

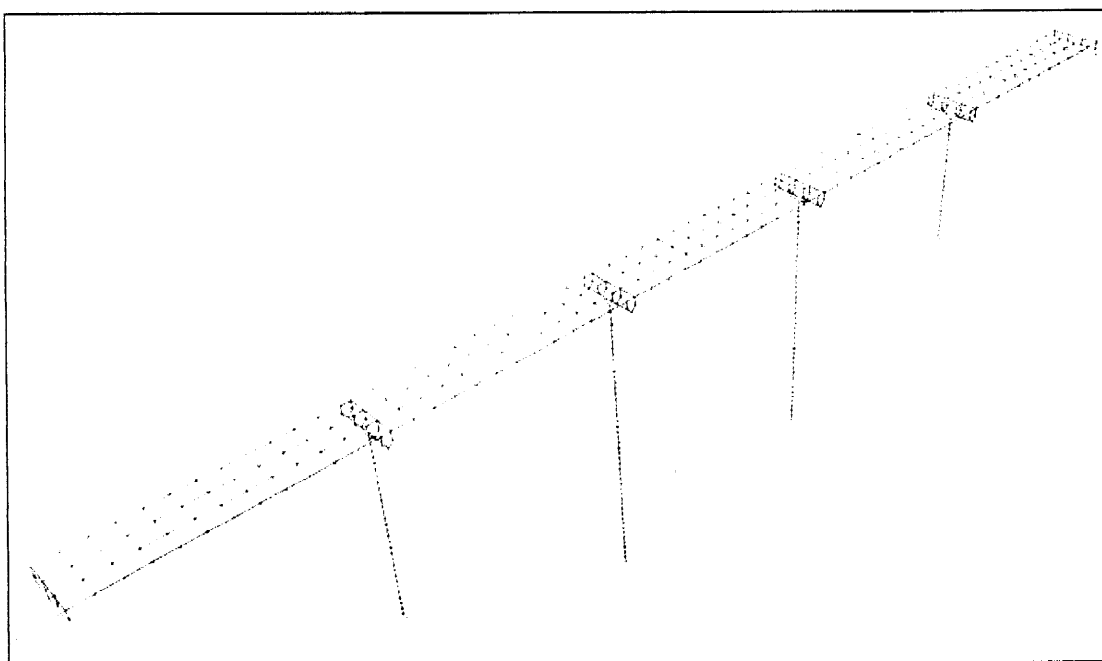
**ΓΕΦΥΡΑ “ΤΡΟΥΜΠΕΤΑ”
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΓΡΕΒΕΝΑ – ΚΟΖΑΝΗ
ΤΗΣ ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ
ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΕΩΣ**

ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ Γ

**ΓΕΦΥΡΑ “ΤΡΟΥΜΠΕΤΑ”
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΓΡΕΒΕΝΑ – ΚΟΖΑΝΗ
ΤΗΣ ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ
ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΕΩΣ**

ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ Γ

ΓΕΦΥΡΑ ΤΡΟΥΜΠΕΤΑ (ΓΡΕΒΕΝΑ ΚΟΖΑΝΗ ΤΗΣ ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ



ΓΕΦΥΡΑ 5 ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

ΓΕΦΥΡΑ ΤΡΟΥΜΠΕΤΑ (ΓΡΕΒΕΝΑ – ΚΟΖΑΝΗ) ΤΗΣ ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ	
1. ΓΕΝΙΚΑ.....	16
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	17
3. ΑΝΩΔΟΜΗ	18
3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΜΕ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	18
3.1.1 ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΝΩΔΟΜΗΣ.....	20
Α. ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΩΔΟΜΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ.....	20
Α.1 ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΕΣ –ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΕΣ ΔΟΚΟΙ , ΠΡΟΠΛΑΚΕΣ.....	20
Α.2 ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΣΥΝΘΕΤΟΥΝ ΤΗΝ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΗ ΓΕΦΥΡΑ (ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΠΡΟΣΔΙΔΟΥΝ ΣΤΗΝ ΓΕΦΥΡΑ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ).....	23
3.1.2 ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	25
Α.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΘΕΑΚΥΣΕΩΣ (CARLO PONTE).....	25
Α.2 ΓΕΡΑΝΟΣ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΩΝ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΔΟΚΩΝ	25
Α.3 ΜΕΤΑΛΛΟΤΥΠΟΙ	28
3.1.3 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΗΣ ΑΝΩΔΟΜΗΣ	28
3.1.4 ΑΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΣΤΗΡΙΞΕΩΣ	31
3.1.5 ΜΕΤΡΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	33
4. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	33
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ 4 ΛΥΣΕΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΤΑΘΗΚΑΝ ..	35
STILIANI.SDB.....	35
8. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΤΩΝ 4 ΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΟΥ (Χ,Υ).....	41
9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	42

1. ΓΕΝΙΚΑ

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την ανάλυση γέφυρας της Εγνατίας Οδού , Τεχνικό Έργο Τ1, στο ρέμα Τρουμπέτα. Η γέφυρα είναι συνολικού μήκους 200 m με πέντε ανοίγματα των 40 m. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της, φέρων σύστημα διάταξη, είναι κοινά με την επόμενη γέφυρα που διερευνάται. Κρίνεται ότι οι διαφοροποιήσεις στη γεωμετρία δεν διαφοροποιεί σημαντικά την γενική συμπεριφορά της γέφυρας έναντι σεισμού. Μία σημαντική διαφορά την οποία πρέπει να τονίσουμε είναι το μεγάλο ύψος των μεσοβάθρων, που για το μεσαίο ανέρχεται σε τάξη μεγέθους 50m. Επίσης το κάθε άνοιγμα ανέρχεται στα 40m έναντι 33m στο επόμενο προσομοίωμα.

Κάθε άνοιγμα περιλαμβάνει φορείς από αμφιέριστες πλακοδοκούς που αποτελούνται από τέσσερις προκατασκευασμένες-προεντεταμένες δοκούς σκυροδέματος ανά κλάδο κυκλοφορίας και πλάκα καταστρώματος , η οποία απαρτίζεται από προκατασκευασμένες πλάκες , που τοποθετούνται επάνω στις δοκούς και χυτή επί τόπου στρώση. Με τον τρόπο αυτό ολοκληρώνεται η πλάκα καταστρώματος και ο φορέας.

Η ανάλυση της γέφυρας έγινε με το πρόγραμμα SAP2000. Αρχικά πραγματοποιήθηκε η προσομοίωση της κατασκευής προκειμένου να διαμορφωθεί το στατικό σύστημα και στη συνέχεια η διακριτοποίηση του φορέα με γραμμικά και επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία. Εξάλλου υπολογίζεται αναλυτικά η μάζα καθώς και τα γεωμετρικά στοιχεία των διατομών που χρησιμοποιούνται ενώ παρουσιάζεται ο τρόπος εισαγωγής αυτών στο πρόγραμμα. Γίνεται ανάλυση με τη Δυναμική Φασματική Μέθοδο για την δράση του σεισμού και κατά τις τρεις διευθύνσεις και δίνονται τα αποτελέσματα των εντατικών μεγεθών (M , N , Q) , στα άκρα των βάθρων και των εφεδράνων , για ταυτόχρονη δράση του σεισμού στις τρεις διευθύνσεις από την μία και από την άλλη για το σεισμικό συνδυασμό δράσεων (μόνιμα + κινητά + σεισμός). Κατόπιν δίδονται οι μετατοπίσεις στους κόμβους των στοιχείων που μας ενδιαφέρουν.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Η παρούσα μελέτη περιλαμβάνει γέφυρα που εκτείνεται μεταξύ της Χ.Θ. 7+830 ως Χ.Θ. 8+030 του αυτοκινητοδρόμου ΕΓΝΑΤΙΑΣ στο τμήμα « Γρεβενά-Κοζάνης» , Ρέμα Τρουμπέτα. Η γέφυρα είναι συνολικού μήκους $L=200\text{ m}$, περιλαμβάνει δύο ίδια ανεξάρτητα καταστρώματα , ένα για κάθε κατεύθυνση κυκλοφορίας. Κάθε κλάδος περιλαμβάνει 5 ανοίγματα των 40.00 m που εδράζονται εκατέρωθεν σε ολόσωμα ακρόβαθρα και σε τέσσερα μεσόβαθρα.

Το κατάστρωμα μορφώνεται με προκατασκευασμένες δοκούς μορφής Τ με ενισχυμένο κάτω πέλμα συνολικού ύψους 2.45m (2,20m το ύψος της προκατασκευασμένης δοκού και 0,25m το πάχος της πλάκας καταστρώματος) , το οποίο παραμένει σταθερό κατά μήκος της γέφυρας. Επομένως ο λόγος ύψους προς άνοιγμα ανέρχεται σε $2,45/40=1/16,33$.

Το κάθε άνοιγμα αποτελείται από φορείς αμφιέριστων πλακοδοκών που περιλαμβάνουν οκτώ προκατασκευασμένες δοκούς (τέσσερις σε κάθε λωρίδα κυκλοφορίας) και πλάκα καταστρώματος, η οποία απαρτίζεται από προκατασκευασμένες πλάκες που τοποθετούνται πάνω στις δοκούς και χυτή επί τόπου στρώση , που ολοκληρώνει την πλάκα καταστρώματος και τον

φορέα. Οι κύριοι φορείς της γέφυρας (πλακοδοκοί) συνδέονται εγκάρσια μόνο με την πλάκα καταστρώματος. **Δεν προβλέπεται για τη σύνδεση και συνεργασία τους καμία διαδοκίδα στο άνοιγμα παρά μόνο στο στήριγμα.** Η κατάργηση αυτή των συνηθισμένων για την ελληνική πραγματικότητα διαδοκίδων έγινε γιατί, όπως αποδεικνύεται και θεωρητικά αλλά και πρακτικά με την κατασκευή πολλών παρομοίων και πολύ σημαντικών γεφυρών στο εξωτερικό (Γερμανία, Ελβετία, κλπ.) η πλάκα συντελεί κατά κύριο λόγο στην εγκάρσια κατανομή των κινητών φορτίων και στη συνεργασία των δοκών, χωρίς μάλιστα να υφίσταται σημαντικές πρόσθετες επιβαρύνσεις από τη λειτουργία αυτή.

