: Προορίζονται για χρήση αποκλειστικά από πεζούς, ώστε να διασχίζουν εμπόδια με ασφάλεια, χωρίς να προκαλούν επιβράδυνση κυκλοφορίας.



Εικόνα 1.5 Πεζογέφυρα Αλίμου [link5]

- Σιδηροδρομικές: Βοηθούν στη διέλευση μιας σιδηροδρομικής γραμμής από ορεινές περιοχές ή από σημεία, που δεν υπάρχει δυνατότητα παράκαμψης με χάραξη στην επιφάνεια του εδάφους.



Εικόνα 1.6 Γέφυρα Εκκάρας Δομοκού [link6]

- Υδατογέφυρες: Κατασκευάζονται για τη μεταφορά υδατορεμάτων.



Εικόνα 1.7 Pont du Sart Aqueduct, Βέλγιο [link7]

- Οχετός: Κατασκευάζεται όταν μια οδός διασταυρώνεται με υδατόρεμα, με σκοπό τη διόδευση του.



Εικόνα 1.8 Οχετός, Red River Valley Αμερικής [link8]

Κατάταξη με βάση τη μέθοδο κατασκευής

- Προβολοδόμηση με επιτόπου σκυροδέτηση

Προτιμάται για ανοίγματα που κυμαίνονται από 70m έως 200m και για συνολικό μήκος γέφυρας μεγαλύτερο από 200m, διότι αποτελεί την οικονομικότερη μέθοδο σε αυτές τις περιπτώσεις. Αρχισε να χρησιμοποιείται στην Ελλάδα τη δεκαετία του 1960 και συνεχίζει να χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα. Ένα βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι συνδέονται με φορείς, οι οποίοι μεταβάλλουν το ύψος τους (έντονη μείωση) από τη στήριξη προς το άνοιγμα. Μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος μεταφόρτωσης υλικών κατά την κατασκευή, καθώς και η δυσκολία καταβιβασμού των φορτίων από το ένα μεσόβαθρο στο άλλο, ειδικότερα σε δύσβατα μέρη (π.χ. χαράδρα).

- Προβολοδόμηση με προκατασκευασμένους σπόνδυλους

Η διαφορά αυτής της μεθόδου συγκριτικά με την παραπάνω είναι ότι, σε αυτή την περίπτωση αντί για επιτόπου σκυροδέτηση χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένοι σπόνδυλοι ίδιας διατομής και ίδιου μήκους και ο αριθμός τους εξαρτάται το μήκος του φορέα ανωδομής της γέφυρας.

➤ Μέθοδος προκατασκευασμένων δοκών

Ιδανική περιοχή χρήσης της μεθόδου είναι για μήκη ανοιγμάτων από 18m έως 28m, ενώ σε περιπτώσεις ανοιγμάτων μικρότερων των 10m και μεγαλύτερων των 35m δεν είναι ευνοϊκή η χρήση αυτής της μεθόδου. Κύρια χαρακτηριστικά είναι η κατασκευή των δοκών στο εργοτάξιο και η χρήση προπλακών για την κατασκευή της πλάκας κυκλοφορίας.

Συστήματα προκατασκευής:

Σύμφωνα με το σύστημα δόμησης χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Ένωση των δοκών μεταξύ τους με χρήση κονιάματος
2. Ένωση των δοκών με έγχυτο σκυρόδεμα
3. Χρησιμοποιώντας έναν προκατασκευασμένο δοκό από βάθρο σε βάθρο

Σύμφωνα με τα μηχανικά μέσα, δηλαδή αν απαιτούνται μόνο γερανοί ή επιπλέον εξειδικευμένα μηχανήματα.

Σημαντικότερα πλεονεκτήματα είναι η ταχύτητα κατασκευής και η οικονομία ικριωμάτων, ενώ μειονεκτήματα της μεθόδου είναι οι πολλές απαιτήσεις συντήρησης και ο κίνδυνος που οφείλεται στη σεισμογένεια της χώρας μας, όταν πρόκειται για αμφιέριστες δοκούς.

➤ Με προωθούμενο ικρίωμα

Συνιστάται για συνεχείς γέφυρες μήκους μεγαλύτερου των 400m και για επιμέρους ανοίγματα, που κυμαίνονται από 30m έως 60m. Το καλούπι του φορέα αναδόμησης στηρίζεται πάνω σε ικρίωμα, το οποίο έχει τη δυνατότητα να προωθείται. Έτσι, η κατασκευή γίνεται σε τμήματα από το ένα άνοιγμα στο άλλο.

Σημαντικά πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι η ταχύτητα κατασκευής, η οικονομία των υλικών, η άνετη πρόσβαση από το ένα έτοιμο τμήμα κατασκευής στο επόμενο προς υλοποίηση και ο ελάχιστος αριθμός αρμών διακοπής εργασίας.

Μειονεκτήματα της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος εξοπλισμού, η μεγάλη απαίτηση σε χώρο και η δυσκολία κατασκευής των ακραίων ανοιγμάτων.

Κατάταξη βάσει της μορφής της κάτοψης

➤ Λοξές

Είναι οι γέφυρες, των οποίων η γωνία που σχηματίζει ο άξονας του δρόμου με τον άξονα του βάρου είναι διαφορετική των 90^0 . Χρησιμοποιείται σε αυτοκινητόδρομους, οι οποίοι πρέπει να διέλθουν πάνω από ποταμούς, ρέματα ή

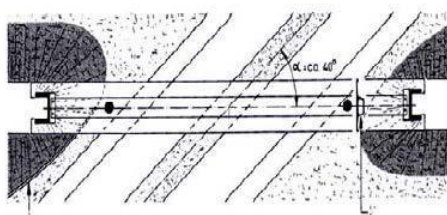
εδαφικές ανωμαλίες. Όσο μεγαλύτερη η λοξότητα τόσο μειώνεται η αντοχή του τεχνικού σε επικίνδυνα καιρικά φαινόμενα ή σεισμούς. Επίσης, οι δυνάμεις στις στηρίξεις είναι ανομοιόμορφες, αλλά θεωρώντας την κάτοψη του καταστρώματος παραλληλόγραμμο, οι εσωτερικές αμβλείες γωνίες του παραλληλόγραμμου δέχονται την μεγαλύτερη ένταση.

Απόρροια της μη ομαλής ροής των τάσεων προς τις στηρίξεις είναι ότι οι μέγιστες τάσεις της λοξής γέφυρας δεν είναι παράλληλες στον άξονα του καταστρώματος και έτσι προκαλείται στροφή του καταστρώματος.

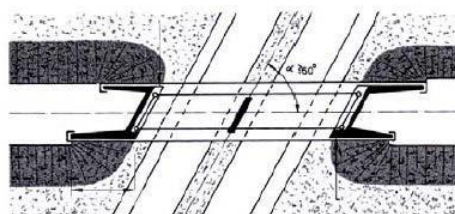
Στην περίπτωση γεφυρών κιβωτοειδούς διατομής, όπου υπάρχει μεγάλη στρεπτική δυσκαμψία, το φορτίο τείνει να χρησιμοποιεί τον συντομότερο δρόμο, την πιο ευάλωτη γωνία.

➤ Ορθές

Ορθές είναι οι γέφυρες, στις οποίες το κατάστρωμα είναι κάθετο στα βάθρα. Στις ορθές γέφυρες το φορτίο του καταστρώματος κατανέμεται ομοιόμορφα στα βάθρα.



α. Γέφυρα ορθή



β. Γέφυρα λοξή

Σχήμα 1.9 Ορθές και Λοξές γέφυρες [link9]

Κατάταξη με βάση τη στατική λειτουργία του φορέα

➤ Κρεμαστές

Πρόκειται για γέφυρες μεγάλου ανοίγματος και χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου είναι η τοποθέτηση των καλωδίων, που συγκρατούν το κατάστρωμα, να γίνεται κάθετα σε αυτό. Βλέπουμε, συνήθως, να χρησιμοποιούνται για τη διέλευση υδάτινων εμποδίων, τα οποία διασχίζονται από πλοία.



Εικόνα 1.10 Κρεμαστή Γέφυρα, Σικάγο [link 10]

➤ Καλωδιωτές

Κι αυτές οι γέφυρες είναι μεγάλων ανοιγμάτων με τη μόνη διαφορά ότι τα καλώδια είναι λοξά με το κατάστρωμα, συγκριτικά με τις κρεμαστές. Μεγαλύτερη καλωδιωτή γέφυρα της Ελλάδας αποτελεί η γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου.



Εικόνα 1.11 Γέφυρα Ρίου – Αντιρρίου [link11]

➤ Τοξωτές

Έχουν μορφή αψίδας και στηρίζονται μόνο στα άκρα, τα οποία συγκρατούν τα φορτία και το βάρος της. Η αψίδα είναι κατασκευασμένη από ατσάλι, το οποίο προσφέρει στη γέφυρα μεγαλύτερη αντοχή σε λυγισμό.



Εικόνα 1.12 Τοξωτή γέφυρα Τσακώνας [link 12]

➤ Φορέας μορφής δοκού

Είναι η πιο απλή μορφή γέφυρας (πλακοδοκοί, κιβωτοειδής, σκαφοειδής). Συνήθως, αποτελείται από ένα ή περισσότερα ανοίγματα, τα οποία στηρίζονται σε βάθρο και το φορτίο μεταφέρεται στις δομές στήριξης.



Εικόνα 1.13 Γέφυρα Σπεργειού [link 13]

➤ Πλαισιωτές

Σε μια γέφυρα άκαμπτου πλαισίου, η ανωδομή και η υποδομή συνδέονται άκαμπτα μεταξύ τους για να λειτουργούν σαν μονάδα. Συνήθως, οι γέφυρες αυτού του είδους χυτεύονται μονολιθικά. Οι συνδέσεις των μελών είναι άκαμπτες και μεταφέρουν ροπή κάμψης, αξονικές δυνάμεις και δυνάμεις διάτμησης. Τέλος, η δομή των πλαισιωτών γεφυρών προσδίδει οφέλη (μεγαλύτερη αντοχή και στατικότητα), αλλά είναι δύσκολο να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί.



Εικόνα 1.14 Πλαισιοτή γέφυρα, ΗΠΑ [link 14]

Κατάταξη βάσει της δυνατότητας μετακίνησης

➤ Κινητές

Κατασκευάζονται, συνήθως, πάνω από ποτάμια ή θάλασσες, προκειμένου να γίνεται διευκόλυνση της ναυσιπλοΐας, εξυπηρετώντας ταυτόχρονα και το οδικό δίκτυο. Από οικονομικής άποψης προτιμάται, διότι έχει χαμηλά βάθρα. Αναλυτικότερα, η γέφυρα λειτουργεί ως εξής: διακόπτεται η οδική κυκλοφορία και με ειδικό μηχανισμό ανυψώνεται η κινητή γέφυρα και γίνεται η διέλευση των πλοίων.



Εικόνα 1.15 Γέφυρα ForydHarbour, Βρετανία [link 15]

➤ Πλωτές

Το κατάστρωμα επιπλέει με τη βοήθεια πλωτών μέσων, τα οποία αγκυρώνονται στον πυθμένα της θάλασσας. Συνήθως, είναι προσωρινές κατασκευές, ενώ όταν πρόκειται για μόνιμες πρέπει να περιλαμβάνουν ένα τουλάχιστον κινητό τμήμα, για την διευκόλυνση της ναυσιπλοΐας.



Εικόνα 1.16 Γέφυρα Αγίας Μαύρας, Λευκάδα [link 16]

➤ Σταθερές

Είναι οι γέφυρες, που δεν έχουν τη δυνατότητα μετακίνησης (πλαισιωτές, τοξωτές, κρεμαστές, μορφής δοκού, ορθές και λοξές).

1.4 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

Στην αρχαιότητα τα μοναδικά υλικά που μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν οι άνθρωποι και να εκμεταλλευτούν, ήταν αυτά που τους πρόσφερε το φυσικό περιβάλλον.

Συγκεκριμένα, ξύλο, πλίνθες, πέτρες, κορμοί δένδρων και φυτικές ίνες ήταν τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη γεφύρωση και τη διευκόλυνση της μετακίνησης τους. Για παράδειγμα, ένας κορμός που ενώνει τις όχθες ενός ποταμού ή μια κρεμαστή γέφυρα από φυτικές ίνες και ξύλο αποτέλεσαν τα πρώτα είδη γεφυρών.

Με το πέρασμα του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας, οι άνθρωποι απέκτησαν την δυνατότητα να επεξεργάζονται τα υλικά της φύσης με μηχανικά μέσα, ώστε να κάνουν ανθεκτικότερες κατασκευές γεφυρών. Επίσης, ανακάλυψαν νέα υλικά όπως, για παράδειγμα τον χάλυβα, το σκυρόδεμα, τους τεχνικούς λίθους, σίδηρο και άλλα μέταλλα.

➤ Σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα ως υλικό κατασκευής γεφυρών χρησιμοποιείται οπλισμένο, προεντεταμένο και σε ορισμένες περιπτώσεις άοπλο. Το άοπλο σκυρόδεμα έχει μεγάλη αντοχή σε θλίψη και μικρή σε εφελκυσμό, γι' αυτό είναι σπανιότερη η χρήση του. Το οπλισμένο σκυρόδεμα ή μπετόν αρμέ είναι ένα σύμμικτο υλικό με μεγάλη αντοχή σε εφελκυσμό, διότι ο οπλισμός του παραλαμβάνει τις εφελκυστικές τάσεις.

Το προεντεταμένο αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα και ράβδους χάλυβα, οι οποίοι έχουν προεκταθεί. Η προένταση των τενόντων προσπαθεί να αναιρέσει τις εφελκυστικές τάσεις με μια κατάλληλη θλιπτική τάση.

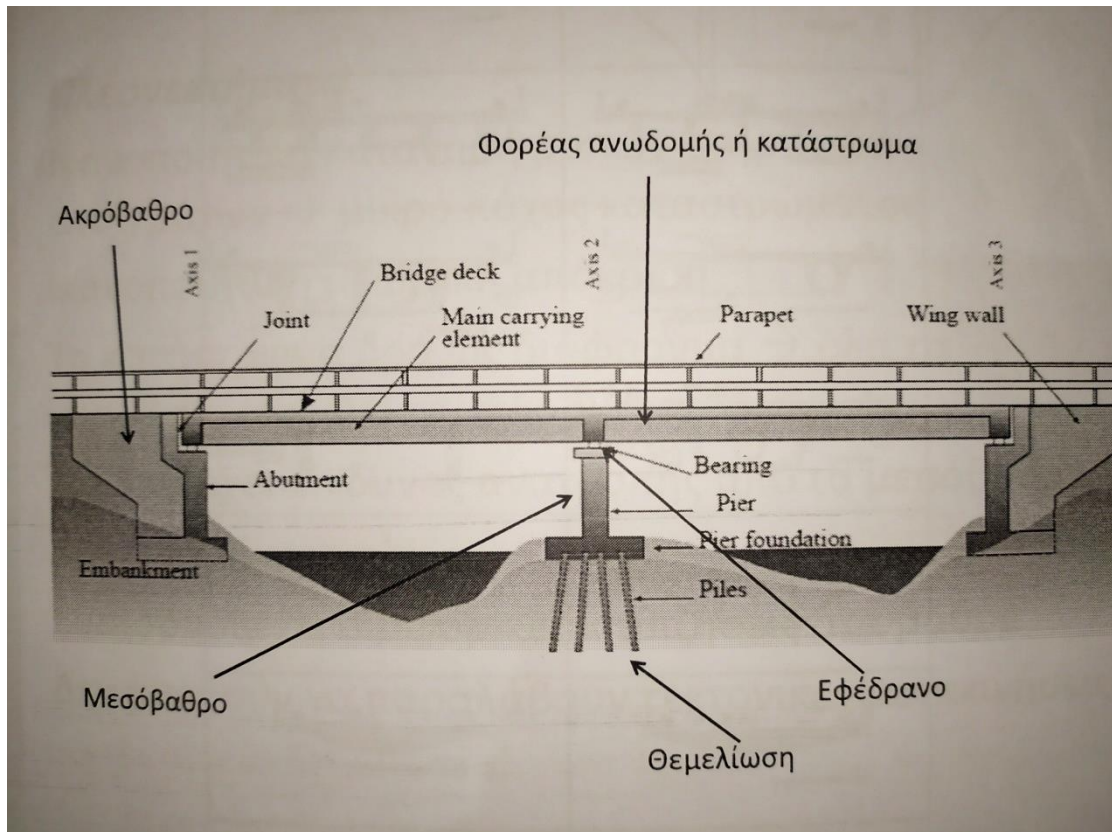
➤ Χάλυβας

Ο χάλυβας ή κοινώς το ατσάλι, αποτελεί ένα κράμα σιδήρου – άνθρακα. Επίσης, περιλαμβάνει μαγγάνιο, πυρίτιο, φώσφορο, θείο και οξυγόνο. Ανακαλύφθηκε το 1000 π.Χ. και μέχρι σήμερα είναι ένα από τα σπουδαιότερα υλικά λόγω της ικανότητας του να διατηρεί τις ιδιότητες του αναλλοίωτες στο χρόνο. Ο χάλυβας στην γεφυροποιία αποτελεί αναπόσπαστο υλικό της κατασκευής.

➤ Φυσικοί λίθοι – Τεχνητοί

Οι φυσικοί λίθοι είναι θραύσματα των πετρωμάτων του φλοιού της Γής και για να χρησιμοποιηθούν υπόκεινται σε κατεργασία. Παραδείγματα φυσικών λίθων αποτελούν το μάρμαρο, ο γρανίτης, ο βασάλτης κ.ά. Με την πρόοδο της τεχνολογίας περιορίστηκε η χρήση των φυσικών υλικών στην γεφυροποιία και αντικαταστάθηκαν με τεχνητούς λίθους, τσιμέντο και χάλυβα. Τεχνητοί λίθοι αποτελούν οι οπτοί και οι άνοπτοι πλίνθοι, τα πλακίδια, οι τσιμεντόλιθοι κ.ά.

1.5 ΤΜΗΜΑΤΑ ΓΕΦΥΡΑΣ



Σχήμα 1.17 Στοιχεία Γεφυρών [Μπισκίνης, 2017]

➤ Θεμελίωση

Είναι το χαμηλότερο τμήμα των ακρόβαθρων και μεσόβαθρων. Επίσης, μέσω αυτής της θεμελίωσης μεταφέρονται τα φορτία στο έδαφος. Η θεμελίωση μπορεί να είναι:

1. Επιφανειακή
2. Με πασσάλους
3. Φρεάτια
4. Κολωνοπάσσαλοι

➤ Ακρόβαθρα

Χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη της ανωδομής στην αρχή και το τέλος της γέφυρας. Συνήθεις δομικά υλικά είναι το σκυρόδεμα, η πέτρα ή το μέταλλο. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή ποικίλει ανάλογα με την αισθητική, την τοποθεσία, το περιβάλλον και τα οικονομικά κριτήρια. Σε περιπτώσεις γεφυρών πάνω από υδάτινες οδούς η κατασκευή δεν θα πρέπει να εμποδίζει τη σωστή ροή του ύδατος. Σκοπός των ακρόβαθρων είναι η εξασφάλιση της μέγιστης δυνατότητας αντοχής.

➤ Μεσόβαθρα

Χρησιμοποιούνται για την στήριξη της ανωδομής και κατασκευάζονται στο ενδιάμεσο τμήμα των ακρόβαθρων. Ο αριθμός τους ποικίλει ανάλογα με το μήκος της γέφυρας και η μορφή τους καθορίζεται από το εμπόδιο που γεφυρώνουν καθώς και από το ύψος των μεσόβαθρων. Συγκεκριμένα σε περίπτωση ποταμού κατασκευάζονται μεσόβαθρα μορφής τοιχωμάτων (λεπίδες) σε κοιλαδογέφυρες με μεγάλο ύψος βάθρων κοίλης διατομής και σε άνω διαβάσεις αυτοκινητόδρομων και κόμβους μορφής στηλών.

➤ Εφέδρανα

Βρίσκονται ανάμεσα στο κατάστρωμα και στα βάθρα. Τα εφέδρανα μεταφέρουν τα φορτία της ανωδομής στην υποδομή της γέφυρας και επιτρέπουν μικρές μετακινήσεις, οι οποίες μπορεί να προκαλούνται, για παράδειγμα, από ερπυσμό του σκυροδέματος ή από μεταβολές της θερμοκρασίας.

Τύποι εφεδράνων:

1. Ολισθαίνοντα
2. Αρθρωτά
3. Κυλιόμενα
4. Σημειακού τύπου
5. Ελαστομεταλλικά (με πυρήνα μόλυβδου)

➤ Φορέας ανωδομής

Είναι το κατάστρωμα της γέφυρας, το οποίο στηρίζεται στα βάθρα και φέρει την κυκλοφορία.

1.6 ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ

Η στεγάνωση είναι απαραίτητη στη κατασκευή των γεφυρών, διότι ανάμεσα στα δομικά υλικά περνούν υγρασία και υδρατμοί, με αποτέλεσμα να προκαλείται διάβρωση, αποσάθρωση, οξείδωση του χάλυβα και τέλος αναπτύσσεται χλωρίδα, λειχήνες και μύκητες. Η επίστρωση μπορεί να γίνει με χυτάσφαλτους, ασφαλτοσκυρόδεμα και με πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος, όμως καμία επίστρωση δεν είναι απόλυτα αποτελεσματική. Οπότε, τοποθετείται μια στρώση στεγάνωσης (φύλλα χαλκού ή αλουμινίου περασμένα με άσφαλτο ή τεχνικές ύλες) ανάμεσα στην πλάκα του καταστρώματος και της επίστρωσης.

1.7 ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΕΦΥΡΩΝ

Σε περίπτωση μικρής κοιλάδας κατασκευάζουμε γέφυρα, προκειμένου να εξασφαλίσουμε ομαλή μηκοτομή και όσο το δυνατό μικρότερη επέμβαση στο περιβάλλον. Στη σημερινή εποχή κατασκευάζονται λοξές γέφυρες μεσαίου ανοίγματος και σε καμπύλη, ενώ παλιότερα κατασκευάζονταν ευθύγραμμες και κάθετες στον άξονα του εμποδίου. Το ύψος της γέφυρας καθορίζεται ανάλογα με τις ανάγκες της χάραξης σε μηκοτομή και το είδος του εμποδίου φυσικού ή τεχνητού.

Πάνω από υδάτινα εμπόδια ως κριτήρια επιλογής του ύψους της γέφυρας λαμβάνονται η ανώτατη στάθμη ύδατος και το μέγιστο ύψος, τυχόν, διερχόμενων πλοίων.

Όταν πρόκειται για γεφυρώσεις τεχνητών εμποδίων, τότε πρέπει να έχουμε 5m ελεύθερο ύψος πάνω από αυτοκινητοδρόμους, 2m πάνω από πεζοδρόμους, 3m πάνω από δευτερεύουσες οδούς. Για τον σχεδιασμό γεφυρών μικρού και μεσαίου ανοίγματος λαμβάνουμε υπ' όψιν, κυρίως τον τρόπο κατασκευής τους, ο οποίος καθορίζεται από:

1. Τεχνικούς παράγοντες (γεωγραφία θέσης, φύση του εμποδίου, ύψος γέφυρας)
2. Τον εξοπλισμό και το κόστος

Εκτός από τον τρόπο κατασκευής βασικοί παράγοντες σχεδιασμού των γεφυρών είναι:

1. Οικονομία του έργου
2. Η λειτουργικότητα του
3. Η αισθητική του
4. Η ασφάλεια

Για τον σχεδιασμό γεφυρών μεγάλου ανοίγματος επιλέγονται καλωδιωτές ή κρεμαστές γέφυρες. Σε περίπτωση αυτοκινητόδρομου δύο κατευθύνσεων κατασκευάζονται δύο γέφυρες, η κατασκευή των οποίων έχει μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με μια κοινή γέφυρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΡΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΤΙΣ ΓΕΦΥΡΕΣ

2.1 ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ

- Ίδιο βάρος (γέφυρα από οπλισμένο σκυρόδεμα) : $g=25 \text{ kN/m}^3$
- Φορτίο 0.24 kN/m^2 ανά cm ασφαλτικών στρώσεων όταν πρόκειται για οδικές γέφυρες.
- Πεζοδρόμια: $g=24 \text{ kN/m}^3$
- Σκυρόδεμα ρύσεων (διαμόρφωση της εγκάρσιας κλίσης): $g=22 \text{ kN/m}^3$
- Υδρομόνωση: $g=0.5 \text{ kN/m}^2$
- Κιγκλιδώματα: $g=0.3 \text{ kN/m}$
- Στηθαία ασφάλειας: $g=0.5 \text{ kN/m}$

2.2 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΓΕΦΥΡΩΝ

Κάθε μορφή γέφυρας απαιτεί και διαφορετικό αντισεισμικό σχεδιασμό. Ιδιαίτερη προσοχή στην αντισεισμική μελέτη απαιτούν οι τοξωτές γέφυρες, οι γέφυρες με αντηριδωτά βάθρα και βάθρα μορφής V. Ενώ, για παράδειγμα, σε περίπτωση γέφυρας που ο φορέας κατασκευάζεται με εκσκαφή και επανεπίχωση (cutandcover), τότε η αντισεισμική μελέτη είναι πιο απλοποιημένη. Τέλος, οι κρεμαστές και οι καλωδιωτές γέφυρες αποτελούν ειδική κατηγορία.

