

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Μελέτη Γέφυρας δύο κλάδων και δύο ανοιγμάτων έκαστος, συνολικού μήκους 130m ο αριστερός και 124m ο δεξιός κλάδος, από προεντεταμένο και οπλισμένο σκυρόδεμα με ελαστομεταλλικά εφέδρανα, υπεράνω του ποταμού Λαδοπόταμου Νομού Αχαΐας, με τη χρήση Η/Υ**



**ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ – ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:**  
**Δρ. Διονυσία-Πηνελόπη Κοντονή**  
Αναπλ. Καθηγήτρια Πανεπιστημίου

**ΦΟΙΤΗΤΕΣ:**  
**Πανίσσας Χρήστος**  
**Μπούμπουκα Δέσποινα**  
**Μπακογιώργου Μαρία**

ΠΑΤΡΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2022

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ**

Έχοντας ολοκληρώσει πλέον την Πτυχιακή μας Εργασία, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την Εισηγήτρια και Επιβλέπουσα της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας Δρ. Διονυσία-Πηνελόπη Κοντονή, Δρ. Πολιτικό Μηχανικό και Αναπλ. Καθηγήτρια, για την πολύτιμη βοήθεια που μας προσέφερε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, καθώς και για την αμέριστη υποστήριξη και την υπομονή της σε όλες τις φάσεις της Πτυχιακής μας Εργασίας.

Ακόμη, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερω τους επιβλέποντες μηχανικούς του έργου και ειδικά τον κ. Μεσμπούρη Απόστολο, Γεωλόγο, για την παροχή πληροφοριών και στοιχείων σχετικά με τη γέφυρα της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας.

Πάτρα, Μάρτιος 2022

**Πανίτσας Χρήστος**  
**Μπούμπουκα Δέσποινα**  
**Μπακογιώργου Μαρία**

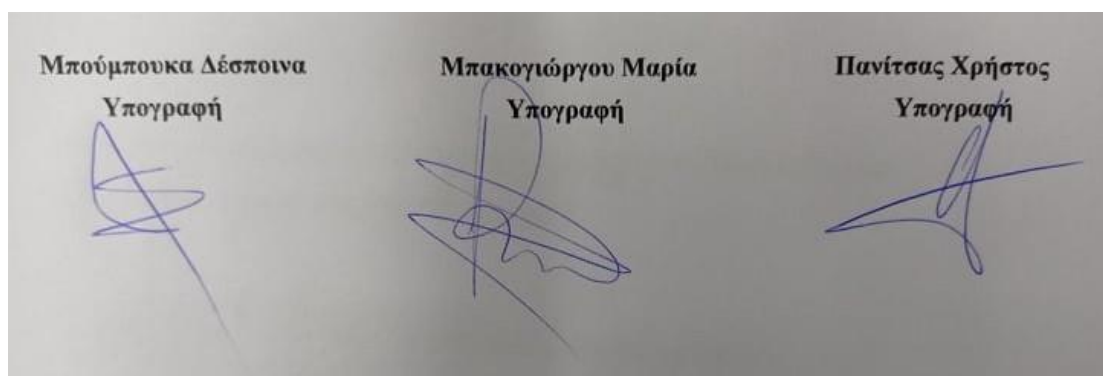
## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία, που εκπονήθηκε στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου, περιλαμβάνει την πλήρη και αναλυτική μελέτη Γέφυρας δύο κλάδων και δύο ανοιγμάτων έκαστος, συνολικού μήκους 130m ο αριστερός και 124m ο δεξιός κλάδος, από προεντεταμένο και οπλισμένο σκυρόδεμα με ελαστομεταλλικά εφέδρανα, υπεράνω του ποταμού Λαδοπόταμου Νομού Αχαΐας, με τη χρήση Η/Υ.

### **Υπεύθυνη Δήλωση φοιτητών:**

Δηλώνουμε υπεύθυνα σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, ότι είμαστε οι συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχαμε για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία μας. Επίσης έχουμε αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες κάναμε χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνουμε ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμάς προσωπικά, ειδικά για την συγκεκριμένη εργασία. Θα υποβάλλουμε την εργασία μας σε ηλεκτρονική μορφή σύμφωνα με τις υποδείξεις του επιβλέποντα εκπαιδευτικού στην Βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου και συναινούμε στον αυτόματο έλεγχο της εργασίας μας για λογοκλοπή και την επ' αόριστο καταχώρισή της σε βάση δεδομένων για το σκοπό αυτό. Γνωρίζουμε ότι η σκόπιμη χρήση μεθόδων απόκρυψης του κειμένου της εργασίας, - ώστε αυτό να μην αναγνωρίζεται από το σύστημα ελέγχου λογοκλοπής-, είναι πειθαρχικό παράπτωμα και τιμωρείται και αναλαμβάνουμε πλήρως τις συνέπειες εάν η εργασία αποδειχθεί ότι δεν μας ανήκει.

### **Οι φοιτητές:**



## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ .....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
Υπεύθυνη Δήλωση φοιτητών.....	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ .....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ .....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ .....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ.....	153
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	175
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	176



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

## 1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Η γέφυρα είναι μία αρχιτεκτονική ή τεχνική κατασκευή με την οποία επιτυγχάνεται ζεύξη δύο ή περισσότερων σημείων υπεράνω μεσολαβούντος εμποδίου (φυσικού ή τεχνικού). Είναι μια κατασκευή που έχει σκοπό της συνέχειας μιας γραμμής επικοινωνίας, όπως μιας οδού (οδική γέφυρα), ενός σιδηροδρόμου, μιας ροής πεζών ή ενός αγωγού, πάνω από ένα εμπόδιο.

Τα συνήθη εμπόδια που γεφυρώνονται είναι ποτάμια ή γενικότερα υδάτινες επιφάνειες, άλλοι συγκοινωνιακοί άξονες, τεχνητές υδάτινες ροές, εδαφικές ταπεινώσεις κ.τ.λ.

## 1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

Οι πρώτες τεχνητές γέφυρες κατασκευάστηκαν από τον άνθρωπο με δύο τρόπους:

α) Με την τοποθέτηση μεγάλων, επίπεδων λίθων, πάνω από τις φυσικές ροές.

β) με μεγάλους κορμούς δέντρων, που γεφύρωναν μικρά ρεύματα. Σχετικά σύντομα θα έγινε αντιληπτό ότι η τοποθέτηση δύο ή και περισσότερων κορμών δεμένων μεταξύ τους με σχοινιά έδινε μια πολύ πιο αποτελεσματική κατασκευή. Και οι δύο τρόποι παρείχαν ιδιαίτερα περιορισμένες δυνατότητες.

Οι άνθρωποι που ζούσαν στους λιμναίους οικισμούς αντιλήφθηκαν πρώτοι τη δυνατότητα που προσέφεραν τα φυσικά σχοινιά. Η πλέξη αυτών των φυσικών σχοινιών οδήγησε στην κατασκευή των πρώτων κρεμαστών γεφυρών.

Ο άνθρωπος της νεολιθικής εποχής πιστεύεται ότι το 4.000 π.Χ. ήταν ήδη ώριμος να μιμηθεί τα φυσικά τόξα. Έτσι, επεξεργάζεται μεγάλους λίθους και τους τοποθετεί σε μορφές τόξων.

Οι γέφυρες στην Ελλάδα χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την διευκόλυνση των μεταφορών, πχ. στη διάβαση ποταμών οι οποίοι φουσκώνουν κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ενώ έχουν χρησιμοποιηθεί υδατογέφυρες για την μετακίνηση νερού, πχ. σε ρωμαϊκά υδραγωγεία. Επίσης, πέρα από τις τεχνητές γέφυρες στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί τουλάχιστον 26 φυσικές γέφυρες, οι οποίες είναι προϊόν καρστικής αποσάθρωσης, κατολισθήσεων ή διάβρωσης.



**Εικόνα 1.1.** Το γεφύρι της πλάκας, πέτρινο τοξωτό γεφύρι στον Άραχθο ποταμό, χτισμένο το 1866 [link 1].

Η εξέλιξη στην κατασκευή των γεφυρών ακολούθησε αυτή των δρόμων, ενώ στην Ελλάδα διακρίνονται τρεις φάσεις, ανάλογα με τα υλικά που χρησιμοποιούνταν. Κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης, τα υλικά που χρησιμοποιούνταν ήταν κορμοί δέντρων, πέτρινες πλάκες ή ογκόλιθοι και με αυτό το τρόπο γεφύρωναν ρυάκια. Αυτές οι γέφυρες δεν έχουν δικά τους βάθρα, αλλά στερεώνονται σε δέντρα ή βράχια στις όχθες των ποταμών. Για να γίνει μια γέφυρα πιο ασφαλής χρησιμοποιούνταν ξύλινα ή πέτρινα μεσόβαθρα και κατάστρωμα από κορμούς και μικρότερα ξύλα. Οι Μυκηναίοι κατασκεύασαν γέφυρες από ογκόλιθους οι οποίες είχαν ένα εκφορητικό σύστημα με τη χρήση λίθινων προβολών (δηλαδή το πάνω μέρος να προβάλλει περισσότερο από το αποκάτω) με αποτέλεσμα να σχηματίζουν ψευδοθόλους με τριγωνικό άνοιγμα. Η φάση αυτή τελείωσε περίπου το 200 π.Χ., όταν οι Ρωμαίοι εισήγαγαν τις επεξεργασμένες πέτρινες πλάκες στην κατασκευή των γεφυρών.



**Εικόνα 1.2.** Η Ρωμαϊκή γέφυρα της Κόρδοβας, κτίστηκε το 1ο αιώνα π.Χ, έχει συνολικό μήκος 247 μέτρα και πλάτος περίπου 9 μέτρα [link 2].

Τα υλικά δόμησης μέχρι τον 19ο αιώνα ήταν ξύλο και πέτρες. Οι γέφυρες στον 6 αιώνα π.Χ. κατασκευάζονταν από ξύλο κυπαρισσιού και κέδρου. Την κατασκευή κυρτών γεφυρών κατείχαν οι Ρωμαίοι στα προχριστιανικά χρόνια και τα υλικά που χρησιμοποιούνταν ήταν φυσικοί λίθοι και σκυρόδεμα. Το 1779 κατασκευάστηκε η πρώτη γέφυρα από χυτοσίδηρο στην Αγγλία, πάνω από τον ποταμό Σέβερν (Severn) γνωστή και ως Ironbridge.

Η επόμενη εξέλιξη ήταν η αλυσόδετη κρεμαστή γέφυρα. Η πρώτη σημαντική γέφυρα αυτού του τύπου κατασκευάστηκε στην Ουαλία το 1826: η απόσταση των στηριγμάτων ήταν 177 μ. και το συνολικό της μήκος 521 μ. Με την εξέλιξη του μπετόν δημιουργήθηκαν νέες δυνατότητες στην κατασκευή γεφυρών στις αρχές του 20ού αιώνα.



**Εικόνα 1.3. Γέφυρα στο Στραβόρεμα, πριν τη Μονεμβασία, κατασκευάστηκε στις αρχές του 20ου αιώνα [link 3].**

### 1.3 ΤΥΠΟΙ ΓΕΦΥΡΩΝ

Οι γέφυρες διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με το κριτήριο που επιλέγεται για τη διάκριση, η οποία πάντα σχετίζεται με την ανωδομή της γέφυρας. Στα κριτήρια αυτά περιλαμβάνονται το υλικό κατασκευής, τα μήκη και τα είδη των ανοιγμάτων, το δομικό σύστημα, η χρήση, η ροή των δυνάμεων και το είδος του καταστρώματος. Έτσι, ανάλογα με το υλικό κατασκευής, διακρίνουμε τις μεταλλικές γέφυρες, τις γέφυρες οπλισμένου σκυροδέματος, τις ξύλινες γέφυρες, τις γέφυρες από αλουμίνιο και τις γέφυρες από σύγχρονα σύνθετα υλικά. Η κατηγοριοποίηση που συνηθίζεται στη γεφυροποιία βασίζεται στο ελεύθερο άνοιγμα των γεφυρών και έτσι διακρίνουμε τις γέφυρες σε μικρών, μεσαίων και μεγάλων ανοιγμάτων. Αν και δεν υπάρχει ένας αυστηρά ορισμένος κανόνας, η συνήθη πρακτική διάκρισης των γεφυρών είναι να χαρακτηρίζουμε τις μέχρι 40m μήκους γέφυρες ως μικρού ανοίγματος, τις μέχρι 150m ως μέσου ανοίγματος και τις άνω των 150m ως μεγάλου ανοίγματος. Αναφορικά με το είδος του φορέα οι γέφυρες διακρίνονται σε:



Παρακάτω παρουσιάζουμε 5 βασικούς τύπους γεφυρών:

- Γέφυρα με τραβέρσες



Εικόνα 1.4. Γέφυρα Red Rod Iron στην Αλάσκα [link 4].

- Γέφυρα με προβόλους



Εικόνα 1.5. Γέφυρα του Λονδίνου κατασκευάστηκε από τον μηχανικό Crutwell [link 5].

- Καλωδιωτή γέφυρα



Εικόνα 1.6. Γέφυρα Αλαμίγιο, καλωδιωτή γέφυρα στη Σεβίλλη της Ανδαλουσίας, Ισπανία [link 6].

- Τοξωτή γέφυρα



Εικόνα 1.7. Τοξωτή Γέφυρα Τσακώνας είναι μια από τις μεγαλύτερες τοξωτές γέφυρες με πολλαπλά ανοίγματα στον κόσμο [link 7].



- Κρεμαστή γέφυρα



**Εικόνα 1.8. Η κρεμαστή Γέφυρα Bay του Σαν Φρανσίσκο [link 8].**

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα στη κατασκευή γεφυρών είναι :

**Σκυρόδεμα :** το σκυρόδεμα εφαρμόζεται με διάφορους τρόπους στην κατασκευή μια γέφυρας, είτε οπλισμένο, είτε προεντεταμένο. Καθώς η τεχνολογία σκυροδέματος αναπτύσσεται έχουμε όλο και περισσότερες εφαρμογές σκυροδέματος στις κατασκευές γεφυρών.

**Χάλυβας :** η πιο εύκολη μορφή εφαρμογής του με τη μορφή ράβδων να παίζει τον ρόλο του οπλισμού στο σκυρόδεμα. Επίσης, χρησιμοποιείται είτε με την μορφή καλωδίων βασικής προέντασης του σκυροδέματος, είτε καλωδίων ανάρτησης, είτε πρότυπων διατομών που σχηματίζουν τον φορέα ή και τα λοιπά μέρη της γέφυρας

Μια μεγάλη ποικιλία βοηθητικών υλικών, που χρησιμεύουν για την προστασία των παραπάνω βασικών υλικών από εξωγενείς επιδράσεις, καθώς και για τον εξοπλισμό των γεφυρών για την καλύτερη αντιμετώπιση των αναγκών χρήσης τους.

Το ξύλο, η πέτρα και οι φυτικές ίνες έχουν εκτοπιστεί και χρησιμοποιούνται σπανιότερα. Ο βασικός λόγος είναι οι μικρότερες δυνατότητες των υλικών αυτών αυτοτελώς, αλλά και σε σχέση με το κόστος εργασίας που συνεπάγεται η χρήση τους.

## 1.4 ΕΙΔΗ ΓΕΦΥΡΩΝ

- ΚΙΝΗΤΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ



**Εικόνα 1.9. Pont Jacques Chaban-Delmas, Γαλλία [link 9].**

Οι κινητές γέφυρες κατασκευάζονται συνήθως επάνω από ποτάμια και άλλες υδάτινες οδούς με ναυσιπλοΐα. Το πρόβλημα που αντιμετωπίζεται είναι η εξασφάλιση της δυνατότητας πλεύσεως για πλοία και γενικά πλωτά μέσα με σημαντικό ύψος χωρίς να κατασκευαστεί μια γέφυρα με πολύ ψηλά βάθρα. Η αποφυγή των υψηλών βάθρων συνεπάγεται με οικονομία, αλλά και ευκολία σύνδεσης της οδού που εξυπηρετεί από τη γέφυρα με το οδικό δίκτυο των παρόχθιων περιοχών.

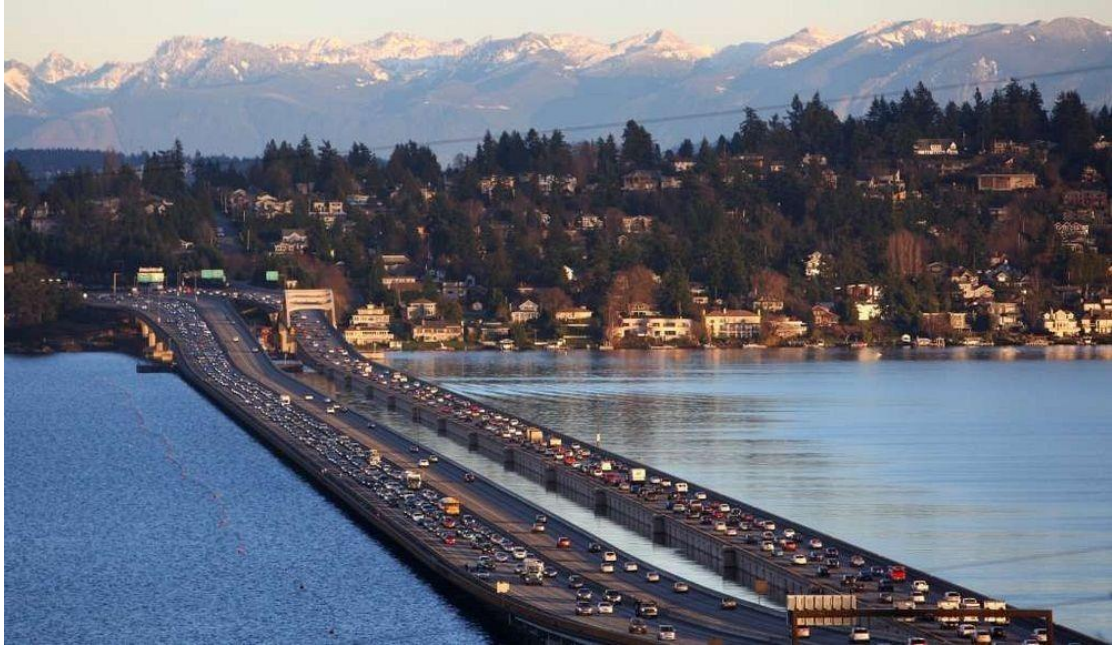
Οι κινητές γέφυρες έχουν κατάλληλους μηχανισμούς και κινητά τμήματα έτσι ώστε περιοδικά να γεφυρώνεται η πλωτή οδός και να εξυπηρετείται η κυκλοφορία και σε επόμενη φάση να «ανοίγει» η γέφυρα, οπότε διακόπτεται η οδική κυκλοφορία και εξυπηρετείται η ναυσιπλοΐα.



**Εικόνα 1.10. El Ferdan Railway Bridge, Αίγυπτος [link10].**

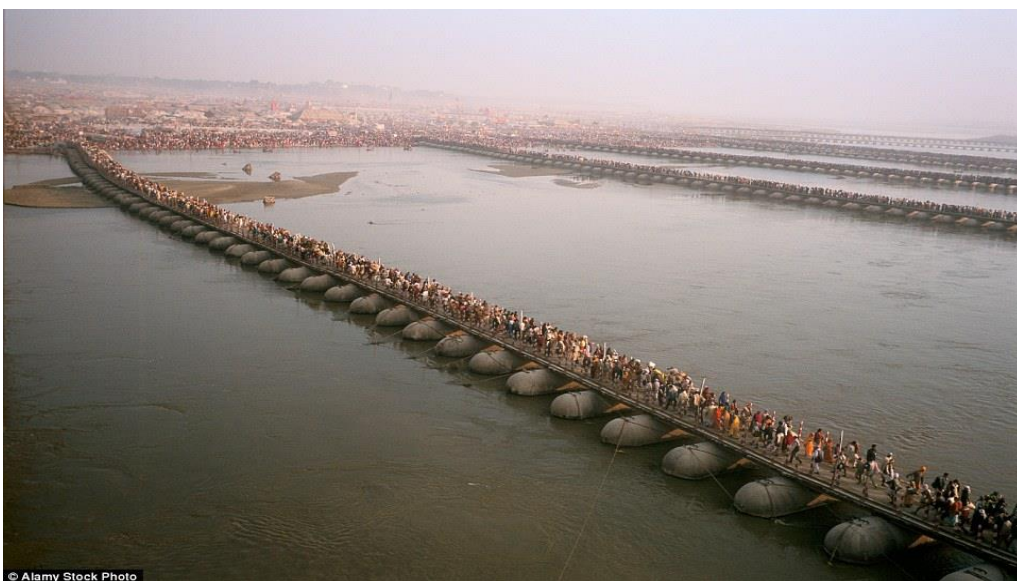
- ΠΛΩΤΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ

Οι πλωτές γέφυρες σχηματίζονται από την παράθεση πλωτών μέσων που δένονται μεταξύ τους κατά τρόπο που να εξασφαλίζονται από σχετικές μετακινήσεις. Κατά αποστάσεις κάθε πλωτό μέσο αγκυρώνεται στον βυθό. Έτσι, όλη η κατασκευή παρουσιάζει μια επαρκή σταθερότητα. Επάνω στα πλωτά μέσα στηρίζεται το κατάστρωμα.