Στους άξονες των μεσοβάθρων καθώς και στα ακρόβαθρα η διατομή των προκατασκευασμένων – προεντεταμένων δοκών διευρύνεται για λόγους καλύτερης έδρασης κοντά στην στήριξη καθώς και για καλύτερη μεταφορά των δυνάμεων των τενόντων.

Τα μεσόβαθρα προβλέπονται από δύο στύλους ορθογωνικής διατομής μορφής κιβωτίου, οι οποίοι καταλήγουν σε δοκό έδρασης με βαθμιδωτό άνω πέλμα. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται να ανταποκρίνονται αυτά τόσο στις στατικές απαιτήσεις, λόγω της λειτουργίας τους σαν μέλη της φέρουσας κατασκευής, όσο και στις αισθητικές εξαιτίας του σημαντικού ύψους, στο οποίο ανυψώνονται από τον περιβάλλοντα χώρο. Όλα τα μεσόβαθρα έχουν την ίδια διατομή 2,75Χ5,50m και αυτό για να εξασφαλίζεται μια στοιχειώδη αισθητική. Τονίζεται παρόλα αυτά ότι σε περίπτωση ανισοϋψών βάθρων και μονολιθικής γέφυρας θα πρέπει να δίνεται προσοχή ώστε να μην δημιουργούνται ένα είδος ‘κοντών υποστυλωμάτων’ που θα ‘τραβάει’ όλα τα φορτία σε περίπτωση σεισμού.

Τα ακρόβαθρα εδράζονται επιφανειακά συνδεόμενα με τοίχους αντιστήριξης, οι οποίοι διατάσσονται παράλληλα προς τον άξονα της οδού (τοίχοι αντεπιστροφής) για λόγους καλύτερης προσαρμογής στο περιβάλλον. Μεταξύ των αμφιέρειστων φορέων στις θέσεις των μεσοβάθρων η πλάκα καταστρώματος κατασκευάζεται συνεχής (πέλμα συνέχειας), προκειμένου να αποφευχθούν οι αρμοί στα μεσόβαθρα τόσο σαν δαπάνη προμήθειας και εγκατάστασης όσο και σαν δαπάνη συντήρησης. Έτσι το πρόβλημα των αρμών περιορίζεται μόνο στις θέσεις των ακροβάθρων, όπου διατάσσονται ελαστομεταλλικοί αρμοί ALGAFLEX λόγω του πέλματος συνέχειας.

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτής της γέφυρας είναι η ύπαρξη ελαστομεταλλικών εφεδράνων τα οποία τοποθετούνται επάνω στις δοκούς των βάθρων και προσδίδουν στη γέφυρα ελαστική συμπεριφορά χωρίς βλάβες στα βάθρα. Ο χώρος των 15cm, που υπάρχει μεταξύ του κάτω πέλματος των δοκών του φορέα και της δοκού του βάθρου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τοποθέτηση γρύλων ανύψωσης μικρού ύψους (FLAT JACKS) σε περίπτωση αντικατάστασης των εφεδράνων.

Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στον τρόπο μείωσης των μετακινήσεων της ανωδομής. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση σε κάθε στήριξη σεισμικών συνδέσμων, ελαστομεταλλικών (STOPPERS).

Τέλος, τα πεζοδρόμια κατασκευάζονται χυτά επί τόπου με πρόβλεψη δύο αγωγών διέλευσης καλωδίων ΔΕΗ, ΟΤΕ κλπ. Προβλέπονται επίσης στηθαία ασφαλείας και εγκατάσταση αποχέτευσης των νερών της βροχής.

3.ΑΝΩΔΟΜΗ

Η επιλογή της μορφής της διατομής αποκτά στον σχεδιασμό των γεφυρών ιδιαίτερη σημασία , διότι από αυτήν προκύπτουν τα βασικά κατασκευαστικά μεγέθη , επίσης είναι καθοριστική για το είδος της στήριξης και την κάτω άποψη της γέφυρας (κάτω διάβαση) της γέφυρας η οποία αποτελεί χαρακτηριστικό του σχεδιασμού , στο οποίο πρέπει να δίνεται ιδιαίτερο βάρος στη Γεφυροποιία. Η διατομή αποτελεί τον «πυρήνα του σχεδιασμού» μιας γέφυρας, αν κατ' αρχήν εξαιρέσει κανείς τον παράγοντα «θεμελίωση». Η οικονομικότητα της διατομής είναι καθοριστική και για το συνολικό κόστος της κατασκευής.

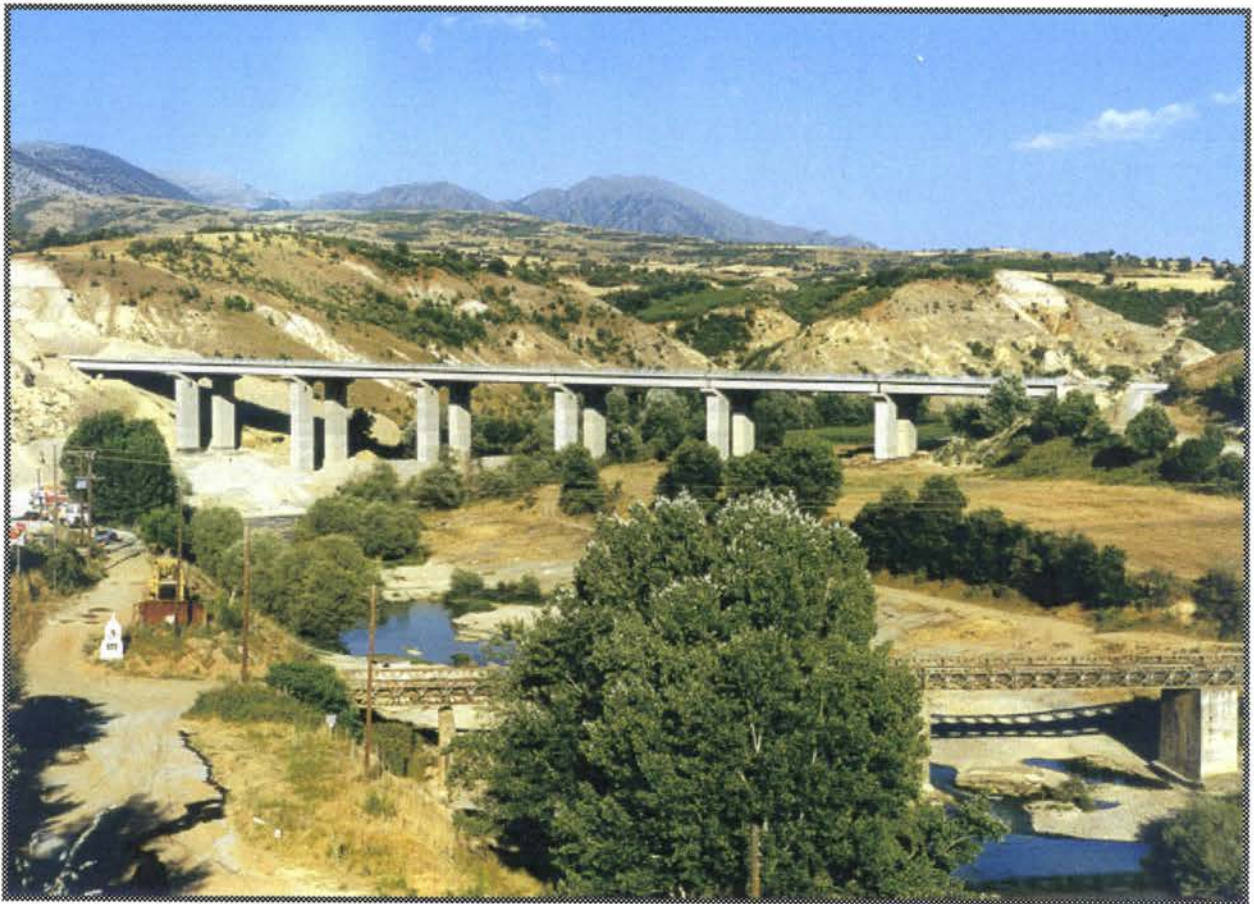
Στον τομέα της κατασκευής μεγάλων γεφυρών , οι δυνατότητες παραγωγής , οι οποίες καθορίζουν και το κόστος της κατασκευής , εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την μορφή της διατομής. Για το λόγο αυτό η εκλογή της διατομής και οι δυνατότητες παραγωγής της αγοράς πρέπει να βρίσκονται σε άμεση συνάρτηση.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η διατομή της προκατασκευασμένης δοκού είναι πλακοδοκός. Η διατομή αυτή είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή διατομή όταν πρόκειται να παραλάβει θετικές ροπές. Η διαπλάτυνση εξάλλου του κάτω πέλματος αντιμετωπίζει την εντατική κατάσταση που δημιουργείται όταν η γέφυρα φέρει μόνο τα μόνιμα φορτία. Η διατομή πλακοδοκού χρησιμοποιείται ευρύτατα στις προκατασκευασμένες γέφυρες .

3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΜΕ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Παραπάνω έχει καταγραφεί ο τρόπος και η σειρά κατασκευής των γεφυρών με προεντεταμένες προκατασκευασμένες δοκούς και συνεχή πλάκα καταστρώματος. Παρακάτω, με την βοήθεια του φωτογραφικού υλικού που διαθέτουμε, δίνουμε μία πιο ακριβή, από τεχνικής απόψεως, εικόνα των στοιχείων που συνθέτουν μία τέτοια γέφυρα.

Αρχικά δίνουμε μία φωτογραφική απεικόνιση μίας τέτοιας γέφυρας. Με τον τρόπο αυτό επιδιώκουμε την προβολή της αρχιτεκτονικής αξίας μίας τέτοιας γέφυρας και τον τρόπο με τον οποίο ένα τέτοιο δομικό έργο ενσωματώνεται στα φυσικά περιβάλλον. Το πάχος μίας τέτοιας γέφυρας είναι μικρό για την ανωδομή, χρησιμοποιώντας την τεχνική της προέντασης, ενώ παράλληλα η εγκάρσια κατεύθυνση των μεσοβάθρων μειώνει σημαντικά την αίσθηση των διαστάσεων δίνοντας μία κομψή λύση:





Το φωτογραφικό υλικό που παρουσιάζεται αφορά την γέφυρα στον Ποταμό Αλιάκμονα (Γρεβενά – Κοζάνη, 2^ο υποτμήμα).



Στην τελευταία φωτογραφία διακρίνεται ο γερανός και τα μέτρα ενίσχυσης εδάφους στο βάθος.