2.3 ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ – ΔΡΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΤΙΣ ΓΕΦΥΡΕΣ

Όταν η κατασκευή ξεπεράσει τις οριακές καταστάσεις, τότε παύει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις ασφαλείας και λειτουργικότητας που προβλέπει ο σχεδιασμός.

- Οριακές καταστάσεις αστοχίας (π.χ. κατάρρευση ή άλλου είδους αστοχίες που βάζουν σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές)
- Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας (μεγάλες παραμορφώσεις ή μετακινήσεις που προκαλούν βλάβες στα στοιχεία πλήρωσης ή ταλαντώσεις της γέφυρας).

Όταν οι δράσεις επιβάλλονται συνδυαστικά σε περίπτωση οριακής κατάστασης, τότε ταξινομούνται σε:

- Άμεσες (π.χ. συγκεντρωμένα ή ομοιόμορφα κατανεμημένα γραμμικά και επιφανειακά φορτία).
- Έμμεσες (π.χ. παραμόρφωση λόγω αλλαγής της θερμοκρασίας ή υποχώρησης στηρίξεων ή επιτάχυνση λόγω σεισμού)

Οι δράσεις με βάση το χρόνο διακρίνονται σε:

- Μόνιμες (π.χ. ίδια βάρη)
- Μεταβλητές (π.χ. φορτία χιονιού ή ανέμου)
- Τυχηματικές (π.χ. εκρήξεις ή τροχαία ατυχήματα)

Οι δράσεις ανάλογα με τη θέση ταξινομούνται σε:

- Καθορισμένες (π.χ. ίδιο βάρος)
- Ελεύθερες (π.χ. κινητά φορτία)

Ως προς τη φύση διακρίνονται σε:

- Στατικές
- Δυναμικές

Οι έμμεσες δράσεις είναι είτε μόνιμες G (π.χ. υποχώρηση στήριξης) ή μεταβλητές Q (μεταβολή θερμοκρασίας). Η προένταση (P) είναι μόνιμη δράση.

2.4 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ ΟΔΙΚΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ

Στον Ευρωκώδικα 1 (Μάρτιος 1995), και συγκεκριμένα το 3^ο μέρος του, προκαθορίζει τα κινητά φορτία (οριζόντια και κατακόρυφα), τα οποία χρησιμοποιούνται σε σιδηροδρομικές, οδικές και γέφυρες για πεζούς, σε συνδυασμό με τα φορτία του EC1 και τα μέρη που αναφέρονται σε γέφυρες του Ευρωκώδικα 2 μέχρι 9.

Στα Εθνικά Κείμενα Εφαρμογής ή σε εκδόσεις συμπληρωματικών κανόνων ανά αντικείμενο, παρέχονται πληροφορίες και κανόνες σχετικά με τα εξής ειδικά φορτία:

1. Κίνηση στρατιωτικών οχημάτων, τραμ κ.τ.λ.
2. Κανόνες για γέφυρες που εξυπηρετούν οδικά οχήματα και τρένα ταυτόχρονα
3. Φορτία πρόσκρουσης πλοίων ή αεροπλάνων που εμφανίζονται, για παράδειγμα, σε γέφυρες πλωτών ποταμών ή θάλασσας.

Επίσης, στα Εθνικά Κείμενα αναφέρονται οι τιμές των επιμέρους συντελεστών ασφαλείας κ.λ.π.

Οι δράσεις επί των γεφυρών, όπως αναφέρεται και παραπάνω, διακρίνονται σε μεταβλητές (variable) και τυχηματικές (accidental).

Οι αντιπροσωπευτικές τιμές των μεταβλητών δράσεων διακρίνονται σε:

- Χαρακτηριστικές - characteristic (στατιστικές ή ονομαστικές)
- Σποραδικές – infrequent (μέση περίοδος επαναφοράς ένα έτος)
- Συχνές – frequent (μέση περίοδος επαναφοράς μια βδομάδα)
- Ημιμόνιμες – quasi-permanent

Τα φορτία κυκλοφορίας που θα λαμβάνονται υπόψη, προσδιορίζονται σε ομάδες φορτίων (groups) και γενικά ισχύουν οι καταστάσεις σχεδιασμού που ορίστηκαν παραπάνω.

2.5 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΕ ΟΔΙΚΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ

Τα φορτία αυτά εφαρμόζονται στις οδικές γέφυρες με ανοίγματα μικρότερα των 200m και με πλάτος οδοστρώματος μικρότερο των 42m.

Οι γέφυρες αυτές έχουν διάρκεια ζωής 100 χρόνια.

Συντηρητικά θεωρούνται τα φορτία, που εφαρμόζονται σε γέφυρες με ανοίγματα μεγαλύτερα των 200m.

Για να γίνει προσομοίωση των πραγματικών δράσεων, ορίζονται πλασματικά μοντέλα φόρτισης, για τα οποία προκαθορίζεται η μορφή και τα φορτία τους. Η δυναμική επιρροή των φορτίων έχει υπολογιστεί στα μοντέλα φόρτισης, οπότε προσαύξηση γίνεται μόνο αν το ζητήσει η Αρμόδια Αρχή.

2.6 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΔΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ DIN 1072 (67/82)

Στην Ελλάδα, σχεδόν πάντα, για τον σχεδιασμό οδογεφυρών η κατηγορία ή κλάση φορτίων 60/30, η οποία περιλαμβάνει δυο βαριά οχήματα, ένα των 60t και άλλο ένα 30t. Στη κατηγορία αυτή, ως κατάστρωμα της γέφυρας που δρουν τα φορτία κυκλοφορίας, λαμβάνεται η επιφάνεια μεταξύ της εσωτερικής επιφάνειας των κρασπέδων ή των στηθαίων των πεζοδρομίων, συγκεκριμένα όποιο είναι πιο κοντά στον άξονα της γέφυρας, και της εσωτερικής επιφάνειας των τυχόν διαζωμάτων που πιθανόν χωρίζουν τους δυο κλάδους, αν οι κλάδοι φέρονται από την ίδια γέφυρα.

Μέρη στα οποία χωρίζεται η επιφάνεια του καταστρώματος:

- Κύρια λωρίδα (ΚΛ) με πλάτος 3m

- Δευτερεύουσα λωρίδα (ΔΛ) με πλάτος 3m ή όσο το υπόλοιπο πλάτος του καταστρώματος, αν το συνολικό του πλάτος είναι μικρότερο από 6m
- Υπόλοιπο επιφάνειας

Φορτία κυκλοφορίας κύριας λωρίδας:

1. Οχήμα 60t πλάτους 3m (όσο είναι η λωρίδα), με 3 άξονες ανά 1.5m (απόσταση του πρώτου άξονα από την αρχή του οχήματος: 1.5m, απόσταση τελευταίου άξονα από το τέλος του οχήματος: 1.5m, σύνολο $4 \times 1.5\text{m} = 6\text{m}$).

Θεωρείται ότι ο κάθε άξονας έχει δυο τροχούς με απόσταση 2m μεταξύ τους κατά το πλάτος του οχήματος, με φορτίο 100kN ανά τροχό. Η επιφάνεια επαφής του τροχού με το κατάστρωμα είναι 0.2m κατά μήκος του οχήματος x 0.6m κατά το πλάτος. Το όχημα ονομάζεται κύριο όχημα. Μπορεί να θεωρηθεί ότι η φόρτιση της γέφυρας από το κύριο όχημα αποτελείται από 3 φορτία 200kN το καθένα, με απόσταση μεταξύ τους 1.5m.

2. Ομοιόμορφο φορτίο $q_1=5\text{kN/m}^2$ σε όλο το μήκος της κύριας λωρίδας μπροστά και πίσω από το κύριο όχημα.

Στη θέση κατά μήκος της γέφυρας στην οποία προκύπτει η δυσμενέστερη δυνατή επιρροή, στο εντατικό μέγεθος που μας ενδιαφέρει, τοποθετείται το κύριο όχημα. Οπότε, αν μας ενδιαφέρει η ροπή κάμψης σε μια διατομή της γέφυρας, τοποθετείται ο μεσαίος άξονας στη διατομή αυτή. Εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση που η διατομή, που μας ενδιαφέρει, βρίσκεται έξω από τα μεσαία τρίτα του ανοίγματος L μεταξύ διαδοχικών στηρίξεων, ή γενικά μεταξύ διαδοχικών σημείων που μηδενίζεται η γραμμή επιρροής, είναι δυσμενέστερη η τοποθέτηση του 1^{ου} άξονα στη διατομή που μας ενδιαφέρει και των άλλων δυο προς το κέντρο του ανοίγματος.

Το ομοιόμορφο φορτίο q_1 φορτίζει το υπόλοιπο της κύριας λωρίδας μπρος και πίσω από το κύριο όχημα μέχρι το σημείο μηδενισμού της γραμμικής επιρροής.

Η ένταση που προκύπτει από τη φόρτιση της κύριας λωρίδας πολλαπλασιάζονται επί συντελεστή ταλάντωσης $\varphi=1.4 - 0.008 L$ (m). Το L είναι η απόσταση μεταξύ των σημείων μηδενισμού γραμμής επιρροής. Αν η τιμή αυτή ξεπερνά τα 50m, λαμβάνεται $\varphi=1$.

Στη δευτερεύουσα λωρίδα θεωρείται ότι υπάρχουν:

- Ένα όχημα με βάρος 30t (δευτερεύον όχημα), το οποίο είναι όμοιο με το κύριο όχημα των 60t, εκτός από το βάρος ανά τροχό (50kN βάρος άξονα 100kN και οχήματος 300kN) και το πλάτος των τροχών (0.4m κατά το πλάτος της γέφυρας). Θεωρείται ότι το δευτερεύον όχημα βρίσκεται δίπλα στο κύριο όχημα κατά το πλάτος της γέφυρας.

- Ομοιόμορφο φορτίο $q_2=3\text{kN/m}^2$ μπρος και πίσω από το δευτερεύον όχημα, όπως το q_1 τα κύριας λωρίδας.

Αν το άνοιγμα L της γέφυρας ξεπερνά τα 30m, επιτρέπεται η απλοποίηση του κύριου οχήματος σαν ομοιόμορφο φορτίο 600kN ($3\text{m} \times 6\text{m}$)= 33.3 kN/m^2 και του δευτερεύοντος, με ομοιόμορφο φορτίο 16.7 kN/m^2 .

Ομοιόμορφο φορτίο $q_r=3\text{kN/m}^2$ λαμβάνεται για το υπόλοιπο κατάστρωμα της γέφυρας.

Ο συντελεστής φ δεν πολλαπλασιάζει τα φορτία, εκτός της κύριας λωρίδας.

Επομένως, στην περίπτωση που η δράση των φορτίων σε κάποιο μέρος της επιφάνειας του καταστρώματος είναι ανακουφιστική, τότε δεν θεωρούνται ότι δρουν σε αυτό φορτία κυκλοφορίας. Η θέση της λωρίδας στο πλάτος του καταστρώματος της γέφυρας, πρέπει να είναι δυσμενέστερη για το εντατικό μέγεθος που μας ενδιαφέρει.

Η δευτερεύουσα λωρίδα μπαίνει δίπλα της, εκτός κι αν αυτό δεν είναι δυσμενές. Σε αυτή τη περίπτωση δεν τοποθετείται καθόλου. Το υπόλοιπο πλάτος φορτίζεται με το φορτίο q_r , για όσο πλάτος προκύπτει δυσμένεια.

Σε όλο το πλάτος του καταστρώματος της γέφυρας λαμβάνεται μόνο μια κύρια λωρίδα και μια δευτερεύουσα το πολύ, ανεξάρτητα από το αν περιλαμβάνεται σε αυτό ένας κλάδος κυκλοφορίας ή και οι δυο. Οπότε αν υπάρχει ξεχωριστή γέφυρα για κάθε κλάδο, η κάθε μια γέφυρα θα υπολογιστεί ξεχωριστά για τη δράση της κύριας και της δευτερεύουσας λωρίδας στο πλάτος του καταστρώματος της. Αν οι δυο αυτές γέφυρες στηρίζονται με κοινά βάθρα, τα βάθρα και η θεμελίωσή του, θα υπολογισθούν για δράση μόνο μιας κύριας και μιας δευτερεύουσας λωρίδας σε όλο το πλάτος και των δυο γεφυρών.

Το DIN 1072 προβλέπει και οριζόντια φορτία, από τροχοπέδηση ή επιτάχυνση των οχημάτων, από φυγόκεντρες δυνάμεις, κ.τ.λ.

2.7 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΔΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 1

Ο καθορισμός των φορτίων κυκλοφορίας στον Ευρωκώδικα 1 είναι αρτιότερος τεχνικά, αλλά και επιστημονικά από ότι στο DIN 1072. Επιπλέον ανταποκρίνεται καλύτερα στα σημερινά δεδομένα των Ευρωπαϊκών αυτοκινητόδρομων διεθνούς κυκλοφορίας.

Οι διαφορές του Ευρωκώδικα 1 είναι οι εξής:

Διακρίνονται τρεις λωρίδες, αντί δυο και αριθμούνται ως λωρίδα 1,2 και 3 με πλάτος της κάθε λωρίδας 3m. Αν το πλάτος του καταστρώματος είναι από 3m έως 5.4m,

τοποθετείται μόνο η λωρίδα 1 σε πλάτος 3m, και ότι περισεύει χαρακτηρίζεται ως «υπόλοιπη επιφάνεια». Αν το πλάτος καταστρώματος είναι από 5.4m έως και 6m, μοιράζεται στη λωρίδα 1 και λωρίδα 2 πλάτους ίσου με το μισό του καταστρώματος.

Για το πλάτος από 6m έως 9m τοποθετούνται οι λωρίδες 1 και 2 πλάτους 3m και ότι περισεύει χαρακτηρίζεται «υπόλοιπη επιφάνεια». Για πλάτος μεγαλύτερο από 9m τοποθετούνται και οι 3 λωρίδες και περισεύει και «υπόλοιπη επιφάνεια». Αν οι δυο κατευθύνσεις κυκλοφορίας είναι πάνω στην ίδια γέφυρα και χωρίζονται με στηθαίο ή νησίδα, τότε κάθε πλευρά του καταστρώματος και από τις δυο πλευρές του διαχωριστικού χωρίζεται σε 7 λωρίδες ανάλογα με το πλάτος. Συγκεκριμένα μέχρι 5.4m, 5.4m έως 6m, 6m έως 9m, πάνω από 9m.

Λωρίδες 1, 2, 3 τοποθετούνται στα μισά του καταστρώματος, αναλόγως αν χωράνε. Οπότε μπορεί οι λωρίδες 1, 2, 3 να μην είναι στην ίδια πλευρά του διαχωριστικού, αλλά μια από αυτές σε διαφορετική. Παραδείγματος χάριν, αν σε κάθε κατεύθυνση το κατάστρωμα έχει πλάτος 7.5m, δηλαδή χωράει 2 λωρίδες των 3m, τότε η λωρίδα 3 θα είναι στην άλλη κατεύθυνση και το κενό των $7.5m - 2 \times 3 = 1.5m$ που περισεύει στη μια κατεύθυνση ή των $7.5 - 3 = 4.5m$ στην άλλη, θεωρούνται «υπόλοιπη επιφάνεια».

Τα φορτία κυκλοφορίας του Ευρωκώδικα 1 έχουν, υπό της συνθήκες του 2000, πιθανότητα για υπέρβαση 5% σε 50 χρόνια σε γέφυρες ανοίγματος 10m έως 200m. Για μεγαλύτερα ανοίγματα τα φορτία του Ευρωκώδικα είναι συντηρητικά.

Τα φορτία που δίνονται για αυτοκινητόδρομους βαριάς βιομηχανικής κυκλοφορίας διεθνών μεταφορών είναι τα εξής:

- Στη λωρίδα 1: Όχημα βάρους $Q_1=600kN$, ομοιόμορφο φορτίο σε όλο το μήκος μαζί με την επιφάνεια κάτοψης του οχήματος $q_1=9kN/m^2$.
- Στη λωρίδα 2: Με βάρος οχήματος $Q_2=400kN$ και ομοιόμορφο φορτίο $q_2=2.5 kN/m^2$.
- Στη λωρίδα 3: Σαν την 2, αλλά με βάρος οχήματος $Q_3=200kN$.

Στην «υπόλοιπη επιφάνεια» κυκλοφορίας θεωρείται μόνο ομοιόμορφο φορτίο $q_f=5kN/m^2$. Σε αυτοκινητόδρομους με μικρή κυκλοφορία η κάθε χώρα μπορεί να μειώσει τα ανώτερα φορτία, μέχρι και κατά 20%. Οι τιμές των ανώτερων φορτίων περιλαμβάνουν ήδη την επιρροή της ταλάντωσης. Οπότε, δεν χρειάζεται επαύξηση με συντελεστή αντίστοιχο του ϕ κατά DIN 1072. Τα φορτία των οχημάτων θεωρείται ότι ασκούνται σε ένα διπλό άξονα με 2 τροχούς ανά άξονα, με απόσταση μεταξύ των τροχών 2m κατά πλάτος του οχήματος αφήνοντας 0.5m μέχρι την άκρη του πλάτους του οχήματος. Η επιφάνεια επαφής των τροχών λαμβάνεται τετράγωνη, πλευράς 0.4m. Το όχημα θεωρείται ότι κινείται κατά μήκος του άξονα της λωρίδας, άρα το φορτίο του ασκείται στο μέσο του πλάτους της λωρίδας. Σε γέφυρες με άνοιγμα μεγαλύτερο από 10m το συνολικό φορτίο του οχήματος μπορεί να θεωρείται συγκεντρωμένο σε ένα σημείο στο κέντρο του οχήματος.

Για τους τοπικούς ελέγχους στοιχείων με μικρό άνοιγμα οι δυο άξονες του διπλού άξονα λαμβάνονται ξεχωριστά, με μεταξύ τους απόσταση 1.2m. Γι αυτούς τους ελέγχους τα οχήματα δυο διαφορετικών λωρίδων μπορεί να πλησιάσουν μεταξύ τους, με την απόσταση των τροχών τους (από το κέντρο τους) να είναι 0.5m αντί για 1m, όπως είναι κανονικά.

Σε αντίθεση με το DIN 1072, η λωρίδα 2 και το όχημα της δεν είναι απαραίτητο να βρίσκονται ακριβώς δίπλα στην λωρίδα 1 και στο αντίστοιχο όχημα. Αυτό συμβαίνει γιατί, η θέση των λωρίδων 1, 2, 3 κατά πλάτος της γέφυρας και των οχημάτων κάθε λωρίδας κατά μήκος της πρέπει να επιλέγεται, έτσι ώστε να δίνει δυσμενέστερα αποτελέσματα για το υπόψη εντατικό μέγεθος. Επίσης, στην περίπτωση που το δυσμενέστερο για το εντατικό μέγεθος που υπολογίζεται είναι να μη φορτίζεται μια λωρίδα με το ομοιόμορφο φορτίο q_1 σε όλο το πλάτος, έτσι το φορτίο q_1 θεωρείται ότι δρα μόνο σε εκείνο το μέρος του πλάτους της λωρίδας το οποίο δίνει δυσμένεια. Το υπόλοιπο μένει αφόρτιστο. Όμως, το φορτίο του οχήματος Q_i λαμβάνει πάντα να δρα στο σύνολο του, στο μέσο του πλάτους της λωρίδας.

Κάθε λωρίδα τοποθετείται μόνο μια φορά στο πλάτος του καταστρώματος κυκλοφορίας. Η φόρτιση κατά μήκος μιας λωρίδας εκτείνεται μόνο στο μήκος της γέφυρας, στο οποίο προκύπτει δυσμένεια. Για παράδειγμα, αν μας ενδιαφέρει η ροπή στρέψης σε διατομή της γέφυρας μακριά από την στήριξη που πακτώνει το φορέα καταστρώματος σε στρέψη, με δεδομένο ότι η σχετική γραμμή επιρροής αλλάζει πρόσημο από + σε - στις δυο πλευρές της διατομής, η λωρίδα 1 τοποθετείται στο τμήμα της επιφάνειας μέχρι την υπόψη διατομή και στη μέγιστη δυνατή απόσταση από τον άξονα της γέφυρας για να δίνει τη μέγιστη φόρτιση και η λωρίδα 2 στο απέναντι τμήμα του μήκους και του πλάτους της γέφυρας, ώστε να δίνει, στρεπτική φόρτιση, με αντίθεση εκκεντρότητα ως προς τον άξονα, με το ίδιο πρόσημο όπως και η λωρίδα.

Τα οχήματα της λωρίδας 1 και της λωρίδας 2 τοποθετούνται αρκετά κοντά στη διατομή που μας ενδιαφέρει, ώστε να φτάνει στο μέγιστο η στρεπτική φόρτιση εξαιτίας του καθενός τους, απλώς σε αντίθετη πλευρά της διατομής και σε αντίθετη βέβαια θέση ως προς τον άξονα της γέφυρας. Αν στο μισό του πλάτους του καταστρώματος κυκλοφορίας χωράει να τοποθετηθεί και η άλλη λωρίδα με το μισό τουλάχιστον πλάτος, τότε μια ακόμη από τις λωρίδες 2 ή 3 τοποθετείται δίπλα στη λωρίδα 1 αλλά προς το εσωτερικό του πλάτους του καταστρώματος και το όχημα της τοποθετείται στην ίδια κατά μήκος θέση όπως και το 1, ώστε να συμβάλλει θετικά με την εκκεντρότητά του στη ροπή στρέψης. Η άλλη λωρίδα 2 ή 3 τοποθετείται στο απέναντι τμήμα του μήκους και του πλάτους της γέφυρας. Το ομοιόμορφο φορτίο των λωρίδων $q_2=q_3$ της υπόλοιπης επιφάνειας, q_1 , ασκείται μόνο μέχρι τον άξονα της γέφυρας, ώστε να φτάνει στο μέγιστο η ροπή στρέψης.

Στη περίπτωση που οι δυο κατευθύνσεις είναι πάνω στην ίδια γέφυρα και χωρίζονται μεταξύ τους με νησίδα ή διαχωριστικό στηθαίο, οι πλευρές του καταστρώματος και

από τις δύο πλευρές του διαχωριστικού χωρίζονται σε λωρίδες αναλόγως με το πλάτος της.

Επομένως, αν το δυσμενέστερο για το συγκεκριμένο εντατικό μέγεθος είναι να τοποθετούνται οι λωρίδες όσο γίνεται εκτός του κέντρου του άξονα της γέφυρας, μπορεί δυσμενέστερο να είναι το να τοποθετηθούν οι λωρίδες 1 και 2 στη μια κατεύθυνση σε μέγιστη δυνατή απόσταση από τον άξονα και το διαχωριστικό, η «υπόλοιπη επιφάνεια» να συμπληρώνει το κενό μέχρι το διαχωριστικό, ενώ στην απέναντι κατεύθυνση η λωρίδα 3 τοποθετείται ακριβώς δίπλα στο διαχωριστικό και ως «υπόλοιπη επιφάνεια» να φορτίζεται όσο πλάτος της δίνει δυσμείνεια.

Με τα ανωτέρω φορτία κυκλοφορίας στο κατάστρωμα συνδυάζεται φόρτιση των πεζοδρομίων και της ενδιάμεσης νησίδας αν υπάρχει και αν έχει χώρο για πεζούς, με φορτίο 2.5 kN/m^2 . Αλλιώς, αν αυτό είναι δυσμενέστερο, μπορεί να φορτίζονται μόνον τα πεζοδρόμια και η νησίδα με φορτίο συνωστισμού 5 kN/m^2 , χωρίς φορτία κυκλοφορίας στο κατάστρωμα.

Ο συνδυασμός των ανωτέρω φορτίων κυκλοφορίας Q με τα μόνιμα φορτία G γίνεται με συντελεστές 1.35 και στα δυο, δηλαδή $1.35G+1.35Q$ αντί του $1.35G+1.5Q$ που λαμβάνεται γενικά στα κτίρια. Οι Ευρωπαϊκές χώρες όμως έχουν το δικαίωμα να πάρουν μειωμένους συνδυασμούς μονίμων και κινητών φορτίων, γιατί είναι απίθανη η ταυτόχρονη μεγάλη υπέρβαση της ονομαστικής τιμής των μονίμων φορτίων και αυτής των κινητών.

Η μείωση που συνιστάται στον Ευρωκώδικα EN1990 (Βάσεις του σχεδιασμού) είναι η εξής:

Στο $1.35G+1.35Q$ (ή $1.35G+1.5Q$ για τα κτίρια), όταν λαμβάνεται η συνολική τιμή των μονίμων φορτίων G μπορεί να λαμβάνεται η τιμή συνδυασμού των φορτίων κυκλοφορίας, που ισούται με το 75% των οχημάτων των λωρίδων συν το 40% των ομοιόμορφων φορτίων των λωρίδων, της «υπόλοιπης επιφάνειας» και των πεζοδρομίων. Αντίστοιχα, όταν λαμβάνεται η πλήρης τιμή των φορτίων κυκλοφορίας, μπορεί να θεωρούνται μόνιμα φορτία μειωμένα κατά 15%, γίνονται δηλαδή $1.35 \times 0.85G = 1.15G$.