**Εικόνα 1.11. Lacey V. Murrow Memorial Bridge, λίμνη Ουάσινγκτον, στο Σιάτλ [link 11].**

Οι πλωτές γέφυρες έχουν κατά κανόνα προσωρινό χαρακτήρα. Υπάρχουν βέβαια και μόνιμες κατασκευές. Στην περίπτωση αυτή οι πλωτές γέφυρες διαθέτουν ένα τουλάχιστο κινητό τμήμα για τη διασφάλιση της ναυσιπλοΐας.



**Εικόνα 1.12. Οι πλωτές γέφυρες του Γάγγη ποταμού [link 12].**



- ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ



**Εικόνα 1.13.** Η γέφυρα της Εκκαρας [[link 13](#)].

Αν και οι πρώτες μεταλλικές γέφυρες κατασκευάστηκαν από χυτοσίδηρο, για τέτοιες κατασκευές χρησιμοποιείται πλέον μόνο ο χάλυβας. Οι μεταλλικές γέφυρες διακρίνονται σε γέφυρες με δοκούς, τοξωτές, κρεμαστές και κινητές. Όλες οι μεταλλικές γέφυρες έχουν υποδομή ανάλογη με την υποδομή των γεφυρών με τοιχοποιία, δηλαδή βάθρα, υποστυλωμένα και θεμελιώσεις. Διαφέρει όμως η ανωδομή. Οι γέφυρες με μεταλλικές δοκούς αποτελούνται συνήθως από χαλύβδινες δοκούς σε δικτύωμα, με ημιπαραβολικό ή ευθύγραμμο σχήμα.



**Εικόνα 1.14.** Η μεταλλική γέφυρα Μαρσουλίου στον Αχελώο [[link 14](#)].

## 1.5 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

Ο χάλυβας και το σκυρόδεμα αποτελούν και στη γεφυροποιία τα κυρίαρχα υλικά κατασκευής. Βέβαια θα πρέπει να σημειωθεί ότι η πρόοδος στον τομέα των σύνθετων υλικών είναι πιθανό στο μέσο μακροπρόθεσμο μέλλον να αλλάξει τους συσχετισμούς αυτούς υπέρ των τελευταίων, αφού χαρακτηριστικά τους (υψηλό λόγο αντοχής προς βάρος και δυσκαμψίας προς βάρος, αντίσταση σε διάβρωση, ανθεκτικότητα σε περιβαλλοντικές δράσεις, ευκολία προσαρμογής κατά την κατασκευή) είναι ιδιαίτερα ελκυστικά.

Στις καλωδιωτές γέφυρες στις οποίες τα μήκη των καλωδίων είναι μεγάλα, τα καλώδια κατασκευάζονται επιτόπου είτε με τη μέθοδο περιτύλιξης είτε με τη μέθοδο των παράλληλων συρματόσχοινων. Λόγω της σημαντικής ευαισθησίας των καλωδίων σε σκωρίαση, γίνεται στα σύρματα θερμός γαλβανισμός, ενώ για παραπάνω προστασία επαλείφονται με ψευδαργυρικό υλικό και περιτυλίγονται με γαλβανισμένο σύρμα ή PVC.

### ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Για γέφυρες μικρού και μεσαίου ανοίγματος οι διαστάσεις των στοιχείων καθορίζονται από τις απαιτήσεις λειτουργικότητας και λεπτομερειών όπλισης και λιγότερο από την αντοχή του σκυροδέματος. Συνεπώς από την άποψη αυτή δεν είναι απαραίτητη η χρήση σκυροδέματος υψηλής αντοχής (με εξαίρεση στοιχεία που υπόκεινται σε υψηλές θλιπτικές δυνάμεις, όπως οι πυλώνες και τα βάθρα). Εντούτοις, η μελέτη σύνθεσης του σκυροδέματος που θα χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή εξαρτάται όχι μόνο από τις απαιτήσεις αντοχής αλλά και την ανθεκτικότητά του, τη συστολή ξήρανσης, τους κύκλους ψύξης- απόψυξης και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Επιπλέον, θα πρέπει να είναι εργάσιμο, μη υδατοπερατό, ανθεκτικό στο χρόνο και στην τριβή. Έτσι τα τελευταία χρόνια εξαπλώνεται στη γεφυροποιία η χρήση σκυροδέματος αντοχής άνω των 40 MPa.

### ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ

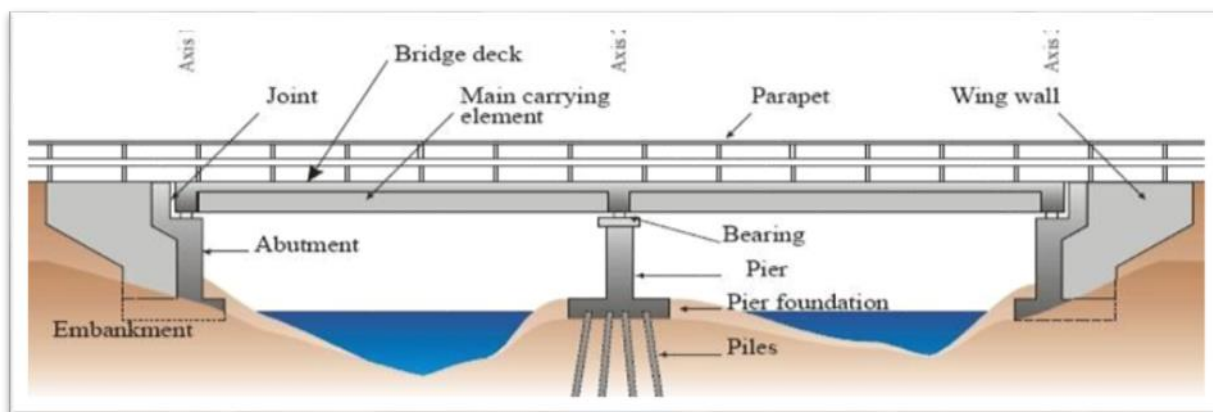
Τα σύνθετα υλικά έχουν εισαχθεί σχετικά πρόσφατα για χρήση σε κατασκευές, αλλά η εξάπλωσή τους, ιδιαίτερα σε συγκεκριμένους τομείς της κατασκευής, ήταν ραγδαία. Αποτελούνται από συνδυασμούς των άλλων τριών ειδών δομικών υλικών δηλαδή των μετάλλων, των κεραμικών και των πολυμερών, και η εξάπλωσή τους οφείλεται στο ότι συνδυάζουν ιδιότητες που κανένα από τα τρία είδη δεν παρουσιάζει

από μόνο του. Στα σύνθετα υλικά περιλαμβάνονται τα ενισχυμένα πολυμερή (reinforced plastics, RP), τα με ίνες πολυεστέρα οπλισμένα πολυμερή (fiber reinforced plastics, FRP), τα με ίνες γυαλιού οπλισμένα πολυμερή (glass- fiber reinforced plastics, GFRP), τα πολυστρωματικά πολυμερή (laminates) κ.α. Τα υλικά αυτά χαρακτηρίζονται από μικρό βάρος, υψηλό λόγο αντοχής- βάρους και δυσκαμψίας- βάρους και υψηλή αντοχή σε κόπωση και οξείδωση.

## 1.6 ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

Μία γέφυρα μπορεί να αποτελείται από τα παρακάτω τμήματα:

- Το σύστημα θεμελίωσης, το οποίο μπορεί να είναι:
  - Επιφανειακή θεμελίωση
  - Επιφανειακή με ανασήκωμα
  - Πασσαλοκολώνες
  - Πάσσαλοι με κεφαλόδεσμο
  - Φρέατα
  
- Ακρόβαθρα (abutments)
  - Εδραζόμενο κατάστρωμα με δυνατότητα μετακίνησης
  - Σύνδεση του καταστρώματος με το ακρόβαθρο
- Μεσόβαθρα(piers)
- Κατάστρωμα της ανωδομής (deck)
- Τα εξαρτήματα (accessories)
  - Αρμοί (joints)
  - Εφέδρανα (bearings)
  - Στηθαία ασφαλείας (safety barriers ή parapets)
  - Συσκευές δυναμικής εμπλοκής (shock transmission units)
  - Σύστημα αποχέτευσης/αποστράγγισης (drainage system)
  - Πυλώνες ηλεκτροφωτισμού (lighting pylons)
  - Πτερυγότοιχους (wing walls)
- Επίχωμα (embankment)



Εικόνα 1.15. Χαρακτηριστική κατά μήκος τομή γέφυρας [link 15].

### 1.6.1 ΑΚΡΟΒΑΘΡΑ

Τα ακρόβαθρα τοποθετούνται στην αρχή και στο τέλος της γέφυρας και στην ουσία απομονώνουν το επίχωμα από το άνοιγμα της γέφυρας. Ειδικότερα τα ακρόβαθρα βοηθούν στην:

- Ανάλυση των κατακόρυφων και οριζοντίων αντιδράσεων της ανωδομής της γέφυρας.
- Εξασφάλιση του απαιτούμενου χώρου για τις οριζόντιες μετατοπίσεις της ανωδομής.
- Δημιουργία συνδέσμου για τη μετάβαση από τη γέφυρα στο επίχωμα και αντίστροφα.
- Εγκιβωτισμό και εξασφάλιση του επιχώματος μέσω των πτερυγότοιχων.
- Ανάλυση των εκ του επιχώματος προερχομένων ωθήσεων και μεταφορά τους μαζί με τις από την ανωδομή αντιδράσεις στο έδαφος.

**Τα στοιχεία που απαρτίζουν ένα ακρόβαθρο είναι (βλέπε εικόνα 17):**

- η θεμελίωση (abutment foundation)
- ο κορμός του ακρόβαθρου (abutment wall)
- η θέση έδρασης της ανωδομής (bearing shelf)
- το θωράκιο (ballast wall)
- ο πτερυγότοιχος (wing wall)
- οι θέσεις εκτόνωσης των στραγγιστηρίων (weep holes)
- τις πλάκες πρόσβασης (approaches labs)

**Η θεμελίωση** του ακρόβαθρου είναι το χαμηλότερο σημείο του ακρόβαθρου μέσω του οποίου μεταφέρονται τα φορτία στο έδαφος. Η θεμελίωση ενός ακρόβαθρου μπορεί να είναι:

- Επιφανειακή με πέδιλα. Τα πέδιλα εδράζονται απευθείας στο φυσικό έδαφος και συνήθως έχουν μεγαλύτερες διαστάσεις σε κάτοψη από το ίδιο το ακρόβαθρο.
- Επιφανειακή με ανασήκωμα του πεδίου.
- Επί πασσάλων σε περιπτώσεις που το έδαφος κάτω από το πέδιλο δεν έχει επαρκή φέρουσα ικανότητα. Αναλόγως των τοπικών συνθηκών μπορεί να επιλεγεί είτε θεμελίωση με πασσαλοκολώνες είτε πάσσαλοι με κεφαλόδεσμο.

**Ο κορμός του ακρόβαθρου** είναι το τμήμα μεταξύ της θεμελίωσης και την θέση έδρασης της ανωδομής. Ο κορμός είναι αυτός που μεταφέρει τα φορτία της ανωδομής στην θεμελίωση και αντιστέκεται στις ωθήσεις του επιχώματος. **Η θέση έδρασης της ανωδομής** είναι το τμήμα του ακρόβαθρου όπου εδράζονται τα εφέδρανα. Λόγω των μεγάλων φορτίων που μεταβιβάζονται από την ανωδομή στο τμήμα αυτό του ακρόβαθρου τοποθετείται μεγάλη ποσότητα οπλισμού. Παλαιότερα, η ανωδομή επικάθονταν επί του ακρόβαθρου χωρίς την παρουσία εφεδράνων.

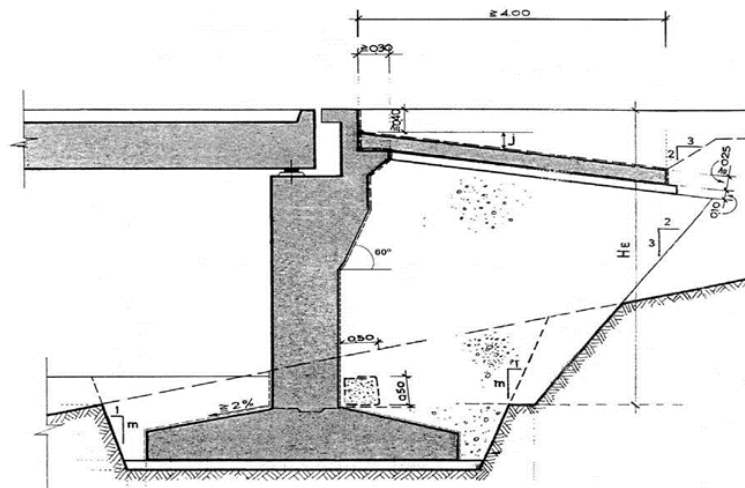
**Το θωράκιο** βρίσκεται μεταξύ της θέσεως έδρασης της ανωδομής και του άνω τμήματος του ακρόβαθρου. Εκτός από την αντιστήριξη του επιχώματος της οδού το θωράκιο προσφέρει, σε ορισμένες περιπτώσεις, και στήριξη της πλάκας πρόσβασης.

**Οι πτερυγιότοιχοι** εγκιβωτίζουν το μεταβατικό επίχωμα. Αν δεν συντρέχουν άλλοι λόγοι είναι προτιμότερο οι πτερυγιότοιχοι να είναι μονολιθικά συνδεδεμένοι με τα ακρόβαθρα.

**Στραγγιστήρια** τοποθετούνται πίσω από τα ακρόβαθρα και τους πτερυγιότοιχους προκειμένου τα ύδατα που συγκεντρώνονται πίσω από τους τοίχους να βρίσκουν εκτόνωση και να μην προσθέτουν ωθήσεις σε αυτά, σε πολλές περιπτώσεις με καταστροφικές συνέπειες.

**Πλάκες πρόσβασης** κατασκευάζονται όταν:

- το μέγιστο ύψος  $H_E$ , υπερβαίνει τα 4,0m και παράλληλα το πάχος της επικάλυψης πάνω από το φορέα του τεχνικού έργου είναι ίσο ή μικρότερο από  $H_E/4$ .
- όπου το ύψος  $H_E \geq 9m$  ή όπου η προβλεπόμενη καθίζηση υπερβαίνει τα 200mm, κατασκευάζονται "φορείς πρόσβασης", αντί πλακών πρόσβασης.
- σε θολωτές γέφυρες και στους θολωτούς οχετούς υπό επίχωση, η διάταξη πλακών ή φορέων πρόσβασης παρέλκει εκτός από ειδικές περιπτώσεις (π.χ. επέκταση θολωτού τεχνικού με φορέα άλλου τύπου).



Εικόνα 1.16. Τομή ακρόβαθρου [link 16].

### Χρόνος κατασκευής μεταβατικού επιχώματος:

Ο χρόνος κατασκευής του μεταβατικού επιχώματος έχει σημαντική επιρροή από στατική άποψη και πρέπει να επιλέγεται σύμφωνα με τις παραδοχές της στατικής μελέτης.

Σε πολλές περιπτώσεις απαιτείται, είτε από το στατικό σύστημα της γέφυρας είτε από κατασκευαστικούς λόγους, η κατασκευή του μεταβατικού επιχώματος στο σύνολό του ή μερικά, πριν, κατά τη διάρκεια ή μετά την κατασκευή ενός τμήματος της γέφυρας. Γενικά διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

#### α) Κατασκευή του μεταβατικού επιχώματος μετά την κατασκευή του φορέα

Εάν ο φορέας συνεισφέρει στην παραλαβή των φορτίων προερχόμενων από το μεταβατικό επίχωμα, όπως π.χ. σε πλαισιωτές γέφυρες, ή εάν η ευστάθεια του ακρόβαθρου δεν εξασφαλίζεται χωρίς την ύπαρξη των φορτίων από τον φορέα, τότε η κατασκευή του μεταβατικού επιχώματος θα γίνεται μετά την κατασκευή του φορέα.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στις περιπτώσεις που απαιτείται η ταυτόχρονη, αμφίπλευρη, συμμετρική κατασκευή του μεταβατικού επιχώματος, όπως π.χ. στις περιπτώσεις οχετών κιβωτιοειδών ή θολωτών, πλαισιωτών γεφυρών, τοξωτών γεφυρών.

#### β) Κατασκευή του μεταβατικού επιχώματος πριν την κατασκευή του φορέα

Εάν επιδιώκεται η συντόμευση της εκδήλωσης εδαφικών παραμορφώσεων ή εάν ο φορέας δεν μπορεί να παραλάβει τις αναμενόμενες διαφορικές καθιζήσεις μεταξύ του ακρόβαθρου και του γειτονικού μεσοβάθρου, τότε η κατασκευή του μεταβατικού επιχώματος θα πρέπει να γίνεται πριν την κατασκευή του φορέα.

#### γ) Μερική κατασκευή του μεταβατικού επιχώματος

Σε πολλές περιπτώσεις η μερική κατασκευή του μεταβατικού επιχώματος είναι απαραίτητη, όπως π.χ. για τη δημιουργία δαπέδου εργασίας σε παρακείμενα ψηλά

ακρόβαθρα, για τη δημιουργία χώρου προς εφαρμογή της προέντασης και για την εφαρμογή της μεθόδου της κατασκευής του φορέα με προώθηση.

### 1.6.2 ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ

Τα μεσόβαθρα εκτός από τον βασικό ρόλο μεταφοράς των κατακόρυφων και οριζοντίων δυνάμεων στην θεμελίωση αποτελούν κυρίαρχο στοιχείο για την συνολική αισθητική των γεφυρών. Η επιλογή της μορφής των μεσόβαθρων εξαρτάται από το είδος του γεφυρωμένου ανοίγματος, αλλά και από το ύψος των μεσόβαθρων. Έτσι στην γεφύρωση ποταμών συνηθίζεται μεσόβαθρα μορφής τοιχώματος, ενώ σε κοιλαδογέφυρες με μεγάλο ύψος βάθρων συνηθίζεται η επιλογή κοίλων βάθρων ή συνδυασμός κοίλων βάθρων έως ένα ύψος και βάθρα με δίδυμες λεπίδες που δίνει ευκαμψία στην γέφυρα, αλλά και αισθητική. Βάθρα μορφής στύλων συνηθίζονται σε άνω διαβάσεις, σε υπερυψωμένους αυτοκινητοδρόμους και σε κλάδους κόμβου.

Συνήθεις μορφές μεσοβάθρων είναι:

- Κυκλικά
- Ορθογωνικά
- Πολυγωνικά
- Τοιχοειδή

Αυτά διατάζονται είτε ως :

- Μεμονωμένοι στύλοι
- Πολλαπλοί στύλοι
- Πολλαπλοί στύλοι με σύζευξη
- Συνδυασμός με ελαστομερή εφέδρανα
- Ελαστομερή εφέδρανα με στερητικό μηχανισμό απορρόφησης ενέργειας.

**Η κεφαλή** του μεσοβάθρου (Piercap ή pierhead) είναι το ανώτερο τμήμα του μεσοβάθρου το οποίο αναλαμβάνει και κατανέμει ομοιόμορφα τα συγκεντρωμένα φορτία της ανωδομής.

**Ο στύλος ή το τοίχωμα του μεσοβάθρου** (piercolumn ή pierwall) είναι το μεσαίο τμήμα του μεσοβάθρου μεταξύ της κεφαλής και της θεμελίωσης.

**Η θεμελίωση** του μεσοβάθρου είναι το κατώτερο τμήμα το οποίο μεταφέρει και κατανέμει τα φορτία στο έδαφος. Αναλόγως των τοπικών συνθηκών μπορεί να επιλεγεί επιφανειακή με πέδιλο, είτε θεμελίωση με πασσαλοκολώνες, είτε πάσσαλοι με κεφαλόδεσμο, είτε φρέατα.



### 1.6.3 ΕΦΕΔΡΑΝΑ

Τα εφέδρανα αποτελούν ένα από τα πλέον σημαντικά στοιχεία μίας γέφυρας. Τα εφέδρανα παρεμβάλλονται μεταξύ της ανωδομής και της υποδομής της γέφυρας επιτελώντας τις παρακάτω λειτουργίες:

- Μεταφέρουν τα φορτία (ίδια βάρη, φορτία κυκλοφορίας, φορτία λόγω σεισμού ή ανέμου) από την ανωδομή στην υποδομή
- Επιτρέπουν τις σχετικές μετακινήσεις μεταξύ της ανωδομής και της υποδομής.