3.1.1 ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΝΩΔΟΜΗΣ

Α. ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΩΔΟΜΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

Α.1 ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΕΣ – ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΕΣ ΔΟΚΟΙ, ΠΡΟΠΛΑΚΕΣ

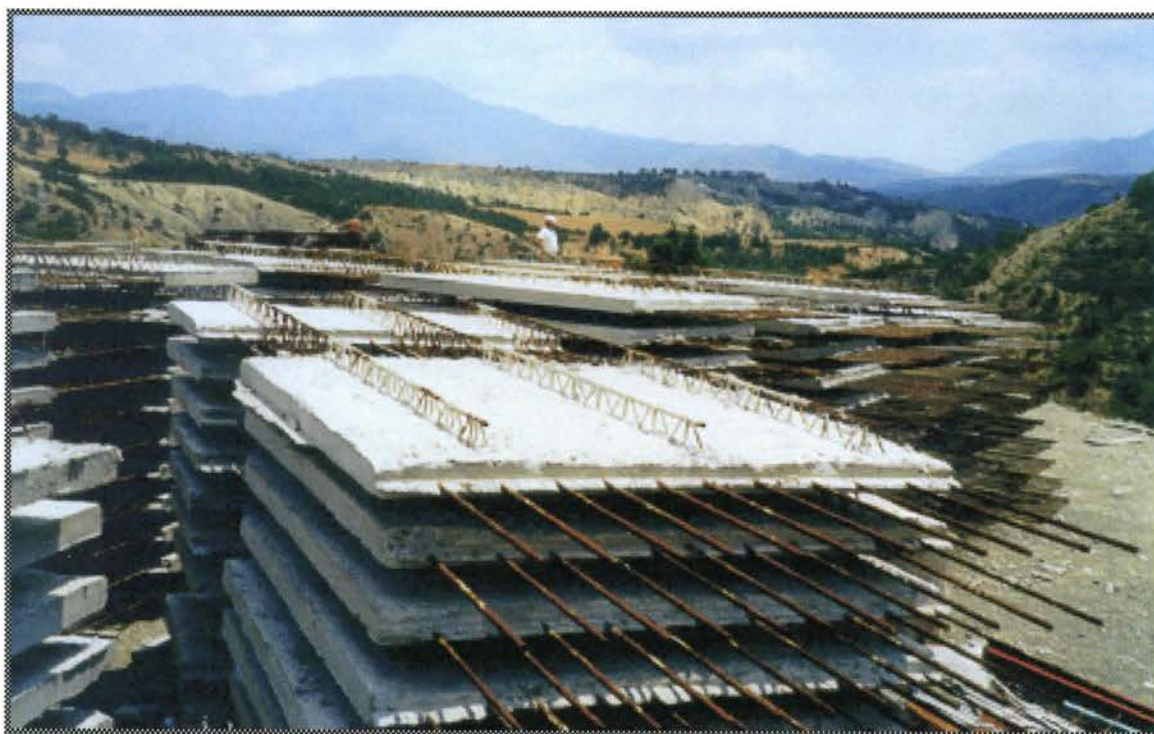
Φαίνονται παρακάτω οι οκτώ δοκοί (τέσσερις , ανά κλάδο κυκλοφορίας) όπως είναι στο εργοτάξιο και πρόκειται να καλύψουν ένα άνοιγμα. Στην επόμενη φωτογραφία φαίνεται σε μεγέθυνση μία από αυτές τις δοκούς .



Προκατασκευασμένες – Προεντεταμένες δοκοί



Προκατασκευασμένες δοκοί (γίνεται εμφανής η διαπλάτυνση στο άνω και κάτω πέλμα)

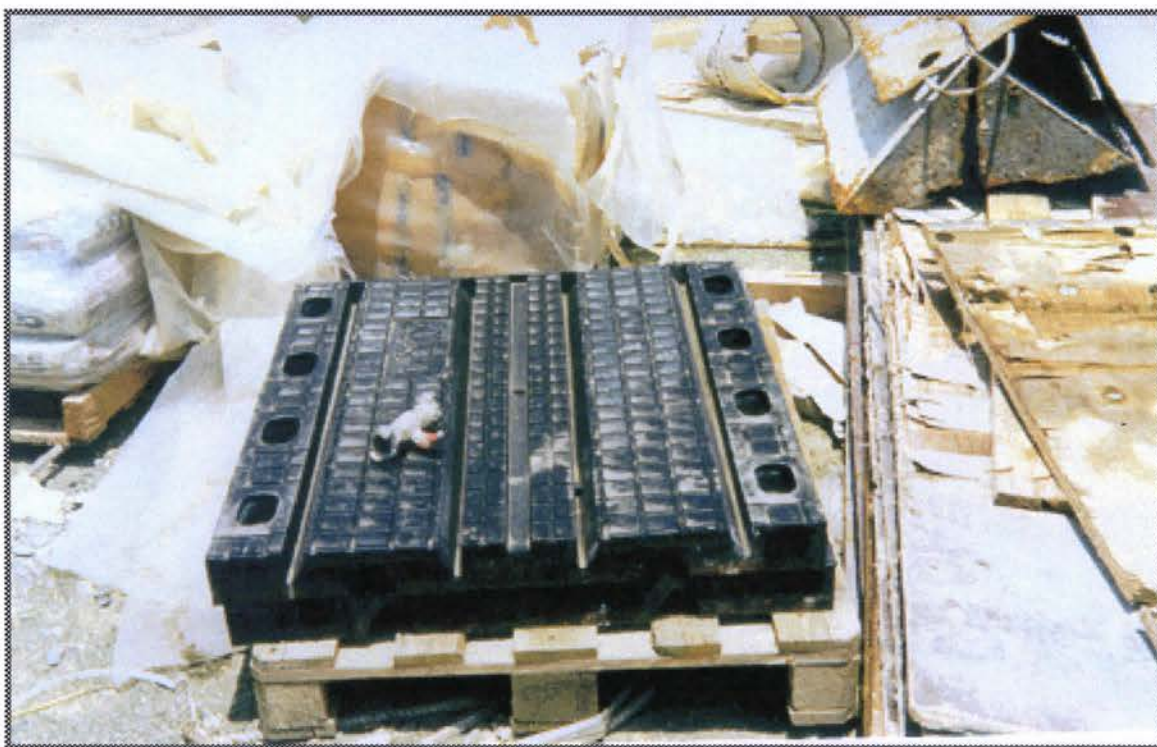


Πρόπλακες (φαίνονται τα σίδερα ανάρτησης)

Α.2 ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΣΥΝΘΕΤΟΥΝ ΤΗΝ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΗ
ΓΕΦΥΡΑ (ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΠΡΟΣΔΙΔΟΥΝ ΣΤΗΝ ΓΕΦΥΡΑ
ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ)



Ελαστομεταλλικά εφέδρανα που τοποθετούνται πάνω στην δοκό έδρασης των μεσοβάθρων.



Ελαστομεταλλικός αρμός τύπου ALGAFLEX

3.1.2 ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Α.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΘΕΛΚΥΣΕΩΣ (CARLO PONTE)



Σύστημα καθελκύσεως προκατασκευασμένων δοκών (CARRO PONTE)

Α.2 ΓΕΡΑΝΟΣ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΩΝ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΔΟΚΩΝ



Γερανός

A.3 ΜΕΤΑΛΛΟΤΥΠΟΙ



Μεταλλότυπος σκυροδετήσεως δοκού προσκεφαλαίου μεσοβάθρου (φαίνεται και διατρητικό μηχάνημα)

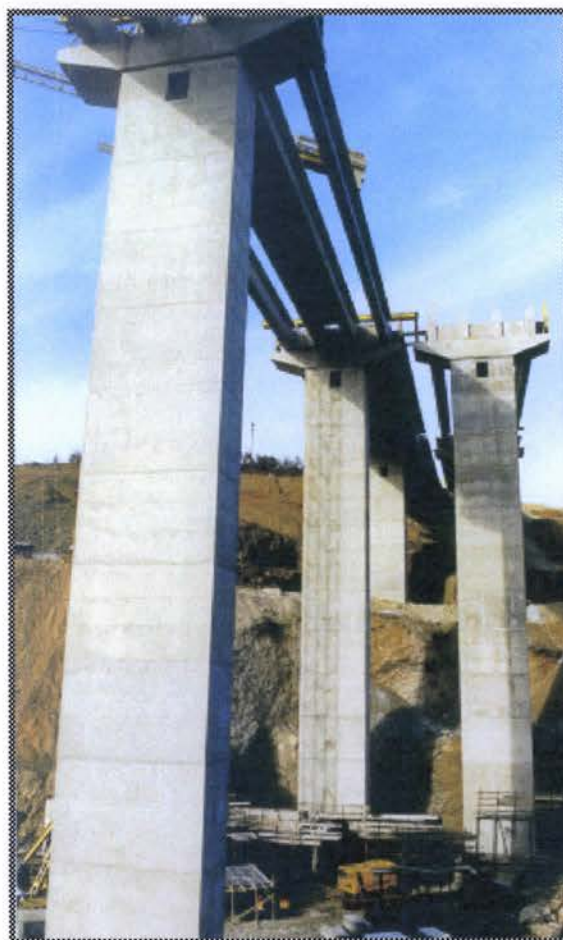


Μεταλλότυπος σκυροδετήσεως δοκού προσκεφαλαίου (φαίνεται καλύτερα ο τρόπος στήριξης του με τα βάθρα)

3.1.3 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΗΣ ΑΝΩΔΟΜΗΣ



Τοποθέτηση δοκών



Τοποθέτηση δοκών και προπλάκων



Ολοκρήρωση του ενός κλάδου κυκλοφορίας (Μπορούμε να διακρίνουμε τις πρόπλακες καθώς και το βαθμιδωτό άνω πέλμα του προσκεφαλαίου)



Ολοκλήρωση του πρώτου κλάδου κυκλοφορίας, τοποθέτηση στηθαίων ασφαλείας (φαίνεται και ο πτερυγότοιχος του ακροβάθρου)