Τα μειωμένα φορτία κυκλοφορίας, δηλαδή το 75% του φορτίου οχημάτων συν το 40% των ομοιόμορφων φορτίων, πολλαπλασιασμένα επί το συντελεστή φορτίου 1.35, συνδυάζονται και με τις θερμοκρασιακές δράσεις (ονομαστικές τιμές) πολλαπλασιασμένες επί συντελεστή φορτίου 1.5 και με τα μόνιμα φορτία ως άνω ($1.35G$ ή $1.15G$, ανάλογα με το αν υιοθετείται η σχετική ελάφρυνση ή όχι).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΕ ΛΟΞΟΤΗΤΑ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 20.5m ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ

Η μελέτη εκπονήθηκε από την εταιρεία «ΔΙΟΛΚΟΣ Δομοστατικοί Μηχανικοί Ι.Κ.Ε.» στα πλαίσια συνεργασίας με τα Γραφεία Μελετών ΕΞΑΝΤΑΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ι. Χατζηνικολάου και συνεργάτες, Γ. Χατζηστεργίου και Ν. Παπαδόπουλος, μετά από ανάθεση της Περιφέρειας Πελοποννήσου.

3.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΓΕΝΙΚΑ: Το αντικείμενο της παρούσης είναι η γεφύρωση ρέματος υπό την νέα οδό Χάνια- Κροκεές -Μονεμβάσια στη **Χ.Θ. 2+515,59** του β' υποτιμήματος.

ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ: Ο άξονας της οδού τέμνει τον άξονα ρέματος με **γωνία** $76^{\circ} 31' 21''$. Η χάραξη της οδού στην περιοχή του τεχνικού είναι σε ευθυγραμμία. Το καθαρό ορθό άνοιγμα του φορέα ορίζεται στα 6,00m με βάση την έγκριση της περιβαλλοντικής μελέτης (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. Γ.Δ. Περιβάλλοντος 109185/2.8.2000), δεδομένου ότι το άνοιγμα του τεχνικού δεν προκύπτει από την υδραυλική μελέτη. Το ελάχιστο καθαρό ύψος της γέφυρας είναι 3,70m, ώστε να είναι δυνατή η είσοδος ενός μηχανήματος για τον καθαρισμό της.

Το συνολικό (λοξό κατά τον άξονα του ρέματος) μήκος του τεχνικού είναι 22,50m και φέρει την οδό σε επίχωμα, συνολικού πλάτους καταστρώματος 10,00m. Η κατά μήκος τοποθέτηση του φορέα γίνεται με κλίση 4,04% προς τα κατάντι με σκοπό την καλύτερη απορροή του καταστρώματος της γέφυρας και την μείωση του σκυροδέματος ροής. Το σκυρόδεμα ροής τοποθετείται για να διατηρηθεί η μηκοτομή της κοίτης του ρέματος κάτω από το τεχνικό, αλλά και για την προστασία της πλάκας θεμελίωσης.

Περί την διατομή 132 υπάρχει ανάγκη δημιουργίας ενός ακόμη τεχνικού για τοπική απορροή. Εναλλακτικά υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής ανοικτής τάφρου σε συνδυασμό με ένα σωληνωμένο τμήμα για την απορροή μέσω του υπόψη τεχνικού.

Όλη η γεωμετρία και ο σχεδιασμός παραμένει όπως ακριβώς προβλέπεται στην συγκεκριμένη προμελέτη.

ΦΟΡΕΑΣ: Η γέφυρα μορφώθηκε σε κλειστό πλαίσιο ενός ανοίγματος με λοξότητα αυτή της τομής των αξόνων της οδού και του ρέματος και **ελεύθερο ορθό άνοιγμα 6,00m**. Ο φορέας αυτός, προσφέρει οικονομία (υπερστατικότητα), ελάχιστη συντήρηση (απουσία εφεδράνων, αρμών) και καλή συμπεριφορά σε καθιζήσεις (κλειστός φορέας). Η κατασκευή προβλέπεται με επιτόπου σκυροδέτηση.

ΦΟΡΤΙΑ: Οι παραδοχές φόρτισης του έργου αναφέρονται αναλυτικά στην πρώτη σελίδα των στατικών υπολογισμών, που ακολουθεί αυτή εδώ την έκθεση. Η γέφυρα μελετάται με βάση τους Γερμανικούς κανονισμούς φόρτισης του **DIN 1072 για κλάση 60/30**.

ΕΠΙΛΥΣΗ: Η προσομοίωση του φορέα έγινε με διακριτοποίηση του (με την μέθοδο πεπερασμένων στοιχείων), σε χωρικά πεπερασμένα στοιχεία κελύφους και χωρικά πεπερασμένα στοιχεία κελύφους ελαστικά εδρασμένα σε έδαφος Winkler. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει γεωτεχνική έρευνα στη θέση του τεχνικού υποτέθηκε ένας μέσος δείκτης εδάφους 15.000kN/m^3 . Το προσομοίωμα ακολουθεί κατά το δυνατόν πιστά την γεωμετρία του φορέα και είναι σχεδιασμένο αναλυτικά στις σελίδες της μελέτης. Η επίλυση έγινε θεωρώντας **δύο βασικούς συνδυασμούς φορτίσεως:**

Ο πρώτος περιλαμβάνει τις στατικές φορτίσεις ήτοι:

- Μόνιμα φορτία ίδιου βάρους, επιχωμάτων, επιστρώσεων, καθώς και τα φορτία του σκυροδέματος ροής του ρέματος κάτω από την γέφυρα.
- Δυνάμεις ωθήσεων με δύο τρόπους:
 1. Όπου αυτές δρουν ευνοϊκά, λαμβάνεται υπόψη ενεργητική ώθηση με μειωμένο φαινόμενο βάρος γαιών κατά 10%.
 2. Όπου δρουν δυσμενώς λαμβάνεται υπόψη ώθηση ηρεμίας.
- Κινητά επί της οδού, σύμφωνα με το DIN 1072.

Ο δεύτερος συνδυασμός φόρτισης περιλαμβάνει σεισμικές δράσεις. Οι δράσεις αυτές λαμβάνονται υπόψη με βάση την εγκύκλιο 39/1999 του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. και τον Ε.Α.Κ., όπως αυτός ισχύει σήμερα. Στον συνδυασμό αυτόν περιλαμβάνονται οριζόντιες φορτίσεις σεισμού κατά δύο διευθύνσεις και άλλα φορτία όπως ακολουθεί:

- Τα φορτία του στατικού συνδυασμού με μειωμένα τα κινητά στο 20%.
- Προσαύξηση των ωθήσεων κατά τον εγκύκλιο.
- Σεισμική δύναμη για περιοχή II/β κατά τον αντισεισμικό κανονισμό.

Ακολούθως υπολογίζονται από την περιβάλλουσα οι οπλισμοί, οι οποίοι παρουσιάζονται σχεδιασμένοι υπό μορφή καμπυλών ίσου οπλισμού. Για τον υπολογισμό του οπλισμού σε σεισμό τα εντατικά μεγέθη διαιρούνται με 1,50.

ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ: Για την εκτίμηση των παραμέτρων του εδάφους δεν έγινε γεωτεχνική μελέτη. Λόγω της αβεβαιότητας αυτής, αλλά και για λόγους αποστράγγισης τοποθετήθηκε στρώση εξυγίανσης με αμμοχάλικο πάχους 1,00m. Σε περίπτωση που, κατά την φάση της κατασκευής, διαπιστωθεί ότι το έδαφος είναι πολύ χαλαρό (ο φορέας μπορεί να τοποθετηθεί σε έδαφος με επιτρεπόμενη τάση τουλάχιστον 180kPa στη στάθμη εδάφους-εξυγίανσης) ή ότι το έδαφος είναι πολύ ανομοιομορφο κατά μήκος του έργου τότε θα πρέπει να αναθεωρηθεί η μελέτη. Η εξυγίανση τοποθετείται κάτω από τους τοίχους αντιστήριξης, λόγω της ανάλογης με το τεχνικό τάσης έδρασης που έχουν. Η προστασία της θεμελίωσης του έργου από το ρέμα γίνεται, στο τεχνικό, με την δημιουργία χαλινού σε βάθος 1,50m.

ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ: Η αντιστήριξη του επιχώματος γίνεται με την χρήση τοίχων αντιστήριξης ποδός. Ο υπολογισμός τους γίνεται με βάση την εγκύκλιο 39/1999.

ΥΛΙΚΑ: Τα υλικά με τα οποία μελετήθηκε το έργο είναι:

- Φορέας και βάθρα: Ο.Σ. B25 και χάλυβας οπλισμού S500.
- Τοίχοι αντιστηρίξεως Ο.Σ. B25 και χάλυβας S500.
- Σκυρόδεμα ροής B15.
- Σκυρόδεμα καθαριότητας B10.

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ: Οι παραδοχές φορτίσεως και οι κανονισμοί που λήφθηκαν υπόψη είναι:

- DIN 1072
- DIN 1075
- DIN 1045
- DIN 1054
- DIN 4017
- Οδηγίες για τον αντισεισμικό υπολογισμό γεφυρών Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. (εγκύκλιος Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. 39/1999)
- Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός/1999
- Κανονισμός τεχνολογίας σκυροδέματος και κανονισμός τεχνολογίας χαλύβων οπλισμένου σκυροδέματος.

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ: Ο προϋπολογισμός του έργου έγινε προσωρινά με τιμές ΑΤΕΟ Β' Τριμήνου 2001 και είναι **52,0 εκ. δρχ.**

3.2 ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

3.2.1 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

3.2.1.1 ΥΛΙΚΑ

➤ Σκυροδέματα

(Κατηγορίες σκυροδεμάτων κατά DIN1045 για εφαρμογή σύμφωνα με τον ελληνικό κανονισμό σκυροδέματος)

Εξομαλύνσεως	B10
Τοίχων αντιστηρίξεως	B25
Πλάκας φορέα	B25
Βάθρων	B25
Πλάκας θεμελιώσεως	B25

➤ Χάλυβες

Οπλισμού γενικώς S500

Δομικών πλεγμάτων S550

3.2.1.2 ΦΟΡΤΙΑ(DIN 1072)

➤ Κινητά

Κινητά κλάση 60/30

➤ Ίδια βάρη

Φαινόμενο γαιών 20kN/m³

Οπλισμένου σκυροδέματος 25kN/m³

Αόπλου σκυροδέματος 24kN/m³

➤ Γωνία τριβής

Επιχώματος (εσωτερική) 35⁰

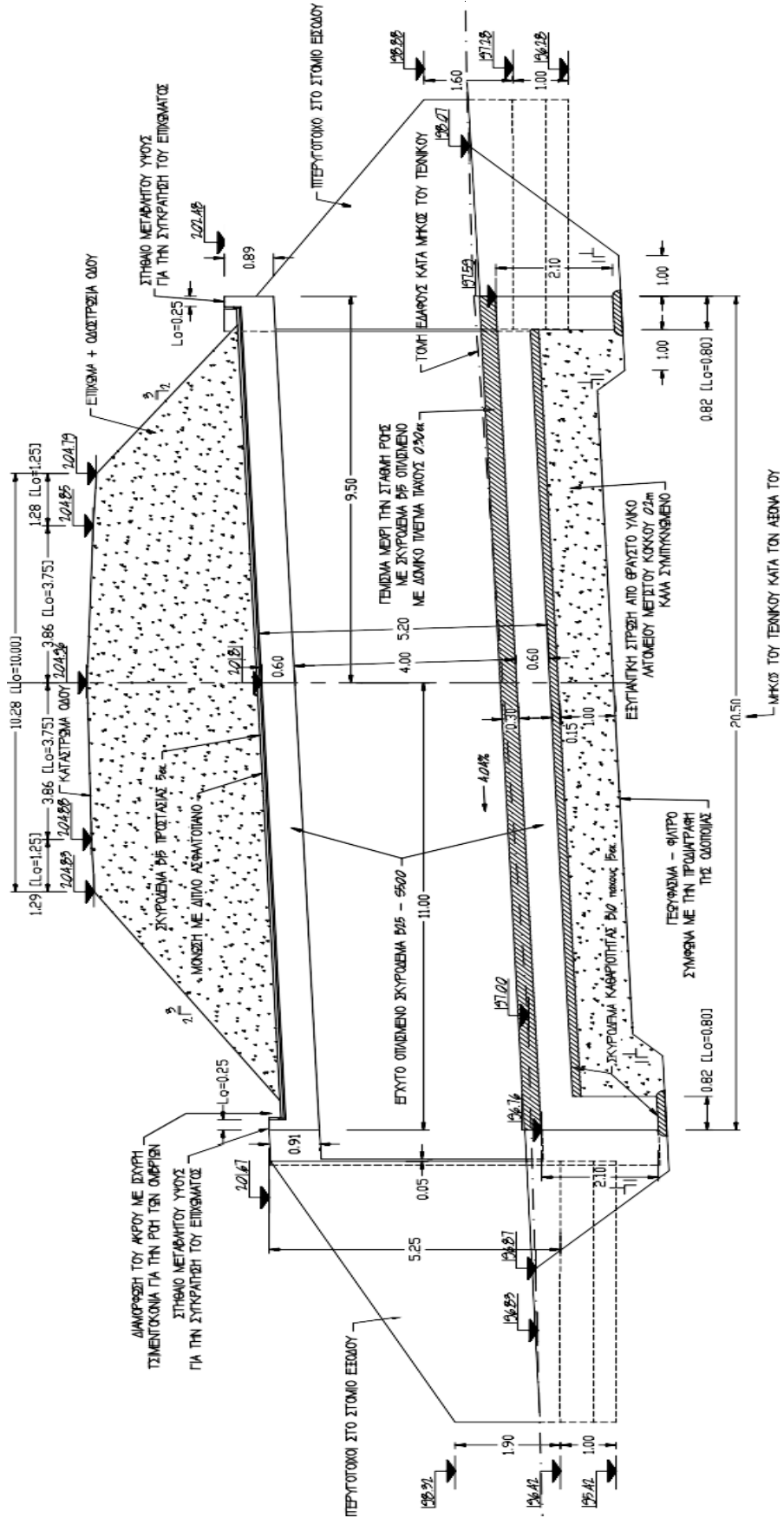
Σκυροδέματος – γαιών 30⁰

➤ Αντισεισμικός υπολογισμός

Αντισεισμικός υπολογισμός κατά την οδηγία Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. για περιοχή II/β
(Εγκύκλιος Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ Ε39/99)

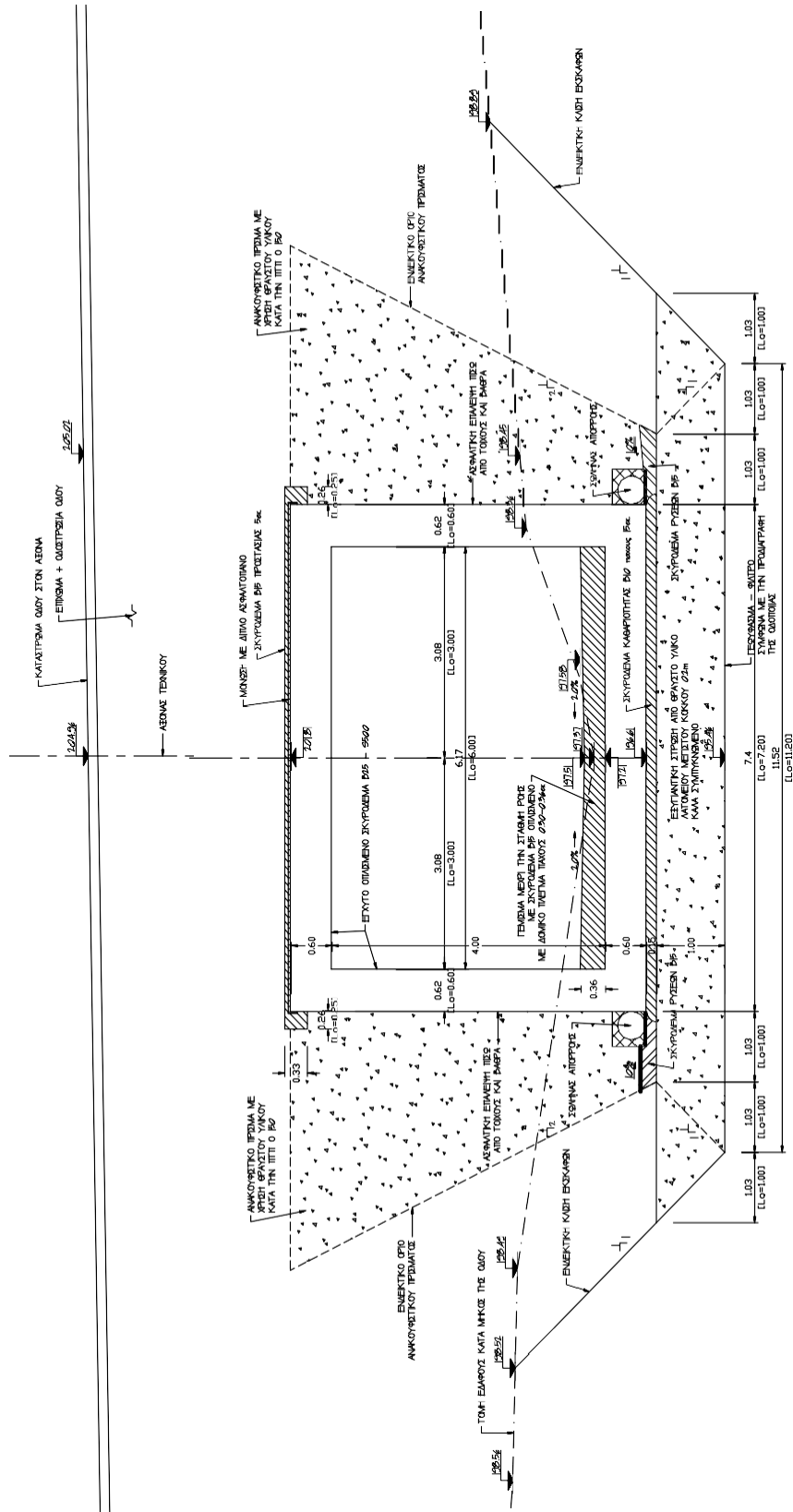
3.3 ΣΚΑΡΙΦΗΜΑΤΑ ΓΕΦΥΡΑΣ

3.3.1 ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ [13]



ΤΟΜΗ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΣΤΟΝ ΑΞΩΝΑ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

3.3.2 ΔΙΑΤΟΜΗ [13]



ΛΟΞΗ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ ΣΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

3.4 ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

3.4.1 ΙΔΙΟΥ ΒΑΡΟΥΣ

➤ Πλάκα καταστρώματος

Πάχος πλάκας * Ειδικό βάρος οπλισμένου σκυροδέματος, δηλαδή $g=0,6 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 15 \text{ kPa}$

➤ Πλάκα θεμελίωσης

Πάχος πλάκας * Ειδικό βάρος οπλισμένου σκυροδέματος 25 kN/m^3

➤ Τοιχεία

Πάχος τοιχείου * Ειδικό βάρος οπλισμένου σκυροδέματος, δηλαδή $g = 0,6 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 15 \text{ kPa}$

➤ Μόνωση και Ρύσεις

Μόνωση + Ρύσεις = (Πάχος μόνωσης * Ειδικό βάρος) + (Πάχος ρύσεων * Ειδικό βάρος), δηλαδή $g' = (0,03 \text{ m} * 22 \text{ kN/m}^3) + (0,05 \text{ m} * 24 \text{ kN/m}^3) = 1,86 \text{ kPa}$

➤ Στηθαίο

$g = 0,25 \text{ m} * 0,30 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 1,88 \text{ kN/m}$

➤ Επίχωση

Στο τμήμα από $x=0,7-6,9$: $h=0,00-3,15$

Στο τμήμα από $x=6,9-16,9$: $h=3,15-2,70$

Στο τμήμα από $x=16,5-19,8$: $h=2,70-0,00$

($x=0,00$ τομή του άξονα του τεχνικού με την παρειά της πλάκας του)

➤ Ρύσεις πλάκας θεμελίωσης

Σκυρόδεμα πάχους 30cm ήτοι $g' = 0,3 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 7,5 \text{ kPa}$

3.4.2 ΚΙΝΗΤΑ

Γενικά 3kPa

Κύρια λωρίδα (Σε πλάτος 3,00m)

Συντελεστής ταλάντωσης:

$\varphi = 1,40 - 0,008 * I_{\varphi} - 0,1 * h$, όπου $I_{\varphi} = I_{\alpha} * [1 - \frac{b}{I_{\alpha}} (1 - \sin \alpha)]$,

όπου $b = \frac{20,5}{\sin 76,5} = 21,0$ και $I_{\alpha} = \frac{7,20}{\sin 76,5} = 7,41$

$I_{\varphi} = 7,41 * [1 - \frac{21,0}{7,41} * (1 - \sin 76,5)] * 0,70 = 4,78 \text{ m}$

DIN 1072

Rusch πίνακες υπολογισμού για
λοξές πλάκες καταστρώματος
οδογεφυρών

Μειώνεται κατά 30% για να
ληφθεί υπόψη η πλαισιακή
λειτουργία

$$\varphi = 1,40 - 0,008 * 4,78 - 0,10 * 2,70 = 1,09$$

$$SLW60: q_1 = \frac{600}{3 * 6} * 1,09 = 36,3 \text{ kPa}$$

$$\text{Ομοιόμορφη φόρτιση εκτός οχήματος: } q_2 = 5,00 * 1,09 = 5,45 \text{ kPa}$$

Δευτερεύουσα λωρίδα

$$SLW30: q_3 = \frac{300}{3 * 6} = 16,7 \text{ kPa}$$

$$\text{Ομοιόμορφη φόρτιση εκτός οχήματος: } q_4 = 3 \text{ kPa}$$

3.5 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΤΗ ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΘΕΣΗ 2+515,59

1. ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Με γραφικό προσδιορισμό προκύπτει το εμβαδόν της λεκάνης απορροής $E_A = 0,93 \text{ km}^2$ (Απόσπασμα από τον χάρτη 7365/1 της ΓΥΣ σε κλίμακα 1:5000)

2. ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

2.α. Σύμφωνα με την ορθολογιστική μέθοδο η παροχή υπολογίζεται ως:

$$Q = 0,278 * C * i * E_A$$

Όπου:

1) Ο συντελεστής απορροής:

$C = 0,50$ για λοφώδεις λεκάνες

2) Ένταση βροχόπτωσης i (mm/h):

$$H = P * \sqrt{t} \rightarrow \frac{H}{t} = p * \frac{\sqrt{t}}{t} \rightarrow i = \frac{p}{\sqrt{t}}$$

όπου:

$$- p = \frac{H_{24}}{\sqrt{24}} = \frac{114,6}{\sqrt{24}} = 23,39 \text{ mm}$$

όπου η σχέση H_{24} (24 ώρες βροχόπτωσης σε mm) για την Τρίπολη είναι:

$$H_{24} = 39,67 * T^{0,67} \text{ όπου για περίοδο } T = 50 \text{ έτη} \rightarrow H_{24} = 39,67 * 50^{0,67} = 114,6 \text{ mm}$$

και

- Χρόνος συρροής t (min):

(Για τον υπολογισμό του χρόνου συρροής σε φυσικά ρέματα για τα οποία δεν προβλέπεται διευθέτηση εφαρμόζεται ο τύπος του Kirpich)

$t = 3.97 * \left[\frac{L^3}{H}\right]^{0.385}$ όπου L =μήκος διαδρομής φυσικής κοίτης $\approx 2,78$ km
 H =υψομετρική διαφορά κεφαλής με το σημείο ελέγχου $\approx 0,15$ km

$$t = 3.97 * \left[\frac{2.78^3}{0.15}\right]^{0.385} = 26,9 \text{ min ή } 0,448\text{h}$$

Επομένως

$$i = \frac{23.39}{\sqrt{0.448}} = 34,93 \text{ mm/h}$$

Άρα η παροχή υπολογίζεται:

$$Q = 0,278 * C * i * E_{\Lambda} \rightarrow Q = 0,278 * 0,50 * 34,93 * 0,93 = 4,52 \text{ m}^3/\text{sec}$$

2.β. Σύμφωνα με τον Hansel

$$Q = 6 * E_{\Lambda} = 6 * 0,93 = 5,6 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Αποτέλεσμα

Λαμβάνεται ως παροχή ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων
 δηλαδή $Q = \frac{4.52+5.6}{2} \approx 5 \text{ m}^3/\text{sec}$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

Με δεδομένο ότι το πλάτος του τεχνικού ορίζεται σε 6m για περιβαλλοντικούς λόγους, υπολογίζεται το ύψος ροής ήτοι

Από τον τύπο της συνέχειας:

$$Q_{\Delta} = A * U \quad \text{όπου: } A = b * h \quad (\text{εμβαδόν διατομής})$$

U (ταχύτητα)

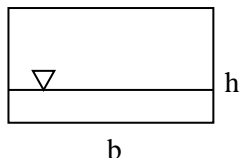
$$\text{Άρα } Q_{\Delta} = b * h * U \geq Q \rightarrow 6 * h * U \geq Q$$

Η ταχύτητα δίδεται από τον τύπο του Manning:

$$U = k * R^{2/3} * i^{1/2} \text{ όπου } R = \frac{A_{\Delta}}{\Pi_{\Delta}} = \frac{6h}{6+2h} = \frac{6*0.35}{6+2*0.35} = 0.028$$

όπου Π_{Δ} : βρεχόμενη περίμετρος της διατομής

A_{Δ} :εμβαδόν επιφανείας διατομής ροής



$$i = \text{κλίση ροής} = 4,04\% = 0,0404$$

$$k = 30 \text{ συντελεστής Manning}$$

$$\text{Έστω } h = 0,35 \text{ m}$$

$$U = 30 * 0.028^{2/3} * 0.0404^{1/2} = 2,78 \text{ m/sec}$$

$$Q_{\Delta} = 6 * 0,35 * 2,78 = 2,10 * 2,78 = 5,84 \rightarrow Q_{\Delta} \approx 6,0 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$Q_{\Delta} \geq Q \text{ Ισχύει για } b = 6 \text{ m και } h = 0,35\text{m}$$

3.6 ΕΠΙΛΥΣΗ ΦΟΡΕΑ

Επιλύεται συνολικά ένας χωρικός φορέας με πεπερασμένα στοιχεία κελύφους. Στην επίλυση αυτή λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

3.6.1 ΑΔΡΑΝΕΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

➤ Κατάστρωμα

Πεπερασμένα στοιχεία κελύφους με πάχος 0,60m

➤ Θεμελίωση

Πεπερασμένα στοιχεία κελύφους με πάχος 0,60m, εκτός από το χαλινό που έχει πάχος 2,1m

➤ Βάθρα

Πεπερασμένα στοιχεία κελύφους με πάχος 0,60m

3.6.2 ΦΟΡΤΙΑ

Η εσχάρα επιλύεται με τις εξής φορτίσεις:

➤ Μόνιμα

Φορτίο στηθαίου με $q = \frac{1,88}{0,68} = 2,77 \text{kPa}$

Μόνωσης ρύσεως επίχωσης στο πρώτο τμήμα γραμμική παρεμβολή σε 6 σειρές π.σ. από 0,00 έως

$3,15 * 20 = 63 \text{kPa}$, στο τρίτο τμήμα γραμμική παρεμβολή από $2,70 * 20 = 54 \text{kPa}$

σε 0,00 σε 5 σειρές π.σ. και τέλος στο δεύτερο (εσωτερικό) τμήμα η μέση τιμή των

63 και 54 σε όλα τα π.σ. Αναλυτικά (kPa):

27 έως 52	4,50	183 έως 468	58,50
53 έως 78	13,50	469 έως 494	58,50
79 έως 104	22,50	495 έως 520	47,25
105 έως 130	31,50	521 έως 546	33,75
131 έως 156	40,50	547 έως 572	20,25
157 έως 182	49,50	573 έως 598	6,75

➤ Μόνιμα φορτία πλάκας θεμελιώσεως

Αναφέρονται παραπάνω.