Οι μετακινήσεις οι οποίες δύναται να συμβούν κατά μήκος ή/και στην εγκάρσια διεύθυνση της γέφυρας μπορεί να προέρχονται από ερπυσμό του σκυροδέματος, συστολή από πήξη του σκυροδέματος ή/και από θερμοκρασιακές μεταβολές. Οι στροφές μπορεί να συμβούν λόγω των φορτίων κυκλοφορίας, από τυχόν κατασκευαστικές ατέλειες ή/και από ανομοιόμορφες υποχωρήσεις στηρίξεων.

Εφέδρανα τα οποία δεν επιτρέπουν την κατά μήκος ή εγκάρσια μετακίνηση της ανωδομής χαρακτηρίζονται ως **σταθερά** εφέδρανα (fixed bearings), ενώ εκείνα που την επιτρέπουν χαρακτηρίζονται ως **κινητά** εφέδρανα (expansion bearings). Σημειώνεται ότι τόσο τα σταθερά όσο και τα κινητά εφέδρανα επιτρέπουν την στρόφη. Παρακάτω δίνονται οι διάφοροι τύποι εφεδράνων:

**A) Ολισθαίνοντα εφέδρανα** είναι τα εφέδρανα συνήθως αποτελούνται από μία άνω μεταλλική πλάκα η οποία είναι συνδεδεμένη με την ανωδομή και μία κάτω μεταλλική πλάκα η οποία συνδέεται με την υποδομή της γέφυρας. Οι όποιες μετακινήσεις λαμβάνουν χώρα με την ολίσθηση των δύο αυτών πλακών μεταξύ τους. Στην περίπτωση που η γέφυρα αποτελείται από δοκούς από χάλυβα η άνω μεταλλική πλάκα μπορεί να παραληφθεί

**B) Αρθρωτά εφέδρανα**



Εικόνα 1.17. Αρθρωτό εφέδρανο [link 17].



### Γ) Κυλιόμενα εφέδρανα



Εικόνα 1.18. Κυλιόμενο εφέδρανο [link 18].

### Δ) Εφέδρανα σημειακού τύπου (Pot bearings) τα οποία διακρίνονται σε:

- Σταθερά, τα οποία παραλαμβάνουν κατακόρυφα και οριζόντια φορτία και στην διαμήκη και στην εγκάρσια διεύθυνση.
- Κινητά προς μία διεύθυνση, τα οποία παραλαμβάνουν κατακόρυφα φορτία και οριζόντια φορτία στη μία διεύθυνση, ενώ επιτρέπουν την οριζόντια μετακίνηση στην άλλη.
- Κινητά προς όλες τις διευθύνσεις, τα οποία παραλαμβάνουν μόνο κατακόρυφα φορτία ενώ επιτρέπουν την μετακίνηση και προς τις δύο διευθύνσεις.



Εικόνα 1.19. Εφέδρανα σημειακού τύπου [link 19].

Ε) Ελαστομεταλλικά εφεδράνα τα οποία διακρίνονται σε:



Εικόνα 1.20. Ελαστομεταλλικά εφεδράνα [link 20].

Για την εκλογή του εφεδράνου χρειάζεται να είναι γνωστά τα παρακάτω στοιχεία:

- Η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή της αντιδράσεως
- Η μέγιστη μετατόπιση
- Η μέγιστη στροφή.

Πριν από την τοποθέτηση των εφεδράνων θα πρέπει να ελέγχονται τα παρακάτω:

- Η καθαρότητά τους και η τυχόν οποιαδήποτε φθορά ή διάβρωσή τους
- Η διασφάλιση των προσωρινών συνδέσμων
- Η εναρμόνιση σχεδίων μελέτης και κατασκευαστικών σχεδίων
- Η αποτύπωση των αξόνων στην άνω πλάκα του εφεδράνου
- Προρύθμιση εάν απαιτείται
- Όλα τα στοιχεία συναρμολόγησης

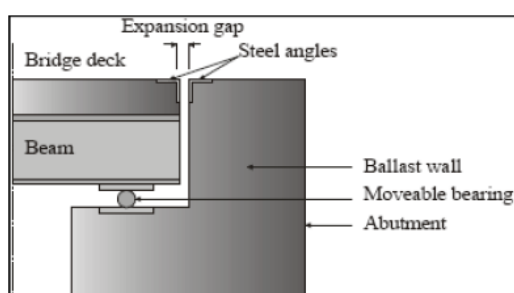
#### 1.6.4 ΑΡΜΟΙ

Λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών το μήκος της ανωδομής της γέφυρας μπορεί να μεταβληθεί. Όταν η γέφυρα θερμαίνεται (κατά την διάρκεια της ημέρας ή τους θερινούς μήνες) επιμηκύνεται, ενώ όταν ψύχεται (κατά την διάρκεια της νύχτας ή τους χειμερινούς μήνες) συστέλλεται. Προκειμένου να εξισωθούν οι μετακινήσεις αυτές τοποθετούνται στα άκρα της γέφυρας αρμοί διαστολής. Για μείωση του κόστους συντήρησης, σε γέφυρες με μικρά ανοίγματα δεν τοποθετούνται αρμοί διαστολής, αλλά προτιμώνται να κατασκευάζονται μονολιθικές.

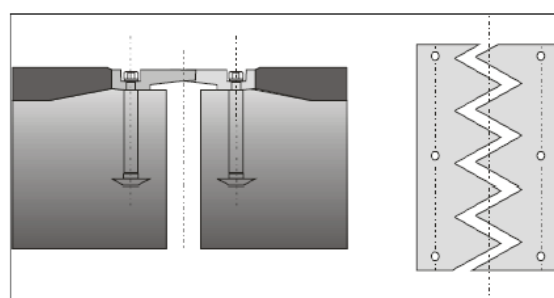
### Οι αρμοί διακρίνονται σε δύο γενικούς τύπους:

- Ανοικτούς, οι οποίοι επιτρέπουν την διέλευση σωματιδίων ή υδάτων του καταστρώματος μέσα από αυτούς
- Κλειστούς, οι οποίοι δεν επιτρέπουν την διέλευση σωματιδίων ή υδάτων του καταστρώματος μέσα από αυτούς.

Οι ανοικτοί αρμοί διακρίνονται με την σειρά τους σε τυποποιημένους (form edjoints) και σε αρμούς με χαλύβδινα προβολικά στοιχεία μορφής δακτύλων (finger plate joints). Ο μεν πρώτος τύπος συνηθίζεται σε γέφυρες με μικρά ανοίγματα και μπορεί να προστατεύεται με χαλύβδινες πλάκες ή/και να μην προστατεύεται καθόλου, ενώ οι δεύτεροι χρησιμοποιούνται όταν απαιτείται αρμός μεγαλύτερων διαστάσεων.



α. Τυποποιημένος ανοικτός αρμός με ενίσχυση από χαλύβδινες πλάκες (formed armoured joint).



β. Αρμός με χαλύβδινα προβολικά στοιχεία μορφής δακτύλων (finger plate joints).

Εικόνα 1.21. Χαρακτηριστικοί τύποι ανοικτών αρμών [link 21].

### Οι κλειστού τύπου αρμοί διακρίνονται σε τέσσερις βασικούς

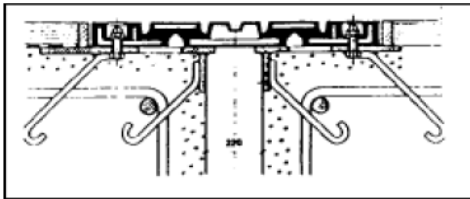
- Με σφράγιση από έγχυτο ασφαλτικό
- Με ελάσματα ολίσθησης
- Με σφράγιση από ελαστομερές υλικό
- Αρμός ολισθαίνουσας πλάκας



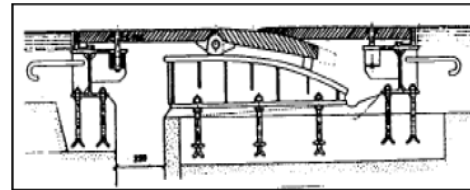
α. Αρμός με σφράγιση από έγχυτο ασφαλτικό.



β. Αρμός με ελάσματα ολίσθησης.



γ. Αρμός με σφράγιση από ελαστομερές υλικό.



δ. Αρμός ολισθαίνουσας πλάκας.

**Εικόνα 1.22. Χαρακτηριστικοί τύποι κλειστών αρμών [link 22].**

Πολύ σημαντικό ρόλο στην καλή λειτουργία των αρμών είναι η κατάλληλη και σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή τοποθέτησή τους. Μεταξύ των προδιαγραφών του κατασκευαστή είναι τα μήκη αγκύρωσης των κοχλιών και οι λεπτομέρειες προϋθμίσις του αρμού. Προβληματική λειτουργία προκαλείται όταν ο αρμός δεν εδράζεται σωστά επί του καταστρώματος και τότε όχι μόνο δεν μεταφέρονται σωστά τα αναλαμβανόμενα φορτία, αλλά μειώνεται και η διάρκεια ζωής του λόγω των δυναμικών καταπονήσεων στα οποία υποβάλλεται.

Έχει παρατηρηθεί ότι ακόμα και μικρές αποκλίσεις στα υψόμετρα μεταξύ αρμού και ασφαλοτάπητα προκαλούν σε μικρό χρονικό διάστημα αστοχία στο σύστημα αγκύρωσης του αρμού, λόγω των διατμητικών δυνάμεων που αναπτύσσονται στους κοχλίες συνεπεία των κρουστικών φορτίσεων. Επίσης, ο αρμός θα πρέπει να συνεχίζει σε όλο το πλάτος του καταστρώματος της γέφυρας και σε καμία περίπτωση να μην θάβεται κάτω από το ασφαλτικό.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ**

### 2.1 ΔΡΑΣΕΙΣ

#### 2.1.1 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΓΕΦΥΡΩΝ

Οι γέφυρες, ανάλογα με τη μορφή τους, ταξινομούνται σε διαφορετικές κατηγορίες, με διαφορετικές απαιτήσεις αντισεισμικού σχεδιασμού σε κάθε περίπτωση. Συνήθεις γέφυρες, οι οποίες αποτελούνται από το φορέα και κατακόρυφα βάθρα, που συνδέονται με το φορέα είτε μονολιθικά είτε μέσω εφεδράνων. Σε αυτή την κατηγορία μπορούν να υπαχθούν και οι φορείς με εκσκαφή και επανεπίχωση (cut and cover). Άλλες μορφές γεφυρών, οι οποίες όμως απαιτούν λεπτομερέστερη αντισεισμική μελέτη, είναι οι τοξωτές γέφυρες και οι γέφυρες με αντηριδωτά βάθρα και βάθρα μορφής V. Τέλος, σε ειδική κατηγορία υπάγονται οι κρεμαστές (suspension bridges) και οι καλωδιωτές γέφυρες (cable – stayed bridges).

Τα φέροντα στοιχεία μιας γέφυρας μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες :

- Στο φορέα. Είναι το οριζόντιο στοιχείο της γέφυρας, που αποτελεί και το κατάστρωμα, πάνω στο οποίο γίνεται η κίνηση των οχημάτων και των πεζών και γενικώς φέρει τα ωφέλιμα φορτία της γέφυρας. Ανάλογα με τη στατική τους λειτουργία, οι φορείς διακρίνονται σε συνεχείς, αμφιέριστους και δοκούς Gerber. Ανάλογα με τη διατομή τους διακρίνονται σε συμπαγείς, πλάκες με κενά, κυψελωτούς φορείς, πλακοδοκούς, κιβωτιοειδούς διατομής κλπ.
- Στα βάθρα. Είναι τα κατακόρυφα στοιχεία που στηρίζουν το φορέα και μεταφέρουν τα φορτία στη θεμελίωση. Ανάλογα με τη μορφή τους, τα βάθρα χαρακτηρίζονται ως πολύστυλα, μονόστηλα, τοιχοειδή και κοίλα. Τα δύο ακραία βάθρα ονομάζονται ακρόβαθρα και συνήθως είναι τοιχοειδούς μορφής, επειδή λειτουργούν και ως τοίχοι αντιστήριξης των γαιών πίσω από αυτά. Τα ενδιάμεσα βάθρα ονομάζονται μεσόβαθρα.
- Στη θεμελίωση. Οι συνήθεις τρόποι θεμελίωσης των γεφυρών είναι με επιφανειακή θεμελίωση, με πασσάλους και με φρέατα.

#### 2.1.2 ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΔΡΑΣΕΙΣ

Οριακές καταστάσεις είναι εκείνες, πέραν των οποίων η κατασκευή δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις ασφάλειας και λειτουργικότητας του σχεδιασμού και διακρίνονται σε:

- Οριακές καταστάσεις αστοχίας (ultimate limit states)
- Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας (service ability limit states)

Οι οριακές καταστάσεις αστοχίας αντιστοιχούν σε κατάρρευση ή άλλου είδους αστοχίες που θέτουν σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές, ενώ οι οριακές καταστάσεις

λειτουργικότητας είναι εκείνες, πέραν των οποίων δεν ικανοποιούνται τα κριτήρια λειτουργικότητας της κατασκευής (μεγάλες παραμορφώσεις ή μετακινήσεις που προκαλούν βλάβες στα στοιχεία πλήρωσης ή ταλαντώσεις ενοχλητικές για τους χρήστες).

Οι δράσεις οι οποίες επιβάλλονται στην κατασκευή με την μορφή συνδυασμών για τις προαναφερθείσες καταστάσεις σχεδιασμού, διακρίνονται σε:

- Άμεσες (direct), πχ. συγκεντρωμένα ή ομοιόμορφα ως κατανεμημένα γραμμικά και επιφανειακά φορτία,
- Έμμεσες (indirect), πχ. επιβαλλόμενη παραμόρφωση λόγω θερμοκρασιακής μεταβολής ή υποχώρησης στηρίξεων, ή επιβαλλόμενη επιτάχυνση λόγω σεισμού.

Οι δράσεις αυτές, ως προς το χρόνο ταξινομούνται σε:

- Μόνιμες (permanent) (G), πχ. ίδια βάρη της κατασκευής, προσαρτήματα,
- Μεταβλητές (variable) (Q), πχ. επιβεβλημένα φορτία, φορτία χιονιού ή ανέμου,
- Τυχηματικές (accidental) (A), πχ. εκρήξεις ή προσκρούσεις οχημάτων.

Ορισμένες δράσεις, π.χ. οι σεισμικές δράσεις ή τα φορτία χιονιού μπορεί να θεωρούνται είτε ως τυχηματικές ή και μεταβλητές δράσεις, ανάλογα με την περιοχή της κατασκευής, όπως περιγράφεται αναλυτικά σε άλλα μέρη του Ευρωκώδικα 1.

Ως προς τη θέση τους οι δράσεις ταξινομούνται σε :

- Καθορισμένες (fixed), πχ. το ίδιο βάρος,
- Ελεύθερες (free), πχ. κινητά επιβεβλημένα φορτία, φορτία χιονιού ή ανέμου. Ως προς τη φύση τους ταξινομούνται σε:
- Στατικές ή δυναμικές (static or dynamic), ανάλογα με το μέγεθος της επιτάχυνσης που προκαλείται στην κατασκευή.

Η προένταση (P) είναι μόνιμη δράση. Οι έμμεσες δράσεις είναι είτε μόνιμες G (πχ. υποχώρηση στήριξης), ή μεταβλητές Q (πχ. θερμοκρασιακή μεταβολή).

Οι χαρακτηριστικές τιμές των δράσεων που προαναφέρθηκαν δίνονται αναλυτικά στα διάφορα Μέρη του Ευρωκώδικα 1.

Ανάλογες χαρακτηριστικές τιμές για τις ιδιότητες των υλικών δίνονται στους υπόλοιπους ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ (2 έως 9).

## 2.2 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ ΟΔΙΚΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ

### 2.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το μέρος 3 του ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 1 (Μάρτιος 1995) προδιαγράφει τα κινητά φορτία (κατακόρυφα και οριζόντια), τα οποία χρησιμοποιούνται για οδικές, σιδηροδρομικές και γέφυρες πεζών, σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα φορτία του EC1, καθώς και με τα μέρη του ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 2 έως 9, που αναφέρονται σε γέφυρες. Δεν προδιαγράφονται

ειδικά φορτία σχετικά π.χ. με κίνηση στρατιωτικών οχημάτων ή κίνηση τραμ κλπ., καθώς και κανόνες για γέφυρες που εξυπηρετούν συγχρόνως οδικά οχήματα και τρένα. Επίσης, δεν προδιαγράφονται φορτία πρόσκρουσης πλοίων ή αεροπλάνο (π.χ. σε γέφυρες πλωτών ποταμών ή θάλασσας). Πληροφορίες και κανόνες γι' αυτές τις περιπτώσεις περιέχονται είτε στα Εθνικά Κείμενα Εφαρμογής ή σε συμπληρωματικούς κανόνες που εκδίδονται για κάθε ειδικό αντικείμενο. Επιπλέον, στα Εθνικά Κείμενα προσδιορίζονται τιμές των επιμέρους συντελεστών ασφαλείας κλπ., οι οποίες στους Ευρωκώδικες δίνονται με ενδεικτικές τιμές μέσα σε τετραγωνίδια ή αγκύλες. Οι δράσεις επί των γεφυρών διακρίνονται σε μεταβλητές (variable) και τυχηματικές (accidental).

Όταν πρόκειται για κανονικές συνθήκες χρήσης, τα φορτία κυκλοφορίας οχημάτων και πεζών θεωρούνται ως τυχηματικές δράσεις.

Οι διάφορες αντιπροσωπευτικές τιμές των μεταβλητών δράσεων διακρίνονται σε:

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

Γενικά, ισχύουν οι καταστάσεις σχεδιασμού που ορίστηκαν προηγουμένως, τα δε φορτία κυκλοφορίας τα οποία θα λαμβάνονται υπόψη, προσδιορίζονται υπό μορφή ομάδων (groups) φορτίων.

## 2.2.2 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΕ ΟΔΙΚΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ

Τα φορτία που ορίζονται στο κεφάλαιο αυτό εφαρμόζονται για το σχεδιασμό οδικών γεφυρών με επιμέρους ανοίγματα μικρότερα των 200 m, και με πλάτος οδοστρώματος όχι μεγαλύτερο των 42 m.

Η διάρκεια ζωής των γεφυρών λαμβάνεται ίση με 100 χρόνια. Για ανοίγματα μεγαλύτερα των 200 m, τα φορτία αυτά θεωρούνται ότι είναι συντηρητικά.

Προκειμένου να γίνει προσομοίωση των πραγματικών δράσεων, ορίζονται διάφορα πλασματικά μοντέλα φόρτισης για τα οποία προδιαγράφονται τόσο η μορφή όσο και τα αντίστοιχα φορτία τους. Η δυναμική επιρροή των φορτίων έχει συνυπολογιστεί και περιληφθεί στα μοντέλα αυτά, οπότε δεν χρειάζεται να γίνει καμία προσαύξηση, εκτός αν ζητηθεί από την Αρμόδια Αρχή.

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

Η βασική (σχεδόν αποκλειστική) κατηγορία φορτίων που χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό οδογεφυρών στην Ελλάδα είναι η κατηγορία ή κλάση 60/30, που περιλαμβάνει δυο βαριά οχήματα, ένα των 60 t και ένα των 30 t. Έτσι εδώ

περιοριζόμαστε στην κατηγορία αυτή. Ως κατάστρωμα της γέφυρας στο οποίο δρουν τα φορτία κυκλοφορίας λαμβάνεται ολόκληρη η επιφάνεια μεταξύ (της εσωτερικής επιφάνειας) των κρασπέδων ή των στηθαίων των πεζοδρομίων (όποιο είναι πλησιέστερα προς τον άξονα της γέφυρας) και (της εσωτερικής επιφάνειας) των τυχόν διαζωμάτων που ενδεχομένως χωρίζουν τους δυο κλάδους (αν οι δυο κλάδοι φέρονται από την ίδια γέφυρα). Η επιφάνεια του καταστρώματος χωρίζεται στα εξής μέρη:

- Στην κύρια λωρίδα (ΚΛ) πλάτους 3 m.
- Στην δευτερεύουσα λωρίδα (ΔΛ), πλάτους 3m ή όσο το υπόλοιπο του πλάτους του καταστρώματος, αν το συνολικό του πλάτος είναι μικρότερο από 6 m.
- Στο υπόλοιπο της επιφάνειας.