Τοποθέτηση δοκών και προπλακών στον δεύτερο κλάδο κυκλοφορίας

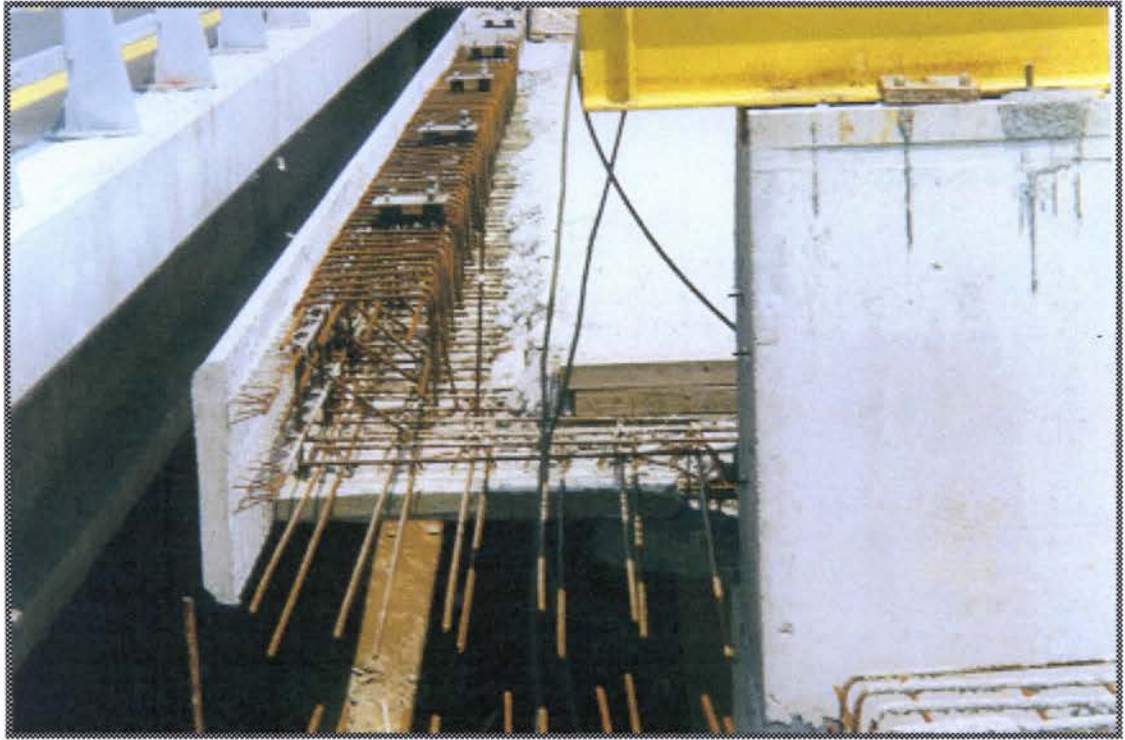
3.1.4 ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΣΤΗΡΙΞΕΩΣ



Στήριξη εσωτερικών φατνωμάτων



Έδραση προκατασκευασμένων δοκών σε εφέδρανα



Τρόπος έδρασης πρόπλακας με προκατασκευασμένη δοκό

3.1.5 ΜΕΤΡΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.

Κατά την διάρκεια κατασκευής της γέφυρας προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα κατολισθήσεων λαμβάνονται μέτρα ενίσχυσης εδάφους. Η τεχνική ενίσχυσης εδάφους φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία:



Τεχνική ενίσχυσης εδάφους

4. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η επίλυση της παραπάνω γέφυρας έγινε με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους, μεταβάλλοντας τα αντισεισμικά χαρακτηριστικά της κατασκευής. Προέκυψαν έτσι 4 τέσσερα εναλλακτικά μοντέλα προς επίλυση με διαφορετικά εντατικά μεγέθη και μετατοπίσεις της κατασκευής. Οι τέσσερις αυτοί τρόποι διευκρινίζονται από τεχνικής απόψεως στις παρακάτω παραγράφους:

ΛΥΣΗ 1^Η : (STILIANI.SDB) Στη λύση αυτή η επίλυση γίνεται με το κλασσικό μοντέλο με τους αρμούς στα άκρα για όλα τα προδιαγραφόμενα φορτία σεισμού και με την δυναμική φασματική μέθοδο. Χρησιμοποιούνται οι κανονικές διαστάσεις των μεσοβάθρων 2,75X5,50m και δυσκαμψίες ΣΤΑΔΙΟΥ I τόσο στα μεσόβαθρα όσο και στην πλάκα καταστρώματος. Για την δυναμική φασματική χρησιμοποιείται το ελαστικό φάσμα σχεδιασμού με συντελεστή συμπεριφοράς $q=1$. Τα εφέδρανα που χρησιμοποιούνται είναι διαστάσεων 0,50X0,50X0,276m σε όλα τα βάθρα εκτός από τα εφέδρανα του μεσαίου βάθρου(0,55X0,55m)

ΛΥΣΗ 2^Η : (LISI1.SDB) Η λύση αυτή γίνεται με διαφοροποίησης του μοντέλου της γέφυρας στα ακρόβαθρα. Η προσομοίωση στην συγκεκριμένη περίπτωση έγινε με απευθείας σύνδεση του φορέα της κατασκευής με το έδαφος. Θεωρείται δηλαδή ότι ο φορέας είναι απευθείας πακτωμένος στο έδαφος. Επίσης διαφοροποιήθηκαν και οι διαστάσεις των μεσοβάθρων σε 2,00X4,00m με κιβωτιοειδή διατομή. Χρησιμοποιήθηκαν δυσκαμψίες ΣΤΑΔΙΟΥ II τόσο για τα μεσόβαθρα, μέσω των MODIFICATION FACTORS οι οποίοι ελήφθησαν 0,5 εκτός από την δυστένεια όσο και για τον φορέα. Για τα επιφανειακά στοιχεία του φορέα χρησιμοποιήθηκε μέτρο ελαστικότητας $E_{II}=0,5 \cdot E_I$ (μέσω του MAT4 material) ενώ για τα στοιχεία πλάκας στην περιοχή των μεσοβάθρων χρησιμοποιήθηκαν τα

ίδια **MODIFICATION FACTORS** όπως στα μεσόβαθρα. Με δεδομένη την σύνδεση του φορέα χρησιμοποιήθηκε συντελεστής συμπεριφοράς $q=1,5$. Τα εφέδρανα είναι ίδια με αυτά της 1^{ης} λύσης με διαφοροποίηση στο πάχος τους το οποίο έγινε ίσο με το $1/3$ του αρχικού.

ΛΥΣΗ 3^Η : (LISI2.SDB) Σε αυτή τη λύση συνδέθηκε ο φορέας της γέφυρας με το έδαφος. Χρησιμοποιήθηκαν μεσόβαθρα συμπαγή με διαστάσεις 2,00X3,00m με δυσκαμψία ΣΤΑΔΙΟΥ II η οποία δόθηκε μέσω των **MODIFICATION FACTORS** (όλοι με τιμή 0,5 εκτός από την δυστένεια). Για τα επιφανειακά στοιχεία του φορέα χρησιμοποιήθηκε μέτρο ελαστικότητας αυτό του ΣΤΑΔΙΟΥ I. Με δεδομένη την σύνδεση του φορέα χρησιμοποιήθηκε συντελεστής συμπεριφοράς $q=1,5$. Τα εφέδρανα είναι ίδια με αυτά της 2^{ης} λύσης.

ΛΥΣΗ 4^Η : (LISI2B.SDB) Και σε αυτή τη λύση συνδέθηκε ο φορέας της γέφυρας με το έδαφος. Χρησιμοποιήθηκαν μεσόβαθρα συμπαγή με διαστάσεις 2,00X3,00m με δυσκαμψία ΣΤΑΔΙΟΥ II η οποία δόθηκε μέσω των **MODIFICATION FACTORS** (όλοι με τιμή 0,5 εκτός από την δυστένεια). Για τα επιφανειακά στοιχεία του φορέα χρησιμοποιήθηκε μέτρο ελαστικότητας $E_{II}=0,5 * E_I$ (μέσω του MAT4 material) ενώ για τα στοιχεία πλάκας στην περιοχή των μεσοβάθρων χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια **MODIFICATION FACTORS** όπως στα μεσόβαθρα. Με δεδομένη την σύνδεση του φορέα χρησιμοποιήθηκε συντελεστής συμπεριφοράς $q=1,5$. Τα εφέδρανα είναι ίδια με αυτά της 2^{ης} λύσης.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ 4 ΛΥΣΕΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΤΑΘΗΚΑΝ

Από τις 4 διαφορετικές επιλύσεις που πραγματοποιήθηκαν προέκυψαν 4 διαφορετικά αρχεία αποτελεσμάτων. Συγκεντρώθηκαν τα αποτελέσματα που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον δηλαδή τα εντατικά μεγέθη των βάθρων στον πόδα για τις δύο κύριες διευθύνσεις του σεισμού. Παρακάτω παρουσιάζονται αυτά με μορφή πίνακα.

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	STILIANI.SDB						
	COMBSEIS	MOSX -----	-----	MAX	EX+0,30EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	126,5589	34,9278	473,3562	6,2567	470,9209	0,0107
M1	13	159,6765	60,2948	1409,2780	1939,7720	4022,2740	2,9438
M2	44	120,4435	47,1646	1640,6440	2208,9290	3641,4220	4,6227
M3	93	132,4984	51,0874	1586,1950	2180,3120	4084,0260	9,4419
M4	136	230,8750	56,4813	1331,0970	1447,0710	4696,9560	8,9967
A2	160-163-166-169	126,0829	16,0463	466,3011	3,3204	460,1660	0,0190
	COMBSEI	SMOSY -----	-----	MAX	0,30EX+EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	36,7043	115,0181	423,1275	18,0651	412,8762	0,0344
M1	13	47,8148	199,7750	1327,9480	6256,1570	1203,4830	9,5452
M2	44	35,7433	154,3514	1554,4860	7198,3580	1087,1220	13,8647
M3	93	39,4543	167,7539	1497,7610	7062,8780	1222,9220	29,0008
M4	136	69,0559	186,4124	1249,6590	4570,9640	1407,3780	29,1621
A2	160-163-166-169	36,7584	52,5247	420,4200	8,2469	406,8589	0,0617