➤ Ωθήσεις

(Θεωρούνται και οι δύο ωθήσεις στην επίλυση)

Ενεργητικές:

$$\sigma = 18 \cdot \tan^2\left(45 - \frac{35}{2}\right) \cdot \frac{8,4}{2} = 20,49 \text{ kPa}$$

Ηρεμίας:

$$\sigma = 20 \cdot (1 - \sin 35) \cdot \frac{8,4}{2} = 71,64 \text{ kPa}$$

➤ Κινητά

Τα 3kPa καταλαμβάνουν όλο το πλάτος της οδού δηλαδή από $x=6,9$ έως $x=16,5$.

Θεωρείται διανομή 45° οπότε φορτίζουν την πλάκα από το $x=6,9-3,2=3,7$ έως

$x=16,5+2,8=19,6$. Οι θέσεις αυτές αντιστοιχούν σε 19 σειρές π.σ. ήτοι από το 105

έως το 598 και απέχουν 16,05m. Το φορτίο είναι: $q_4 = \frac{3 \cdot 10}{16,05} = 1,87 \text{ kPa}$

Το SLW60 τοποθετείται από $x=6,9$ έως 10,0. Κατ' αναλογία με τα πιο πάνω

διανέμεται από $x=6,9-3,2=3,7$ έως $x=10,0+3,2=13,2$. Στις θέσεις αυτές

αντιστοιχούν 11 σειρές π.σ. από το 105 έως το 390 και απέχουν 9,3m. Το φορτίο

$$\text{είναι: } q_1 = \frac{(36,3-3) \cdot 3}{9,3} = 10,74 \text{ kPa}$$

Το SLW30 τοποθετείται από $x=10,0$ έως 13,1. Κατ' αναλογία με τα πιο πάνω

διανέμεται από $x=10,0-3,2=6,8$ έως $x=13,1+3,2=16,3$. Στις θέσεις αυτές

αντιστοιχούν 11 σειρές π.σ. από το 209 έως το 494 και απέχουν 9,295m. Το φορτίο

$$\text{είναι: } q_2 = \frac{(16,67-3) \cdot 3}{9,295} = 4,41 \text{ kPa}$$

➤ Σεισμός

Περιοχή Π/β

Σπουδαιότητα $\gamma_1 = 1,00$

Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς: $q = 1,00$

Η μέγιστη επιτάχυνση, με θεώρηση του συντελεστή φασματικής μεγέθυνσης

$\beta_d(T)$ στην μέγιστη τιμή του ίση με 2,5, είναι:

$$R_d(T) = A \cdot \gamma_1 \cdot n \cdot \theta \cdot \frac{\beta_d(T)}{q} = 0,16 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{2,5}{1,00} = 0,40$$

Η αντίστοιχη μέγιστη κατακόρυφη συνιστώσα είναι:

$$R_{d,v}(T) = 0,70 \cdot A \cdot \gamma_1 \cdot n \cdot \frac{\beta_d(T)}{q_v} = 0,7 \cdot 0,16 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{2,5}{1} = 0,28$$

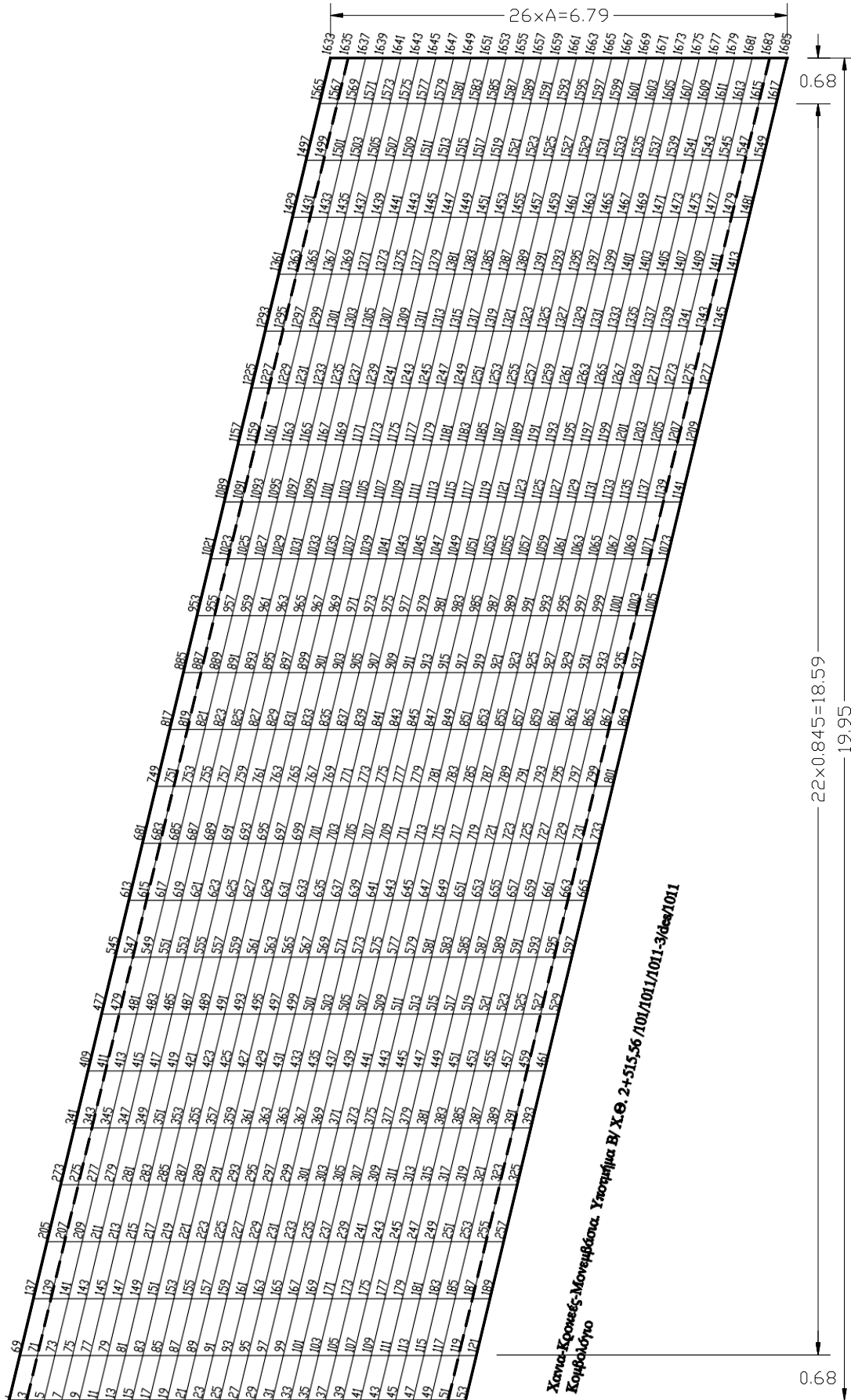
➤ Μεταβολή της ωθήσεως λόγω σεισμού

$$\Delta P_\Sigma = 0,75 \cdot \alpha_o \cdot \gamma \cdot H^2 = 0,75 \cdot 0,16 \cdot 20 \cdot 8,4^2 = 169,34 \text{ kN/m}$$

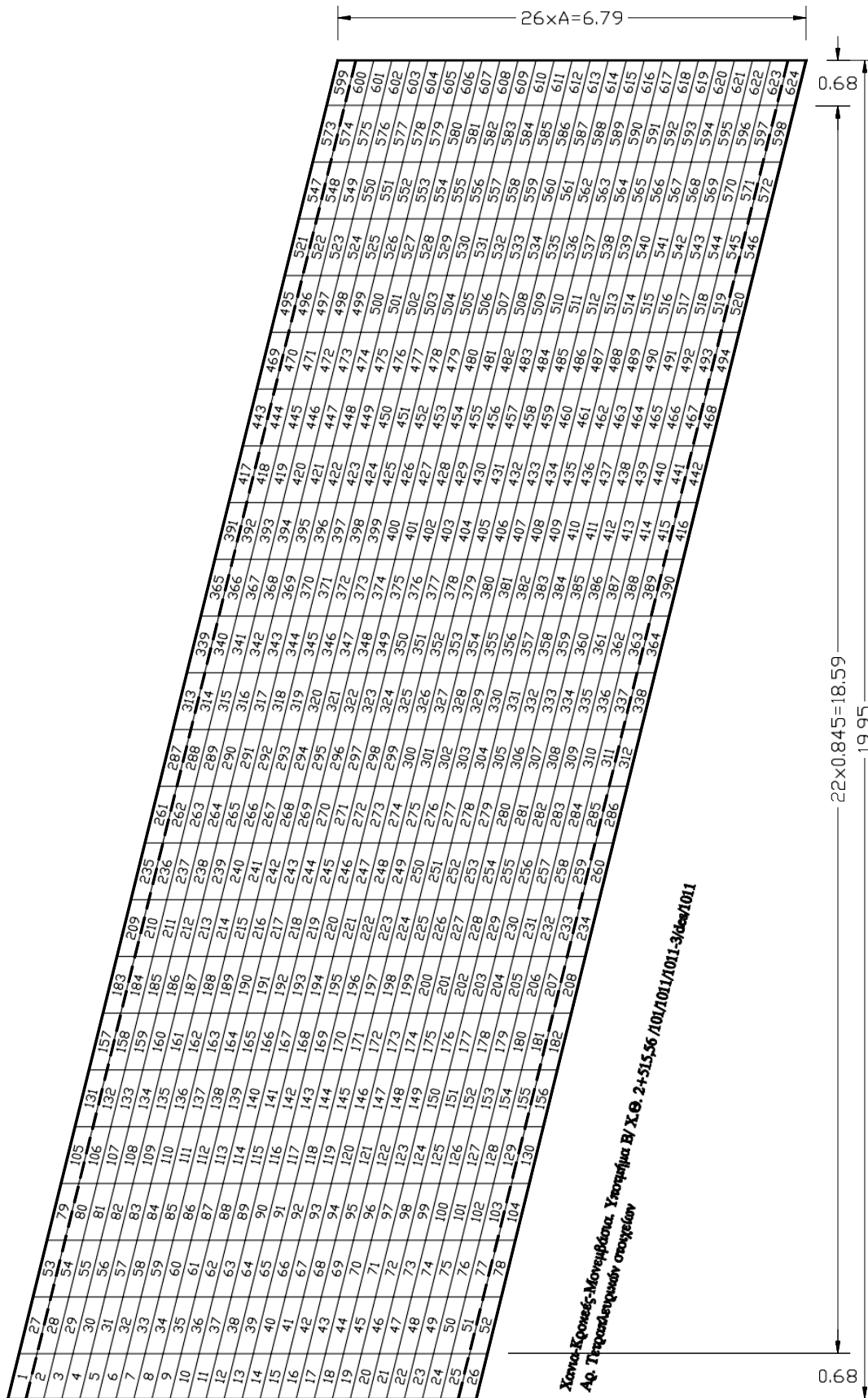
ή στο μέγεθος τάσης είναι: $\sigma = \frac{169,34}{8,4} = 20,16 \text{ kPa}$

3.7 ΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ

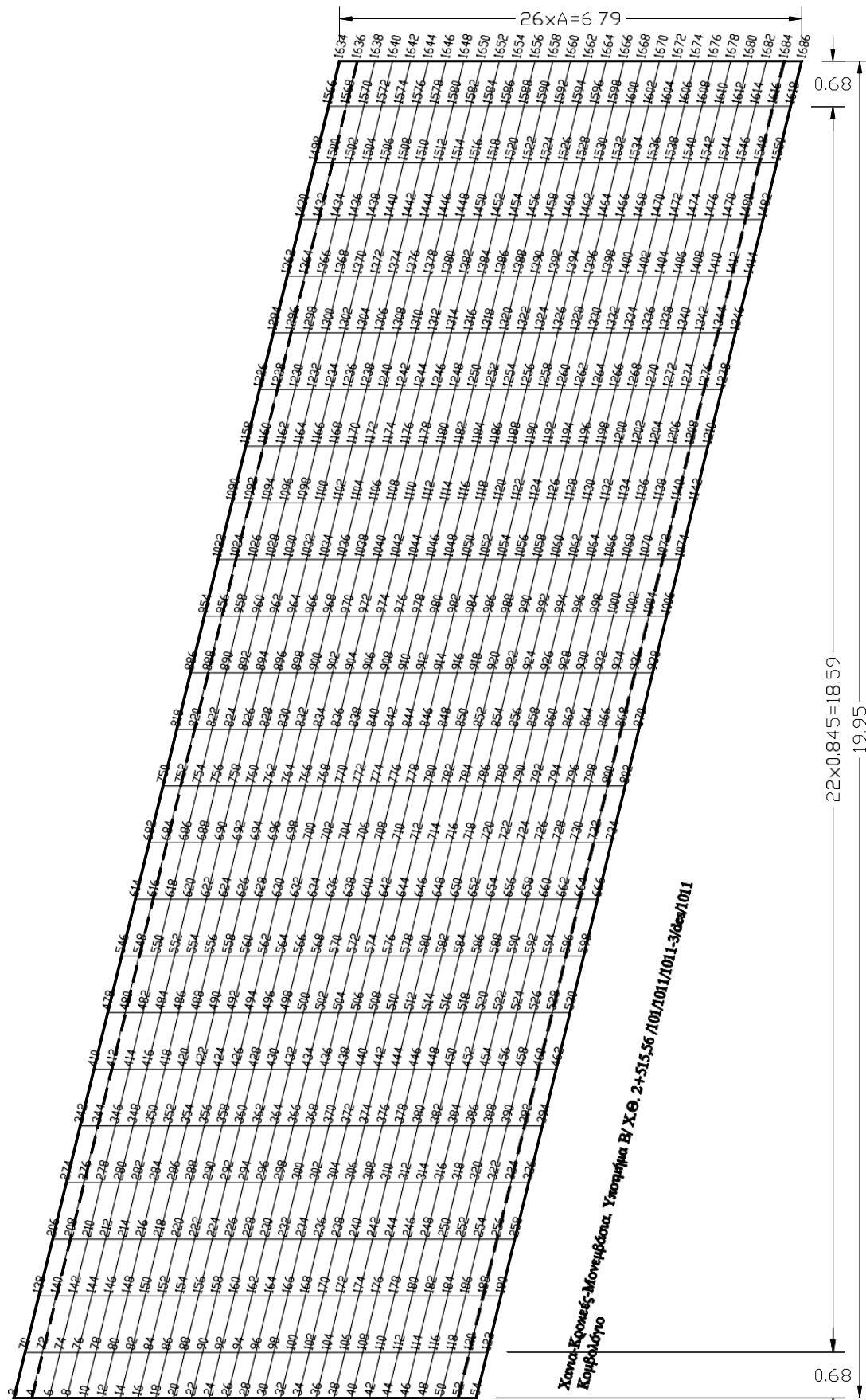
3.7.1 ΚΟΜΒΟΛΟΓΙΟΠΛΑΚΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ [13]



3.7.2 ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ [13]



3.7.3 ΚΟΜΒΟΛΟΓΙΟ ΠΛΑΚΑΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ [13]

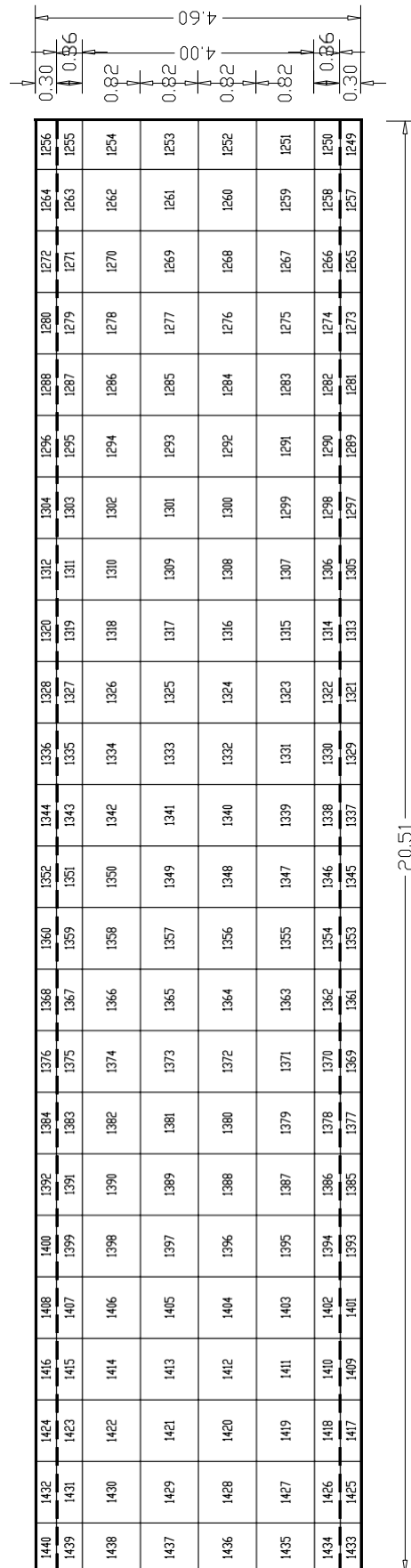


3.7.5 ΚΟΜΒΟΛΟΓΙΟ ΒΑΘΡΟΥ ΠΡΟΣ ΚΡΟΚΕΕΣ[13]

1565	1497	1429	1361	1293	1225	1157	1089	1021	953	885	817	749	681	613	545	477	409	341	273	205	137	69
1625	1557	1489	1421	1353	1285	1217	1149	1081	1013	945	877	809	741	673	605	537	469	401	333	265	197	129
1624	1556	1488	1420	1352	1284	1216	1148	1080	1012	944	876	808	740	672	604	536	468	400	332	264	196	128
1623	1555	1487	1419	1351	1283	1215	1147	1079	1011	943	875	807	739	671	603	535	467	399	331	263	195	127
1622	1554	1486	1418	1350	1282	1214	1146	1078	1010	942	874	806	738	670	602	534	466	398	330	262	194	126
1621	1553	1485	1417	1349	1281	1213	1145	1077	1009	941	873	805	737	669	601	533	465	397	329	261	193	125
1620	1552	1484	1416	1348	1280	1212	1144	1076	1008	940	872	804	736	668	600	532	464	396	328	260	192	124
1619	1551	1483	1415	1347	1279	1211	1143	1075	1007	939	871	803	735	667	599	531	463	395	327	259	191	123
1566	1498	1430	1362	1294	1226	1158	1090	1022	954	886	818	750	682	614	546	478	410	342	274	206	138	70

-Κροκεές-Μονοβάθρα. Υποστήριξη Β/ Χ.Θ. 2+515,56 /101/1011/1011-3/6απ/1011
 λήγιο

3.7.6 ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΩΝ ΒΑΘΡΟΥ ΠΡΟΣ ΚΡΟΚΕΕΣ[13]



Κανον. Κροκέες-Μονομήκισα. Υπομήλιμα Β/Χ.Θ. 2+515.56 /101/1011/1011-3/δεσ/1011
 Αρ. Τετραμετρικών στοιχείων

3.7.7 ΚΟΜΒΟΛΟΓΙΟ ΒΑΘΡΟΥ ΠΡΟΣ ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑ[13]

5.3	121	189	257	325	393	461	529	597	665	733	801	869	937	1005	1073	1141	1209	1277	1345	1413	1481	1549	1617	1685
5.2	130	198	266	334	402	470	538	606	674	742	810	878	946	1014	1082	1150	1218	1286	1354	1422	1490	1558	1626	1694
5.3	131	199	267	335	403	471	539	607	675	743	811	879	947	1015	1083	1151	1219	1287	1355	1423	1491	1559	1627	1695
5.4	132	200	268	336	404	472	540	608	676	744	812	880	948	1016	1084	1152	1220	1288	1356	1424	1492	1560	1628	1696
5.5	133	201	269	337	405	473	541	609	677	745	813	881	949	1017	1085	1153	1221	1289	1357	1425	1493	1561	1629	1697
5.6	134	202	270	338	406	474	542	610	678	746	814	882	950	1018	1086	1154	1222	1290	1358	1426	1494	1562	1630	1698
5.7	135	203	271	339	407	475	543	611	679	747	815	883	951	1019	1087	1155	1223	1291	1359	1427	1495	1563	1631	1699
5.8	136	204	272	340	408	476	544	612	680	748	816	884	952	1020	1088	1156	1224	1292	1360	1428	1496	1564	1632	1700
5.4	122	190	258	326	394	462	530	598	666	734	802	870	938	1006	1074	1142	1210	1278	1346	1414	1482	1550	1618	1686

Χρονιά-Κροστές-Μονομήτιστα. Υποστήριξη Β/ Χ.Θ. 2+515,56 /101/1011/1011-3/Δεφ/1011
Κομβολόγιο

3.7.8 ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΩΝ ΒΑΘΡΟΥ ΠΡΟΣ ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑ[13]

1448	1456	1464	1472	1480	1488	1496	1504	1512	1520	1528	1536	1544	1552	1560	1568	1576	1584	1592	1600	1608	1616	1624	1632
1447	1455	1463	1471	1479	1487	1495	1503	1511	1519	1527	1535	1543	1551	1559	1567	1575	1583	1591	1599	1607	1615	1623	1631
1446	1454	1462	1470	1478	1486	1494	1502	1510	1518	1526	1534	1542	1550	1558	1566	1574	1582	1590	1598	1606	1614	1622	1630
1445	1453	1461	1469	1477	1485	1493	1501	1509	1517	1525	1533	1541	1549	1557	1565	1573	1581	1589	1597	1605	1613	1621	1629
1444	1452	1460	1468	1476	1484	1492	1500	1508	1516	1524	1532	1540	1548	1556	1564	1572	1580	1588	1596	1604	1612	1620	1628
1443	1451	1459	1467	1475	1483	1491	1499	1507	1515	1523	1531	1539	1547	1555	1563	1571	1579	1587	1595	1603	1611	1619	1627
1442	1450	1458	1466	1474	1482	1490	1498	1506	1514	1522	1530	1538	1546	1554	1562	1570	1578	1586	1594	1602	1610	1618	1626
1441	1449	1457	1465	1473	1481	1489	1497	1505	1513	1521	1529	1537	1545	1553	1561	1569	1577	1585	1593	1601	1609	1617	1625