Τα φορτία κυκλοφορίας στην κύρια λωρίδα είναι τα εξής:

1. Όχημα 60 t με πλάτος 3m (όσο της λωρίδας), με 3 άξονες τροχών ανά 1.5 m (απόσταση του 1<sup>ου</sup> άξονα από αρχή οχήματος : 1.5 m , απόσταση τελευταίου άξονα από τέλος του οχήματος : 1.5 m , σύνολο  $4 \times 1.5 \text{ m} = 6 \text{ m}$ )

Ο κάθε άξονας θεωρείται ότι έχει δυο τροχούς, σε απόσταση 2 m μεταξύ τους κατά το πλάτος του οχήματος, με φορτίο 100 kN ανά τροχό. Η επιφάνεια επαφής του τροχού με το κατάστρωμα είναι 0.2 m (κατά το μήκος του οχήματος)  $\times$  0.6 m (κατά το πλάτος). Το όχημα αυτό ονομάζεται κύριο όχημα. Η φόρτιση της γέφυρας από το κύριο όχημα μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από 3 συγκεντρωμένα φορτία των 200 kN το καθένα , σε απόσταση 1.5 m μεταξύ τους.

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

Το κύριο όχημα τοποθετείται σ' εκείνη τη θέση κατά μήκος της γέφυρας για την οποία προκύπτει η δυσμενέστερη δυνατή επιρροή στο εντατικό μέγεθος που μας ενδιαφέρει. Έτσι, αν μας ενδιαφέρει η ροπή κάμψης σε μια διατομή της γέφυρας, τοποθετείτε ο μεσαίος άξονας στη διατομή αυτή. Κατ' εξαίρεση, αν η διατομή που μας ενδιαφέρει είναι έξω από τα μεσαία τρίτα του ανοίγματος L μεταξύ διαδοχικών στηρίξεων – ή γενικότερα μεταξύ διαδοχικών σημείων μηδενισμού της γραμμής επιρροής – είναι δυσμενέστερη η τοποθέτηση του 1<sup>ου</sup> άξονα στη διατομή που μας ενδιαφέρει και των άλλων δυο προς το κέντρο του ανοίγματος.

Όλο το υπόλοιπο της κύριας λωρίδας μπρος και πίσω από το κύριο όχημα, μέχρι το σημείο μηδενισμού της γραμμικής επιρροής, φορτίζεται από το ομοιόμορφο φορτίο  $q_1$ .

Η ένταση που προκύπτει από την φόρτιση της κύριας λωρίδας (ή ισοδύναμα, το φορτίο του κυρίου οχήματος και το ομοιόμορφο φορτίο  $q_1$ ) πολλαπλασιάζονται επί συντελεστή ταλάντωσης  $\varphi = 1.4 - 0.008 L$  (m). Αν η τιμή του L (άνοιγμα ή απόσταση σημείων μηδενισμού γραμμής επιρροής) ξεπερνά τα 50 m, λαμβάνεται  $\varphi=1$ .

Στην δευτερεύουσα λωρίδα θεωρείται ότι υπάρχουν:



- Όχημα βάρους 30 t (δευτερεύον όχημα), όμοιο καθ' όλα με το κύριο όχημα των 60 t εκτός από το βάρος ανά τροχό (50 kN συνολικό βάρος άξονα 100 kN και οχήματος 300 kN) και το πλάτος των τροχών (0.4m κατά το πλάτος της γέφυρας). Το δευτερεύον όχημα θεωρείται ότι βρίσκεται ακριβώς 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  $q_1$  της κύριας λωρίδας).

Αν το άνοιγμα L της γέφυρας – ή γενικότερα η απόσταση μεταξύ διαδοχικών σημείων μηδενισμού της γραμμής επιρροής του εντατικού μεγέθους που μας ενδιαφέρει – ξεπερνά τα 30 m, επιτρέπεται η απλοποίηση του κύριου οχήματος ως ομοιόμορφο φορτίο  $600\text{ kN}$  ( $3\text{m}\times 6\text{m}$ )= $33.3\text{ kN/m}^2$  και του δευτερεύοντος με ομοιόμορφο φορτίο  $16.7\text{ kN/m}^2$ .

Στο υπόλοιπο του καταστρώματος της γέφυρας (όσο πλάτος έχει) καθώς και στα πεζοδρόμια, λαμβάνεται ομοιόμορφο φορτίο  $q_r=3\text{kN/m}^2$ .

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

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

Η δευτερεύουσα λωρίδα τοποθετείται δίπλα της, εκτός αν αυτό δεν είναι δυσμενές, οπότε δεν τοποθετείται καθόλου. Το υπόλοιπο του πλάτους φορτίζεται με το φορτίο  $q_r$ , για όσο πλάτος προκύπτει δυσμένεια για το υπόψη εντατικό μέγεθος.

Τονίζεται ότι λαμβάνεται μόνο μια κύρια λωρίδα και μόνο μια δευτερεύουσα το πολύ σε όλο το πλάτος του καταστρώματος, ανεξάρτητα του αν σ' αυτό περιλαμβάνεται ο ένας κλάδος (κατεύθυνση) κυκλοφορίας ή και η δυο. Έτσι, αν υπάρχει χωριστή γέφυρα για κάθε κλάδο, η κάθε μια από τις δυο γέφυρες θα υπολογιστεί (χωριστά) για δράση της κύριας και της δευτερεύουσας λωρίδας στο πλάτος του καταστρώματος της. Αν οι δυο αυτές παράλληλες γέφυρες στηρίζονται σε κοινά βάθρα (και όχι σε χωριστά βάθρα ανά γέφυρα και κλάδο), τα βάθρα και η θεμελίωση τους θα υπολογισθούν για δράση μιας μόνο κύριας και μιας δευτερεύουσας λωρίδας σε όλο το πλάτος και των δυο χωριστών γεφυρών.

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

## 2.2.4 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΔΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΤΑ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 1

Ο καθορισμός των φορτίων κυκλοφορίας στον Ευρωκώδικα 1 είναι πολύ πιο περίπλοκος απ' ό τι στο DIN 1072. Είναι όμως τεχνικά και επιστημονικά αρτιότερος και ανταποκρίνεται πολύ καλύτερα στα σημερινά δεδομένα των Ευρωπαϊκών

αυτοκινητοδρόμων διεθνούς κυκλοφορίας. Εδώ δίνονται τα βασικά μόνο στοιχεία των φορτίων κυκλοφορίας κατά τον Ευρωκώδικα 1. Δεδομένου μάλιστα ότι έχουν ήδη περιγραφεί τα φορτία κατά το DIN1072, δίνονται μόνο οι σχετικές διαφορές του Ευρωκώδικα 1.

Διακρίνονται τρεις λωρίδες κυκλοφορίας, αντί δυο του DIN 1072.

Αυτές αριθμούνται ως λωρίδα 1, 2 και 3. Γενικώς το πλάτος κάθε λωρίδας είναι 3m. Αν το πλάτος καταστρώματος είναι μεταξύ 3 m και 5.4 m, τοποθετείται μόνο η λωρίδα 1 σε πλάτος 2m, και ότι περισσεύει χαρακτηρίζεται ως «υπόλοιπη επιφάνεια». Αν το πλάτος καταστρώματος είναι μεταξύ 5.4 m και 6m, μοιράζεται σε δυο λωρίδες (στην 1 και στη 2) πλάτους ίσου με το μισό του καταστρώματος.

Για πλάτος μεταξύ 6 m και 9 m τοποθετούνται λωρίδες 1 και 2 πλάτους 3 m, και ότι περισσεύει χαρακτηρίζεται ως «υπόλοιποι επιφάνεια». Τέλος, για πλάτος πάνω από 9 m τοποθετούνται και οι τρεις λωρίδες 1, 2 και 3 και περισσεύει και «υπόλοιπη επιφάνεια». Αν οι δυο κατευθύνσεις κυκλοφορίας βρίσκονται πάνω στην ίδια γέφυρα και χωρίζονται με διαχωριστικό στηθαίο ή νησίδα, τότε κάθε πλευρά του καταστρώματος εκατέρωθεν του διαχωριστικού χωρίζεται σε 7 λωρίδες ανάλογα με το πλάτος της (δηλ. μέχρι 5.4 m, 5.4 έως 6 m, 6 έως 9 m, πάνω από 9m).

Οι λωρίδες 1, 2, 3 τοποθετούνται στα δυο μισά του καταστρώματος, ανάλογα με το αν χωράνε. Έτσι μπορεί οι λωρίδες 1, 2, 3 να μη βρίσκονται στην ίδια πλευρά του διαχωριστικού, αλλά μια από αυτές σε διαφορετική, π.χ. αν σε κάθε κατεύθυνση το κατάστρωμα έχει πλάτος 7.5m, και επομένως χωράει μόνο δύο λωρίδες των 3m, τότε η λωρίδα 3 θα βρίσκεται στην άλλη κατεύθυνση και το κενό των  $7.5 - 2 \times 3 = 1.5$  m που περισσεύει στη μια κατεύθυνση, ή των  $7.5 - 3 = 4.5$  m στην άλλη, θεωρούνται «υπόλοιπη επιφάνεια».

Τα φορτία κυκλοφορίας που δίνει ο Ευρωκώδικας 1 έχουν, υπό τις συνθήκες του 2000, πιθανότητα υπέρβασης 5% σε 50 χρόνια σε γέφυρες ανοίγματος 10 m μέχρι 200 m. Για μεγαλύτερα ανοίγματα τα φορτία του Ευρωκώδικα είναι συντηρητικά. Τα φορτία που δίνονται για αυτοκινητοδρόμους βαριάς βιομηχανικής κυκλοφορίας διεθνών μεταφορών είναι τα εξής :

- Στη λωρίδα 1: όχημα βάρους  $Q_1=600$  kN, ομοιόμορφο φορτίο σε όλο το μήκος (περιλαμβανομένης της επιφάνειας κάτοψης του οχήματος) :  $q_1=9$  kN/m<sup>2</sup>.
- Στη λωρίδα 2: όπως στην 1, αλλά με βάρος οχήματος  $Q_2=400$  kN και ομοιόμορφο φορτίο  $q_2=2.5$  kN/m<sup>2</sup>.
- Στη λωρίδα 3: όπως στην 2, αλλά με βάρος οχήματος  $Q_3=200$  kN.

Στην «υπόλοιπη επιφάνεια» κυκλοφορίας θεωρείται μόνον ομοιόμορφο φορτίο  $q_f=5$  kN/m<sup>2</sup>. Σε αυτοκινητοδρόμους μικρότερης κυκλοφορίας κυρίως επιβατικές η κάθε χώρα επιτρέπεται να μειώνει τα ανώτερα φορτία μέχρι και κατά 20 %. Οι τιμές των ανωτέρω φορτίων περιλαμβάνουν ήδη την επιρροή της ταλάντωσης. Έτσι δεν χρειάζεται επαύξηση με συντελεστή αντίστοιχο του  $\phi$  κατά DIN 1072. Τα φορτία των οχημάτων θεωρείται ότι ασκούνται σ' ένα διπλό άξονα με 2 τροχούς ανά άξονα, με απόσταση 2 m μεταξύ των τροχών κατά το πλάτος του οχήματος (αφήνοντας 0.5 m μέχρι την άκρη του πλάτους του οχήματος). Η επιφάνεια επαφής των τροχών λαμβάνεται τετράγωνη, πλευράς 0.4 m. Το όχημα θεωρείται ότι κινείται κατά μήκος του άξονα της λωρίδας, οπότε το φορτίο του ασκείται στο μέσο του πλάτους της λωρίδας.

Σε γέφυρες ανοίγματος πάνω από 10 m δηλαδή πρακτικά σε όλες το συνολικό φορτίο του οχήματος επιτρέπεται να θεωρείται συγκεντρωμένο σε ένα σημείο, στο κέντρο του οχήματος.

Για τοπικούς ελέγχους στοιχείων μικρού ανοίγματος οι δυο άξονες του διπλού άξονα λαμβάνονται χωριστά, σε απόσταση 1.2 m μεταξύ τους. Για τέτοιου είδους ελέγχους τα οχήματα δυο διαφορετικών λωρίδων μπορεί να πλησιάσουν μεταξύ τους, με τους τροχούς τους να φτάνουν μέχρι απόσταση από κέντρο σε κέντρο 0.5 m (αντί 1 m που είναι κανονικά).

Η θέση των λωρίδων 1, 2 και 3 κατά πλάτος της γέφυρας και των οχημάτων κάθε λωρίδας κατά μήκος της πρέπει να επιλέγεται ώστε να δίνει τα δυσμενέστερα αποτελέσματα για το υπόψη εντατικό μέγεθος. Έτσι, σε αντίθεση με το DIN 1072, η λωρίδα 2 και το όχημα της δεν χρειάζεται να βρίσκονται ακριβώς δίπλα στην 1 και στο αντίστοιχο όχημα. Επιπλέον, αν το δυσμενέστερο για το εντατικό μέγεθος που υπολογίζεται είναι να μη φορτίζεται μια λωρίδα με το ομοιόμορφο φορτίο  $q_i$  σε όλο της το πλάτος, τότε το φορτίο  $q_i$  λαμβάνεται ότι δρα μόνο σε εκείνο το τμήμα του πλάτους της λωρίδας που δίνει δυσμένεια. Το υπόλοιπο μένει αφόρτιστο. Όμως το φορτίο του οχήματος  $Q_i$  λαμβάνει να δρα πάντα στο σύνολο του, στο μέσο του πλάτους της λωρίδας.

Κάθε λωρίδα τοποθετείται μόνο μια φορά στο πλάτος του καταστρώματος κυκλοφορίας. Εννοείται ότι η φόρτιση κατά μήκος μιας λωρίδας εκτείνεται μόνο σε εκείνο το μήκος της γέφυρας για το οποίο προκύπτει δυσμένεια. Π.χ. αν μας ενδιαφέρει η ροπή στρέψης σε κάποια διατομή της γέφυρας σχετικά μακριά από την στήριξη που δεσμεύει (πακτώνει) το φορέα καταστρώματος σε στρέψη, δεδομένου 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 (ώστε να δίνει τη μέγιστη φόρτιση) και η λωρίδα 2 στο απέναντι τμήμα του μήκους και του πλάτους της γέφυρας, ώστε να δίνει, με αντίθεση εκκεντρότητα ως προς τον άξονα, στρεπτική φόρτιση με το ίδιο πρόσημο όπως και η λωρίδα.

Τα οχήματα των λωρίδων 1 και 2 τοποθετούνται πολύ κοντά στη διατομή που μας ενδιαφέρει (ώστε να μεγιστοποιείται 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 και η άλλη λωρίδα (τουλάχιστον το μισό του πλάτους της), τότε μια ακόμη (η λωρίδα 2 ή η 3) τοποθετείται δίπλα στη λωρίδα 1 αλλά προφανώς 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 (η 3 ή η 2) τοποθετείται στο απέναντι τμήμα του μήκους και του πλάτους της γέφυρας. Το ομοιόμορφο φορτίο των λωρίδων,  $q_2=q_3$  ή της υπόλοιπης επιφάνειας,  $q_r$ , ασκείται μόνο μέχρι τον άξονα της γέφυρας ώστε να μεγιστοποιείται η ροπή στρέψης.

Αν οι δυο κατευθύνσεις κυκλοφορίας βρίσκονται πάνω στην ίδια γέφυρα και χωρίζονται με διαχωριστικό στηθαίο ή νησίδα, κάθε πλευρά του καταστρώματος εκατέρωθεν του διαχωριστικού χωρίζεται σε λωρίδες ανάλογα με το πλάτος της και μπορεί π.χ. μόνο δυο λωρίδες να χωράνε στην ίδια πλευρά του διαχωριστικού.

Τότε, αν το δυσμενέστερο για το υπόψη εντατικό μέγεθος είναι να τοποθετούνται οι λωρίδες συνολικά όσο γίνεται πιο έκκεντρα από τον άξονα της γέφυρας, μπορεί δυσμενέστερο να είναι να τοποθετηθούν οι λωρίδες 1 και 2 στη μια κατεύθυνση σε μέγιστη 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 κολλητά στο διαχωριστικό και ως «υπόλοιπη επιφάνεια» να φορτίζεται όσο πλάτος της δίνει δυσμένεια.

Με τα ανωτέρω φορτία κυκλοφορίας στο κατάστρωμα συνδυάζεται φόρτιση των πεζοδρομίων (και της τυχόν ενδιάμεσης νησίδας, αν αυτή διαθέτει επαρκές πλάτος για να φιλοξενήσει πεζούς) με φορτίο  $2.5 \text{ kN/m}^2$ . Εναλλακτικά, και αν αυτό είναι δυσμενέστερο, μπορεί να φορτίζονται μόνον τα πεζοδρόμια και η τυχόν νησίδα με φορτίο συνωστισμού  $5 \text{ kN/m}^2$  (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, δηλ.  $1.35G + 1.35Q$  αντί του  $1.35G + 1.5Q$  που λαμβάνεται γενικώς στα κτίρια. Οι Ευρωπαϊκές χώρες έχουν όμως το δικαίωμα να πάρουν μειωμένους (και πιο ρεαλιστικούς) συνδυασμούς μόνιμων και κινητών φορτίων, καθότι είναι απίθανη η ταυτόχρονη μεγάλη υπέρβαση τόσο της ονομαστικής τιμής των μόνιμων φορτίων όσον και αυτής των κινητών.

Η μείωση που συνιστάται στον Ευρωκώδικα EN1990 (Βάσεις του σχεδιασμού) είναι η εξής: Στο συνδυασμό  $1.35G + 1.35Q$  (ή  $1.35G + 1.5Q$  για τα κτίρια), όταν λαμβάνεται η πλήρης τιμή των μόνιμων 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 δηλ.  $1.35 \times 0.85G = 1.15G$ .

Τα μειωμένα φορτία κυκλοφορίας (δηλ. 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 βεβαίως με τα μόνιμα φορτία ως άνω ( $1.35G$  ή  $1.15G$ , ανάλογα με το αν υιοθετείται η σχετική ελάφρυνση ή όχι).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΔΥΟ ΚΛΑΔΩΝ ΚΑΙ ΔΥΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΕΚΑΣΤΟΣ, ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 130Μ Ο ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ ΚΑΙ 124Μ Ο ΔΕΞΙΟΣ ΚΛΑΔΟΣ, ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ.**

Η παρούσα Μελέτη και Τεχνική Έκθεση αναφέρεται στην Οριστική της γέφυρας Β269 του ποταμού Λαδοπόταμου, η οποία θα ονομάζεται εφεξής ως ΤΕΧΝΙΚΟ και αφορά το έργο «Αυτοκινητόδρομος Ελευσίνα-Κόρινθος-Πάτρα-Πύργος-Τσακώνα» (ΕΚΡΡΤ Project). Η στατική μελέτη εκπονήθηκε στα πλαίσια του από 22/04/09 ιδιωτικού συμφωνητικού μεταξύ της ΑΚΤΩΡ ΑΤΕ, ο Ανάδοχος και Τ. Τσικνιάς και Συνεργάτες ΑΕΜΤΕ (Τ. Tsiknias & Associates S.A.), ο Μελετητής. Η παρούσα μελέτη και τεχνική έκθεση εκπονήθηκε από την εταιρεία Τ. Τσικνιάς και Συνεργάτες ΑΕΜΤΕ (Τ. Tsiknias & Associates S.A.).

### 3.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

#### 3.1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Η παρούσα στατική μελέτη και τεχνική έκθεση εκπονήθηκε από την εταιρεία Τ. Τσικνιάς και Συνεργάτες ΑΕΜΤΕ (Τ. Tsiknias & Associates S.A.).

Η παρούσα στατική μελέτη βασίζεται σε κρίσιμα δεδομένα που παρέχονται από τον Ανάδοχο του έργου. Τέτοια δεδομένα περιλαμβάνουν τα εξής:

- Τοπογραφική Αποτύπωση της περιοχής καθώς και γεωμετρική περιγραφή των γειτονικών υφιστάμενων κατασκευών που ενδέχεται να επηρεάζουν το σχεδιασμό και τις εργασίες κατασκευής του ΤΕΧΝΙΚΟΥ.
- Δεδομένα από τη μελέτη οδοποιίας (οριζοντιογραφία, μηκοτομή, διάγραμμα επικλίσεων κτλ.), όλων των οδών που εμπλέκονται στο σχεδιασμό και στις εργασίες κατασκευής του ΤΕΧΝΙΚΟΥ, καθώς επίσης και διαστάσεις και λεπτομέρειες των τυπικών διατομών του καταστρώματος (συμπεριλαμβανομένων πεζοδρομίων, στηθαίων ασφαλείας κτλ.).
- Δεδομένα υδραυλικής μελέτης (συμπεριλαμβανομένων του απαιτούμενου υδραυλικού ανοίγματος και κατ' επέκταση του ανοίγματος και του μήκους της γέφυρας, της οριζοντιογραφικής και μηκοτομικής χάραξης των προβλεπόμενων τεχνικών έργων διευθέτησης ή εκτροπής ρέματος ή ποταμού που επηρεάζουν το σχεδιασμό και τις εργασίες κατασκευής του ΤΕΧΝΙΚΟΥ, τις χαρακτηριστικές διατομές των έργων αυτών, του είδους και της γεωμετρίας των μέτρων προστασίας από διάβρωση του εδάφους, της ανώτατης στάθμης ύδατος, του βάθους υποσκαφής, των γεωμετρικών χαρακτηριστικών οποιωνδήποτε αγωγών διέρχονται κάτω από το ΤΕΧΝΙΚΟ, της αποχέτευσης καταστρώματος όλων των οδών που εμπλέκονται στο σχεδιασμό και στις εργασίες κατασκευής του ΤΕΧΝΙΚΟΥ κτλ.).