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	LISI1.SDB						
	COMBSEIS	MOSX -----	-----	MAX	EX+0,30EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	800,5554	73,4989	514,5528	9,4263	3791,6878	58,0911
M1	13	55,8493	12,1659	1231,6580	285,8191	445,2926	34,1483
M2	44	53,4020	14,2378	1485,5710	351,1594	539,9929	11,4416
M3	93	45,9067	15,0351	1455,2100	385,7250	472,6248	17,8131
M4	136	23,6085	18,8035	1186,5910	402,4948	191,2438	47,8680
A2	160-163-166-169	746,0812	65,9033	498,0040	9,0006	3658,5085	52,8188
	LISI2.SDB						
	COMBSEI	SMOSY -----	-----	MAX	0,30EX+EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	2415,6179	228,8428	450,7184	10,1763	3274,1933	181,4973
M1	13	17,1300	34,5250	1162,2250	908,5247	134,7626	106,7524
M2	44	16,4902	39,3824	1394,7680	1070,8940	163,4181	32,9994
M3	93	14,2751	41,0009	1360,4220	1197,0730	144,9443	51,3279
M4	136	10,7878	53,9213	1111,7240	1306,7740	92,1483	148,0047
A2	160-163-166-169	2242,7594	203,9733	443,4708	9,4278	3191,5248	163,2986

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	LISI2.SDB						
	COMBSEIS	MOSX -----	-----	MAX	EX+0,30EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	972,5685	87,2470	525,7214	7,7305	3875,8729	56,5154

M1	13	69,2182	18,5125	1453,7690	266,1039	550,6663	37,4802
M2	44	69,4379	19,5764	1827,5300	371,0516	800,8481	12,8869
M3	93	85,4125	18,7832	1746,8000	374,6029	845,3054	19,0201
M4	136	73,6600	17,4885	1351,2970	323,2833	477,9573	52,6947
A2	160-163-166-169	935,0104	80,7760	501,4919	7,3617	3654,3003	52,9043
	COMBSEI	SMOSY -----	-----	MAX	0,30EX+EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	2975,4159	271,8456	449,6433	8,7185	3244,7408	177,2257
M1	13	27,9112	55,3560	1373,5480	831,2848	215,9724	117,8244
M2	44	21,0521	56,8487	1732,7150	1118,6170	236,1761	38,0581
M3	93	25,5936	52,9975	1658,6240	1135,6890	251,2198	55,0478
M4	136	21,2888	48,7400	1273,4140	1021,4330	136,3474	163,7463
A2	160-163-166-169	2817,6205	250,7001	442,4876	8,1039	3169,5830	164,7166

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	LISI2B.SDB						
	COMBSEIS	MOSX -----	-----	MAX	EX+0,30EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	885,6659	81,8698	525,7667	9,6498	3889,6289	64,6574
M1	13	71,2987	17,8613	1453,2130	283,3418	569,0998	40,1233
M2	44	71,6190	18,5110	1827,4580	377,2357	823,3690	13,6115
M3	93	86,4543	18,6264	1746,0040	388,9051	856,7700	20,6400
M4	136	43,0200	18,4804	1348,2030	356,5730	305,9053	56,5576
A2	160-163-166-169	841,8502	74,8274	507,4404	10,6264	3711,2447	59,7700

	COMBSEI	SMOSY -----	-----	MAX	0,30EX+EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	2691,6641	255,9947	450,0669	10,5409	3252,0796	202,7853
M1	13	28,7145	53,2807	1372,6960	892,2945	223,1163	125,7996
M2	44	21,6301	53,3873	1732,8390	1144,7120	242,5347	39,9584
M3	93	25,9079	52,6092	1659,0150	1190,5170	254,6324	59,7784
M4	136	13,8052	52,3034	1272,7390	1139,2890	96,5951	175,3632
A2	160-163-166-169	2526,8050	232,3728	442,9955	9,8379	3174,7264	185,5454

Στην συνέχεια καταγράφουμε τις μεταβολές των εντατικών μεγεθών σε κάθε μη συμβατική λύση (LISI1 , LISI2 , LISI2B) σε σχέση με τα εντατικά μεγέθη της συμβατικής λύσης με τους αρμούς στα άκρα.

Η σχέση με την οποία πραγματοποιούμε την σύγκριση είναι η εξής:

$$\Delta M = M_i / M_1$$

Όπου ΔM = η μεταβολή του εντατικού μεγέθους M

M_i = η τιμή του κάθε μεγέθους για κάθε μία από τις μη συμβατικές λύσεις.

M_1 = η τιμή του ίδιου μεγέθους στη συμβατική λύση (λύση 1^η → STILIANI.SDB).

Παρακάτω και υπό μορφή πινάκων δίνονται τα συγκριτικά αυτά αποτελέσματα:

ΠΟΣΟΣΤΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ							
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	LISI1.SDB						
	COMBSEIS	MOSX -----	-----	MAX	EX+0,30EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	6,33	2,10	1,09	1,51	8,05	5422,99
M1	13	0,35	0,20	0,87	0,15	0,11	11,60
M2	44	0,44	0,30	0,91	0,16	0,15	2,48
M3	93	0,35	0,29	0,92	0,18	0,12	1,89
M4	136	0,10	0,33	0,89	0,28	0,04	5,32
A2	160-163-166-169	5,92	4,11	1,07	2,71	7,95	2784,92
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	0,30EX+EY+0,30EZ						
	COMBSEI	SMOSY -----	-----	MAX	0,30EX+EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	65,81	1,99	1,07	0,56	7,93	5276,70

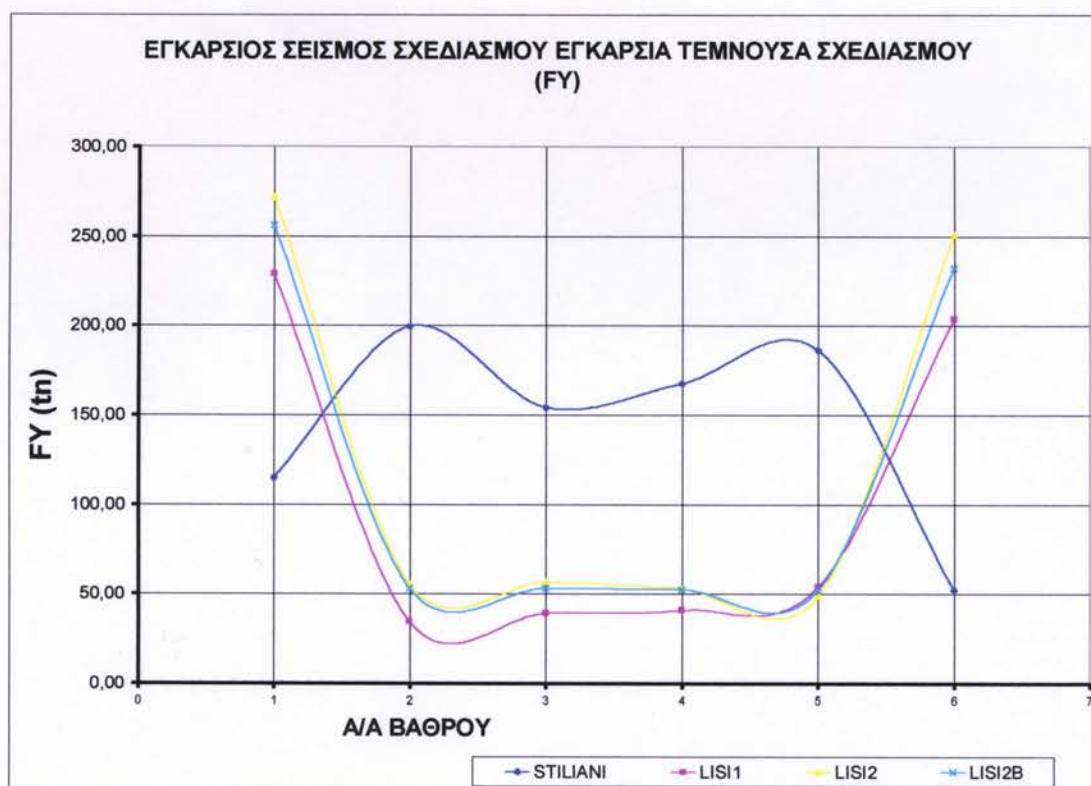
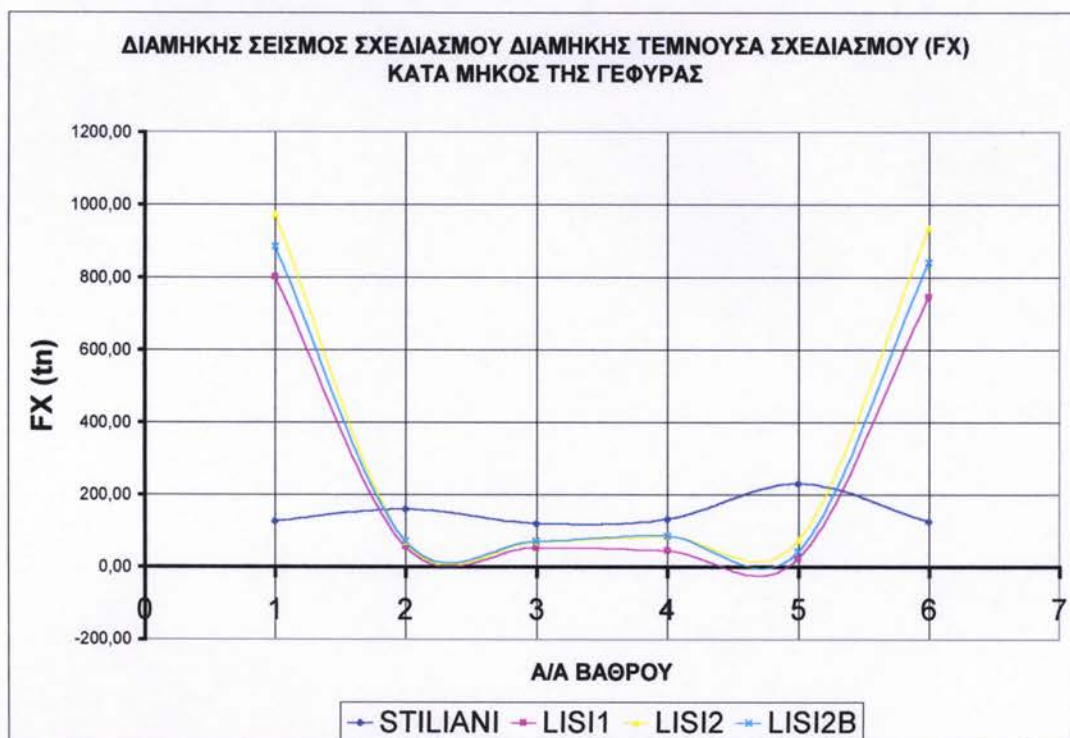
M1	13	0,36	0,17	0,88	0,15	0,11	11,18
M2	44	0,46	0,26	0,90	0,15	0,15	2,38
M3	93	0,36	0,24	0,91	0,17	0,12	1,77
M4	136	0,16	0,29	0,89	0,29	0,07	5,08
A2	160-163-166-169	61,01	3,88	1,05	1,14	7,84	2646,57

ΠΟΣΟΣΤΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ							
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	LISI2.SDB						
	COMBSEIS	MOSX -----	-----	MAX	EX+0,30EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	7,68	2,50	1,11	1,24	8,23	5275,90
M1	13	0,43	0,31	1,03	0,14	0,14	12,73
M2	44	0,58	0,42	1,11	0,17	0,22	2,79
M3	93	0,64	0,37	1,10	0,17	0,21	2,01
M4	136	0,32	0,31	1,02	0,22	0,10	5,86
A2	160-163-166-169	7,42	5,03	1,08	2,22	7,94	2789,43
	LISI2B.SDB						
	COMBSEI	SMOSY -----	-----	MAX	0,30EX+EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	81,06	2,36	1,06	0,48	7,86	5152,51
M1	13	0,58	0,28	1,03	0,13	0,18	12,34
M2	44	0,59	0,37	1,11	0,16	0,22	2,74
M3	93	0,65	0,32	1,11	0,16	0,21	1,90
M4	136	0,31	0,26	1,02	0,22	0,10	5,62
A2	160-163-166-169	76,65	4,77	1,05	0,98	7,79	2669,55

ΠΟΣΟΣΤΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ							
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	LISI2B.SDB						
	COMBSEIS	MOSX -----	-----	MAX	EX+0,30EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	7,00	2,34	1,11	1,54	8,26	6035,98
M1	13	0,45	0,30	1,03	0,15	0,14	13,63
M2	44	0,59	0,39	1,11	0,17	0,23	2,94
M3	93	0,65	0,36	1,10	0,18	0,21	2,19
M4	136	0,19	0,33	1,01	0,25	0,07	6,29
A2	160-163-166-169	6,68	4,66	1,09	3,20	8,07	3151,43
	LISI2B.SDB						
	COMBSEI	SMOSY -----	-----	MAX	0,30EX+EY+0,30EZ		
	JOINT	FX-->Q22	FY-->Q33	FZ-->N	MX-->M22	MY-->M33	MZ-->M11
A1	1-4-7-10	73,33	2,23	1,06	0,58	7,88	5895,61

M1	13	0,60	0,27	1,03	0,14	0,19	13,18
M2	44	0,61	0,35	1,11	0,16	0,22	2,88
M3	93	0,66	0,31	1,11	0,17	0,21	2,06
M4	136	0,20	0,28	1,02	0,25	0,07	6,01
A2	160-163-166-169	68,74	4,42	1,05	1,19	7,80	3007,12

8. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΤΩΝ 4 ΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΟΥ (X,Y)



9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγουμε είναι τα ίδια περίπου με αυτά της 1^{ης} εργασίας με τον δεδομένο αριθμό ανοιγμάτων. Και οι δύο γέφυρες έχουν το ίδιο περίπου μήκος (200m) ενώ αριθμός ανοιγμάτων διαφέρει ελάχιστα στις δύο λύσεις (5 και 6).

Παρατηρούμε για την συγκεκριμένη εργασία ότι

1. Η κλασσική λύση με αρμούς στα άκρα έχει ως αποτέλεσμα την ίση κατανομή της τέμνουσας σε ακρόβαθρα και μεσόβαθρα. Οι διαφοροποιήσεις στην τέμνουσα σχεδιασμού FX που παραλαμβάνει το κάθε βάθρο δεν είναι μεγάλη. Η κατανομή της σεισμικής δύναμης κατά Y όμως είναι διαφορετική, αναμενόμενο άλλωστε με δεδομένο το ύψος των ακροβάθρων και των μεσοβάθρων.
2. Η λύση αυτή σε ΣΤΑΔΙΟ II της κατασκευής, με μικρότερου μεγέθους μεσόβαθρα και σύνδεση του φορέα με το έδαφος, εκμηδένισε σχεδόν τις τέμνουσες των μεσοβάθρων σε σύγκριση με τις τέμνουσες των ακροβάθρων.
3. Παρόμοια συμπεριφορά και στη 3^η λύση με τη 2^η: Η συνολική μάζα της κατασκευής αυξήθηκε με τη χρήση των συμπαγών διατομών (6m^2 το εμβαδό της λύσης έναντι $3,24\text{m}^2$ της προηγούμενης λύσης). Κατά συνέπεια τόσο τα ακρόβαθρα όσο και τα μεσόβαθρα παραλαμβάνουν μεγαλύτερες τέμνουσες τόσο στη διαμήκη όσο και στην εγκάρσια έννοια.
4. Η δυσκαμψία ΣΤΑΔΙΟΥ II της πλάκας σε αυτή τη λύση, που είναι και η μόνη διαφοροποίηση σε σχέση με την 3^η, δεν επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τα τελικά αποτελέσματα. Ελάχιστες διαφοροποιήσεις στα εντατικά μεγέθη των αποδεικνύουν τον μικρό ρόλο της πλάκας καταστρώματος στην ανάληψη της σεισμικής διεγέρσεως.

10. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΧΟΛΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΓΕΦΥΡΕΣ ΜΕ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΕΣ ΔΟΚΟΥΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΧΗ ΠΛΑΚΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ-ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΕΠΙΦΥΛΑΞΕΙΣ

10.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Τα βασικά χαρακτηριστικά της γέφυρας που εξετάζουμε είναι από τη μία ότι το κατάστρωμα στηρίζεται με εφέδρανα στα ακρόβαθρα και στα μεσόβαθρα και το κατάστρωμα είναι συνεχές αφού αρμοί προβλέπονται μόνο στα ακρόβαθρα. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να αναφέρουμε τα πλεονεκτήματα του συνεχούς καταστρώματος.

- ☒ Θα πρέπει αρχικά να τονισθεί ότι από τα πιο αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα των γεφυρών με συνεχές κατάστρωμα είναι η

αισθητική καθώς και η άνεση που προσφέρουν κατά την οδήγηση (μείωση θορύβου κατά το πέρασμα από τις στηρίξεις της γέφυρας)

- ☑ Το πρόβλημα του ερπυσμού σε γέφυρες αυτού του είδους είναι ικανοποιητικά αποδεκτό.
- ☑ Γενικά , η συνέχεια στο κατάστρωμα επιτρέπει καλύτερη μεταφορά των σεισμικών εντάσεων. Αυτό πετυχαίνεται με τη σύνδεση των δοκών με χυτή επί τόπου πλάκα με ελάχιστο πάχος 0,25m και ποιότητα σκυροδέματος B35.
- ☑ Το διάγραμμα των μόνιμων καμπτικών ροπών δείχνει πως αυτές κατανέμονται καλά κατά μήκος του ανοίγματος.
- ☑ Επιπλέον σε συνδυασμό με τις μοντέρνες μεθόδους κατασκευής και με την συνεχόμενη εξωτερική προένταση μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση της ικανότητας των μόνιμων φορτίων να αντέχουν τα φορτία κυκλοφορίας.
- ☑ Στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας τα αποτελέσματα των φορτίων κυκλοφορίας είναι επιπλέον λιγότερο έντονα.

Δεν πρέπει να όμως να παραβλέπεται τα μειονεκτήματα που ανακύπτουν λόγω της συνέχειας του καταστρώματος :

- ☒ Η αντίσταση στην παραμόρφωση οδηγεί σε σημαντικές ροπές κάμψης σε περίπτωση θερμοκρασιακών μεταβολών , η οποίες είναι ιδιαίτερα ανεπιθύμητες στα μεσαία ανοίγματα της γέφυρας όπως αυτές αθροίζονται με την επιρροή των άλλων φορτίων.
- ☒ Επιπλέον τέτοιου είδους κατασκευές είναι ευαίσθητες σε διαφορικές καθιζήσεις και πρέπει ληφθεί υπόψη ο ερπυσμός του σκυροδέματος με υψηλό βαθμό ασφάλειας.

10.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΔΡΑΣΗΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΣΤΑ ΒΑΘΡΑ ΜΕΣΩ ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ.

Πλεονεκτήματα :

- ☑ Η μέθοδος της σεισμικής απομόνωσης καλύπτεται πλέον σήμερα από διεθνείς προδιαγραφές και Κανονισμούς (EUROCODE 8/2, E39 κ.λ.π.).
- ☑ Για το σεισμικό σχεδιασμό όλο το σύστημα –πλην των εφεδράνων – παραμένει σε ελαστική κατάσταση , δηλαδή χωρίς βλάβες αφού δεν δημιουργούνται πλαστικές αρθρώσεις στη βάση των βάθρων. Τα εφέδρανα , τα οποία ενδεχόμενα θα παρουσιάσουν αστοχία , με την βοήθεια κατάλληλου σχεδιασμού του βάθρου, μπορούν να αντικατασταθούν.
- ☑ Λόγω της μεγάλης «ευκαμψίας» των εφεδράνων η μη κανονικότητα της γέφυρας – ανισοϋψή βάθρα – αμβλύνεται δραστικά , αφού η συμμετοχή της ακαμψίας των βάθρων στη συνολική ακαμψία του συστήματος βάθρο-έδρανο είναι ελάχιστη. Έτσι , όλα τα βάθρα παραλαμβάνουν περίπου ίσο μερίδιο σεισμικής δύναμης με αποτέλεσμα τα υψηλότερα βάθρα να εμφανίζουν μεγαλύτερες ροπές λόγω σεισμού από τα χαμηλά

της ίδιας γέφυρας, γεγονός συμβατό με την απαίτηση καλύτερης όπλισης των υψηλών βάθρων έναντι των χαμηλών για τα κανονικά φορτία υπολογισμού της γέφυρας (φορτία βαρύτητας-θερμοκρασίες-τροχοπεδήσεις κ.λ.π.).