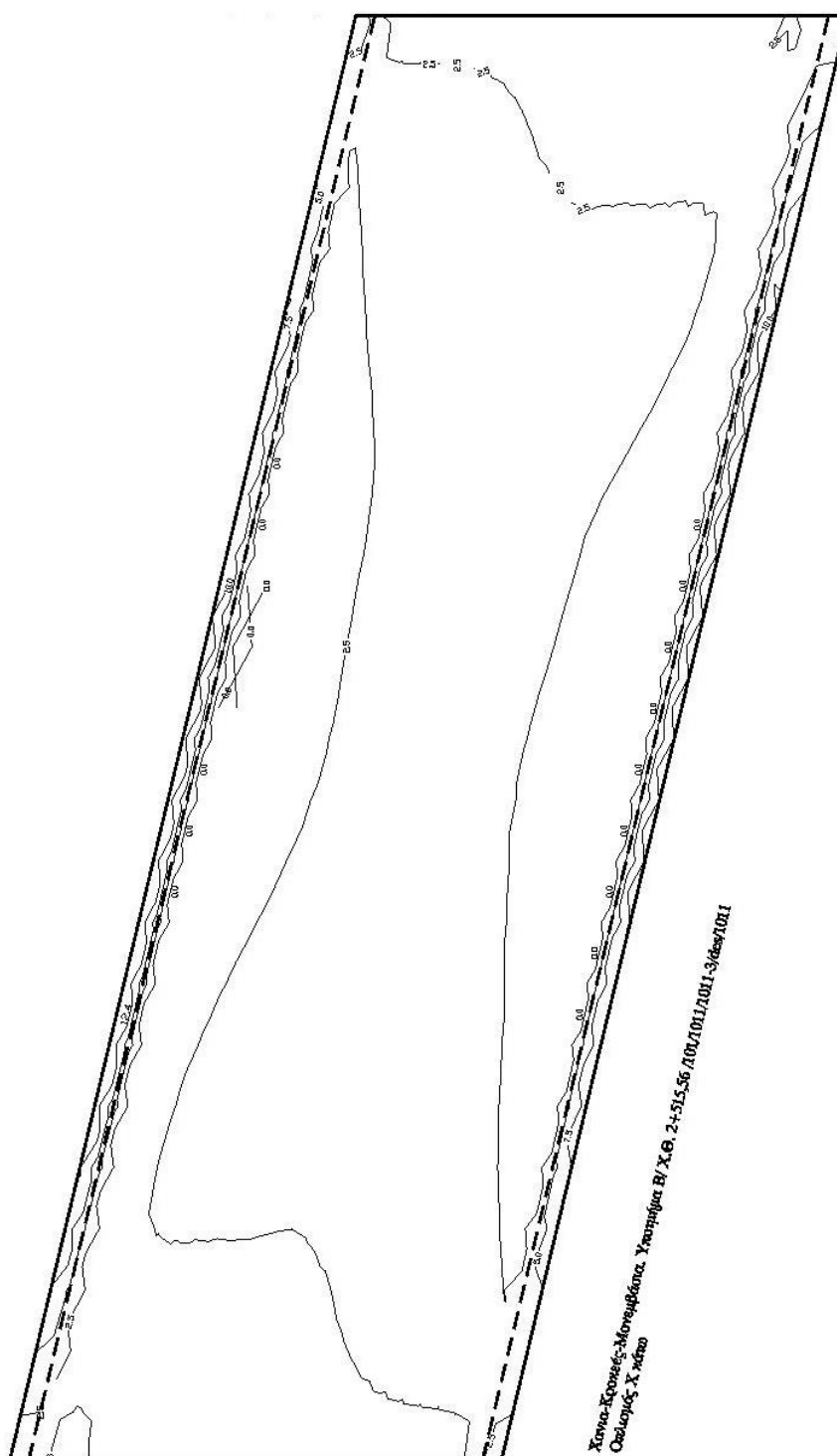
για Κοινές Μονεμβάσιες. Υπομήτρη Β/Χ.Θ. 2+515,56 /01/1011/1011-3/dec/1011
 2. Διαδοχικών στοιχείων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ

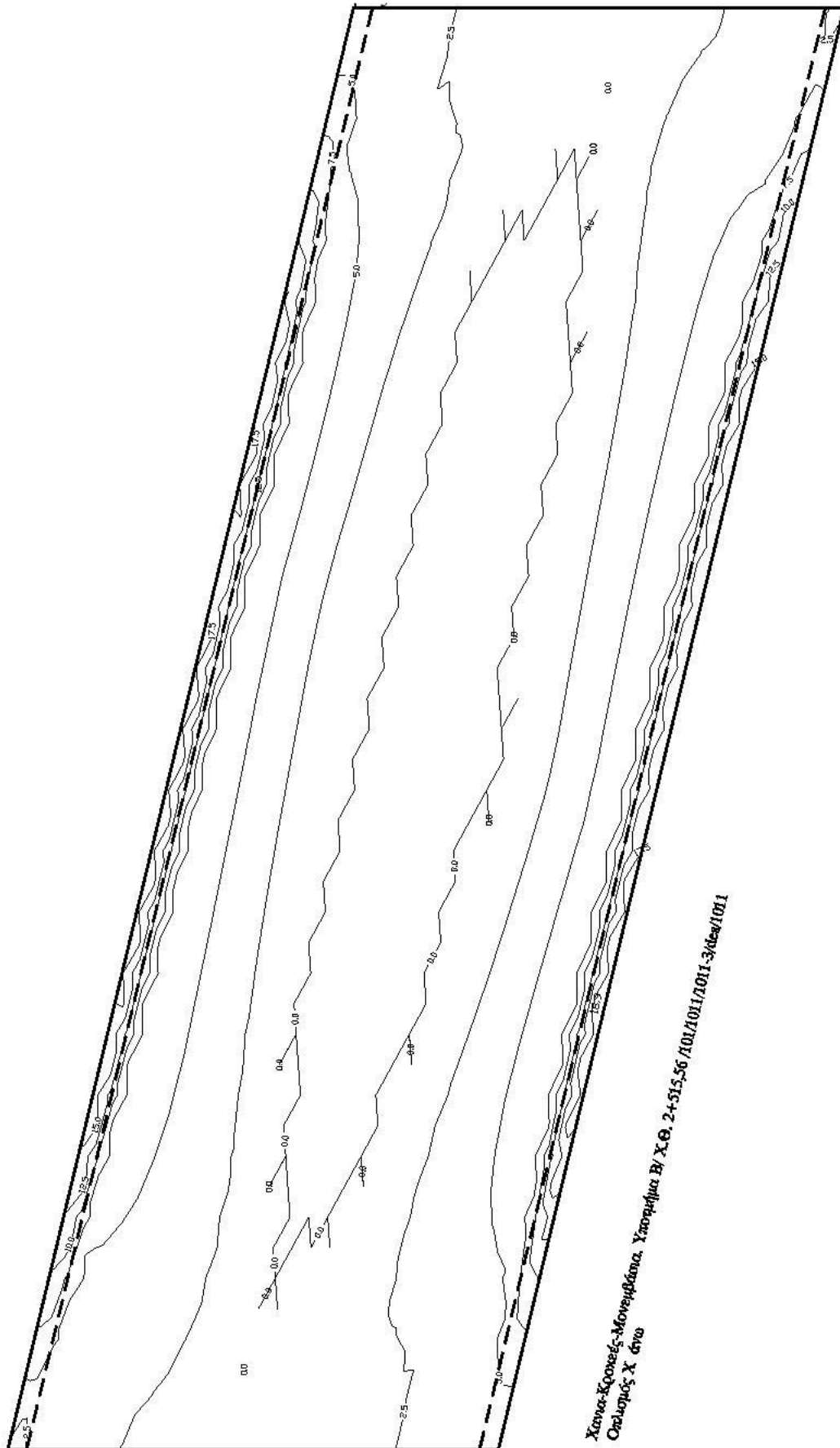
Παρουσιάζονται εδώ συνοπτικά αποτελέσματα που αφορούν κυρίως σπλισμούς της πλάκας και των βάρων. Η μελέτη εκπονήθηκε από την εταιρεία «ΔΙΟΛΚΟΣ Δομοστατικοί Μηχανικοί Ι.Κ.Ε.» στα πλαίσια συνεργασίας με τα Γραφεία Μελετών ΕΞΑΝΤΑΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ι. Χατζηνικολάου και συνεργάτες, Γ. Χατζηστεργίου και Ν. Παπαδόπουλος, μετά από ανάθεση της Περιφέρειας Πελοποννήσου.

4.1 ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

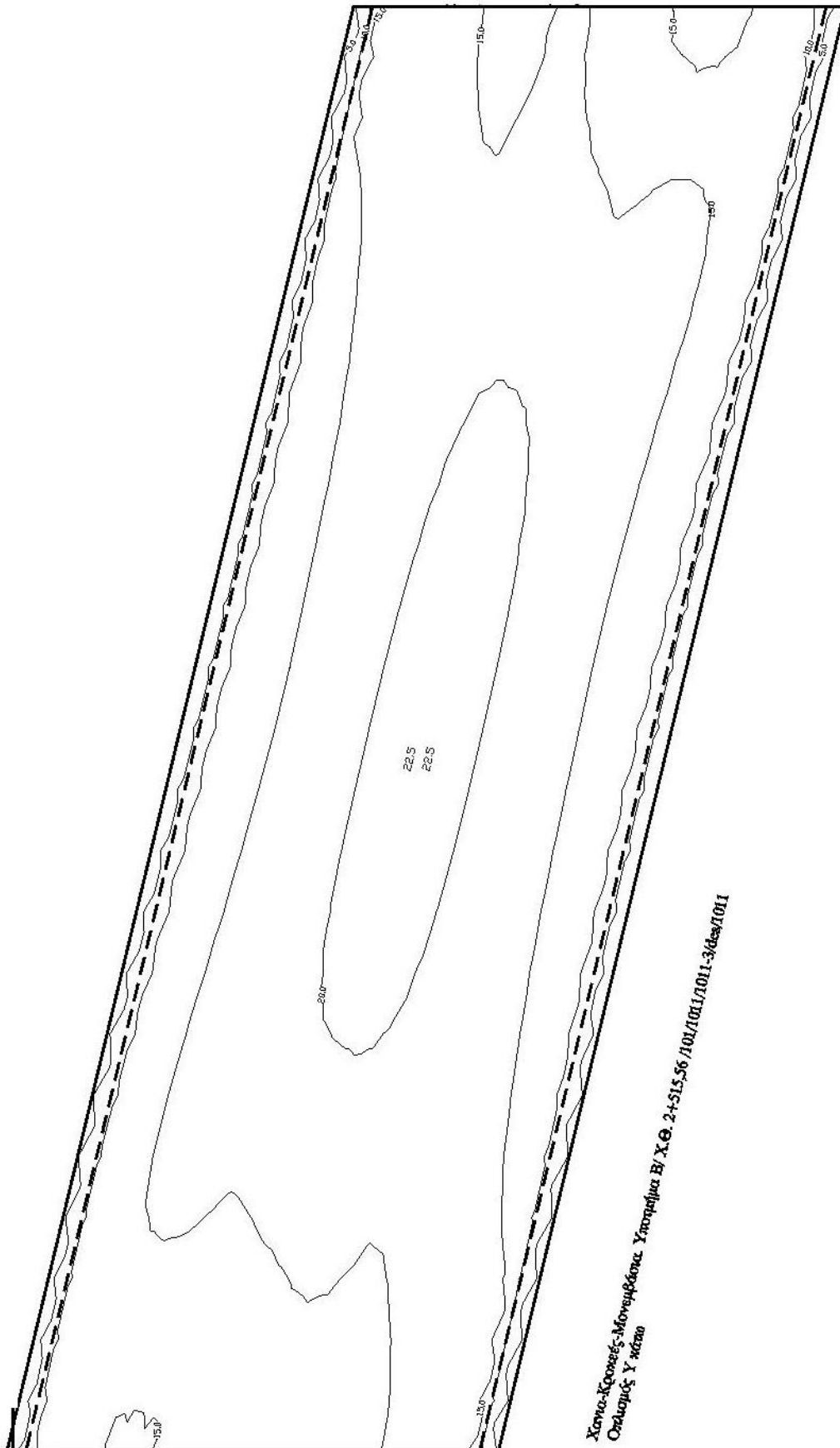
4.1.1 ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΩ[13]



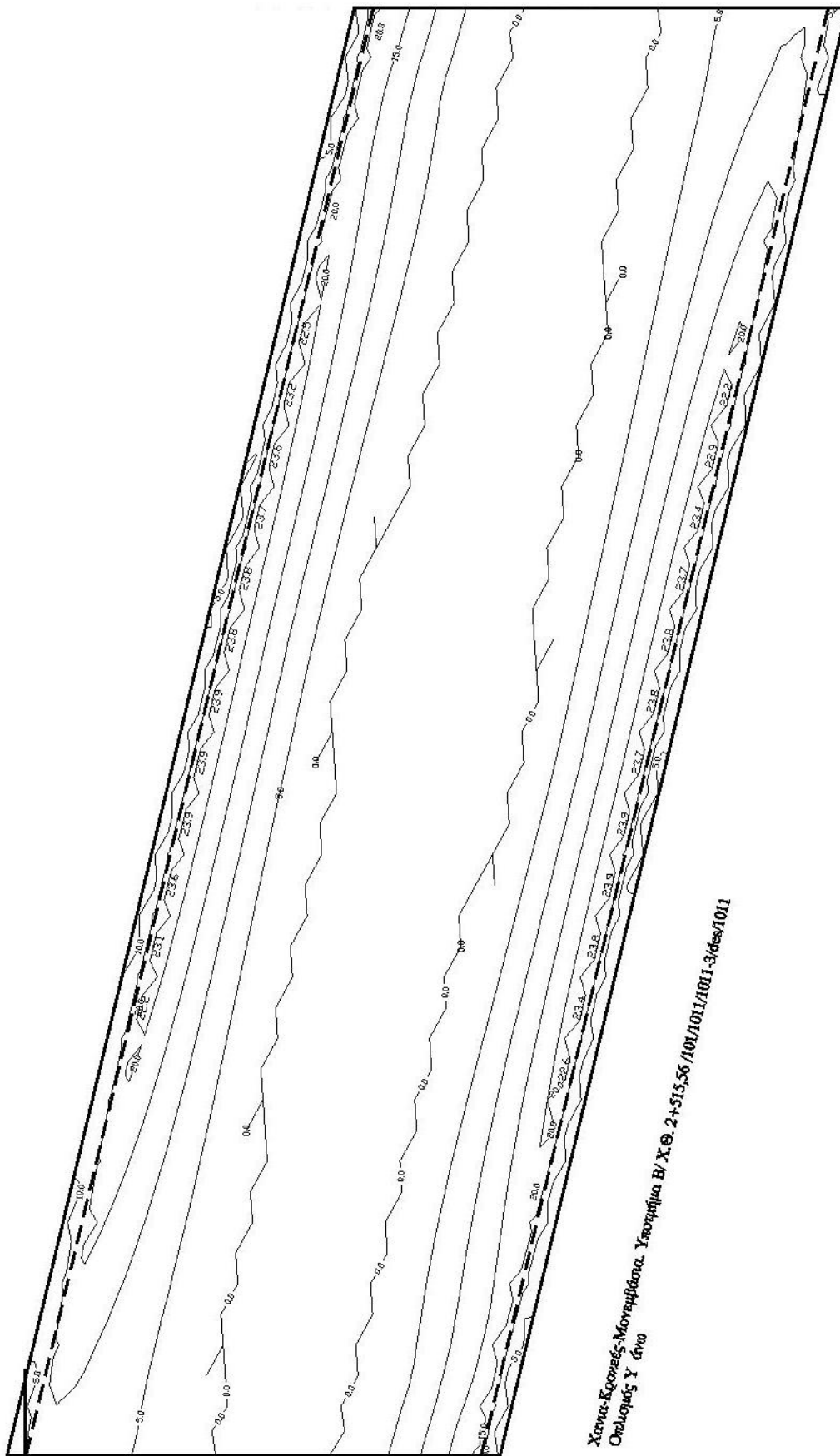
4.1.2 ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ[13]



4.1.3 ΔΙΑΜΗΚΗΣ (ΚΑΤΑ ΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ) ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΩ[13]

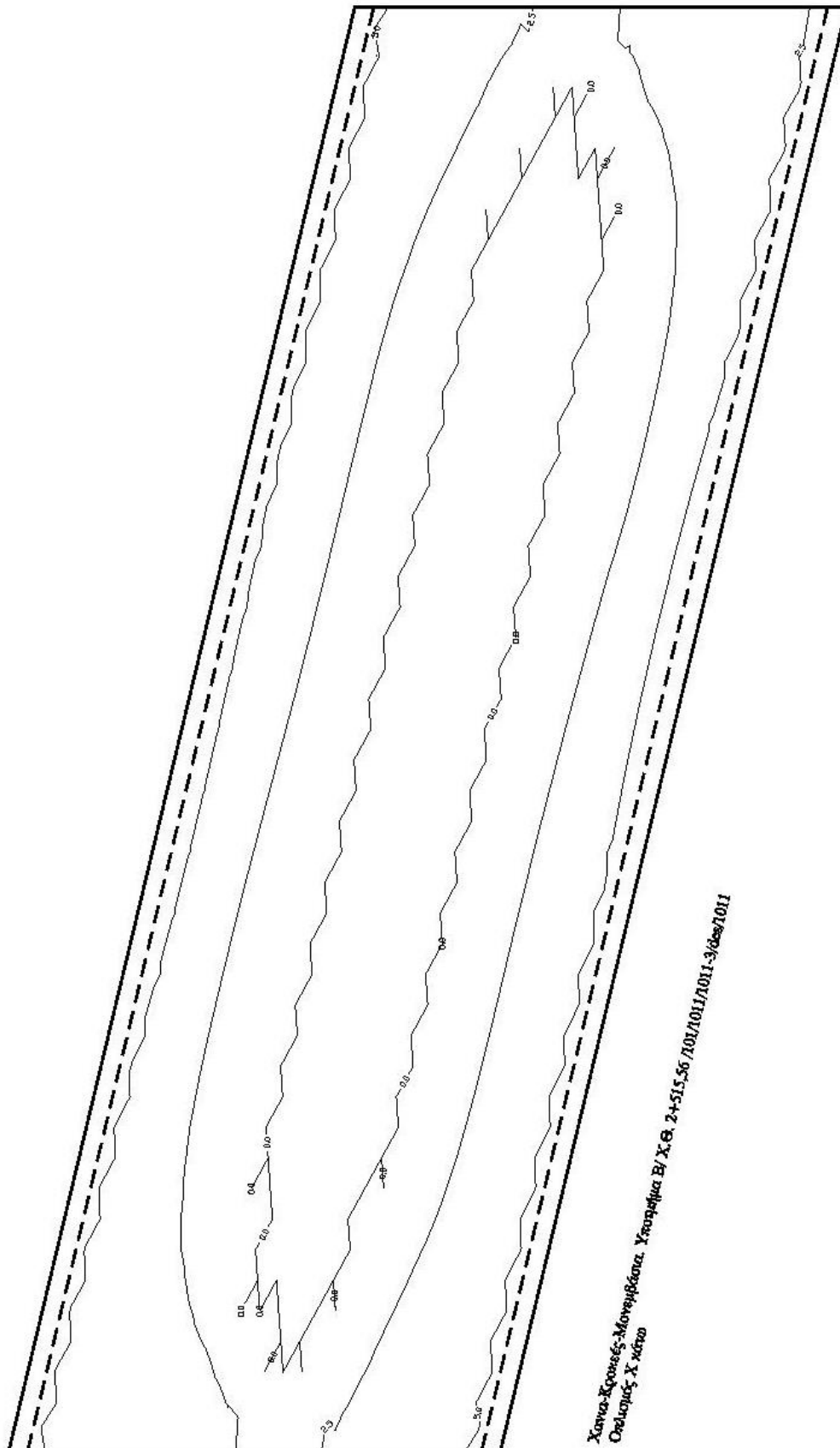


4.1.4 ΔΙΑΜΗΚΗΣ (ΚΑΤΑ ΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ) ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ[13]

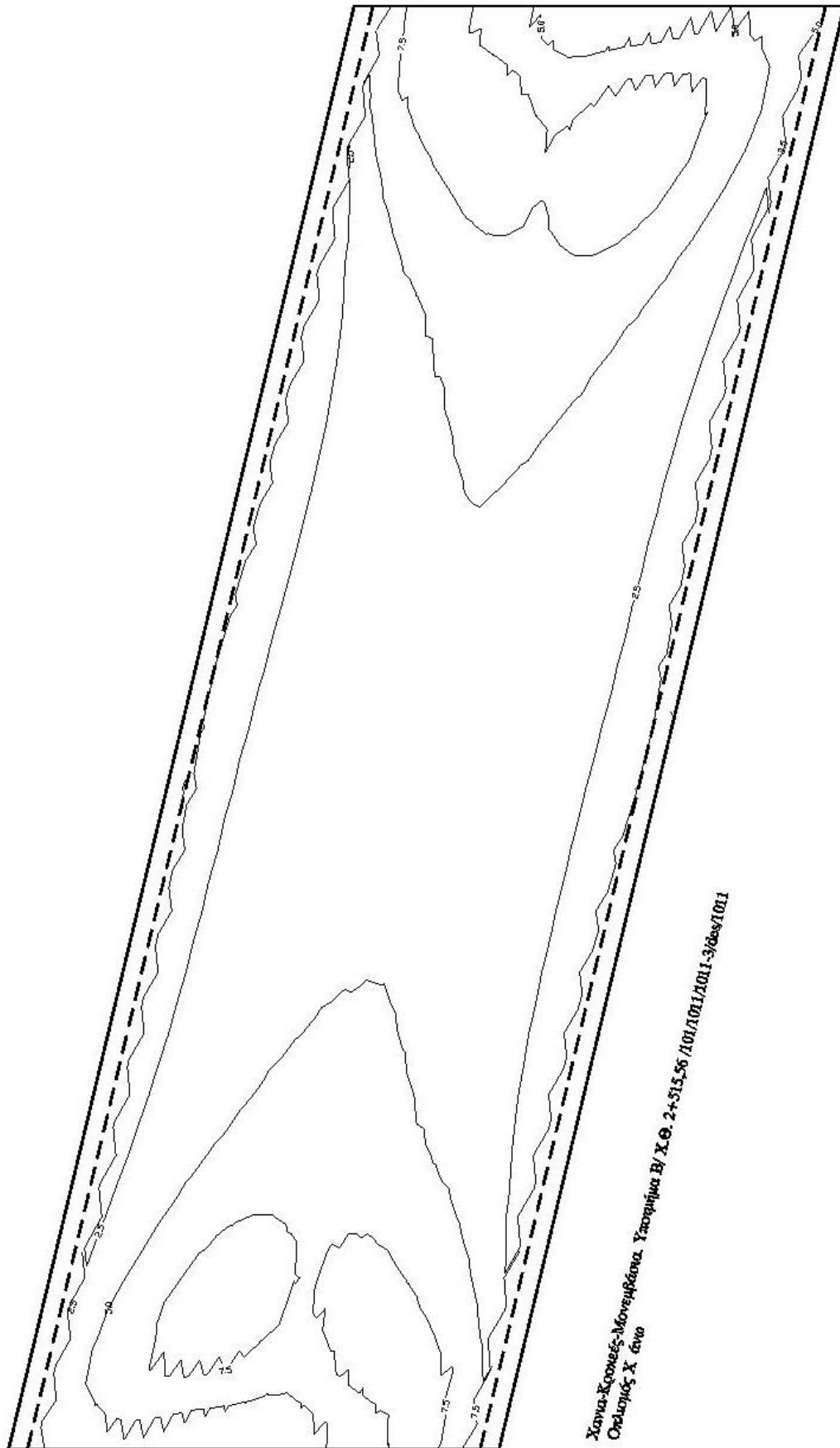


4.2 ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΛΑΚΑΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

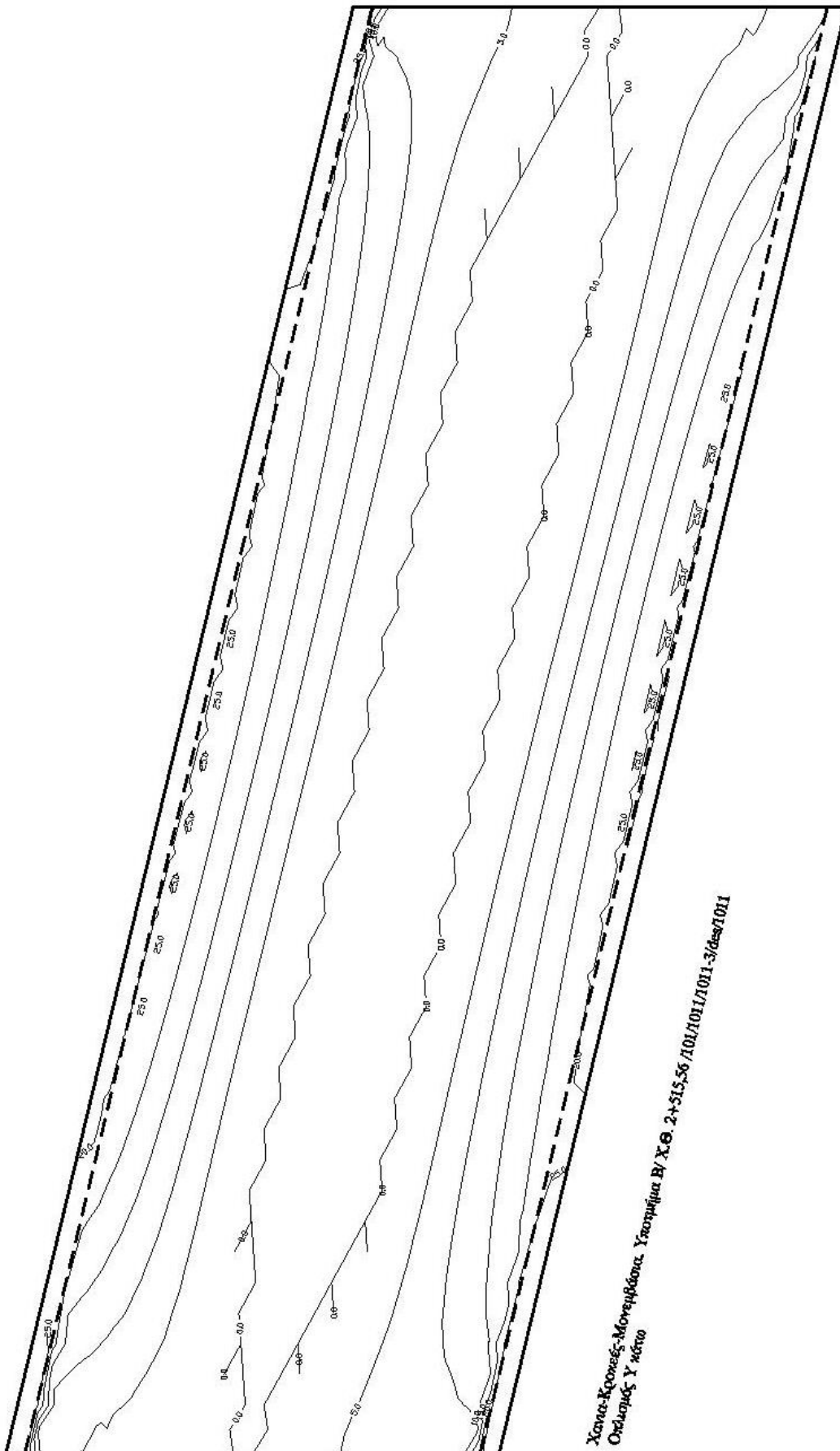
4.2.1 ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΩ[13]