- Δεδομένα από τη γεωτεχνική μελέτη (συμπεριλαμβανομένων των φερουσών ικανοτήτων και καθιζήσεων των συγκεκριμένων στοιχείων θεμελίωσης (βαθιών ή ρηχών) του ΤΕΧΝΙΚΟΥ, των επιτρεπόμενων κλίσεων πρανών για προσωρινές και μόνιμες εκσκαφές, των τιμών των στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν στη μελέτη για την προσομοίωση της εδαφικής ευκαμψίας, της κατάταξης του εδάφους για σεισμική κατηγοριοποίηση κτλ.).
- Φάσεις Κατασκευής και σχετικά προσωρινά έργα.

Ο στατικός μελετητής δεν φέρει καμιά ευθύνη για την ακρίβεια των ανωτέρω στοιχείων και για τις επιδράσεις που μπορεί να έχει η έλλειψη της εν λόγω ακρίβειας στην ευστάθεια, στην αντοχή, στη λειτουργικότητα, στην ανθεκτικότητα και στην κατασκευασιμότητα του συνόλου του ΤΕΧΝΙΚΟΥ και των επί μέρους τμημάτων αυτού.

### 3.1.2 ΑΝΑΦΟΡΕΣ

#### **Συμβατικά κείμενα**

- Κανονισμός Μελετών Ερευνών (ΚΜΕ)
- Τεχνική Συγγραφή Υποχρεώσεων (ΤΣΥ)
- Ειδική Συγγραφή Υποχρεώσεων (ΕΣΥ)

#### **Κανονιστικά κείμενα**

DIN 1055	: Παραδοχές φορτίσεων για κατασκευές
DIN 1072	: Παραδοχές Φορτίσεων Γεφυρών
DIN 1045	: Άοπλο και Οπλισμένο Σκυρόδεμα – Υπολογισμός
DIN 1075	: Γέφυρες από Σκυρόδεμα – Υπολογισμός
DIN 4227	: Προεντεταμένο Σκυρόδεμα
DIN 1054	: Έδαφος – Θεμελιώσεις
DIN 4014	: Φρεατοπάσσαλοι – Υπολογισμός και Εκτέλεση
DIN 4141	: Εφέδρανα Γεφυρών
EAK 2000	: Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός
Εγκύκλιος Ε23/07/ΥΠΕΧΩΔΕ	: Οδηγίες για την Αντισεισμική Μελέτη Γεφυρών– Προσαρμογή στον ΕΑΚ
Οδηγίες για τη Μελέτη Γεφυρών με Σεισμική Μόνωση (Ιούνιος 2007)	

#### **Υποστηρικτικά τεχνικά κείμενα**

Οδηγίες Μελέτης Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ) / Τεύχος Τεχνικών Έργων

### 3.1.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΓΟΥ

Η γέφυρα Β269 εξασφαλίζει τη διέλευση του ενιαίου κλάδου αυτοκινητοδρόμου υπεράνω του ποταμού Λαδοπόταμου καθώς και των τοπικών οδών του παρακείμενου κόμβου Καλαβρύτων. Αποτελείται από δύο κλάδους διαφορετικού πλάτους. Ο αριστερός κλάδος που εξυπηρετεί την κυκλοφορία από Πάτρα προς Κόρινθο εκτείνεται από την Χ.Θ. 071+050.00

μέχρι την Χ.Θ. 071+180.00 (θέσεις αξόνων ακραίων εδράσεων). Ο έτερος κλάδος εκτείνεται από την Χ.Θ. 071+056.00 έως την Χ.Θ. 071+180.00.

Οριζοντιογραφικά ο άξονας της γέφυρας βρίσκεται σε ευθυγραμμία., ενώ σε μηκοτομή, ο άξονας της γέφυρας βρίσκεται σε κατωφέρεια με καθοδική κλίση πολυγωνικής 3.616%.

Η διατομή της γέφυρας Β269 του αυτοκινητόδρομου έχει συνολικό πλάτος 30.23m από τα οποία τα 25.65m (12.20m ο δεξιός κλάδος και 13.45m ο αριστερός) καταλαμβάνονται από τα οδοστρώματα των δύο κλάδων, τα 2\*1.25m από τα πεζοδρόμια στις εξωτερικές οριογραμμές (πάνω στα οποία τοποθετούνται στηθαία STE-1), τα 2\*0.53m από τα εσωτερικά στηθαία ασφαλείας SG-9 και το 1.02m από την καθαρή απόσταση μεταξύ των δύο κλάδων.

### **Λειτουργικά στοιχεία και απαιτήσεις**

#### **Οδόστρωμα**

Προβλέπονται ασφαλικές στρώσεις οδοστρώματος ελάχιστου συνολικού πάχους 0.10m.

#### **Στεγάνωση καταστρώματος**

Προβλέπεται στεγάνωση του καταστρώματος με στεγανωτική μεμβράνη σύμφωνα με την ΤΣΥ § 8.2.6.

#### **Πλευρικές διαμορφώσεις**

Κατά μήκος αμφοτέρων των εξωτερικών (μόνο) άκρων του οδοστρώματος προβλέπεται διαμόρφωση κρασπέδου πεζοδρομίου πλάτους 1.25m με ύψος ρείθρου 0.15m (πάνω από την επιφάνεια κύλισης) και επίκλιση 4% (καθοδική προς το εσωτερικό του καταστρώματος).

#### **Στηθαία ασφαλείας**

Επί των πεζοδρομίων στα άκρα της διατομής του καταστρώματος προβλέπεται τοποθέτηση στηθαίου τύπου ΣΤΕ-1 σύμφωνα με τον ΚΜΕ §1.15.2.2.1.(1).d. Το ΣΤΕ-1 κατασκευάζεται σύμφωνα με την ΤΣΥ §10.2 και η συναρμογή του με το εύκαμπτο στηθαίο της οδού διαμορφώνεται σύμφωνα με το σχέδιο ΠΤ-Σ8 των ΠΚΕ. Στις εσωτερικές πλευρές του καταστρώματος των δύο κλάδων, τοποθετούνται στηθαία ασφαλείας τύπου SG9.

#### **Οδοφωτισμός**

Έχει γίνει πρόβλεψη στη μελέτη για τοποθέτηση ιστών φωτισμού ύψους 12m επί του φορέα της γέφυρας.

## **Αγωγοί**

Όλες οι απαιτήσεις και τα λειτουργικά στοιχεία θα είναι σύμφωνα με τα οριζόμενα στο DRW KPX CON XXXX AKT P 82103 D-.

### 3.1.4 ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

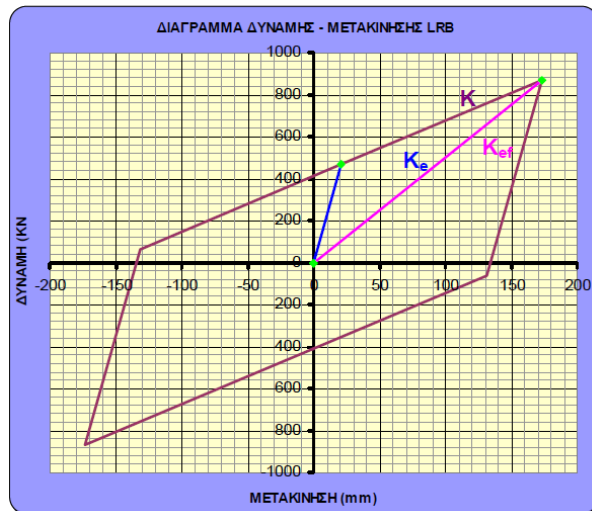
#### **Φορέας ανωδομής**

Για καθέναν από τους δύο κλάδους της γέφυρας η ανωδομή αποτελείται από δύο αμφιέριστες δοκούς κιβωτιοειδούς διατομής. Ο αριστερός κλάδος της γέφυρας έχει διατομή πλάτους 14.75m και θεωρητικό άνοιγμα κάθε δοκού (από έδραση σε έδραση) 63.5m, ενώ η απόσταση από τον άξονα στήριξης στο ακρόβαθρο μέχρι τον άξονα του μεσοβάθρου είναι 65m. Ο δεξιός κλάδος έχει κατά 1.25m μικρότερο πλάτος και το αντίστοιχο θεωρητικό άνοιγμα κάθε δοκού είναι 60.5m. Ο γεωμετρικός σχεδιασμός των κιβωτίων κάθε κλάδου έγινε ούτως ώστε η μια διατομή να προκύπτει από την άλλη με αφαίρεση των δύο ακραίων οριζόντιων, μήκους 0.625m έκαστο, τμημάτων. Οι διατομές έχουν σταθερό ύψος κατά μήκος της γέφυρας. Παρά τις στηρίξεις, όμως, μεταβάλλονται τα πάχη των κορμών και των πλακών μέχρι να καταλήξουν στο διάφραγμα επί της στήριξης.

Εξαιτίας της υψηλής σεισμικής δράσης ( $\alpha=0,24*1,5=0.36g$ ) καθώς και του έντονου ανάγλυφου της περιοχής και της διαμόρφωσης του κόμβου, η γέφυρα εφοδιάζεται με σύστημα σεισμικής μόνωσης.

Έτσι, η έδραση του φορέα ανωδομής επί των βάθρων γίνεται μέσω ελαστομεταλλικών εφεδράνων με πυρήνα μολύβδου (Lead Rubber Bearings). Η διαρροή του πυρήνα μολύβδου προσφέρει στα εφέδρανα αυτά υστερητική συμπεριφορά η οποία αποδίδεται από το διάγραμμα δύναμης – μετακίνησης του Σχήματος 1. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η αύξηση της ενεργού απόσβεσης του συνολικού συστήματος ως ποσοστό της ιξώδους απόσβεσης, η οποία αντιστοιχεί στην ενέργεια που αποσβένεται τόσο από το σύστημα σεισμικής μόνωσης κατά την διάρκεια ανακυκλιζόμενης φόρτισης στην μετακίνηση σχεδιασμού, όσο και από τον υπόλοιπο φορέα. Έτσι επιτυγχάνεται η μείωση της επιτάχυνσης σχεδιασμού και συνεπώς τα εντατικά μεγέθη που καταπονούν τη γέφυρα .





Στις θέσεις των ακρόβαθρων και του μεσόβαθρου προβλέπονται αρμοί. Οι αρμοί πρέπει να παρέχουν πλήρη ελευθερία ταυτόχρονης μετακίνησης και στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις (απαίτηση για ταυτόχρονη δυνατότητα μετακίνησης  $\delta x = \pm 260\text{mm}$ ,  $\delta y = \pm 65\text{mm}$  and  $\delta x = \pm 115\text{mm}$ ,  $\delta y = \pm 215\text{mm}$ ).

Σύμφωνα με τις τεχνικές εκθέσεις RPT-KP1-CON-B269-GAZ-G-01269-B (Ειδική Μελέτη Σχεδιασμού της Γέφυρας του Λαδοπόταμου και της Θεμελίωσής της έναντι Τεκτονικής Παραμόρφωσης) και RPT-KPX-CON-BXXX-GAZ-G-01000-A (Γενική Μεθοδολογία Σχεδιασμού Γεφυρών έναντι τεκτονικής παραμόρφωσης), θα πρέπει η γέφυρα να εξασφαλιστεί έναντι πτώσεως από το βάθρα σε περίπτωση που συντελεστούν τεκτονικές παραμορφώσεις μεγαλύτερες από αυτές που προβλέπονται στο εν λόγω κείμενο. Αυτό επηρέασε το γεωμετρικό σχεδιασμό του προσκεφαλαίου του μεσοβάθρου και των ακρόβαθρων, καθώς η απαίτηση αυτή ικανοποιήθηκε με χρήση διατμητικού κλειδιού. Το διατμητικό κλειδί και κατ' επέκταση και τα προσκεφάλαια θα πρέπει να διαστασιολογηθούν ούτως ώστε η διατμητική αντοχή του κλειδιού να είναι ίση με τη ροπή αντοχής του βάθρου διαιρεμένη με το ύψος αυτού και με ένα συντελεστή της τάξης του 1,35, ήτοι  $V_{ult} = M_{ult} / (1.35 H)$ .

Τα πεζοδρόμια, τα στηθαία ασφαλείας και η οδοστρωσία θα κατασκευαστούν μετά την ολοκλήρωση της ανωδομής, κατά την κατασκευή της οποίας θα έχουν προβλεφθεί οι κατάλληλες αναμονές.

### **Βάθρα**

Το κάθε ένα από τα ακρόβαθρα της γέφυρας έχει ορθογωνική κάτοψη και αποτελείται από τη δοκό έδρασης, το θωράκιο και τον πτερυγιότοιχο. Τα ακρόβαθρα των κλάδων χωρίζονται με αρμό 2cm στον άξονα της γέφυρας. Στις θέσεις όπου από τη Μελέτη Οδοποιίας προβλέπονται τοίχοι αντιστήριξης στα άκρα της οδού, δεν δημιουργείται πτερυγιότοιχος, ώστε να μπορεί να γίνει συναρμογή με τον τοίχο αντιστήριξης. Ο σχεδιασμός και η μελέτη τόσο των τοίχων αντιστήριξης, όσο και των προσωρινών (ή και μόνιμων αντιστηρίξεων ανάμεσα στα δύο ακρόβαθρα A0) αντιστηρίξεων δεν είναι αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

Το μεσόβαθρο αποτελείται από μια ορθογωνική κιβωτιοειδή διατομή εξωτερικών διαστάσεων 4x7m. Έχει καθαρό ύψος 20.5m περίπου κάτω από το προσκεφάλαιο. Εν

συνεχία διαμορφώνεται η κεφαλή του βάθρου ύψους 2.5m. Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν στην §3.3.1, η κεφαλή τόσο του μεσοβάθρου, όσο και των ακρόβαθρων διαμορφώνονται με τρόπο που να εξασφαλίζεται η τοποθέτηση του διατμητικού κλειδιού και ο απαιτούμενος αρμός.

### **Θεμελίωση**

Καθένα από τα ακρόβαθρα θεμελιώνεται σε δυο σειρές των πέντε πασσάλων Ø120 με αξονική απόσταση 3.40m εγκαρσίως και 4.50m διαμήκως. Οι αντίστοιχες διαστάσεις για το ακρόβαθρο του δεξιού κλάδου είναι 3.1m και 4.5m. Το μήκος των πασσάλων των ακρόβαθρων εκτιμήθηκε στα 28.0m.

Το μεσόβαθρο θεμελιώνεται σε ένα κάρναβο 4x5 πασσάλων Ø120 μέσω κεφαλόδεσμου πάχους 2.5m. Το μήκος των πασσάλων εκτιμήθηκε στα 20.0m. Όλοι οι πάσσαλοι έχουν ελάχιστη αξονική απόσταση μεταξύ τους 3D=3.60m.

### **Υλικά**

Σκυρόδεμα φορέα ανωδομής	B45 C(35/45)
Σκυρόδεμα μεσοβάθρου, κεφαλόδεσμου	B35 C(30/37)
Σκυρόδεμα προσκεφαλαίου μεσοβάθρου	B45 C(35/45)
Σκυρόδεμα 'διατμητικού κλειδιού'	B55 C(45/55)
Σκυρόδεμα Πασσάλων	B25 C(20/25)
Σκυρόδεμα Ακρόβαθρων και τοίχων	B35 C(30/37)
Σκυρόδεμα Κορμού Ακρόβαθρων	B45 C(35/45)
Σκυρόδεμα κεφαλόδεσμων ακρόβαθρων	B35 C(30/37)
Σκυρόδεμα πλακών πρόσβασης	B25 C(20/25)
Χάλυβας προέντασης	BSt 1670 / 1860
Χάλυβας οπλισμού	B500C (S500s)

### **Φάσεις Κατασκευής**

Η γέφυρα B269 θα αντικαταστήσει την υφιστάμενη στο σημείο αυτό. Συνεπώς, για να διατηρηθεί η κυκλοφορία, πρέπει η νέα γέφυρα να κατασκευασθεί σε φάσεις. Κατά την πρώτη φάση, κατεδαφίζεται ο ένας κλάδος της υφιστάμενης γέφυρας και κατασκευάζεται στη θέση του ο αντίστοιχος της νέας.

Σε δεύτερη φάση και αφού γίνει παράκαμψη της κυκλοφορίας από τον ολοκληρωμένο κλάδο της νέας γέφυρας, γίνεται κατεδάφιση του δεύτερου υφιστάμενου κλάδου και κατασκευάζεται ο νέος.

Κάθε κλάδος της νέας γέφυρας θα κατασκευαστεί σύμφωνα με την παρακάτω μέθοδο:

- Θα γίνουν οι απαραίτητες εκσκαφές και θα κατασκευαστεί ο κεφαλόδεσμος και τα ακρόβαθρα.

Οποιαδήποτε προσωρινή ή μόνιμη αντιστήριξη απαιτείται δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

- Κατασκευάζεται το μεσόβαθρο και η κεφαλή μεσοβάθρου.
- Κατασκευάζεται ο υπόλοιπος φορέας ανωδομής με χρήση συμβατικού ξυλοτύπου.
- Κατασκευάζεται η επιδομή που περιλαμβάνει πεζοδρόμια, στηθαία ασφαλείας, οδοστρωσία κλπ.

Η προένταση επιβάλλεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του DIN4227.

## 3.2 ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

### Φορτίσεις

Όλες οι φορτίσεις καθορίζονται σύμφωνα με το DIN 1072 πλην εκείνων που περιέχουν σεισμική δράση και οι οποίες καθορίζονται σύμφωνα με τον ΕΑΚ 2000, την Εγκύκλιο Ε23/2007 (Οδηγίες για την Αντισεισμική Μελέτη Γεφυρών) και τις Οδηγίες για τη Μελέτη Γεφυρών με Σεισμική Μόνωση (Ιούνιος 2007).

### Κύρια φορτία

#### **Μόνιμα - DIN 1072 §3.1, ΟΜΟΕ §2.3**

- |                             |   |                |                       |
|-----------------------------|---|----------------|-----------------------|
| • Στηθαίο (STE - 1)         | : | $\gamma_{στ}$  | = 0.7KN/m             |
| • Κιγκλίδωμα                | : | $\gamma_{κ}$   | = 0.5KN/m             |
| • Στηθαίο (SG - 9)          | : | $\gamma_{στ}$  | = 25KN/m <sup>3</sup> |
| • Ειδικό βάρος επιχώσεων    | : | $\gamma_{επ}$  | = 20KN/m <sup>3</sup> |
| • Ίδιο βάρος σκυροδέματος   | : | $\gamma_{σκ}$  | = 25KN/m <sup>3</sup> |
| • Ασφαλτικά (ΟΜΟΕ §2.3.1.1) | : | $\gamma_{ασ}$  | = 24KN/m <sup>3</sup> |
| • Πάχος Οδοστρωσίας:        | : |                | 10 cm                 |
| • Πεζοδρόμιο                | : | $\gamma_{πεζ}$ | = 25KN/m <sup>3</sup> |

#### **Ωθήσεις Εδάφους - DIN 1072 §3, ΟΜΟΕ §2.3**

Για το έδαφος θεωρούνται τα χαρακτηριστικά:

- $\Phi = 30^\circ$
- $C = 0 \text{ kPa}$
- $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

Οι ωθήσεις ηρεμίας στους τοίχους των ακρόβαθρων λαμβάνονται ως ουδέτερες για τις στατικές φορτίσεις. Για τις σεισμικές φορτίσεις λαμβάνεται το άθροισμα των ουδετέρων ωθήσεων και της σεισμικής μεταβολής ωθήσεων στα δύο ακρόβαθρα σύμφωνα με τη Μέθοδο Monopobe- Okabe όπως προβλέπεται από το άρθρο 3.2.1(3) της Ε39/99 (παραπέμπει στην παράγραφο 5.3α του ΕΑΚ).

### Ερπυσμός και συστολή ξήρανσης – DIN 4227 §8

Ο ερπυσμός και η συστολή ξήρανσης υπολογίζονται με τις ακόλουθες παραδοχές:

Μέση σχετική υγρασία: 70%

Μέση θερμοκρασία: 20°C

Τσιμέντο κανονικής πήξεως.