- ☒ Αυτή η μέθοδος κατασκευής αποτελεί ισχυρό εργαλείο στα χέρια του Μηχανικού για την ενεργητική παρέμβασή του στο μέγεθος των σεισμικών φορτίων για τα οποία υπολογίζει τον φορέα, πράγμα ιδιαίτερα σημαντικό, κυρίως κατά τον σεισμικό εκσυγχρονισμό υφιστάμενων γεφυρών.

Μειονεκτήματα :

- ☒ Παρόλο του γεγονότος ότι έχουν μέχρι στιγμής κατασκευασθεί αρκετές εκατοντάδες σε όλο τον κόσμο γέφυρες με σεισμική μόνωση, ελάχιστοι Κανονισμοί έχουν εκδοθεί διεθνώς μεταξύ των οποίων ο Ευρωκώδικας 8-2 /95 και η αντίστοιχη Ελληνική προδιαγραφή Ε39 κατ' επέκτασή του.
- ☒ Παρ' όλη την ανάπτυξη και πειραματική τεκμηρίωση στα εργαστήρια διαφόρων τύπων μονωτήρων-αποσβεστήρων απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την συσχέτιση του επιπέδου ασφάλειας των έργων με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των αποσβεστήρων.
- ☒ Δεν υπάρχουν ακόμη στοιχεία για τον τρόπο απόκρισης των γεφυρών με σεισμική απομόνωση σε μεγάλους σεισμούς ώστε να εντοπισθούν στην πράξη τυχόν αδυναμίες.
- ☒ Όταν τα εφέδρανα γίνουν πολύ εύκαμπτα οι μετακινήσεις του καταστρώματος σε σχέση προς τα βάθρα γίνονται πολύ μεγάλες με αποτέλεσμα να δημιουργούνται λειτουργικά προβλήματα στους αρμούς καθώς επίσης και πολύ σοβαρά προβλήματα δευτέρας τάξεως, ειδικά σε γέφυρες με υψηλά βάθρα.

10.3. ΕΠΙΦΥΛΑΞΕΙΣ

Τελειώνοντας αναφέρουμε ορισμένες επιφυλάξεις που προκύπτουν από τις πλάκες κυκλοφορίας γεφυρών με προκατασκευασμένες δοκούς.

1. Έχουν εκφρασθεί κατά καιρούς σημαντικές αμφιβολίες ως προς την ορθότητα αυτού του τρόπου δόμησης, κυρίως ως προς την διαχρονική του συμπεριφορά (επισημαίνεται ότι οι πλάκες γεφυρών καταπονούνται κατ' εξοχή δυναμικά).
2. Είναι αλήθεια αρκετοί οι συνδετήρες ώστε να αποκαταστήσουν πλήρη τη συνεργασία των δύο τμημάτων της πλάκας ;
3. Ποιο ρόλο παίζει η τραχύτητα της επάνω επιφάνειας της πρόπλακας, για την οποία δεν γίνεται οποιαδήποτε μνεία στους κανονισμούς ;

11. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στο τμήμα αυτό της εργασίας και προκειμένου να έχουμε πληρότητα στην παρούσα μελέτη θα αναφερθούμε στο CD –ROM το οποίο διατίθεται μαζί με την παρούσα εργασία. Το μέσο αυτό που επιλέξαμε για να αποθηκεύσουμε τα αποτελέσματα περιλαμβάνει όλα τα αρχεία αποτελεσμάτων του προγράμματος SAP 2000.

Μέσα στον φάκελο ΚΕΙΜΕΝΑ έχει αποθηκευτεί στα αρχεία 2,3,4 το παραπάνω κείμενο που αφορά τη γέφυρα ΤΡΟΥΜΠΕΤΑ.

Στο φάκελο INPUT SAP2000 έχουν συγκεντρωθεί ξεχωριστά η γέφυρα ΤΡΟΥΜΠΕΤΑ τα αρχεία δεδομένων του προγράμματος σε *.\$2k και σε εκτελέσιμη μορφή *.sdb .

Σε ξεχωριστό φάκελο βρίσκονται τα αποτελέσματα OUTPUT SAP2000 ΤΡΟΥΜΠΕΤΑ των τεσσάρων μοντέλων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

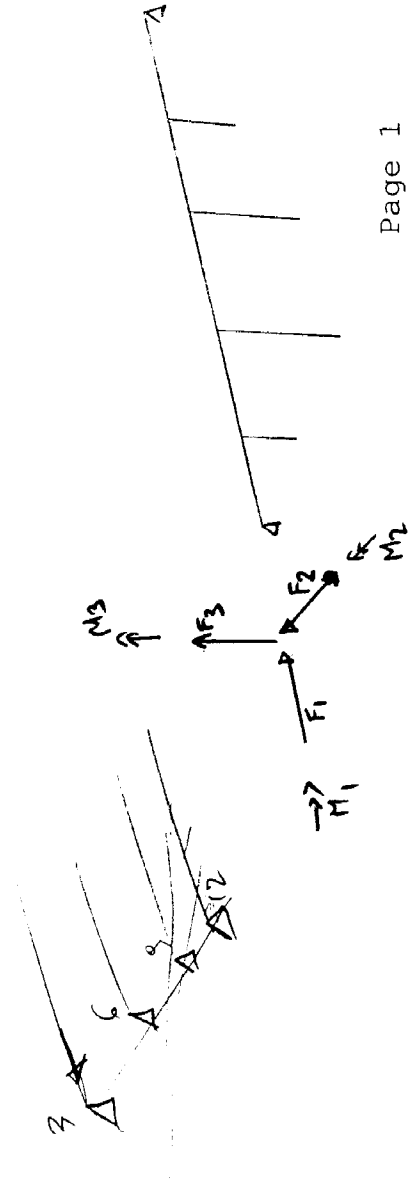
SAP2000 v7.12 File: LISI1 Ton-m Units PAGE 1
6/26/02 12:47:10

J O I N T R E A C T I O N S

JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
3	OLA2	890,2831	56,3658	36,2595	1,7518	117,0204	43,6854
6	OLA2	317,5174	58,0651	17,7377	1,8303	123,9664	47,0676
9	OLA2	317,5216	58,0652	17,7454	1,8299	124,0017	47,0674
12	OLA2	890,2875	56,3659	36,2539	1,7509	117,0168	43,6854
162	OLA2	825,4510	50,7429	29,3198	1,2476	127,7269	39,4523
165	OLA2	295,9433	51,2484	16,3949	1,3722	124,3681	42,1998
168	OLA2	295,9372	51,2484	16,3905	1,3723	124,3796	42,1998
171	OLA2	825,4445	50,7426	29,3244	1,2479	127,7533	39,4523

$$\sum F2 = 0 \quad A1 = 220.862 \text{ t}$$

$$\sum F1 = 0 \quad A2 = 203.98 \text{ t}$$



SAP2000 v7.12 File: ILIAS Ton-m Units PAGE 1
6/26/02 12:50:23

J O I N T R E A C T I O N S

JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
3	OLA2	1052,4063	78,0209	41,8052	1,6297	124,8673	42,2154
6	OLA2	433,3881	57,7256	20,0938	1,7630	114,3353	46,2823
9	OLA2	433,3806	57,7254	20,0819	1,7631	114,3303	46,2822
12	OLA2	1052,4005	78,0205	41,7939	1,6300	124,8458	42,2152
162	OLA2	995,8643	72,6266	35,2907	1,3119	128,9169	39,3600
165	OLA2	411,1843	52,5093	19,0093	1,4352	120,9701	42,8745
168	OLA2	411,1908	52,5095	19,0166	1,4349	120,9621	42,8745
171	OLA2	995,8694	72,6268	35,2911	1,3114	128,9313	39,3601

$$\Sigma F_2 \quad A_1 = 271.5 \text{ t}$$

$$A_2 = 250.5 \text{ t}$$

q=1s ksp/3 b=2 k=3
 Δμεγέτα ααδίο. II σε ποδ. -ηλεκ

SAP2000 v7.12 File: ILIASII Ton-m Units PAGE 1
 6/26/02 12:48:47

J O I N T R E A C T I O N S

JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
3	OLA2	992,1144	62,9636	39,3058	1,9206	108,7143	48,7858
6	OLA2	353,7250	65,0243	18,0464	2,0133	116,7495	52,6018
9	OLA2	353,7033	65,0241	18,0453	2,0132	116,7436	52,6017
12	OLA2	992,0946	62,9627	39,3024	1,9205	108,7032	48,7855
162	OLA2	930,2805	57,6390	32,6869	1,4506	129,8273	44,7780
165	OLA2	333,1056	58,5410	17,3757	1,5782	126,0550	47,9920
168	OLA2	333,1263	58,5410	17,3761	1,5783	126,0560	47,9922
171	OLA2	930,2990	57,6398	32,6895	1,4507	129,8712	44,7782

$$\Sigma F_2 A_1 = 255.96 \text{ t}$$

$$A_2 = 232.76 \text{ t}$$

Αρχιείο

SAP2000 v7.12 File: STILIANI Ton-m Units PAGE 1
6/26/02 12:53:46

J O I N T R E A C T I O N S

JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	OLA2	9,1868	28,7518	22,8327	4,7033	16,6064	8,623E-03
4	OLA2	9,1654	28,7573	10,5652	4,3292	13,2849	8,574E-03
7	OLA2	9,1653	28,7573	10,5649	4,3292	13,2852	8,574E-03
10	OLA2	9,1868	28,7518	22,8315	4,7032	16,6066	8,623E-03
160	OLA2	9,2218	13,1301	13,3613	2,1471	12,8844	0,0154
163	OLA2	9,1573	13,1326	10,1729	1,9764	12,6517	0,0154
166	OLA2	9,1573	13,1326	10,1737	1,9764	12,6521	0,0154
169	OLA2	9,2220	13,1301	13,3617	2,1471	12,8844	0,0154

ΣF2 A₁ = 115 t
A₂ = 52.52 t

$q=1.5$, $h_{\text{εφεδράνισαν}}/3$, ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΑΔΙΟΥ ΙΙ ΣΤΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ (ΑΡΧΙΚΑ) ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΛΑΚΑ
 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ $0.3Ex+Ey+0.3Ez$

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	908,49	134,81	34,52	17,14	59,59
43	122,15	62,29	23	13,26	58,53

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	1070,91	163,45	39,39	16,49	78,01
92	159,48	93,98	16,14	15,16	75,37

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	1197,08	144,95	41	14,28	86,62
135	123,43	76,58	18,7	13,06	84,29

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	1306,76	66,2	53,92	8,62	61,94
159	155,49	84,84	46,99	3,54	61,29

ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ 0.3Ex+Ey+0.3Ez

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	6256,13	1203,45	199,77	47,81	80,18
43	592,71	155,16	177,59	41,06	79,48

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	7198,4	1087,06	154,36	35,74	84,95
92	400,57	276,89	118,42	21,66	83,01

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	7062,91	1222,93	167,75	39,45	84,76
135	428,71	315,84	137,14	29,88	83,23

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	4570,37	1407,42	186,39	69,06	79,87
159	503,21	137,89	166,19	64,33	79,45

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ ΩΣ ΕΠΙ ΤΙΣ ΕΚΑΤΟ ΤΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ $0.3\epsilon\kappa+\epsilon\gamma+0.3\epsilon\zeta$

$q=1.5$, $h_{\text{μεσοβαθρων}}/3$, ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΑΔΙΟΥ ΙΙ ΣΤΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ (B-2,4-3) ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΛΑΚΑ ΑΡΧΙΚΗ

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	14,52%	11,20%	17,28%	35,85%	74,32%
43	20,61%	40,15%	12,95%	32,29%	73,64%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	14,88%	15,04%	25,52%	46,14%	91,83%
92	39,81%	33,94%	13,63%	69,99%	90,80%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	16,95%	11,85%	24,44%	36,20%	102,19%
135	28,79%	24,25%	13,64%	43,71%	101,27%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	28,59%	4,70%	28,93%	12,48%	77,55%
159	30,90%	61,53%	28,27%	5,50%	77,14%

$q=1.5$, $h_{\text{εφεδράνου}}/3$, ΑΚΑΜΩΤΑ ΣΤΑΛΙΟΥ II ΣΤΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ (B=2, H=3) ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΛΑΚΑ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ
 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ $0.3Ex+Ey+0.3Ez$

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	832,57	221,2	55,43	28,48	57,8
43	203,05	61,93	30,96	23,55	56,79

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	1118,64	239,37	56,79	21,14	74,73
92	219,97	114,65	27,26	19,04	72,1

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	1136,18	251,06	53	25,38	81,42
135	161,45	101,1	19,4	23,07	79,18

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	1022,5	142,29	48,74	22,38	60,64
159	138,18	81,55	33,84	16,99	59,98

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΕΩΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ ΩΣ ΕΠΙ ΤΙΣ ΕΚΑΤΟ ΤΩΝ ΜΕΤΕΩΩΝ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ
 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ $0.3Ex+Ey+0.3Ez$

$q=1.5$, $h_{\text{μετεωωων}}/3$, ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΑΔΙΟΥ ΙΙ ΣΤΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ (B=2, H=3) ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΛΑΚΑ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	13,31%	18,38%	27,75%	59,57%	72,09%
43	34,26%	39,91%	17,43%	57,36%	71,45%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	15,54%	22,02%	36,79%	59,15%	87,97%
92	54,91%	41,41%	23,02%	87,90%	86,86%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	16,09%	20,53%	31,59%	64,33%	96,06%
135	37,66%	32,01%	14,15%	77,21%	95,13%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	22,37%	10,11%	26,15%	32,41%	75,92%
159	27,46%	59,14%	20,36%	26,41%	75,49%

$q=1.5, h_{\text{εφεδρδανν}}/3, \text{ ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΑΔΙΟΥ ΙΙ ΣΤΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ (B=2, H=3) ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΛΑΚΑ}$
 $\text{ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ } 0.3Ex+Ey+0.3Ez$

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	892,36	223,17	53,32	28,73	57,74
43	207,68	62,51	27,73	23,82	56,78

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	1144,76	242,49	53,4	21,62	74,62
92	211,04	115,5	26,13	19,52	72,05

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	1190,57	254,63	52,61	25,91	81,13
135	166,76	101,88	18,75	23,6	78,94

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	1139,28	96,67	52,31	13,82	60,22
159	153,29	80	38,12	7,48	59,58

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ ΩΣ ΕΠΙ ΤΙΣ ΕΚΑΤΟ ΤΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ $0.3Ex+Ey+0.3Ez$

$q=1.5, h_{\text{εφεξέρων}}/3, \text{ ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΑΔΙΟΥ II ΣΤΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ (B=2, H=3) ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΛΑΚΑ}$

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	14,26%	18,54%	26,69%	60,09%	72,01%
43	35,04%	40,29%	15,61%	58,01%	71,44%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	15,90%	22,31%	34,59%	60,49%	87,84%
92	52,68%	41,71%	22,07%	90,12%	86,80%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	16,86%	20,82%	31,36%	65,68%	95,72%
135	38,90%	32,26%	13,67%	78,98%	94,85%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	24,93%	6,87%	28,06%	20,01%	75,40%
159	30,46%	58,02%	22,94%	11,63%	74,99%

21.06.

Με αλλαγές

ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ 0.3Ex+Ey+0.3Ez

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	6256,13	1203,45	199,77	47,81	80,18
43	592,71	155,16	177,59	41,06	79,48

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	7198,4	1087,06	154,36	35,74	84,95
92	400,57	276,89	118,42	21,66	83,01

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	7062,91	1222,93	167,75	39,45	84,76
135	428,71	315,84	137,14	29,88	83,23

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	4570,37	1407,42	186,39	69,06	79,87
159	503,21	137,89	166,19	64,33	79,45

ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕ $q=1.5$, $h_{\text{εφεδράνου}}/3$, ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΑΔΙΟΥ ΙΙ ΣΤΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΛΑΚΑ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ
 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ $0.3Ex+Ey+0.3Ez$

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	832,57	221,2	55,43	28,48	57,8
43	203,05	61,93	30,96	23,55	56,79

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	1118,64	239,37	56,79	21,14	74,73
92	219,97	114,65	27,26	19,04	72,1

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	1136,18	251,06	53	25,38	81,42
135	161,45	101,1	19,4	23,07	79,18

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	1022,5	142,29	48,74	22,38	60,64
159	138,18	81,55	33,84	16,99	59,98

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΕΩΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ ΩΣ ΕΠΙ ΤΙΣ ΕΚΑΤΟ ΤΩΝ ΜΕΤΕΩΩΝ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ
 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ $0.3Ex+Ey+0.3Ez$

ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕ $q=1.5$, $h_{\text{εφεδράνου}}/3$, ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΑΔΙΟΥ ΙΙ ΣΤΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΛΑΚΑ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	13,31%	18,38%	27,75%	59,57%	72,09%
43	34,26%	39,91%	17,43%	57,36%	71,45%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	15,54%	22,02%	36,79%	59,15%	87,97%
92	54,91%	41,41%	23,02%	87,90%	86,86%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	16,09%	20,53%	31,59%	64,33%	96,06%
135	37,66%	32,01%	14,15%	77,21%	95,13%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	22,37%	10,11%	26,15%	32,41%	75,92%
159	27,46%	59,14%	20,36%	26,41%	75,49%

(

ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ 0.3Ex+Ey+0.3Ez

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	6529,19	1448,06	198,92	56,74	111,18
43	632,64	194,07	194,57	51,5	110,42

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	10880,91	1279,76	225,19	37,16	114,88
92	570,03	349,85	192,29	27,25	112,99

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	9326,8	1490,06	211,48	47,88	111,4
135	597,18	413,73	192,65	38,9	109,96

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	4070,74	1699,12	156,82	81,67	111,3
159	502,53	157,18	155,24	80,25	110,84

ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕ SHELL MEMBRANE THICKNESS 0.25
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ 0.3Ex+Ey+0.3Ez

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	8615,95	1593,04	271,77	62,32	126,46
43	792,91	217,04	250,44	57,23	125,8

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	9290,7	1395,37	192,06	39,99	131,46
92	565,72	379,49	164,64	30,81	129,73

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	9219,8	1638,62	211,93	52,2	128,48
135	648,22	449,8	189,54	43,66	127,16

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	6321,07	1928,14	249,93	93,76	126,8
159	742,64	185,2	235,52	89,92	126,41

ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕ $q=1.5$, $h_{\text{εφεδράνου}}/3$, ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΑΔΙΟΥ ΙΙ ΣΤΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΛΑΚΑ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ $0.3Ex+Ey+0.3Ez$

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	3105,81	26,69	101,35	2,87	13,6
43	210,37	22,95	88,94	0,62	13,5

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	3151,72	224,6	91,11	19,53	20,45
92	329,47	113,47	46,04	18,08	20,13

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	3306,21	192,24	88,43	17,89	11,28
135	292,65	47,26	57,46	15,5	11,14

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	3049,3	22,66	122,01	2,81	15,26
159	321,75	32,44	114,52	1,72	15,21

ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕ $q=1.5$, $h_{\text{εφεδράνου}}/3$, ΑΚΑΜΨΙΑ ΣΤΑΔΙΟΥ ΙΙ ΣΤΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΛΑΚΑ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ
 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ $0.3Ex+Ey+0.3Ez$

ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕ SHELL MEMBRANE THICKNESS 0.25

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	829,28	222,02	50,2	27,65	103,63
43	165,62	101,61	30,54	20,79	102,43

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	1123,4	222,53	54,85	20,06	139,05
92	239,56	126,19	24,71	18,66	136,19

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	1123,19	230,38	47,95	22,57	150,75
135	190,37	123,62	12,48	20,9	148,3

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	1083,85	116,22	50,85	14,84	109,59
159	176,4	143,45	35,05	5,78	108,83

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ ΩΣ ΕΠΙ ΤΙΣ ΕΚΑΤΟ ΤΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ $0.3Ex+Ey+0.3Ez$

ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕ SHELL MEMBRANE THICKNESS 0.25

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M1
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
13	131,96%	110,01%	136,62%	109,83%	113,74%
43	125,33%	111,84%	128,71%	111,13%	113,93%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M2
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
44	85,39%	109,03%	85,29%	107,62%	114,43%
92	99,24%	108,47%	85,62%	113,06%	114,82%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M3
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
93	98,85%	109,97%	100,21%	109,02%	115,33%
135	108,55%	108,72%	98,39%	112,24%	115,64%

ΜΕΣΟΒΑΘΡΟ	M4
-----------	----

ΚΟΜΒΟΣ	M22 (t m)	M33 (t m)	Q33 (t)	Q22 (t)	N (t)
136	155,28%	113,48%	159,37%	114,80%	113,93%
159	147,78%	117,83%	151,71%	112,05%	114,05%