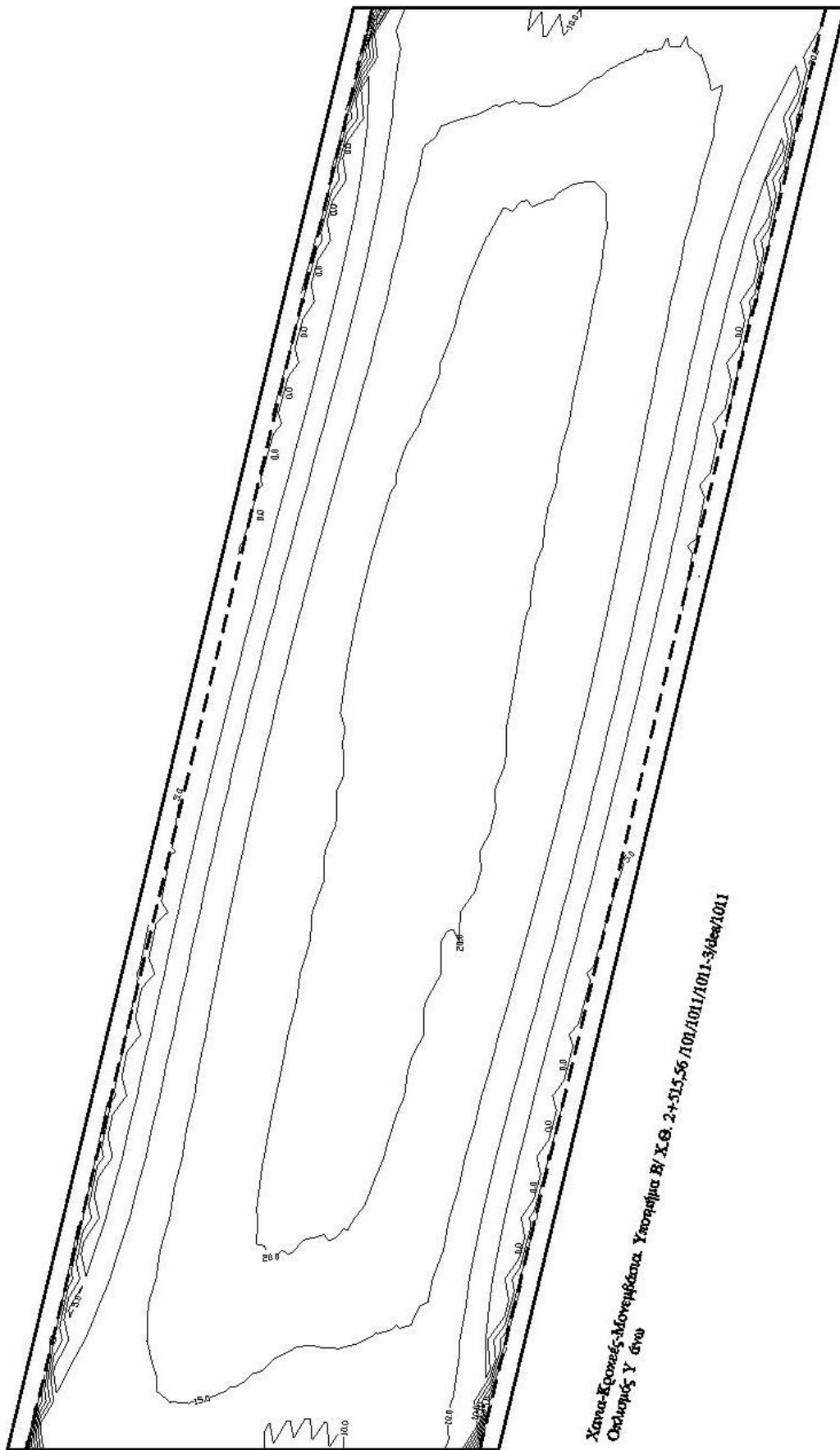
4.2.2 ΕΓΚΑΡΣΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ[13]



4.2.3 ΔΙΑΜΗΚΗΣ (ΚΑΤΑ ΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ) ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΩ[13]

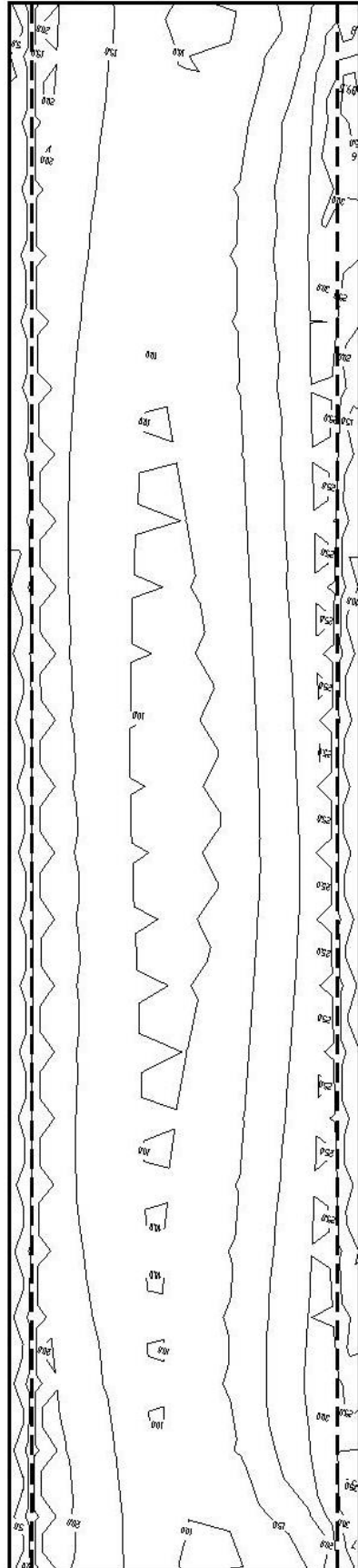


4.2.4 ΔΙΑΜΗΚΗΣ (ΚΑΤΑ ΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ) ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ[13]



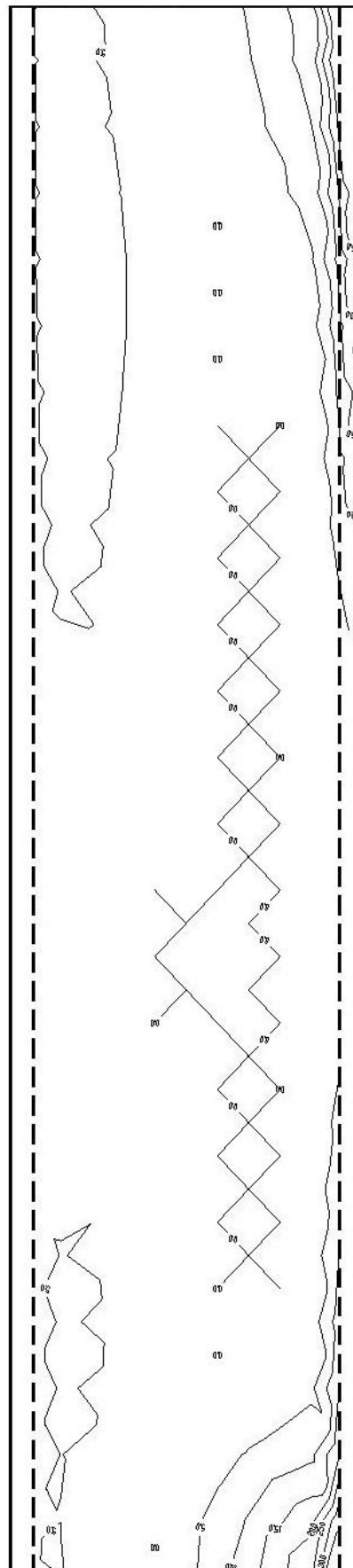
4.3 ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΒΑΘΡΟΥ ΠΡΟΣ ΚΡΟΚΕΕΣ

4.3.1 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΞΩ[13]



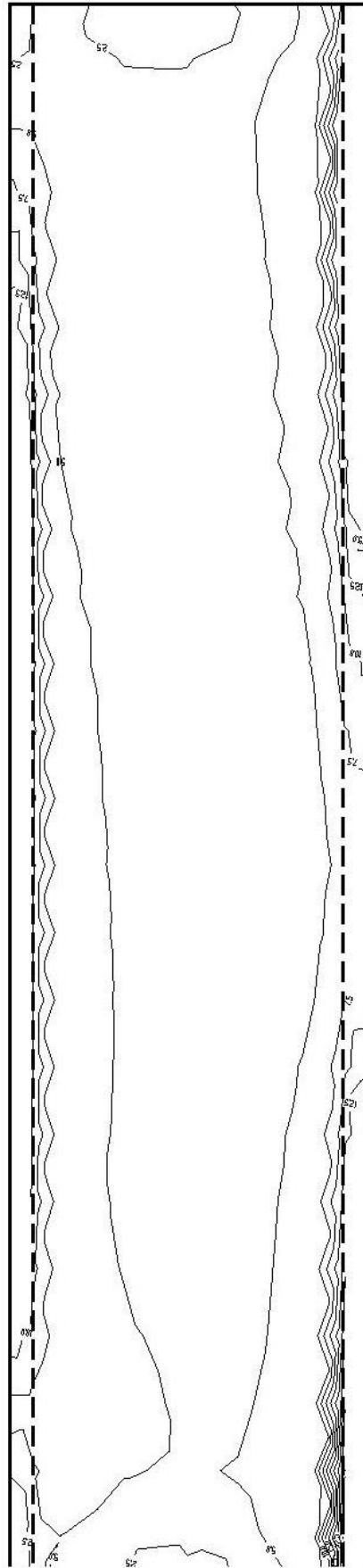
Χηνας-Κροκεές-Μονοεμβάση. Υπομήτρα Β/ Χ.Θ. 2+515,56 Α01/Α01/Α01-3/δελ/Α01
Ορόσημος Υ δέσο

4.3.2 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΑ[13]



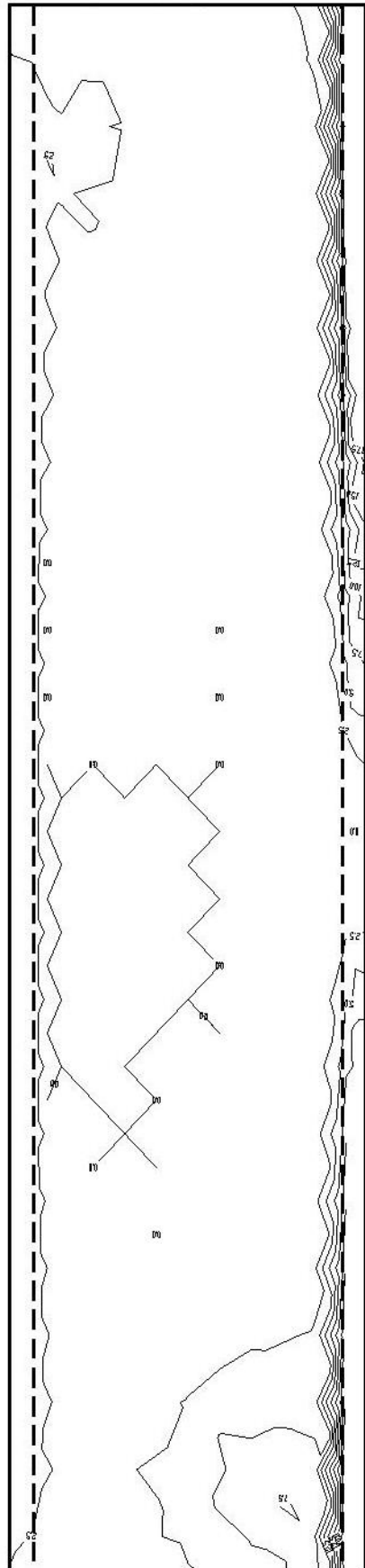
Χανια-Κρονηές-Μονεμβάσια. Υποστήριξη Β/ Χ.Θ. 2+515,56 /101/1011/1011-3/δωρ/1011
Ορθολογός Υ μέτρον

4.3.3 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΞΩ[13]



ια-Στοιβάδα-Μονοβίδουα. Υπομήτρα Β/Χ.Θ. 2+515,56 /101/1011/1011-3/δεσ/1011
αριθός Χ άνω

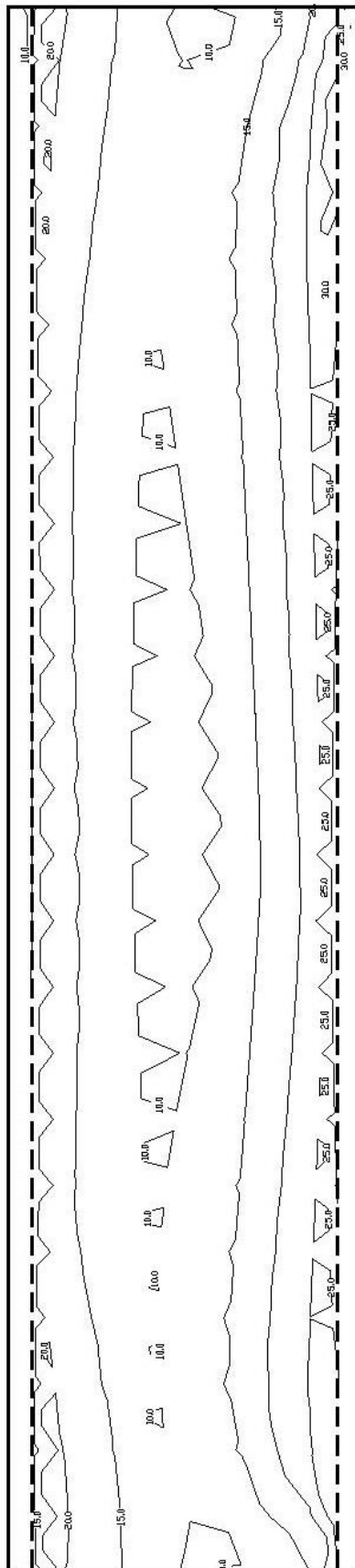
4.3.4 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΑ[13]



νιο-Κροσεές-Μονοειδήστα. Υποστήριμα Β/ Χ.Θ. 2+51,5,56 /101/1011/1011-3/αση/1011
Μομός Χ. Κάτω

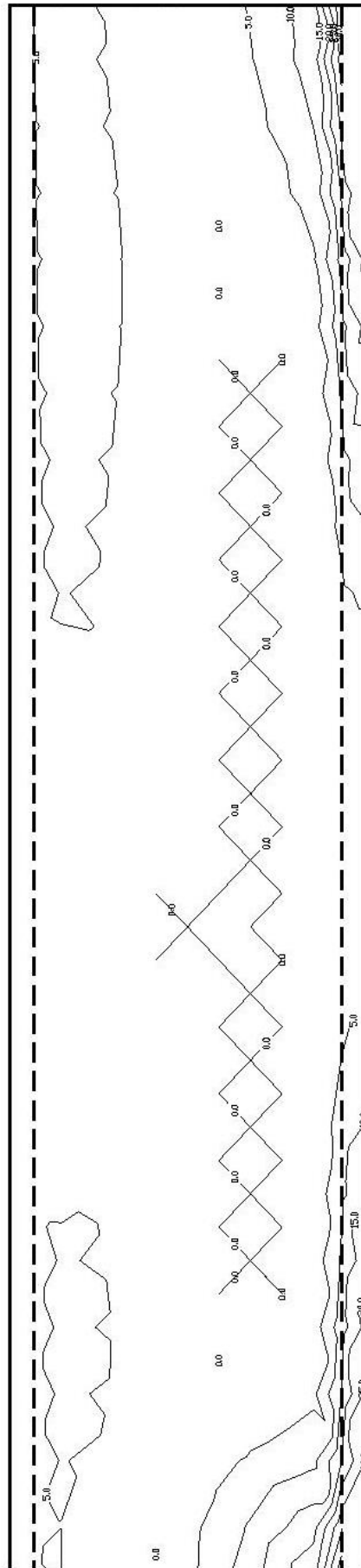
4.4 ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΒΑΘΡΟΥ ΠΡΟΣ ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑ

4.4.1 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΞΩ[13]



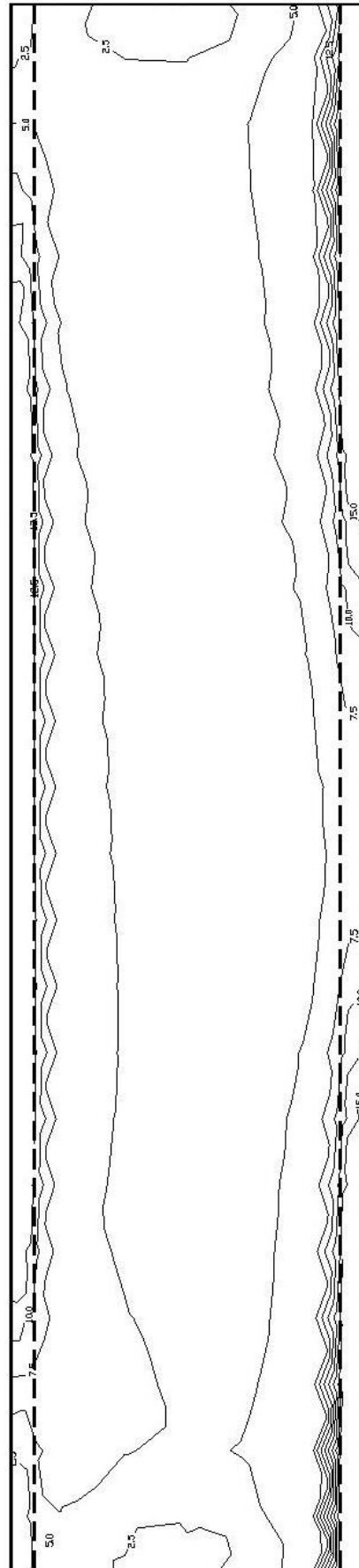
Χρυσή-Κορυμνή-Μονοκρήνη. Υποστήριξη Β/ Χ.Θ. 2+515.56 /101/1011/1011-3/Δεξ/1011
Οριζόντιος Υ άξον

4.4.2 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΑ[13]



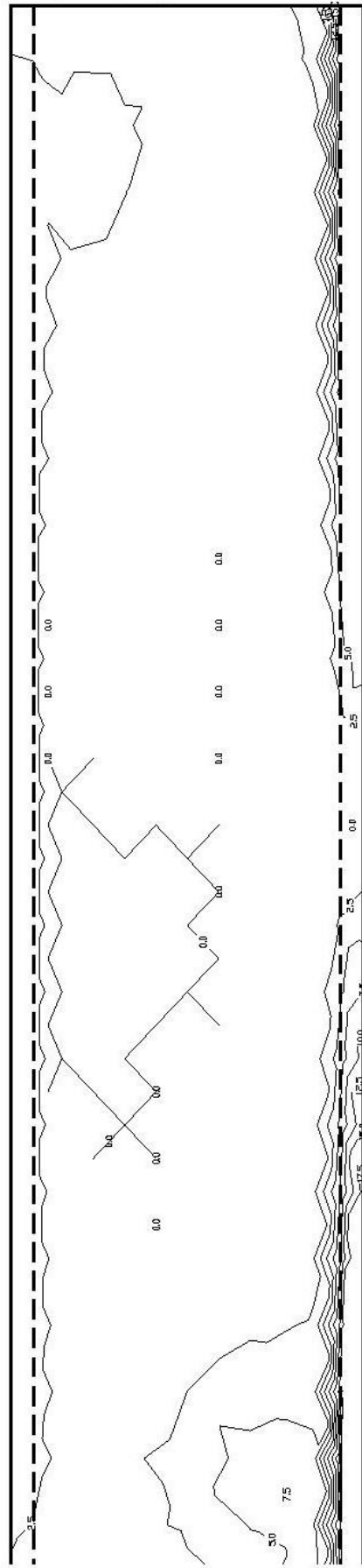
πνο-Κροκερές-Μονοβάστα. Υποστήριξη Β/ Χ.Θ. 2+515,56 /101/1011/1011-3/des/1011
Λοσιός Υ.κίτρο

4.4.3 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΞΩ[13]



Χανιά-Κροκεές-Μονοβάσια. Υποστήριξη Β/Χ.Θ. 2+515,56 /101/1011/1011-3/δεν/1011
Οπλισμός Χ δίνων

4.4.4 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΑ[13]



ντα-Κροισιάς-Μονομεμβράσκη. Υποστήριγμα Β/ Χ.Θ. 2+515,56 /Α01/1011/1011-3/δεξ/1011
Λογμός Χ κόβου

4.5 ΤΑΣΕΙΣ ΕΔΡΑΣΕΩΣ

Τάσεις εδράσεως σε ΜΡαστα ελεύθερα άκρα της πλακάς θεμελίωσης, ανά φόρτιση και μέγιστα ελάχιστα για τους δυο συνδυασμούς που εξετάστηκαν (Στατική φόρτιση και σεισμός).