Από τον Πίνακα 8 του DIN 4227 προκύπτουν με βάση τις πιο πάνω παραδοχές βασικές τιμές του συντελεστή διαρροής και της συρρίκνωσης 2.00 και  $-32 \cdot 10^{-5}$  αντίστοιχα.

### Κινητά - DIN 1072 §3.3

- Κλάση γέφυρας: SLW 60/30
- Συντελεστής ταλάντωσης:  $\phi = 1.4 - 0.008l_\phi \geq 1.0$   
 Όπου  $l_\phi = 65.0m \rightarrow \phi = 1.0$   
 Όπου  $l_\phi = 62.0m \rightarrow \phi = 1.0$
- Κατανεμημένο φορτίο Κύριας Λωρίδας:  $p_1 = 5 \cdot \phi \text{ kN/m}^2$
- Κατανεμημένο φορτίο στο υπόλοιπο κατάστρωμα:  $p_2 = 3 \text{ kN/m}^2$
- Όχημα SLW60: (Συνολικό Φορτίο)  $P_1 = 600 \cdot \phi \text{ kN}$
- Όχημα SLW30: (Συνολικό Φορτίο)  $P_2 = 300 \text{ kN}$

### Πρόσθετα φορτία

#### Θερμοκρασιακές μεταβολές - DIN 1072 § 4.1

Ελήφθησαν υπόψη θερμοκρασιακές μεταβολές για τον έλεγχο των εφεδράνων του φορέα ως ακολούθως :

ομοιόμορφη αύξηση θερμοκρασίας:	$\Delta T = +20^{\circ}\text{K}$
ομοιόμορφη μείωση θερμοκρασίας:	$\Delta T = -30^{\circ}\text{K}$
Για τον έλεγχο των αρμών ελήφθησαν επίσης υπόψη κατά DIN 1072 § 6.1:	
υποθετική μέγιστη τιμή θερμοκρασίας:	$+50^{\circ}\text{C}$
υποθετική ελάχιστη τιμή θερμοκρασίας:	$-40^{\circ}\text{C}$

#### Φορτία πέδησης και επιτάχυνσης – DIN 1072 § 4.4

Το φορτίο πέδησης λαμβάνεται ως  $\max[0.25 \cdot (600 + (L-6) \cdot 3 \cdot 5), 0.33 \cdot 900] < 900$  KN. Ως L λαμβάνεται το συνολικό μήκος της γέφυρας (130.00m και 124.00m αντίστοιχα για τον αριστερό και δεξιό κλάδο) και το φορτίο πέδησης προκύπτει 615KN και 592.5kN αντίστοιχα για τους δύο κλάδους. Το φορτίο πέδησης λαμβάνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις.

#### Φορτία ανέμου – DIN 1072 § 4.2

Λαμβάνονται φορτία ανέμου σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Ύψος από το έδαφος ή από την μέση στάθμη ύδατος	Φορτίσεις χωρίς κινητά (KN/m <sup>2</sup> )	Φορτίσεις με κινητά (KN/m <sup>2</sup> )
Από 0 έως 20 m	1.75	0.90
Από 20 έως 50 m	2.10	1.10
Από 50 έως 100 m	2.50	1.25

Η περίπτωση για ύψη από 20 έως 50m λαμβάνεται για τη γέφυρα B269.

#### Ειδικά Φορτία

##### Σεισμική Φόρτιση

Επιλέγεται φασματική ανάλυση για τις τρεις διευθύνσεις του σεισμού.

##### Φάσμα Σχεδιασμού

Σύμφωνα με την παραγρ. 4.1 των Οδηγιών για Μελέτη Γεφυρών με Σεισμική Μόνωση (Ιούνιος 2007), η σεισμική δράση σχεδιασμού καθορίζεται από τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ 2000).

Σύμφωνα με το Παράρτημα Α.1 αυτού, με τις τροποποιήσεις που προβλέπονται στην εν λόγω παράγραφο. Ως εκ τούτου, η σεισμική δράση σχεδιασμού καθορίζεται από το φάσμα σχεδιασμού  $\Phi_d$  της οριζόντιας συνιστώσας της επιτάχυνσης :

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

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

$$T_2 < T < T_D \quad \Phi_d(T) = A \cdot \gamma_I \cdot \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} \left( \frac{T_2}{T} \right)$$

$$T > T_D \quad \Phi_d(T) = A \cdot \gamma_I \cdot \eta \cdot \beta_0 \cdot \frac{T_C \cdot T_D}{T^2}$$

$\Phi_d(T)$  είναι η οριζόντια φασματική επιτάχυνση

$T$  είναι η περίοδος (sec)

$T_1, T_2$  είναι οι χαρακτηριστικές περιόδους του φάσματος με τιμές 0.15s και 0.60s για έδαφος κατηγορίας Β

$T_D$  είναι ίσο με 2.5s

$A$  είναι η σεισμική επιτάχυνση εδάφους στην περιοχή του έργου ίση με 0.24g (κατηγορία σεισμικής επικινδυνότητας II, σύμφωνα με τους πίνακες 2.1 και 2.2 του ΕΑΚ)

$\gamma_I$  είναι ο συντελεστής σπουδαιότητας της γέφυρας ίσος με 1.50

$q$  είναι ο δείκτης σεισμικής συμπεριφοράς, ο οποίος λόγω της σεισμικής μόνωσης λαμβάνεται ίσος με 1.

$\eta$  είναι μειωτικός συντελεστής του φάσματος που εξαρτάται από το ποσοστό της

ιξώδους απόσβεσης και λαμβάνεται ίσος με  $\eta = \sqrt{\frac{7}{2+\zeta}} \geq 0.7$

Στις παραπάνω σχέσεις που παρέχουν την επιτάχυνση σε συνάρτηση με την περίοδο, η τιμή του συντελεστή  $\eta$  αντικαθίσταται από το  $\eta_{\text{eff}}$  για όσες ιδιομορφές έχουν περίοδο μεγαλύτερη από το

$0.8T_{\text{eff}}$ . Σύμφωνα με τη παράγραφο 5.4 των οδηγιών για μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση οι τιμές του συντελεστή  $\eta_{\text{eff}}$  για ποσοστά ιξώδους απόσβεσης  $\xi_{\text{eff}}$  δίδονται από

την σχέση:  $\eta_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{0.10}{0.05 + \xi_{\text{eff}}}} \geq 0.40$

$\beta_0$  είναι ο συντελεστής φασματικής ενίσχυσης, ίσος με 2.5 και

$\theta$  είναι ο συντελεστής θεμελίωσης, ίσος με 1.0

Το φάσμα σχεδιασμού της κατακόρυφης συνιστώσας της επιτάχυνσης του σεισμού σχεδιασμού προκύπτει από το οριζόντιο λαμβάνοντας  $A_v=0.9A$ ,  $T_1=0.05s$  και  $T_2=T_C=0.15s$  και  $\beta_0=3.0$  για όλες τις κατηγορίες εδάφους.

### Κινητά φορτία (συνδυασμός με σεισμό) - Ε23/2007 §2.6.2

Λαμβάνεται το 20% ενός ομοιομορφισμένου κινητού φορτίου που λαμβάνει υπόψη του ένα συγκεντρωμένο φορτίο 600kN (SLW 60), ένα συγκεντρωμένο φορτίο 300kN (SLW 30), στην κύρια λωρίδα καταναμημένο φορτίο ίσο με 5 kN/m<sup>2</sup> ενώ στο υπόλοιπο κατάστρωμα συμπεριλαμβανομένων και των πεζοδρομίων ένα καταναμημένο φορτίο ίσο με 3 kN/m<sup>2</sup>.

## Στοιχεία Εφεδράνων

Όπως αναφέρεται και στην §3.3.1, η γέφυρα είναι σεισμικά μονωμένη. Τα χρησιμοποιούμενα εφέδρανα είναι κυκλικά ελαστομεταλλικά εφέδρανα με πυρήνα μολύβδου (LRB). Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των εφεδράνων είναι:

- Διάμετρος εφεδράνου: 1100mm
- Διάμετρος πυρήνα μολύβδου: 200mm
- Συνολικό Πάχος Ελαστομερούς: 264mm (24 στρώσεις των 11mm)
- Μέτρο Διάτμησης Μολύβδου G: 130MPa
- Τάση Διαρροής Μολύβδου: Υπολογιστική Τιμή 10MPa
- Μέτρο Διάτμησης Ελαστομερούς: 0,7MPa, as per EN 1337-3
- Μεταελαστική Δυσκαμψία (ΑΤΠΣ): 2655.81 kN/m
- Μετακίνηση Διαρροής: 20.91mm
- Δύναμη Διαρροής: 466.32kN

	$\lambda_{max,fi}$		$\lambda_{u,fi}$	
	$F_o$	$K_p$	$F_o$	$K_p$
Γήρανση	1.0	-	0	0
Θερμοκρασία	1.3	1.1	1.27	1.09
Ρύπανση	1.0	1.0	0	0
Συνολική Διαδρομή	-	-	0	0

Οπότε  $ΑΤΠΣ_G = 0.70 \cdot 1.09 = 0.763 \text{ MPa}$   
 $ΑΤΠΣ_{F_o} = 130 \cdot 1.27 = 165.10 \text{ MPa}$

Η κατακόρυφη δυσκαμψία του εφεδράνου (δυστένεια) δίνεται από την κάτωθι σχέση:

$$K_z = \frac{A}{T} \cdot \frac{5E_b \cdot G \cdot s^2}{E_b + 5 \cdot G \cdot s^2}$$

Για τις ΤΠΣ είναι  $K_z = 3760924.04 \text{ kN/m}$

Κατά τη σεισμική διέγερση θεωρούμε ότι το εφέδρανο έχει διαρρεύσει, οπότε ως υπολογιστική οριζόντια δυσκαμψία λαμβάνεται η ενεργός δυσκαμψία αυτού, ίση με 5033.33 kN/m για τον αριστερό κλάδο και 5187.50 kN/m για τον δεξιό κλάδο. Οι τιμές για την ενεργό απόσβεση για τον αριστερό και δεξιό κλάδο είναι 0.26 και 0.27 αντίστοιχα.

### **Φορτίσεις σε άκαμπτα μεταλλικά στηθαία τύπου Σ.Τ.Ε.-1 (Κ.Μ.Ε. §15.2.2.10.2)**

Λαμβάνεται σημειακή εγκάρσια δύναμη 300 kN και ροπή 200 kNm στην βάση κάθε ορθοστάτη του στηθαίου ασφαλείας. Τα δύο παραπάνω φορτία θεωρούνται σε οριακή κατάσταση αστοχίας, προσαυζάνονται κατά 40% και αθροίζονται στα κύρια και πρόσθετα φορτία των τεχνικών έργων.

### **Τεκτονικές Φορτίσεις**

Οι φορτίσεις λόγω τεκτονικών παραμορφώσεων περιγράφονται στην τεχνική έκθεση RPT-KP1-CON-B269-GAZ-G-01269-B (Ειδική Μελέτη Σχεδιασμού της

Γέφυρας του Λαδοπόταμου και της Θεμελίωσής της έναντι Τεκτονικής Παραμόρφωσης). Στο εν λόγω κείμενο αναφέρονται επίσης οι συνδυασμοί φορτίσεων που θα έπρεπε να εξεταστούν, καθώς και οι επί μέρους συντελεστές ασφάλειας των υλικών για τη διαστασιολόγηση των στοιχείων στους συνδυασμούς που περιλαμβάνουν τεκτονική φόρτιση. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα μέγιστα εντατικά μεγέθη για τους πασσάλους που αναφέρονται στην παραπάνω έκθεση λήφθηκαν υπόψη μόνο στη διαστασιολόγηση των πασσάλων και όχι και στον έλεγχο της φέρουσας ικανότητας αυτών.

### **Συνδυασμοί φορτίσεων**

Χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι συμβολισμοί:

#### **Κύρια Φορτία :**

Sg	=	Μόνιμα Φορτία σε φάση λειτουργίας
Sgφ	=	Μόνιμα Φορτία σε φάση κατασκευής
Ssk	=	Ερπυσμός και Συστολή Ξηράνσεως
Sv	=	Προένταση
SΠΚ	=	Πιθανές Καθιζήσεις
SΔΑ	=	Ανασήκωμα για την αντικατάσταση εφεδράνων
SAφ	=	Ανεμος σε φάση κατασκευής
SL	=	Κινητά σε φάση λειτουργίας
SLφ	=	Κινητά σε φάση κατασκευής

#### **Πρόσθετα Φορτία :**

SΔΤ	=	Θερμοκρασιακές μεταβολές σε φάση λειτουργίας
SΔΤφ	=	Θερμοκρασιακές μεταβολές σε φάση κατασκευής
SA	=	Ανεμος σε λειτουργίας
Sπε	=	Φορτία Πέδησης
SΔΚ	=	Δυνατές Καθιζήσης
SLΠ	=	Κινητά φορτία πεζοδρομίων

#### **Ειδικά Φορτία :**



- SE = Σεισμός σε φάση λειτουργίας  
 SLE = Κινητά φορτία για σεισμικούς συνδιασμούς  
 ST = Φορτίσεις από Τεκτονικές Παραμορφώσεις

### Τελικό Στάδιο (μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής)

#### **Έλεγχος τάσεων προεντεταμένου σκυροδέματος φορέως ανωδομής**

$S_g + S_v + S_{sk}$	(φόρτιση H)
$S_g + S_v + S_{sk} + S_{\Pi K}$	(φόρτιση H)
$S_g + S_v + S_{sk} + S_L$	(φόρτιση H)
$S_g + S_v + S_{sk} + S_L + S_{\Pi K}$	(φόρτιση H)
$S_g + S_v + S_{sk} + 0.5S_L + S_{\Delta A}$	(φόρτιση H)
$S_g + S_v + S_{sk} + S_L + S_{\Pi K} + S_{\Delta T}$	(φόρτιση HZ)
$S_g + S_v + S_{sk} + S_L + S_{\Pi K} + S_{L\Pi}$	(φόρτιση HZ)
$S_g + S_v + S_{sk} + S_L + S_{\Pi K} + S_{L\Pi} + S_{\Delta T}$	(φόρτιση HZ)

#### **Έλεγχος θραύσης προεντεταμένου σκυροδέματος φορέως ανωδομής**

$1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk}$	(φόρτιση H)
$1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_{\Pi K}$	(φόρτιση H)
$1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_L$	(φόρτιση H)
$1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_L + 1.75xS_{\Pi K}$	(φόρτιση H)
$\{1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_L\}x0.90 + 1.00xS_{\Pi K} + 1.00xS_{\Delta T}$	(φόρτιση HZ)
$\{1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_L + 1.75xS_{L\Pi} + 1.75xS_{\Delta A}\}x0.90 + 1.00xS_{\Pi K} + 1.00xS_{\Delta T}$	(φόρτιση HZ)
$\{1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_L + 1.75xS_{\Pi K}\}x0.90 + 1.00xS_{\Pi K} + 1.00xS_{\Delta T}$	(φόρτιση HZ)
$\{1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_L + 1.75xS_{\Delta K}\}x0.90$	(φόρτιση HZ)
$1.00xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk}$	
$1.00xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 0.20xS_{LE} + SE$	

#### **Έλεγχος ρηγματώσεως προεντεταμένου σκυροδέματος φορέως ανωδομής**

$$1.00xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.00xS_L + 1.00xS_{\Pi K} + 1.00xS_{\Delta T}$$

#### **Έλεγχος αντοχής βάθρων – θεμελίωσης**

$1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk}$	(φόρτιση H)
$1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_{\Pi K}$	(φόρτιση H)
$1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS$	(φόρτιση H)
$1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_L + 1.75xS_{\Pi K}$	(φόρτιση H)

$\{1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_L\} \times 0.90 + 1.00xS_{\Gamma K} + 1.00xS_{\Delta T}$  (φόρτιση HZ)

$\{1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_L + 1.75xS_{L\Pi} + 1.75xS_{\Pi\epsilon}\} \times 0.90 + 1.00xS_{\Delta T}$   
(φόρτιση HZ)

$\{1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_L + 1.75xS_{L\Pi} + 1.75xS_{\Delta A}\} \times 0.90 + 1.00xS_{\Gamma K} + 1.00xS_{\Delta T}$   
(φόρτιση HZ)

$\{1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_L + 1.75xS_A\} \times 0.90 + 1.00xS_{\Gamma K} + 1.00xS_{\Delta T}$   
(φόρτιση HZ)

$\{1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_L + 1.75xS_{\Pi\epsilon} + 1.75xS_{\Gamma K}\} \times 0.90$   
(φόρτιση HZ)

$1.75xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 1.75xS_L + 1.75xS_{\Delta K}\} \times 0.90$   
(φόρτιση HZ)

$1.00xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk}$

$1.00xS_g + 1.00xS_v + 1.00xS_{sk} + 0.20xS_{LE} + SE$

### **Έλεγχος για Φορτία από Τεκτονικές Παραμορφώσεις**

$S_g + S_v + S_{sk} + 0.20S_L + S_T$  (με συντελεστές ασφάλειας μπετόν και χάλυβα 1.30 και 1.00 αντίστοιχα).

### 3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ με χρήση H/Y

#### **Πρόγραμμα (Computer code)**

Για τη στατική και τη φασματική δυναμική ανάλυση και διαστασιολόγηση της γέφυρας χρησιμοποιείται το στατικό λογισμικό πρόγραμμα SOFISTIK της Sofistik GmbH Software.

#### **Στατική Ανάλυση**

Γενικά, η ανάλυση για στατικά φορτία τόσο στις φάσεις κατασκευής όσο και στην φάση λειτουργίας γίνεται για όλες τις φορτίσεις που προδιαγράφονται από το DIN 1072 και δίνονται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 4.1 της παρούσας.

#### **Φασματική Δυναμική Ανάλυση**

Οι μάζες και οι λοιπές αδρανειακές σταθερές του συστήματος υπολογίζονται από το σύνολο των μόνιμων φορτίων της γέφυρας και το 20% των φορτίων κυκλοφορίας. Το τμήμα του φορτίου κυκλοφορίας λαμβάνεται ομοιόμορφα κατανεμημένο σε ολόκληρο το μήκος του φορέα.

Η επαλληλία των ιδιομορφικών μετακινήσεων και εντατικών μεγεθών γίνεται με τη μέθοδο της *πλήρους τετραγωνικής επαλληλίας (CQC)* σύμφωνα με τις σχέσεις 2.6 και 2.7 των ΟΑΜΓ. Στην ανάλυση ελήφθησαν υπόψη 50 ιδιομορφές έτσι ώστε το άθροισμα των δρωσών ιδιομορφικών μαζών να είναι τουλάχιστον ίσο με το 90% της συνολικής ταλαντούμενης μάζας της γέφυρας (Παραγρ. 2.5.2(4) των ΟΑΜΓ).

## Διαστασιολόγηση – Έλεγχοι

Οι έλεγχοι συντελεστών ασφάλειας και επιτρεπόμενων τάσεων για συνδυασμούς δράσεων οι οποίοι δεν περιλαμβάνουν σεισμική δράση γίνονται με βάση τον κανονισμό DIN 4227.

Για συνδυασμούς φορτίσεων οι οποίοι περιλαμβάνουν σεισμική δράση οι έλεγχοι γίνονται σύμφωνα με την Εγκύκλιο E23/2007 (Οδηγίες για την αντισεισμική μελέτη γεφυρών)/ ΥΠΕΧΩΔΕ, τις Οδηγίες για τη Μελέτη Γεφυρών με Σεισμική Μόνωση (Ιούνιος 2007) και σε θέματα που δεν καλύπτονται από τις οδηγίες, με τον EC8-Part 2.

## ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- DIN : 1072 : Παραδοχές Φορτίσεων Γεφυρών
- ΕΑΚ 2000 : Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός
- Εγκύκλιος E23/07/ΥΠΕΧΩΔΕ : Οδηγίες για την Αντισεισμική Μελέτη Γεφυρών – Προσαρμογή στον ΕΑΚ
- Κ.Μ.Ε. : Κανονισμός Μελετών Ερευνών (2003)
- Ο.Μ.Ο.Ε. : Τεύχος Τεχνικών Έργων
- DIN : 1045 : Άοπλο και Οπλισμένο Σκυρόδεμα – Υπολογισμός
- DIN : 1075 : Γέφυρες από Σκυρόδεμα – Υπολογισμός
- DIN : 4227 : Προεντεταμένο σκυρόδεμα
- DIN : 1055 : Παραδοχές φορτίσεων για κατασκευές
- DIN: 4141 : Εφέδρανα Γεφυρών
- DIN: 4014 : Φρεατοπάσσαλοι. Υπολογισμός και Εκτέλεση
- DIN: 1054 : Έδαφος- Θεμελιώσεις
- ΤΣΥ : Τεχνική Συγγραφή Υποχρεώσεων
- ΕΣΥ : Ειδική Συγγραφή Υποχρεώσεων
- ΚΤΣ-97 : Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος

## Παραδοχές μελέτης

### Α. ΥΛΙΚΑ

#### 1. ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ

Φορέας ανωδομής	: B45 C(35/45)
Μεσόβαθρο	: B35 C(30/37)*
Κεφαλόδεσμος	: B35 C(30/37)
Προσκεφάλαιο Μεσοβάθρου	: B45 C(35/45)
‘Διατμητικό Κλειδί’	: B55 C(45/55)
Πάσσαλοι	: B25 C(20/25)
Ακρόβαθρα και Τοίχοι	: B35 C(30/37)
Κεφαλόδεσμος Ακροβάθρου	: B35 C(30/37)
Κορμός Ακροβάθρου	: B45 C(35/45)
Πλάκες Πρόσβασης	: B25 C(20/25)
Καθαριότητας	: B10 C(8/10)
Κατηγορία Έκθεσης Σκυροδέματος Φορέα Ανωδομής	: XS1
Κατηγορία Έκθεσης Σκυροδέματος Θεμελιώσεων	: XC2

\* Σκυρόδεμα ανθεκτικό σε επιφανειακή φθορά σύμφωνα με τον Κ.Τ.Σ.-97 12.2

## 2. ΧΑΛΥΒΑΣ

Χάλυβας Οπλισμού	: B500C(Bst500)
Χάλυβας Προέντασης	: Bst 1670/1860

### B. ΦΟΡΤΙΑ

Κατά DIN 1072	: κλάση γέφυρας SLW 60/30
Ίδιο βάρος Σκυροδέματος	: 25KN/m <sup>3</sup>
Ίδιο βάρος Επίχωσης	: 20KN/m <sup>3</sup>
Ίδιο βάρος Ασφαλτικών	: 24KN/m <sup>3</sup>
Διαφορά Θερμοκρασίας	: +70C/-3.50C
Μεταβολή Θερμοκρασίας	: -300C/+200C
Μεταβολή Θερμοκρασίας για τον αρμό	: +500C/-400C

### Γ. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ (Σύμφωνα με τον ΕΑΚ 2000/2003)

Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας	: II ( $\alpha_0=0.24$ )
Κατηγορία Εδάφους	: B (T1=0.15sec, T2=0.6sec)
Συντελεστής θεμελίωσης	: $\theta=1$
Συντελεστής σπουδαιότητας	: $\gamma=1.50$
Συντελεστής συμπεριφοράς	: $q=1.00$

### Δ. ΕΔΑΦΟΣ

Σύμφωνα με την γεωτεχνική μελέτη

### Ε. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

DIN : 1072	: Παραδοχές Φορτίσεων Γεφυρών
ΕΑΚ 2000	: Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός
Κ.Μ.Ε.	: Κανονισμός Μελετών Ερευνών (2003)
Ο.Μ.Ο.Ε.	: Τεύχος Τεχνικών Έργων
DIN : 1045	: Άοπλο και Οπλισμένο Σκυρόδεμα – Υπολογισμός
DIN : 1075	: Γέφυρες από Σκυρόδεμα – Υπολογισμός
DIN : 4227	: Προεντεταμένο σκυρόδεμα
DIN : 1055	: Παραδοχές φορτίσεων για κατασκευές
DIN: 4141	: Εφέδρανα Γεφυρών
DIN: 4014	: Φρεατοπάσσαλοι. Υπολογισμός και Εκτέλεση
DIN: 1054	: Έδαφος- Θεμελιώσεις
ΤΣΥ	: Τεχνική Συγγραφή Υποχρεώσεων
ΕΣΥ	: Ειδική Συγγραφή Υποχρεώσεων
ΚΤΣ-97	: Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος
Εγκύκλιος Ε23/07/ΥΠΕΧΩΔΕ	: Οδηγίες για την Αντισεισμική Μελέτη Γεφυρών –

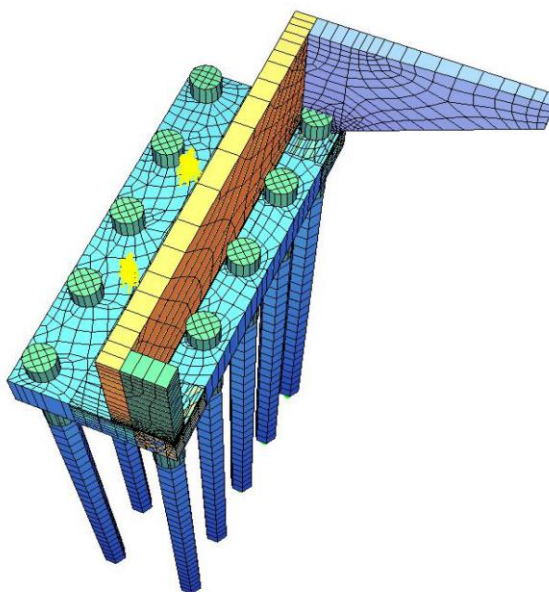
Προσαρμογή στον ΕΑΚ

Οδηγίες για τη Μελέτη Γεφυρών με Σεισμική Μόνωση (Ιούνιος 2007)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ**

Η παρούσα μελέτη και ανάλυση με χρήση Η/Υ εκπονήθηκε από την εταιρεία Τ. Τσικνιάς και Συνεργάτες ΑΕΜΤΕ (Τ. Tsiknias & Associates S.A.) και αφορά τη Γέφυρα δύο κλάδων και δύο ανοιγμάτων έκαστος, συνολικού μήκους 130m ο αριστερός και 124m ο δεξιός κλάδος, από προεντεταμένο και οπλισμένο σκυρόδεμα με ελαστομεταλλικά εφέδρανα, υπεράνω του ποταμού Λαδοπόταμου Νομού Αχαΐας. Στο παρόν κεφάλαιο παρατίθενται αποσπάσματα της ανάλυσης με το πρόγραμμα Η/Υ SOFISTIK της Sofistik GmbH Software (Sofistik Hellas S.A.).

### 4.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΚΡΟΒΑΘΡΩΝ Α0, Α2

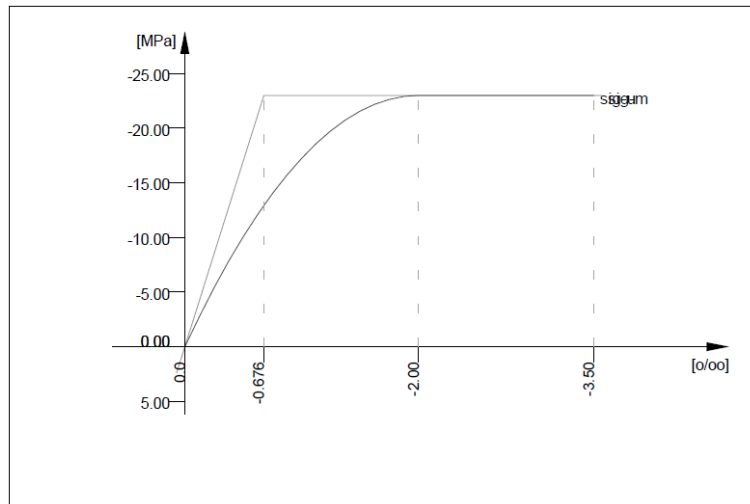


Εικόνα 4.1 Προσομοίωμα ακρόβαθρων.

Default design code is DIN 1045 (1988) (Germany)

**No. 1 B 35 (DIN 1045)**

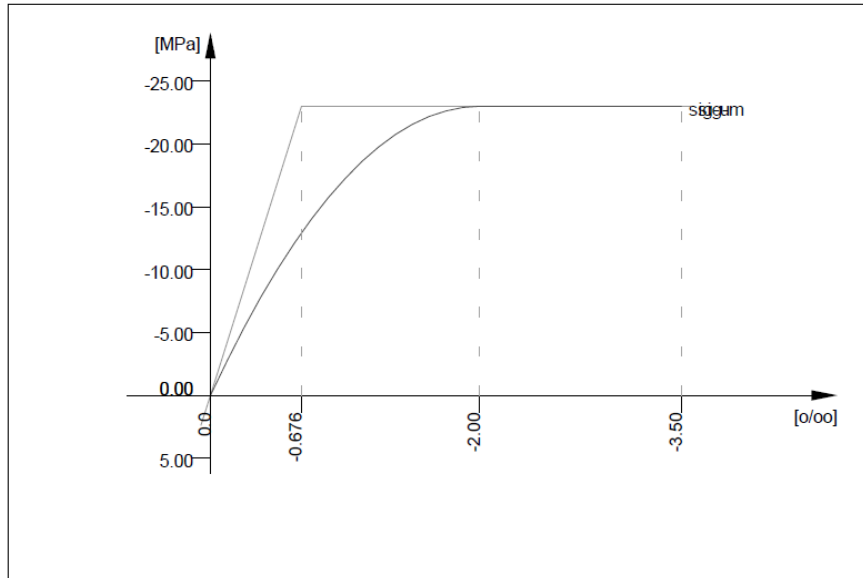
Youngs-modulus	E	34000 [MPa]	Safetyfactor		1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc	23.00 [MPa]
Shear-modulus	G	14167 [MPa]	Nomin. strength	fcn	35.00 [MPa]
Compression modulus		18889 [MPa]	Tens. strength	fctm	3.21 [MPa]
Weight		25.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk	2.67 [MPa]
Weight buoyancy		25.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk	3.85 [MPa]
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd	2.20 [MPa]
			Fatigue strength		0.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	34000
defined stress range			-0.676	-23.00	34000
			-3.500	-23.00	0
			Safetyfactor		1.00
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	23000
stress range			-2.000	-23.00	0
			-3.500	-23.00	0
			Safetyfactor		1.00



**No. 2 B 35 (DIN 1045)**

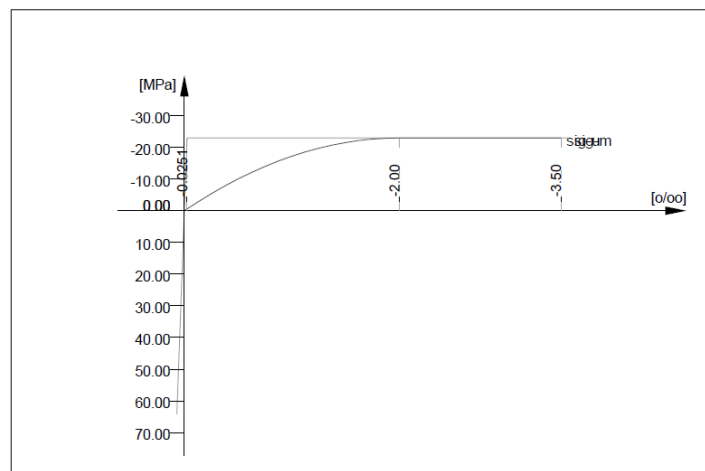
Youngs-modulus	E	34000 [MPa]	Safetyfactor		1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc	23.00 [MPa]
Shear-modulus	G	14167 [MPa]	Nomin. strength	fcn	35.00 [MPa]
Compression modulus		18889 [MPa]	Tens. strength	fctm	3.21 [MPa]
Weight		25.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk	2.67 [MPa]
Weight buoyancy		25.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk	3.85 [MPa]
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd	2.20 [MPa]
			Fatigue strength		0.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	34000
defined stress range			-0.676	-23.00	34000
			-3.500	-23.00	0
			Safetyfactor		1.00
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	23000
stress range			-2.000	-23.00	0
			-3.500	-23.00	0
			Safetyfactor		1.00

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ  
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΑΣΣΑΛΩΝ  
MATERIALS AND PILE SECTION



No. 3 B 35 (DIN 1045)

Youngs-modulus	E	918000 [MPa]	Safetyfactor	1.00 [-]	
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc 23.00 [MPa]	
Shear-modulus	G	382500 [MPa]	Nomin. strength	fcn 35.00 [MPa]	
Compression modulus		510000 [MPa]	Tens. strength	fctm 3.21 [MPa]	
Weight		25.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk 2.67 [MPa]	
Weight buoyancy		25.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk 3.85 [MPa]	
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd 2.20 [MPa]	
			Fatigue strength	0.00 [MPa]	
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	918000
defined stress range			-0.025	-23.00	918000
			-3.500	-23.00	0
			Safetyfactor 1.00		
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	23000
stress range			-2.000	-23.00	0
			-3.500	-23.00	0
			Safetyfactor 1.00		



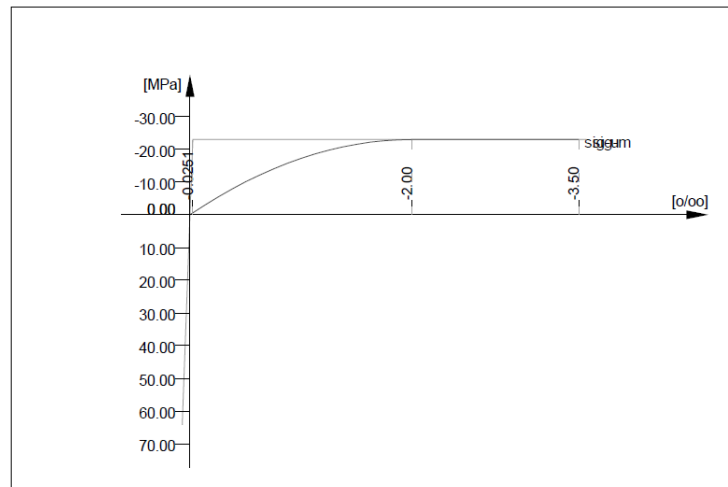
**No. 4 B 35 (DIN 1045)**

Youngs-modulus	E	918000 [MPa]	Safetyfactor	1.00 [-]	
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc 23.00 [MPa]	
Shear-modulus	G	382500 [MPa]	Nomin. strength	fcn 35.00 [MPa]	
Compression modulus		510000 [MPa]	Tens. strength	fctm 3.21 [MPa]	
Weight		0.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk 2.67 [MPa]	
Weight buoyancy		0.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk 3.85 [MPa]	
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd 2.20 [MPa]	
			Fatigue strength	0.00 [MPa]	
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	918000
defined stress range			-0.025	-23.00	918000
			-3.500	-23.00	0
			Safetyfactor	1.00	
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	23000
stress range			-2.000	-23.00	0

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ  
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΑΣΣΑΛΩΝ  
MATERIALS AND PILE SECTION

**No. 4 B 35 (DIN 1045)**

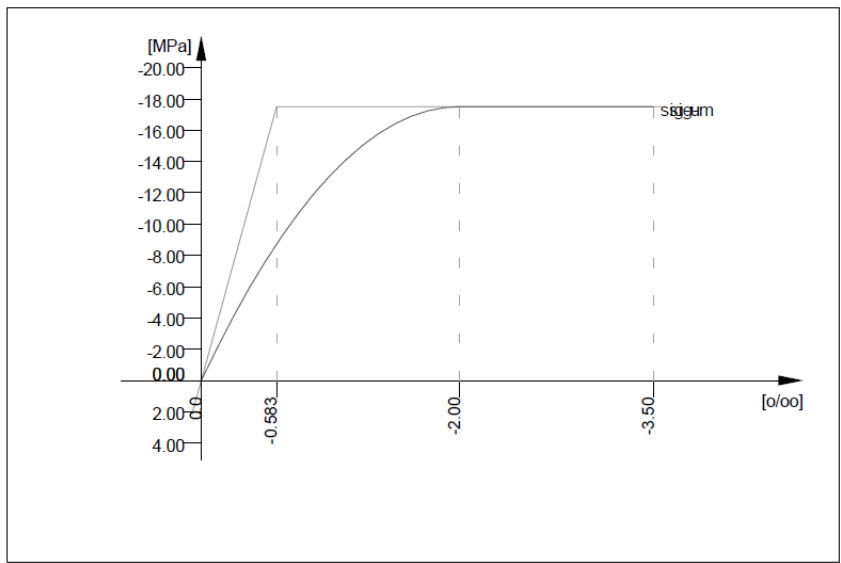
-3.500      -23.00      0  
Safetyfactor      1.00





**No. 5 B 25 (DIN 1045)**

Youngs-modulus	E	30000 [MPa]	Safetyfactor		1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc	17.50 [MPa]
Shear-modulus	G	12500 [MPa]	Nomin. strength	fcn	25.00 [MPa]
Compression modulus		16667 [MPa]	Tens. strength	fctm	2.56 [MPa]
Weight		0.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk	2.14 [MPa]
Weight buoyancy		0.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk	3.08 [MPa]
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd	1.80 [MPa]
			Fatigue strength		0.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t [MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	30000
defined stress range			-0.583	-17.50	30000
			-3.500	-17.50	0
			Safetyfactor		1.00
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t [MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	17500
stress range			-2.000	-17.50	0
			-3.500	-17.50	0
			Safetyfactor		1.00



**No. 10 Bst 500 (DIN 1045)**

Youngs-modulus	E	210000 [MPa]	Safetyfactor		1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.30 [-]	Yield stress	fy	500.00 [MPa]
Shear-modulus	G	80769 [MPa]	Compr.yield val.	fyc	500.00 [MPa]
Compression modulus		175000 [MPa]	Tens. strength	ft	550.00 [MPa]
Weight		78.5 [kN/m3]	Compr. strength	fc	550.00 [MPa]
Weight buoyancy		78.5 [kN/m3]	Ultim. plast. strain		0.00 [o/oo]
Temp.elongat.coeff.		1.20E-05 [1/°K]	relative bond coeff.		1.00 [-]
max. thickness		32.00 [mm]	EC2 bondcoeff. K1		0.80 [-]
			Hardening modulus		0.00 [MPa]
			Proportional limit		500.00 [MPa]
			Dynamic stress range		240.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t [MPa]

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ  
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΑΞΕΛΩΝ  
MATERIALS AND PILE SECTION

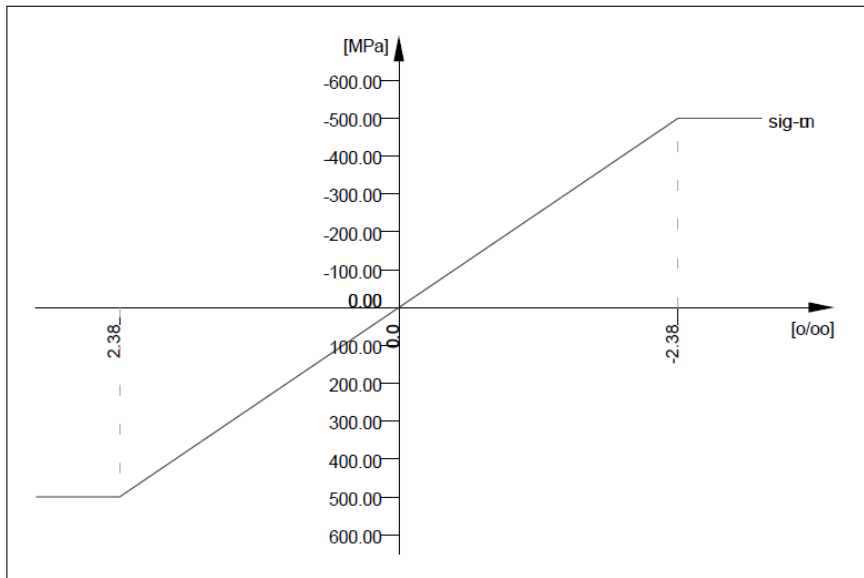
**No. 10 BSt 500 (DIN 1045)**

Is also extended beyond the defined stress range

1000.000	500.00	0
2.381	500.00	0
0.000	0.00	210000
-2.381	-500.00	210000
-1000.000	-500.00	0
Safetyfactor		1.00

Stress-Strain for ultimate load  
Is also extended beyond the defined stress range

eps [o/oo]	sig-u [MPa]	E-t [MPa]
1000.000	500.00	0
2.381	500.00	0
0.000	0.00	210000
-2.381	-500.00	210000
-1000.000	-500.00	0
Safetyfactor		1.00



Cross-sections static properties

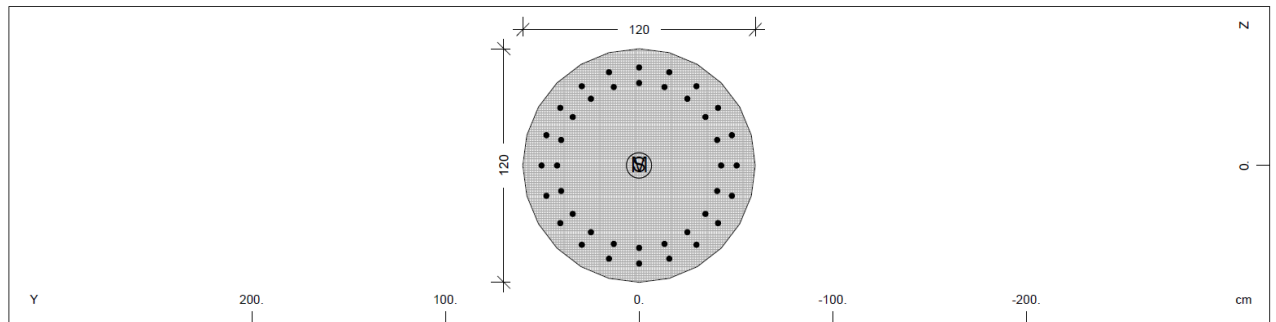
No.	Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
	NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
1	=	FREATOPASSALOS						
	5	1.1310E+00		1.018E-01	0.000	0.000	30000	0.00
	10	2.036E-02		1.018E-01	0.000	0.000	12500	
10	=	DYSKAMTA FREATOPASSALOY						
	5	1.0179E+01		8.245E+00	0.000	0.000	30000	0.00
	10	1.649E+00		8.245E+00	0.000	0.000	12500	