S U P P O R T R E A C T I O N S				XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
JOINT	DIRECTION	LC	COMB	R	R_max	R_min
2	3					
		1		-0.127		
		2		0.001		
Διαφορά	ηρεμίας από ενεργ.	3		0.001		
		4		-0.011		
		5		0.172		
		6		-0.012		
			1		-0.125	-0.139
			2		0.034	-0.204
			3		-0.041	-0.129
4	3					
		1		-0.126		
		2		0.000		
		3		0.001		
		4		-0.011		
		5		0.158		
		6		-0.014		
			1		-0.125	-0.137
			2		0.025	-0.194
			3		-0.042	-0.127
6	3					
		1		-0.125		
		2		0.000		
		3		0.001		
		4		-0.011		
		5		0.144		
		6		-0.016		
			1		-0.124	-0.136
			2		0.017	-0.184
			3		-0.043	-0.124
8	3					
		1		-0.124		
		2		0.000		
		3		0.000		
		4		-0.011		
		5		0.130		
		6		-0.018		
			1		-0.123	-0.135
			2		0.008	-0.174
			3		-0.044	-0.122
10	3					
		1		-0.123		
		2		0.000		
		3		0.000		
		4		-0.011		
		5		0.116		
		6		-0.020		
			1		-0.122	-0.133
			2		0.000	-0.165
			3		-0.045	-0.120
12	3					
		1		-0.122		
		2		0.000		
		3		0.000		
		4		-0.011		
		5		0.102		
		6		-0.022		
			1		-0.122	-0.133
			2		-0.008	-0.155
			3		-0.046	-0.118
14	3					
		1		-0.121		
		2		0.000		
		3		0.000		
		4		-0.011		
		5		0.089		
		6		-0.024		
			1		-0.121	-0.132
			2		-0.017	-0.146
			3		-0.047	-0.116
16	3					
		1		-0.120		
		2		0.000		
		3		0.000		
		4		-0.011		
		5		0.075		
		6		-0.026		
			1		-0.120	-0.131
			2		-0.025	-0.137
			3		-0.047	-0.114

JOINT	DIRECTION	LC	COMB	R	R_max	R_min			
18	3	1	1		-0.119				
			2		0.000				
			3		-0.001				
			4		-0.010				
			5		0.061				
			6		-0.028				
		2	1			-0.119	-0.131		
			2			-0.033	-0.128		
			3			-0.048	-0.113		
		20	3	1	1		-0.119		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.010		
					5		0.048		
					6		-0.030		
				2	1			-0.119	-0.130
					2			-0.041	-0.119
					3			-0.049	-0.111
22	3			1	1		-0.118		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.010		
					5		0.035		
					6		-0.032		
				2	1			-0.118	-0.130
					2			-0.049	-0.111
					3			-0.050	-0.110
		24	3	1	1		-0.118		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.010		
					5		0.021		
					6		-0.035		
				2	1			-0.118	-0.129
					2			-0.058	-0.102
					3			-0.051	-0.108
26	3			1	1		-0.118		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.010		
					5		0.008		
					6		-0.037		
				2	1			-0.118	-0.129
					2			-0.066	-0.093
					3			-0.053	-0.107
		28	3	1	1		-0.118		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.010		
					5		-0.005		
					6		-0.039		
				2	1			-0.118	-0.129
					2			-0.067	-0.092
					3			-0.052	-0.107
30	3			1	1		-0.118		
					2		0.000		
					3		0.000		
					4		-0.010		
					5		-0.018		
					6		-0.041		
				2	1			-0.118	-0.129
					2			-0.058	-0.101
					3			-0.048	-0.111
		32	3	1	1		-0.118		
					2		0.000		
					3		0.000		
					4		-0.010		
					5		-0.032		
					6		-0.043		
				2	1			-0.118	-0.129
					2			-0.049	-0.110
					3			-0.044	-0.115
34	3			1	1		-0.118		
					2		0.000		
					3		0.000		
					4		-0.010		
					5		-0.045		
					6		-0.045		
				2	1			-0.118	-0.129
					2			-0.040	-0.120
					3			-0.040	-0.119

JOINT	DIRECTION	LC	COMB	R	R_max	R_min		
36	3	1	1		-0.119			
			2		0.000			
			3		0.000			
			4		-0.010			
			5		-0.058			
			6		-0.047			
		1	1		-0.119	-0.129		
			2		-0.031	-0.129		
			3		-0.036	-0.124		
		38	3	1	1		-0.119	
					2		0.000	
					3		0.000	
					4		-0.011	
					5		-0.072	
					6		-0.049	
				1	1		-0.119	-0.130
					2		-0.022	-0.139
					3		-0.032	-0.128
40	3			1	1		-0.120	
					2		0.000	
					3		0.001	
					4		-0.011	
					5		-0.085	
					6		-0.051	
				1	1		-0.119	-0.131
					2		-0.013	-0.149
					3		-0.028	-0.133
		42	3	1	1		-0.121	
					2		0.000	
					3		0.001	
					4		-0.011	
					5		-0.099	
					6		-0.054	
				1	1		-0.120	-0.132
					2		-0.003	-0.159
					3		-0.024	-0.137
44	3			1	1		-0.122	
					2		0.000	
					3		0.001	
					4		-0.011	
					5		-0.112	
					6		-0.056	
				1	1		-0.120	-0.133
					2		0.006	-0.169
					3		-0.021	-0.142
		46	3	1	1		-0.123	
					2		0.001	
					3		0.002	
					4		-0.011	
					5		-0.126	
					6		-0.058	
				1	1		-0.121	-0.134
					2		0.015	-0.179
					3		-0.017	-0.147
48	3			1	1		-0.124	
					2		0.001	
					3		0.002	
					4		-0.011	
					5		-0.140	
					6		-0.060	
				1	1		-0.121	-0.135
					2		0.024	-0.189
					3		-0.013	-0.152
		50	3	1	1		-0.125	
					2		0.001	
					3		0.002	
					4		-0.011	
					5		-0.154	
					6		-0.063	
				1	1		-0.122	-0.136
					2		0.034	-0.200
					3		-0.009	-0.157
52	3			1	1		-0.127	
					2		0.001	
					3		0.003	
					4		-0.011	
					5		-0.168	
					6		-0.065	
				1	1		-0.123	-0.138
					2		0.043	-0.211
					3		-0.005	-0.163

JOINT	DIRECTION	LC	COMB	R	R_max	R_min
	54	3				
			1		-0.128	
			2		0.001	
			3		0.003	
			4		-0.011	
			5		-0.182	
			6		-0.067	
				1		-0.123
				2		0.052
				3		-0.001
138		3				
			1		-0.129	
			2		0.001	
			3		0.002	
			4		-0.011	
			5		0.172	
			6		-0.006	
				1		-0.126
				2		0.032
				3		-0.046
140		3				
			1		-0.127	
			2		0.001	
			3		0.001	
			4		-0.011	
			5		0.158	
			6		-0.008	
				1		-0.125
				2		0.023
				3		-0.047
142		3				
			1		-0.126	
			2		0.000	
			3		0.001	
			4		-0.011	
			5		0.143	
			6		-0.010	
				1		-0.125
				2		0.015
				3		-0.048
144		3				
			1		-0.124	
			2		0.000	
			3		0.000	
			4		-0.011	
			5		0.129	
			6		-0.012	
				1		-0.123
				2		0.006
				3		-0.048
146		3				
			1		-0.122	
			2		0.000	
			3		0.000	
			4		-0.010	
			5		0.115	
			6		-0.014	
				1		-0.122
				2		-0.002
				3		-0.049
148		3				
			1		-0.121	
			2		0.000	
			3		0.000	
			4		-0.010	
			5		0.101	
			6		-0.016	
				1		-0.121
				2		-0.010
				3		-0.050
150		3				
			1		-0.119	
			2		0.000	
			3		0.000	
			4		-0.010	
			5		0.087	
			6		-0.018	
				1		-0.119
				2		-0.018
				3		-0.050
152		3				
			1		-0.118	
			2		0.000	
			3		-0.001	
			4		-0.010	
			5		0.074	
			6		-0.020	
				1		-0.118
				2		-0.026
				3		-0.051

JOINT	DIRECTION	LC	COMB	R	R_max	R_min			
154	3	1	1		-0.117				
			2		0.000				
			3		-0.001				
			4		-0.010				
			5		0.060				
			6		-0.022				
		2	1			-0.117	-0.127		
			2			-0.033	-0.124		
			3			-0.051	-0.106		
		156	3	1	1		-0.116		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.010		
					5		0.047		
					6		-0.023		
				2	1			-0.116	-0.126
					2			-0.041	-0.115
					3			-0.052	-0.104
158	3			1	1		-0.115		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.010		
					5		0.034		
					6		-0.025		
				2	1			-0.115	-0.125
					2			-0.049	-0.106
					3			-0.053	-0.102
		160	3	1	1		-0.114		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.010		
					5		0.021		
					6		-0.027		
				2	1			-0.114	-0.125
					2			-0.056	-0.098
					3			-0.054	-0.100
162	3			1	1		-0.113		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.010		
					5		0.008		
					6		-0.029		
				2	1			-0.113	-0.124
					2			-0.064	-0.089
					3			-0.055	-0.099
		164	3	1	1		-0.113		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.010		
					5		-0.004		
					6		-0.031		
				2	1			-0.113	-0.124
					2			-0.066	-0.087
					3			-0.054	-0.099
166	3			1	1		-0.113		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.010		
					5		-0.017		
					6		-0.033		
				2	1			-0.113	-0.124
					2			-0.057	-0.095
					3			-0.050	-0.103
		168	3	1	1		-0.113		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.010		
					5		-0.030		
					6		-0.035		
				2	1			-0.113	-0.124
					2			-0.049	-0.104
					3			-0.046	-0.107
170	3			1	1		-0.114		
					2		0.000		
					3		0.000		
					4		-0.010		
					5		-0.043		
					6		-0.037		
				2	1			-0.114	-0.124
					2			-0.040	-0.114
					3			-0.043	-0.111

JOINT	DIRECTION	LC	COMB	R	R_max	R_min			
172	172	3	1		-0.115				
			2		0.000				
			3		0.000				
			4		-0.010				
			5		-0.056				
			6		-0.039				
			1			-0.115	-0.125		
			2			-0.032	-0.123		
			3			-0.039	-0.115		
			174	174	3	1		-0.116	
						2		0.000	
						3		0.000	
4		-0.010							
5		-0.069							
6		-0.042							
1						-0.116	-0.126		
2						-0.023	-0.133		
3						-0.036	-0.120		
176	176	3				1		-0.117	
						2		0.000	
						3		0.000	
			4		-0.010				
			5		-0.082				
			6		-0.044				
			1			-0.117	-0.127		
			2			-0.015	-0.143		
			3			-0.032	-0.125		
			178	178	3	1		-0.118	
						2		0.000	
						3		0.001	
4		-0.010							
5		-0.095							
6		-0.046							
1						-0.118	-0.129		
2						-0.006	-0.153		
3						-0.029	-0.130		
180	180	3				1		-0.120	
						2		0.000	
						3		0.001	
			4		-0.010				
			5		-0.108				
			6		-0.049				
			1			-0.119	-0.130		
			2			0.003	-0.163		
			3			-0.025	-0.136		
			182	182	3	1		-0.122	
						2		0.000	
						3		0.001	
4		-0.010							
5		-0.122							
6		-0.051							
1						-0.120	-0.132		
2						0.012	-0.174		
3						-0.022	-0.141		
184	184	3				1		-0.124	
						2		0.001	
						3		0.002	
			4		-0.011				
			5		-0.136				
			6		-0.053				
			1			-0.121	-0.134		
			2			0.020	-0.185		
			3			-0.018	-0.147		
			186	186	3	1		-0.125	
						2		0.001	
						3		0.002	
4		-0.011							
5		-0.150							
6		-0.056							
1						-0.123	-0.136		
2						0.030	-0.196		
3						-0.014	-0.152		
188	188	3				1		-0.127	
						2		0.001	
						3		0.003	
			4		-0.011				
			5		-0.165				
			6		-0.058				
			1			-0.123	-0.138		
			2			0.039	-0.208		
			3			-0.011	-0.158		

JOINT	DIRECTION	LC	COMB	R	R_max	R_min
	190	3				
			1		-0.129	
			2		0.001	
			3		0.003	
			4		-0.011	
			5		-0.179	
			6		-0.061	
				1		-0.124
				2		0.049
				3		-0.007
						-0.164
274		3				
			1		-0.130	
			2		0.001	
			3		0.002	
			4		-0.011	
			5		0.172	
			6		0.001	
				1		-0.127
				2		0.030
				3		-0.050
						-0.123
276		3				
			1		-0.128	
			2		0.001	
			3		0.001	
			4		-0.011	
			5		0.157	
			6		-0.001	
				1		-0.126
				2		0.021
				3		-0.052
						-0.139
278		3				
			1		-0.126	
			2		0.000	
			3		0.001	
			4		-0.011	
			5		0.143	
			6		-0.004	
				1		-0.125
				2		0.012
				3		-0.053
						-0.137
280		3				
			1		-0.125	
			2		0.000	
			3		0.001	
			4		-0.010	
			5		0.128	
			6		-0.006	
				1		-0.124
				2		0.004
				3		-0.053
						-0.171
282		3				
			1		-0.122	
			2		0.000	
			3		0.000	
			4		-0.010	
			5		0.114	
			6		-0.007	
				1		-0.122
				2		-0.004
				3		-0.054
						-0.133
284		3				
			1		-0.120	
			2		0.000	
			3		0.000	
			4		-0.010	
			5		0.100	
			6		-0.009	
				1		-0.120
				2		-0.012
				3		-0.054
						-0.150
286		3				
			1		-0.118	
			2		0.000	
			3		0.000	
			4		-0.010	
			5		0.086	
			6		-0.011	
				1		-0.118
				2		-0.019
				3		-0.054
						-0.129
288		3				
			1		-0.116	
			2		0.000	
			3		-0.001	
			4		-0.010	
			5		0.073	
			6		-0.013	
				1		-0.116
				2		-0.026
				3		-0.055
						-0.131
						-0.103

JOINT	DIRECTION	LC	COMB	R	R_max	R_min			
290	3	1	1		-0.115				
			2		0.000				
			3		-0.001				
			4		-0.009				
			5		0.060				
			6		-0.015				
		1	1			-0.115	-0.125		
			2			-0.034	-0.121		
			3			-0.055	-0.100		
		292	3	1	1		-0.113		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.009		
					5		0.047		
					6		-0.016		
				1	1			-0.113	-0.124
					2			-0.041	-0.112
					3			-0.055	-0.098
294	3			1	1		-0.112		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.009		
					5		0.034		
					6		-0.018		
				1	1			-0.112	-0.123
					2			-0.048	-0.103
					3			-0.056	-0.096
		296	3	1	1		-0.111		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.009		
					5		0.022		
					6		-0.020		
				1	1			-0.111	-0.122
					2			-0.056	-0.095
					3			-0.056	-0.094
298	3			1	1		-0.110		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.009		
					5		0.009		
					6		-0.022		
				1	1			-0.110	-0.121
					2			-0.063	-0.086
					3			-0.057	-0.092
		300	3	1	1		-0.110		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.009		
					5		-0.003		
					6		-0.024		
				1	1			-0.110	-0.121
					2			-0.067	-0.083
					3			-0.057	-0.092
302	3			1	1		-0.110		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.009		
					5		-0.016		
					6		-0.026		
				1	1			-0.110	-0.121
					2			-0.058	-0.091
					3			-0.053	-0.096
		304	3	1	1		-0.111		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.009		
					5		-0.028		
					6		-0.028		
				1	1			-0.111	-0.121
					2			-0.050	-0.100
					3			-0.050	-0.100
306	3			1	1		-0.112		
					2		0.000		
					3		-0.001		
					4		-0.009		
					5		-0.041		
					6		-0.030		
				1	1			-0.112	-0.122
					2			-0.041	-0.109
					3			-0.046	-0.104

JOINT	DIRECTION	LC	COMB	R	R_max	R_min
	308	3	1		-0.113	
			2		0.000	
			3		-0.001	
			4		-0.009	
			5		-0.053	
			6		-0.032	
				1		-0.113
				2		-0.033
				3		-0.043
310		3	1		-0.114	
			2		0.000	
			3		0.000	
			4		-0.009	
			5		-0.066	
			6		-0.034	
				1		-0.114
				2		-0.025
				3		-0.040
312		3	1		-0.116	
			2		0.000	
			3		0.000	
			4		-0.010	
			5		-0.079	
			6		-0.037	
				1		-0.116
				2		-0.017
				3		-0.037
314		3	1		-0.118	
			2		0.000	
			3		0.000	
			4		-0.010	
			5		-0.092	
			6		-0.039	
				1		-0.117
				2		-0.009
				3		-0.034
316		3	1		-0.120	
			2		0.000	
			3		0.001	
			4		-0.010	
			5		-0.106	
			6		-0.041	
				1		-0.119
				2		-0.001
				3		-0.031
318		3	1		-0.122	
			2		0.000	
			3		0.001	
			4		-0.010	
			5		-0.119	
			6		-0.044	
				1		-0.121
				2		0.008
				3		-0.027
320		3	1		-0.124	
			2		0.001	
			3		0.001	
			4		-0.010	
			5		-0.134	
			6		-0.046	
				1		-0.122
				2		0.017
				3		-0.024
322		3	1		-0.126	
			2		0.001	
			3		0.002	
			4		-0.011	
			5		-0.148	
			6		-0.049	
				1		-0.124
				2		0.026
				3		-0.020
324		3	1		-0.128	
			2		0.001	
			3		0.002	
			4		-0.011	
			5		-0.162	
			6		-0.051	
				1		-0.125
				2		0.035
				3		-0.016

JOINT	DIRECTION	LC	COMB	R	R_max	R_min
	326	3				
			1		-0.130	
			2		0.001	
			3		0.003	
			4		-0.011	
			5		-0.177	
			6		-0.054	
				1		-0.126
				2		0.045
				3		-0.159
1634		3				
			1		-0.139	
			2		0.001	
			3		0.003	
			4		-0.008	
			5		0.181	
			6		0.067	
				1		-0.134
				2		0.045
				3		-0.175
1636		3				
			1		-0.137	
			2		0.001	
			3		0.003	
			4		-0.008	
			5		0.167	
			6		0.065	
				1		-0.133
				2		0.036
				3		-0.169
1638		3				
			1		-0.136	
			2		0.001	
			3		0.002	
			4		-0.007	
			5		0.153	
			6		0.063	
				1		-0.133
				2		0.026
				3		-0.164
1640		3				
			1		-0.135	
			2		0.001	
			3		0.002	
			4		-0.007	
			5		0.139	
			6		0.060	
				1		-0.132
				2		0.017
				3		-0.159
1642		3				
			1		-0.133	
			2		0.001	
			3		0.002	
			4		-0.007	
			5		0.126	
			6		0.058	
				1		-0.131
				2		0.008
				3		-0.154
1644		3				
			1		-0.132	
			2		0.000	
			3		0.001	
			4		-0.007	
			5		0.112	
			6		0.056	
				1		-0.131
				2		-0.001
				3		-0.149
1646		3				
			1		-0.131	
			2		0.000	
			3		0.001	
			4		-0.007	
			5		0.098	
			6		0.054	
				1		-0.130
				2		-0.011
				3		-0.144
1648		3				
			1		-0.131	
			2		0.000	
			3		0.001	
			4		-0.007	
			5		0.085	
			6		0.051	
				1		-0.130
				2		-0.020
				3		-0.139

JOINT	DIRECTION	LC	COMB	R	R_max	R_min			
1650		3	1		-0.130				
			2		0.000				
			3		0.000				
			4		-0.007				
			5		0.071				
			6		0.049				
			1			-0.130	-0.137		
			2			-0.029	-0.145		
			3			-0.039	-0.135		
			1652		3	1		-0.129	
						2		0.000	
						3		0.000	
4		-0.007							
5		0.058							
6		0.047							
1						-0.129	-0.136		
2						-0.038	-0.135		
3						-0.043	-0.130		
1654		3				1		-0.129	
						2		0.000	
						3		0.000	
			4		-0.007				
			5		0.045				
			6		0.045				
			1			-0.129	-0.136		
			2			-0.047	-0.126		
			3			-0.047	-0.126		
			1656		3	1		-0.129	
						2		0.000	
						3		0.000	
4		-0.007							
5		0.032							
6		0.043							
1						-0.129	-0.136		
2						-0.056	-0.117		
3						-0.051	-0.122		
1658		3				1		-0.128	
						2		0.000	
						3		0.000	
			4		-0.007				
			5		0.018				
			6		0.041				
			1			-0.128	-0.136		
			2			-0.065	-0.107		
			3			-0.055	-0.118		
			1660		3	1		-0.128	
						2		0.000	
						3		-0.001	
4		-0.007							
5		0.005							
6		0.039							
1						-0.128	-0.136		
2						-0.074	-0.098		
3						-0.059	-0.114		
1662		3				1		-0.128	
						2		0.000	
						3		-0.001	
			4		-0.007				
			5		-0.008				
			6		0.037				
			1			-0.128	-0.136		
			2			-0.073	-0.100		
			3			-0.060	-0.113		
			1664		3	1		-0.129	
						2		0.000	
						3		-0.001	
4		-0.007							
5		-0.021							
6		0.035							
1						-0.129	-0.136		
2						-0.065	-0.108		
3						-0.058	-0.115		
1666		3				1		-0.129	
						2		0.000	
						3		-0.001	
			4		-0.007				
			5		-0.035				
			6		0.033				
			1			-0.129	-0.137		
			2			-0.056	-0.117		
			3			-0.057	-0.116		

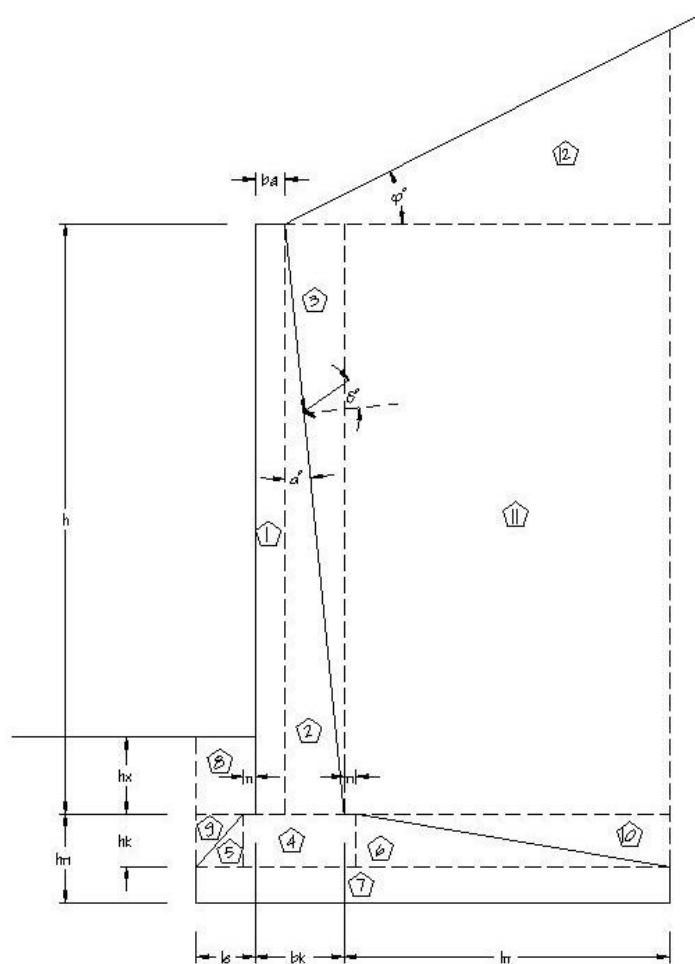
JOINT	DIRECTION	LC	COMB	R	R_max	R_min			
1668	1668	3	1		-0.129				
			2		0.000				
			3		-0.001				
			4		-0.007				
			5		-0.048				
			6		0.031				
			1			-0.129	-0.137		
			2			-0.048	-0.126		
			3			-0.056	-0.118		
			1670	1670	3	1		-0.130	
						2		0.000	
						3		-0.001	
4		-0.007							
5		-0.061							
6		0.029							
1						-0.130	-0.138		
2						-0.040	-0.135		
3						-0.055	-0.119		
1672	1672	3				1		-0.131	
						2		0.000	
						3		0.000	
			4		-0.007				
			5		-0.075				
			6		0.027				
			1			-0.131	-0.138		
			2			-0.032	-0.144		
			3			-0.054	-0.121		
			1674	1674	3	1		-0.131	
						2		0.000	
						3		0.000	
4		-0.007							
5		-0.088							
6		0.024							
1						-0.131	-0.139		
2						-0.024	-0.153		
3						-0.054	-0.123		
1676	1676	3				1		-0.132	
						2		0.000	
						3		0.000	
			4		-0.007				
			5		-0.102				
			6		0.022				
			1			-0.132	-0.139		
			2			-0.016	-0.162		
			3			-0.053	-0.125		
			1678	1678	3	1		-0.133	
						2		0.000	
						3		0.000	
4		-0.007							
5		-0.116							
6		0.020							
1						-0.133	-0.140		
2						-0.007	-0.171		
3						-0.052	-0.127		
1680	1680	3				1		-0.134	
						2		0.000	
						3		0.000	
			4		-0.007				
			5		-0.130				
			6		0.018				
			1			-0.134	-0.142		
			2			0.001	-0.181		
			3			-0.051	-0.129		
			1682	1682	3	1		-0.136	
						2		0.000	
						3		0.001	
4		-0.007							
5		-0.144							
6		0.016							
1						-0.135	-0.143		
2						0.009	-0.190		
3						-0.050	-0.131		
1684	1684	3				1		-0.137	
						2		0.000	
						3		0.001	
			4		-0.007				
			5		-0.158				
			6		0.014				
			1			-0.135	-0.144		
			2			0.018	-0.200		
			3			-0.049	-0.133		

JOINT	DIRECTION	LC	COMB	R	R_max	R_min
	1686	3				
			1		-0.138	
			2		0.001	
			3		0.001	
			4		-0.008	
			5		-0.172	
			6		0.012	
				1		-0.136
				2		0.026
				3		-0.048
						-0.146
						-0.210
						-0.136

4.6 ΤΟΙΧΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΣ

4.6.1 ΤΥΠΙΚΟ ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Το σκαρίφημα αυτής της σελίδας [13] παρουσιάζει τις διάφορες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στο πρόγραμμα υπολογισμού των τοίχων καθώς και τις περιοχές, με την αρίθμηση τους, στις οποίες γίνεται ο επιμέρους υπολογισμός φορτίων κ.τ.λ.



ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΣ
ΕΚΤΟΣ ΚΑΛΜΑΚΑΣ

4.6.2 ΤΟΙΧΟΣ ΠΟΔΟΣ ΜΕ ΥΨΟΣ ΚΟΡΜΟΥ 5,20 m

*****		*****	
Τ Ο Ι Χ Ο Σ Α Ν Τ Ι Σ Τ Η Ρ Ι Ξ Ε Ω Σ		ΥΨΟΣ ΚΟΡΜΟΥ Η=5.20	
~~~~~		εκδ 06/10/98	
*****		*****	
Διαστάσεις τοίχου		Δεδομένα εδάφους	
-----		-----	
φ=γωνία κλίσεως πρανών	28	σεπ=επ. τάση εδάφους	16.6
βα=πάχος κορμού άνω	0.25	σεπ=επ. τάση εξυγίανση	35
βκ=πάχος κορμού κάτω	0.77	α°=τοξεφ((βκ-βα)/h)	5.711
h=ύψος κορμού	5.2	δ°=τοίχου-γαιών	10
le=πρόβολος εμπρός	1	ρ°=φυσικού πρανούς	35
lp=πρόβολος πίσω	3.03	φα°=ολισθ. τοιχ-γαιών	30
hp=ύψος πεδίου	1	deπ=πάχος εξυγίανσης	1.0
hk=ύψος κώνου πεδίου	0.6	i°=διανομής τάσεων	30
π=πατούρα	0	φολ°=ολισθ. εξ.-γαιών	30
hχ=ύψος χωμάτων εμπρός	0.2	γ =ι.β.βαρος γαιών	2
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ		ε=ι.β. σκυροδέματος	2.5
		αο=συντ. σεισμού	0.16
		hl=κινητό στήν στέψη	0
	q= 2		
	ah=a0/qw= 0.080		
	Αποδεκτή μετακίνηση σε cm= 4.80		
	Προσθετη οριζοντια δυναμη = 1.33	(Διανεμεται και προστιθεται στην ωθη	
ΩΘΗΗ ΚΙΝΗΤΩΝ			
	Αρχή κινητού α=1.25	Τέλος κινητού β=7.25	
	Φορτίο q=0.00	ΔΗ κάτω της στέψης ΔΗ=0.00	
(Αποστάσεις από το εξωτερικό ακρο της στέψης του τοίχου)			
εφθα=εφρ+_ (εφρ(1+εφ²ρ) / (εφρ+εφδ))=1.7913		1.9210	
	θα=60.83	62.50	
ΩΘΗΗ ΣΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ		ΩΘΗΗ ΣΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΤΟΥ ΘΕΜΕΛΙΟΥ	
X=	0.77 #####	3.80 #####	
1: α*εφρ	0.34	0.00	0.00
2: α*εφθα	0.86	0.18	0.29
3: β*εφρ	4.54	0.18	0.29
4: β*εφθα	5.20	0.16	0.03
ΡΟΠΕΣ/ΔΥΝΑΜΕΙΣ	Mxβ	Hxβ	Mγδ
1-2	0.21	0.05	0.00
2-3	1.64	0.65	3.55
3-4	0.04	0.11	1.48
ΣΥΝΟΛΑ	1.89	0.81	5.02
			1.32
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΙΧΟΥ			
-----			
1: βα*h*ε	3.25	*βα/2	0.41
2: (βκ-βα)*h*ε/2	3.38	*(βα+(βκ-βα)/3)	1.43
3: (βκ-βα)*h*γ/2	2.70	*(βα+(βκ-βα)*2/3)	1.61
ΣΥΝΟΛΟ AB	9.33	ΣΜΑ=	3.45
		ΣVαβ*le	9.33
4: (2*π+βκ)*hk	1.16	*(le+βκ/2)	1.60
5: (le-π)*hk*ε/2	0.75	*(le-π)*2/3	0.50
6: (lp-π)*hk*ε/2	2.27	*(le+βκ+π+(lp-π)/3)	6.32
7: (le+βκ+lp)*(hp-hk)*ε	4.80	*(le+βκ+lp)/2	11.52
8: hx*le*γ	0.40	*le/2	0.20
9: (le-π)*hk*γ/2	0.60	*(le-π)/3	0.20
10: (lp-π)*hk*γ/2	1.82	*(le+βκ+lp-(lp-π)/3)	6.89
11: h*lp*γ	31.51	*(le+βκ+lp/2)	103.52
12: (lp+βκ-βα)*εφρ*γ/2	6.70	*(lp+βκ-βα)*2/3+βα*le	24.23
ΣΥΝΟΛΟ ΓΔ	59.34	ΣΜΓ=	167.76
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΙΧΟΥ (ΣΕΙΣΜΟΣ)			
-----			
1: (1)*e	0.26	*h/2	0.68
2: (2)*e	0.27	*h/3	0.47
3: (3)*e	0.22	*h*2/3	0.75
ΣΥΝΟΛΟ AB	0.75	ΣΜΑ=	1.89
		ΣHαβ*hp	0.75
4: (4)*e	0.09	*(hp-hk/2)	0.06
5: (5)*e	0.06	*(hp-hk*2/3)	0.04
6: (6)*e	0.18	*(hp-hk*2/3)	0.11
7: (7)*e	0.38	*(hp-hk)/2	0.08
8: (8)*e	0.03	*(hx/2+hp)	0.04
9: (9)*e	0.05	*(hp-hk/3)	0.04
10: (10)*e	0.15	*(hp-hk/3)	0.12
11: (11)*e	2.52	*(h/2+hp)	9.08
12: (12)*e	0.54	*(lp+βκ-βα)εφρ/3+h*hp	3.66
ΣΥΝΟΛΟ ΓΔ	4.75	ΣΜΓ=	15.85

ΩΘΗΣΕΙΣ ΓΑΙΩΝ

ΧΩΡΙΣ ΣΕΙΣΜΟ

AB:

$$\lambda\alpha = \frac{\sigma \nu^2 (\rho - \alpha)}{\sigma \nu^2 \alpha^2 [1 + \frac{\eta \mu (\rho + \delta) \cdot \eta \mu (\rho - \phi)}{\sigma \nu (\alpha + \delta) \cdot \sigma \nu (\phi - \alpha)}]}^2$$

$$\lambda\alpha h = 0.45 \quad \lambda = \gamma \cdot \lambda\alpha = 0.89$$

$$\sigma_1 = 0.00 \quad \sigma_2 = 4.65$$

$$\sigma_2 - \sigma_1 = 4.65$$

ΓΔ:

$$\lambda\alpha = \frac{\sigma \nu^2 \rho}{[1 + \frac{\eta \mu (\rho + \phi) \cdot \eta \mu (\rho - \phi)}{\sigma \nu \phi^2}]^2}$$

$$\lambda\alpha h = 0.36 \quad \lambda = \gamma \cdot \lambda\alpha = 0.71$$

$$\sigma_1 = 0.00 \quad \sigma_2 = 5.04$$

$$h' = 7.09 \quad \sigma_2 - \sigma_1 = 5.04$$

Διατομή αβ

E1κιν=h*σ1 + τμηματικό	0.81 * h/2 + τμηματικό	4.00
E2μον=h*(σ2-σ1)/2	12.09 * h/3	20.95
	-----	-----
ΣΥΝΟΛΟ AB:	12.90	24.95

EVμον=E2*εφ(α+δ)	3.40 * (bk - (bk-bα)/3)	2.03
		-----
	ΣΥΝΟΛΟ ΕΗ+ΕV	22.92

Διατομή γδ

E1κιν=(hπ+h)*σ1 + τμηματικό	1.32 * (hπ+h)/2 + τμηματικό	9.13
E2μον=h*(σ2-σ1)/2	17.88 * (hπ+h/3)	60.11
E3μον=hπ*(σ2-σ1)	5.04 * hπ/2	2.52
	-----	-----
ΣΥΝΟΛΟ ΓΔ:	24.24	71.75

EVμον=(E2+E3)*εφφ	12.19 * (1ε+bκ+1π)	58.49
		-----
	ΣΥΝΟΛΟ ΕΗ+ΕV	13.26

ΜΕ ΣΕΙΣΜΟ

AB:

$$\lambda\alpha h = 0.61$$

Λόγος λα σεισμού προς τό στατικό = 1.37

ΓΔ:

$$\lambda\alpha h = 0.52$$

Λόγος λα σεισμού προς τό στατικό = 1.46

-----  
 Ε Λ Ε Γ Χ Ο Ι Ε Υ Σ Τ Α Θ Ε Ι Α Σ -- Τ Α Σ Ε Ι Σ  
 -----

ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΒ

α) Στατική φόρτιση  
 M=MV-ME: -19.47  
 N=NV : 12.73  
 H=HE : 12.90  
 Me=M-N*(bk-.05)=28.64  
 Kh=(bk-.05)*100/_Me=13.45  
 fe=.37*Me/bk-N/2.65=10.06

β) Μέ σεισμό (έλεγχος με αυξηση 30% των ωθήσεων)  
 M(V-Σ-νλ(E-1/2κιν)): -35.58  
 N=NV : 15.37  
 H(Σ+νλ(E-1/2κιν)): 22.92  
 Me=M-N*(bk-.05)=46.65  
 Kh=(bk-.05)*100/(Me)/1.5=13.40  
 fe=(.37*Me/bk-N/2.65)/1.5=16.61

ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΔ

α) Στατική φόρτιση  
 M=MV-ME: 154.50  
 N=NV : 71.53  
 H=HE : 24.24  
 b=le+bk+lp=4.80  
 ξ=M/N=2.160  
 e=b/2-ξ=0.240  
 σmey.= 16.56 t/m²  
 σ1,2=σμ*[1±6*e/b]:σ1= 19.37 t/m²  
 σ2= 10.43 t/m²  
 σμ=N/b=14.90  
 bmey.=4.32  
 M ευσταθείας= 167.76  
 M ανατροπής = 13.26  
 ΣΥΝΤ.ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ ν= 12.65  
 ΣΥΝΤ.ΟΛΙΣΘΗΣΕΩΣ ν=1.70

β) Μέ σεισμό  
 M(V-Σ-νλ(E-1/2κιν)): 139.19  
 N=NV : 77.17  
 H(Σ+νλ(E-1/2κιν)): 39.25  
 b=le+bk+lp=4.80  
 ξ=M/N=1.804  
 e=b/2-ξ=0.596  
 σμ=N/b=16.08  
 σmey.= 21.40 t/m²  
 σ1,2=σμ*[1±6*e/b]:σ1= 28.07 t/m²  
 σ2= 4.09 t/m²  
 bmey.=3.61  
 M ευσταθείας= 151.91  
 M ανατροπής = 12.72  
 ΣΥΝΤ.ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ ν= 11.94  
 ΣΥΝΤ.ΟΛΙΣΘΗΣΕΩΣ ν=1.14

-----  
 Ε Λ Ε Γ Χ Ο Σ Θ Ε Μ Ε Λ Ι Ο Υ -- Ρ Ο Π Ε Σ  
 -----

φορτίο λόγω υπερκειμένων εμπρός Σp/le=2.75  
 φορτίο λόγω υπερκειμένων πίσω Σp/lp=12.75  
 Κατακόρυφη συνιστώσα ωθήσεως =12.19

τάσεις: εμπρός παρειά πίσω παρειά  
 στ.φορτ. 17.51 16.08  
 σεισμ. 23.07 19.22

ροπές εμπρός : ροπές πίσω :  
 M στατ.=8.00 M στατ.=-38.93  
 M σεισ./1.5=7.89 M σεισ./1.5=-47.08

Λόγω ροπής κορμού -> ροπή πίσω= ροπή κορμού -ροπή πεδίου εμπρός  
 M στατική=-11.47  
 M σεισμού=-12.65

οπλισμοί	ροπή υπολογισμού	Kh	fe
εμπρός	8.00	33.59	3.03
πίσω άνω	47.08	13.85	17.90
πίσω κάτω	0.00		0.00

-----  
 Ε Λ Ε Γ Χ Ο Σ   Σ Τ Ρ Ω Σ Η Σ   Ε Ξ Υ Γ Ι Α Ν Σ Η Σ   - Τ Α Σ Ε Ι Σ  
 -----

Πάχος εξυγιαντικής στρώσης = 1.0 m  
 Διανομή τάσεων στη στρώση = 30.0 °

α) Στατική φόρτιση

Τάσεις στη στέψη της εξυγίανσης  
 $\sigma_{mey.} = 16.56 \text{ t/m}^2$   $b_{mey.} = 4.32$

$N = (k_{mey} + d_{\pi} \cdot \epsilon_{\pi}) \cdot \gamma = 9.8 \text{ t}$   $\Sigma N = 81.3$   
 $\Sigma H = 24.2$

Τάσεις στην έδραση της εξυγίανσης

$\sigma_{mey.} = 14.85 \text{ t/m}^2$  b=5.47

β) Μέ σεισμό

Τάσεις στη στέψη της εξυγίανσης  
 $\sigma_{mey.} = 21.40 \text{ t/m}^2$   $b_{mey.} = 3.61$

$N = (k_{mey} + d_{\pi} \cdot \epsilon_{\pi}) \cdot \gamma = 8.4 \text{ t}$   $\Sigma N = 85.5$   
 $\Sigma H = 39.3$

Τάσεις στην έδραση της εξυγίανσης

$\sigma_{mey.} = 15.62 \text{ t/m}^2$  b=5.47

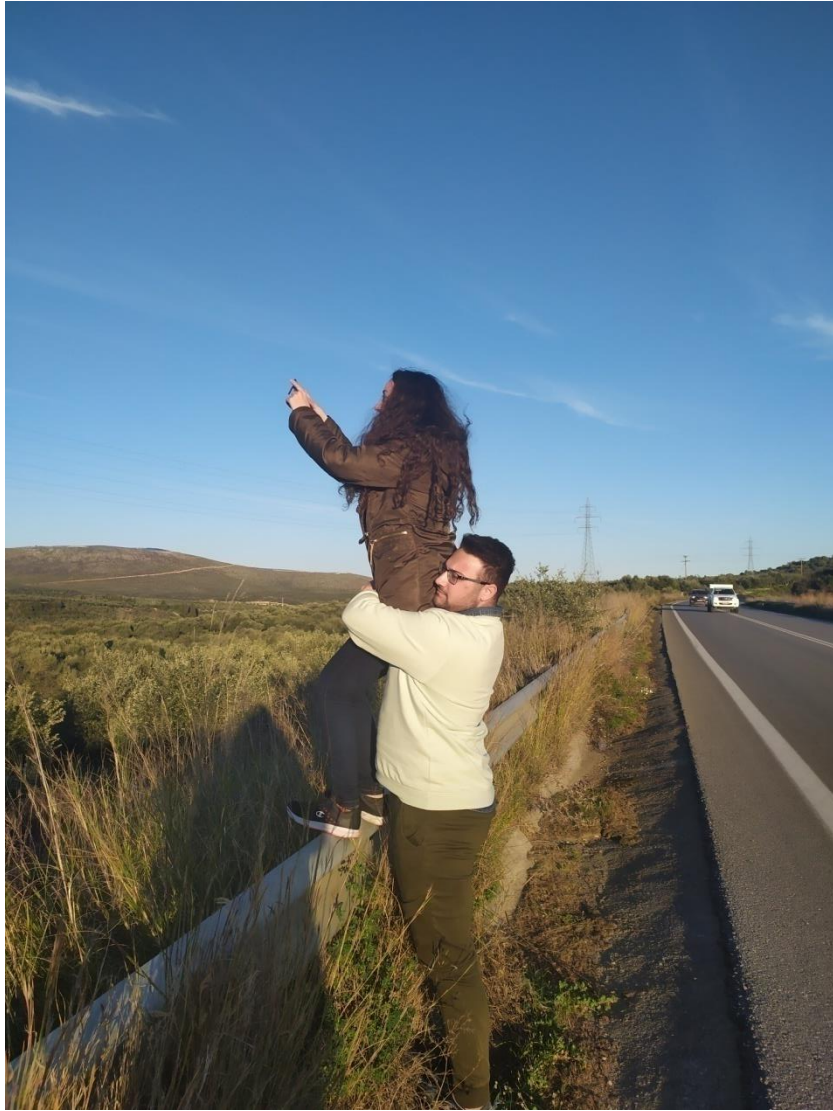
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

Οι παρακάτω φωτογραφίες της γέφυρας λήφθηκαν από τους φοιτητές στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας.



Εικόνα 5.1 Κατεύθυνση οδού προς Μονεμβασιά , δεξιά όψη γέφυρας και οι φοιτητές





Εικόνα 5.2 Κατεύθυνση οδού προς Μονεμβασιά, δυσκολία πρόσβασης στην αριστερή όψη γέφυρας



Εικόνα 5.3 Κατεύθυνση οδού προς Μονεμβασιά, αριστερή όψη γέφυρας



Εικόνα 5.4 Κάτω από την οδό, εντός της γέφυρας και φοιτητές



Εικόνα 5.5 Τοίχος Αντιστηρίξεως αριστερής όψης





Εικόνα 5.6 Τοίχος Αντιστηρίξεως αριστερής όψης



Εικόνα 5.7 Τοίχος Αντιστηρίξεως δεξιάς όψης



Εικόνα 5.8 Τοίχος Αντιστηρίξεως δεξιάς όψης



Εικόνα 5.9 Διεύθυνση ροής ρέματος





Εικόνα 5.10 Διεύθυνση ροής ρέματος





ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΟΔΟΥ  
ΠΡΟΣ ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑ

Εικόνα 5.11 Κατεύθυνση οδού προς Μονεμβάσια



Εικόνα 5.12 Εντός της γέφυρας

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Η χρήση του Η/Υ αποτελεί αναμφίβολα απαραίτητο εργαλείο σε όλους τους μηχανικούς για την εκπόνηση μελετών τους.
2. Η εξοικονόμηση χρόνου είναι βασικό πλεονέκτημα που προσφέρει η χρήση Η/Υ για την επίλυση φορέων σε αντίθεση με συμβατικές μεθόδους «με το χέρι».
3. Η ορθότητα των αποτελεσμάτων θα πρέπει να ελέγχεται από τον μηχανικό για την ασφάλεια της κατασκευής. Αυτό προϋποθέτει άριστη γνώση της στατικής.
4. Με το πέρασμα του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας τα προγράμματα των Η/Υ γίνονται όλο και πιο ευέλικτα και αξιόπιστα.
5. Η ανάλυση και διαστασιολόγηση της παρούσας λοξής γέφυρας έγινε με εξειδικευμένο λογισμικό Η/Υ και έδωσε σύντομα ακριβή αποτελέσματα, σύμφωνα με τους κανονισμούς.
6. Ανάλογα με την εκάστοτε περίπτωση και βασιζόμενος στην εμπειρία και τις γνώσεις του ο μελετητής καλείται να επιλέξει τον τύπο της γέφυρας και την μέθοδο κατασκευής της.
7. Η παρούσα πτυχιακή εργασία περιλαμβάνει τη μελέτη γέφυρας συνολικού μήκους 20.5m, διατομής κλειστού κιβωτίου από οπλισμένο σκυρόδεμα, για τη γεφύρωση ρέματος με τη χρήση Η/Υ.
8. Ιδιαίτερη προσοχή στο παρόν τεχνικό έργο δόθηκε στους υδραυλικούς υπολογισμούς ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος υπερχείλισης του ρέματος.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δ.-Π. Ν. ΚΟΝΤΟΝΗ, «Υπολογισμός Κατασκευών με Η/Υ», Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής, Τ.Ε.Ι. Πάτρας & Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα, 1995/1999/2014.
2. Δ.-Π.Ν. ΚΟΝΤΟΝΗ, Επιστημονικά Εκπαιδευτικά Προγράμματα Η/Υ Ειδικότητας Πολιτικού Μηχανικού, Πάτρα, 1985-2020.
3. Δ.-Π. ΚΟΝΤΟΝΗ, «Πολιτικός Μηχανικός & Η/Υ», «Εισαγωγή στους Η/Υ», «Εισαγωγή στο διαδίκτυο (internet) και στις υπηρεσίες του» (Διδακτικές Σημειώσεις), «Ασκήσεις Προγραμματισμού Η/Υ και Υπολογιστικών Εφαρμογών Πολιτικού Μηχανικού Ι & ΙΙ», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας & Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Πάτρα, 1998-2020.
4. EN 1991 Ευρωκώδικας 1: Δράσεις επί των κατασκευών.
5. EN 1992 Ευρωκώδικας 2: Σχεδιασμός των κατασκευών από σκυρόδεμα.
6. ΕΑΚ 2000. Ελληνικός αντισεισμικός κανονισμός 2000, ΟΑΣΠ ΣΠΜΕ Αθήνα, 2001.
7. DIN-Fachbericht 101: Δράσεις σε γέφυρες.
8. DIN-Fachbericht 102: Γέφυρες από σκυρόδεμα.
9. Ε.Κ.Ω.Σ. 2000-«Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος», ΟΑΣΠ, ΣΠΜΕ, Αθήνα 2001.
10. Δ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ, «Γεφυροποιία», Αλεξάνδρειο Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2012.
11. Δ. ΜΠΙΣΚΙΝΗΣ, 2017, Διδακτικές Σημειώσεις στο eclass (Σχήμα 1.17).
12. F. LEONHARDT, «Ολόσωμες Κατασκευές, 6. Ολόσωμες γέφυρες», Μ. Γκιούρδας, Αθήνα, 1979.
13. «ΔΙΟΛΚΟΣ Δομοστατικοί Μηχανικοί Ι.Κ.Ε.», Γραφεία Μελετών ΕΞΑΝΤΑΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ι. Χατζηνικολάου και συνεργάτες, Γ. Χατζηστεργίου και Ν. Παπαδόπουλος, Τεχνική Έκθεση «Μελέτες γεφυρών νέας εθνικής οδού Χάνια-Κροκεές-Μονεμβάσια του τμήματος: Από Χ.Θ. 16+950 της Ε.Ο. Σπάρτης-Γυθείου έως Χ.Θ. 9+200 της Ε.Ο. Χάνια-Κροκεές-Μονεμβάσια», Αύγουστος 2001.
14. ΜΙΧΑΗΛ Ν. ΦΑΡΔΗΣ, «Σύνθεση Γεφυρών Σκυροδέματος», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, 2004.

15. Πηγές από διαδίκτυο (σύνδεσμοι):

[link 1] Εικόνα 1.1

[https://www.tolo.gr/gr/Attractions/Argolida/Ligourio/Kazarma_bridge-68](https://www.tolo.gr/gr/Attractions/Argolida/Ligourio/Kazarma_bridge-68)

[link 2] Εικόνα 1.2

<https://engineeringtravel.wordpress.com/2013/04/04/alcantara-bridge/>

[link 3] Εικόνα 1.3

<https://my.viewranger.com/route/details/MTkxNjY4Mw==>

[link 4] Εικόνα 1.4

<https://www.kathimerini.gr/society/1022108/dekaexi-chronia-gia-mia-gefyra/>

[link5] Εικόνα

1.5<https://www.alimosonline.gr/%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BD%CE%AD%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%B1%CE%BB%CE%AF%CE%BC%CE%BF%CF%85/28846-%CE%B7-%CF%80%CE%B5%CE%B6%CE%BF%CE%B3%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%B1%CE%BB%CE%AF%CE%BC%CE%BF%CF%85-%CE%B8%CF%85%CE%BC%CE%AF%CE%B6%CE%B5%CE%B9-%CE%AD%CE%BD%CE%B1-%CF%83%CF%8D%CE%B3%CF%87%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%BF-%C2%AB%CE%B3%CE%B5%CF%86%CF%8D%CF%81%CE%B9-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%AC%CF%81%CF%84%CE%B1%CF%82%C2%BB>

[link 6] Εικόνα 1.6

<https://www.ekkara.gr/archives/574>

[link 7] Εικόνα 1.7

<https://imgur.com/gallery/igMXn>

[link8] Εικόνα 1.8

<https://www.concretepipe.org/latest-news/dual-14-x-14-precast-concrete-box-culvert-replaces-wood-bridge-and-alleviates-county-road-flooding/>

[link 9] Σχήμα 1.9

<http://docplayer.gr/178609143-Mathima-gefyropoia-panepistimio-dytikis-attikis-sholimihanikon-tmima-politikon-mihanikon-dialexi-1-i.html>

[link 10] Εικόνα 1.10

<https://puzzlefactory.pl/el/puzzle/paichnidi/ochimata/208731-%CE%BA%CF%81%CE%B5%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AE-%CE%B3%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%BF>

[link 11] Εικόνα 1.11

<https://www.ert.gr/perifereiakoi-stathmoi/patra/gefyra-rioy-antirrioy-15-chronia-meta-pano-apo-61-ekat-dieleyseis/>

[link 12] Εικόνα 1.12

<https://www.news247.gr/weekend-edition/gefyra-tsakonas-anatomia-enos-entyposiakoy-ergoy.6405716.html>

[link 13] Εικόνα 1.13

<http://wikimapia.org/11373502/el/%CE%93%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1-%CE%A3%CF%80%CE%B5%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%B9%CE%BF%CF%8D>

[link 14] Εικόνα 1.14

[https://en.wikipedia.org/wiki/Rigid-frame_bridge](https://en.wikipedia.org/wiki/Rigid-frame_bridge)

[link 15] Εικόνα 1.15

<https://www.super10.gr/2018/06/topten-top-ten-top10-kinites-gefyres-toy-kosmou.html>

[link 16] Εικόνα

1.16 [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BB%CF%89%CF%84%CE%AE_%CE%93%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1_%C2%AB%CE%91%CE%B3%CE%AF%CE%B1_%CE%9C%CE%B1%CF%8D%CF%81%CE%B1%CE%B4%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BB%CF%89%CF%84%CE%AE_%CE%93%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1_%C2%AB%CE%91%CE%B3%CE%AF%CE%B1_%CE%9C%CE%B1%CF%8D%CF%81%CE%B1%CE%B4%CE%B1)

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

**ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΓΕΦΥΡΑΣ**

<b>A/A</b>	<b>ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ</b>	<b>ΚΛΙΜΑΚΑ</b>
<b>001</b>	<b>ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ</b>	<b>1:500</b>
<b>002</b>	<b>ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ</b>	<b>1:1000, 1:100</b>
<b>003</b>	<b>ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ</b>	<b>1:100</b>
<b>004</b>	<b>ΤΟΜΕΣ</b>	<b>1:1000, 1:50</b>
<b>005</b>	<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΚΣΚΑΦΩΝ- ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ</b>	<b>1:1000</b>
<b>006</b>	<b>ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ</b>	<b>1:50</b>
<b>007</b>	<b>ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ</b>	<b>1:50, 1:20</b>
<b>008</b>	<b>ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΑΚΡΟΒΑΘΡΩΝ</b>	<b>1:50</b>
<b>009</b>	<b>ΤΟΜΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ</b>	<b>1:25</b>
<b>010</b>	<b>ΤΟΜΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΤΟΙΧΩΝ</b>	<b>1:50, 1:25</b>
<b>011</b>	<b>ΔΙΑΤΑΞΗ ΙΚΡΙΩΜΑΤΩΝ</b>	<b>1:25</b>