Summary of all beam elements

Cross sections

No.	TotLength	Max.Length	TotWeight	Surface	Title
	[m]	[m]	[t]	[m2]	
1	280.000	1.049	0.000	1055.575	FREATOPASSALOS
Sum	280.000		0.000	1055.575	

Cross section No. 1 - FREATOPASSALOS



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
5	1.1310E+00		1.018E-01	0.00	0.00	30000	0.00
10	2.036E-02		1.018E-01	0.00	0.00	12500	

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ  
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΑΣΣΑΛΩΝ  
MATERIALS AND PILE SECTION

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymin	zmin	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-60.00	-60.00		6.555E-01	10	2.557E+00	1.172E+00
	60.00	60.00		1.131E+00			1.172E+00

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
5	1.1310E+00		1.018E-01	0.00	30000	0.00
	2.036E-02		1.018E-01	0.00	12500	

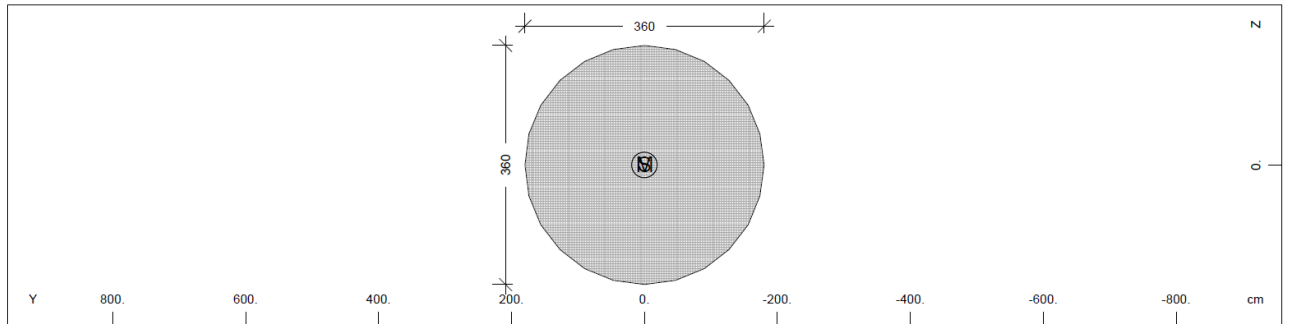
Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[cm]	[cm]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	3.770		60.00		0.0	0.000			

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[cm]	[cm]	[cm]	[kN]	[kNm]
M1	5	10	168.81	168.81	168.81	0.00	0.00			
M2	5	10	168.81	168.81	168.81	0.00	0.00			
Z3	5	10	2.66	0.00		0.00	0.00			

Cross section No. 10 - DYSKAMTA FREATOPASSALOY



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
5	1.0179E+01		8.245E+00	0.00	0.00	30000	0.00
10	1.649E+00		8.245E+00	0.00	0.00	12500	

Additional static properties of cross section

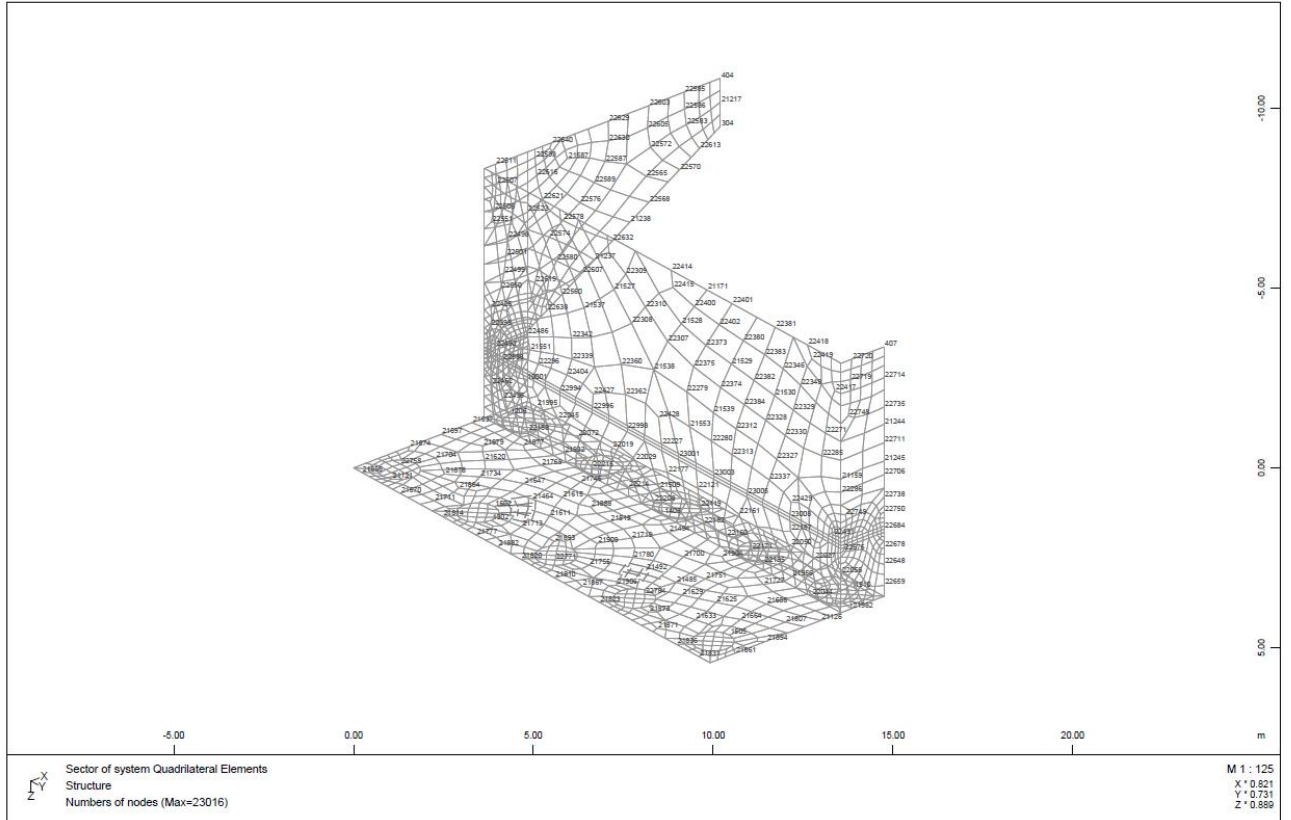
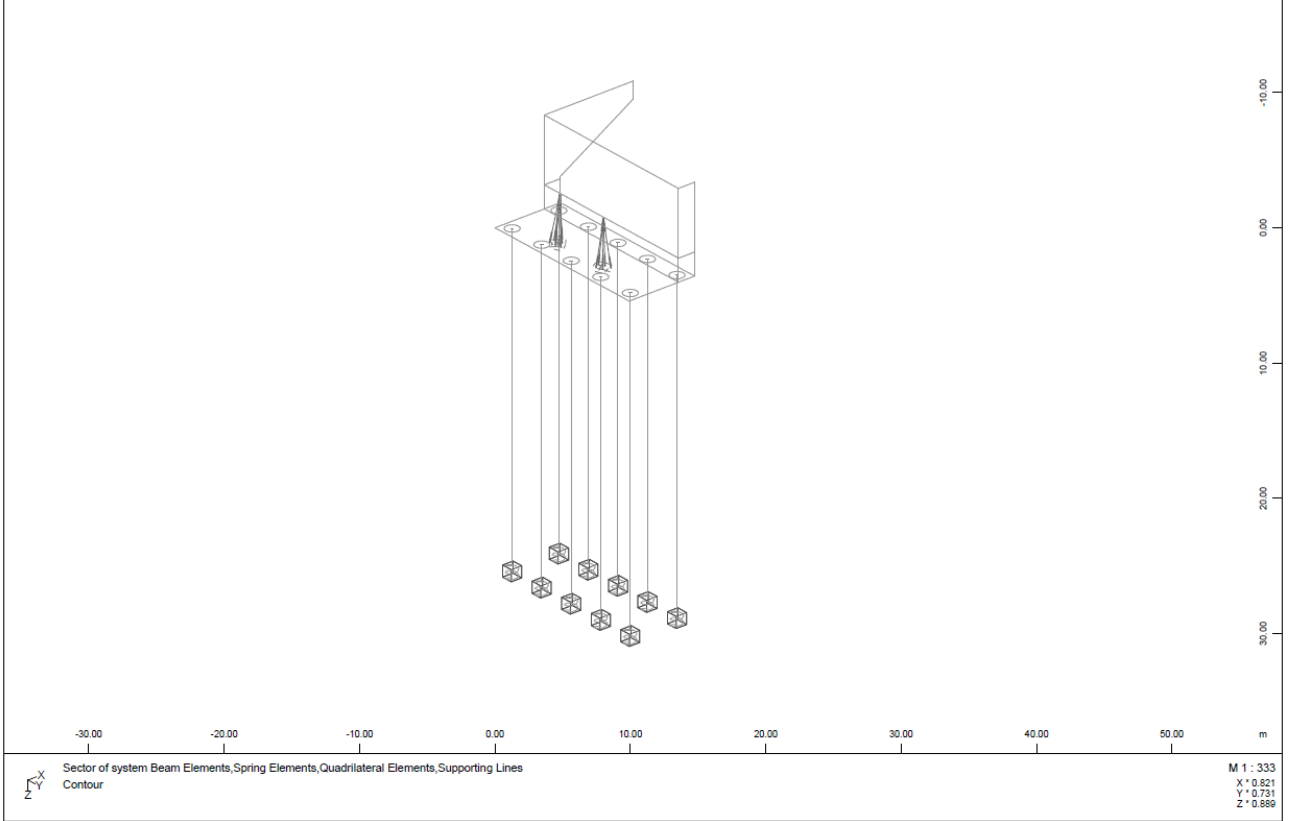
Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymin	zmin	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-180.00	-180.00		5.899E+00	10	9.469E-02	1.302E-01
	180.00	180.00		1.018E+01			1.302E-01

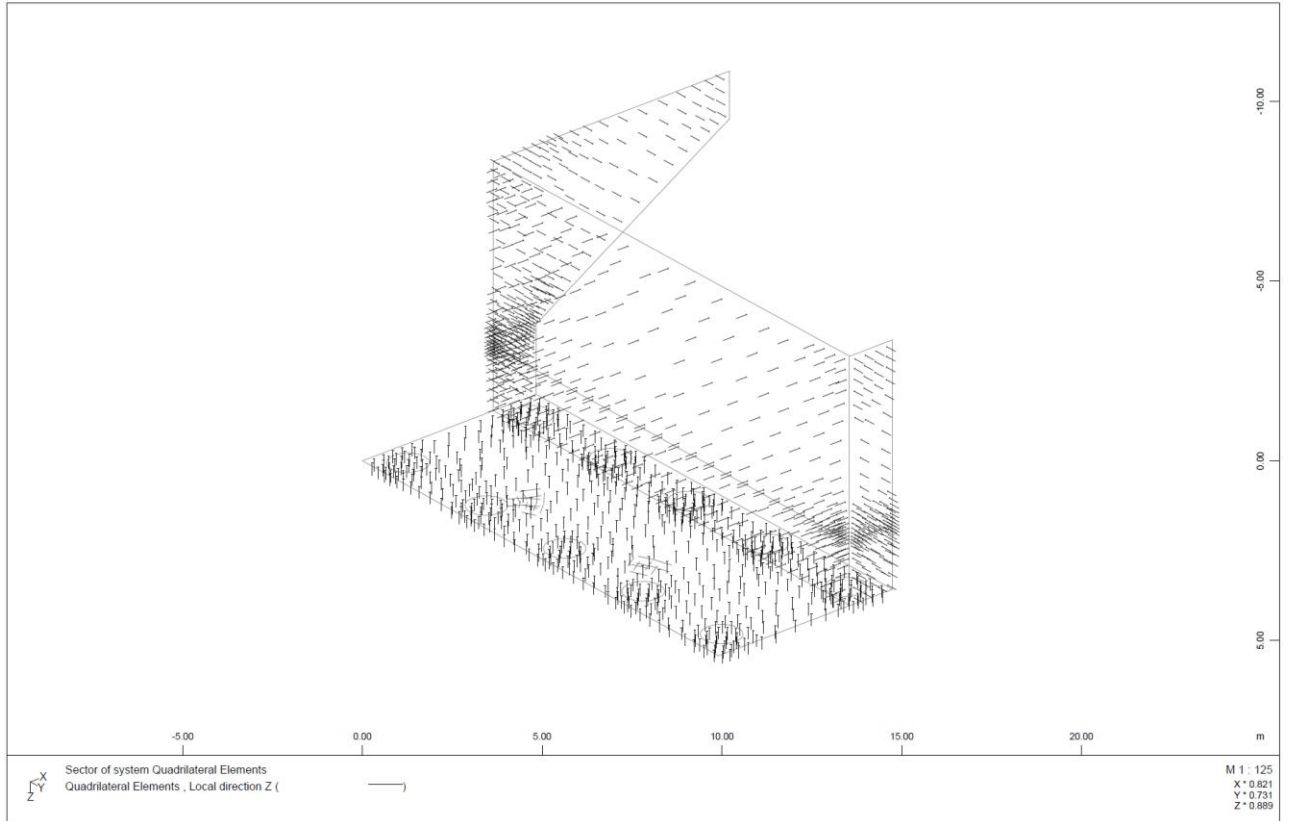
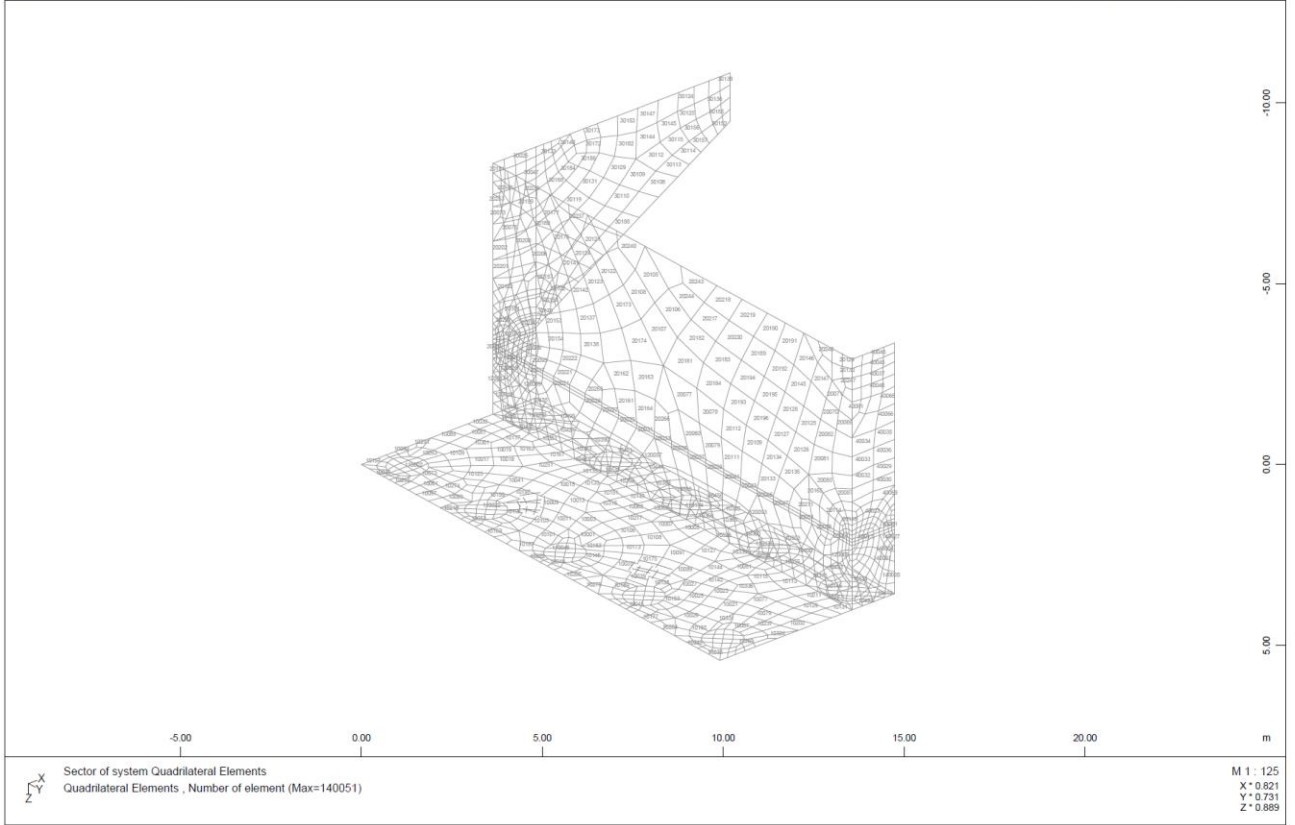
Design values of cross section

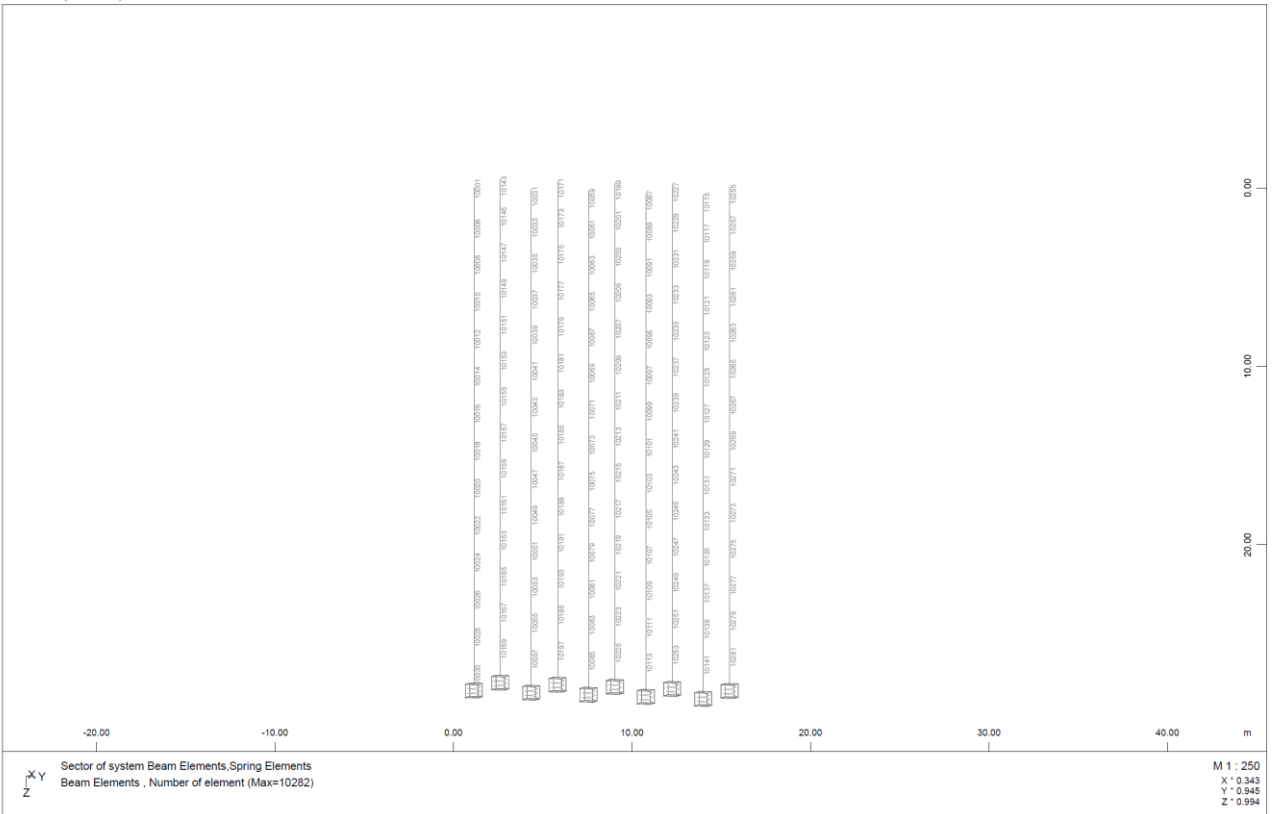
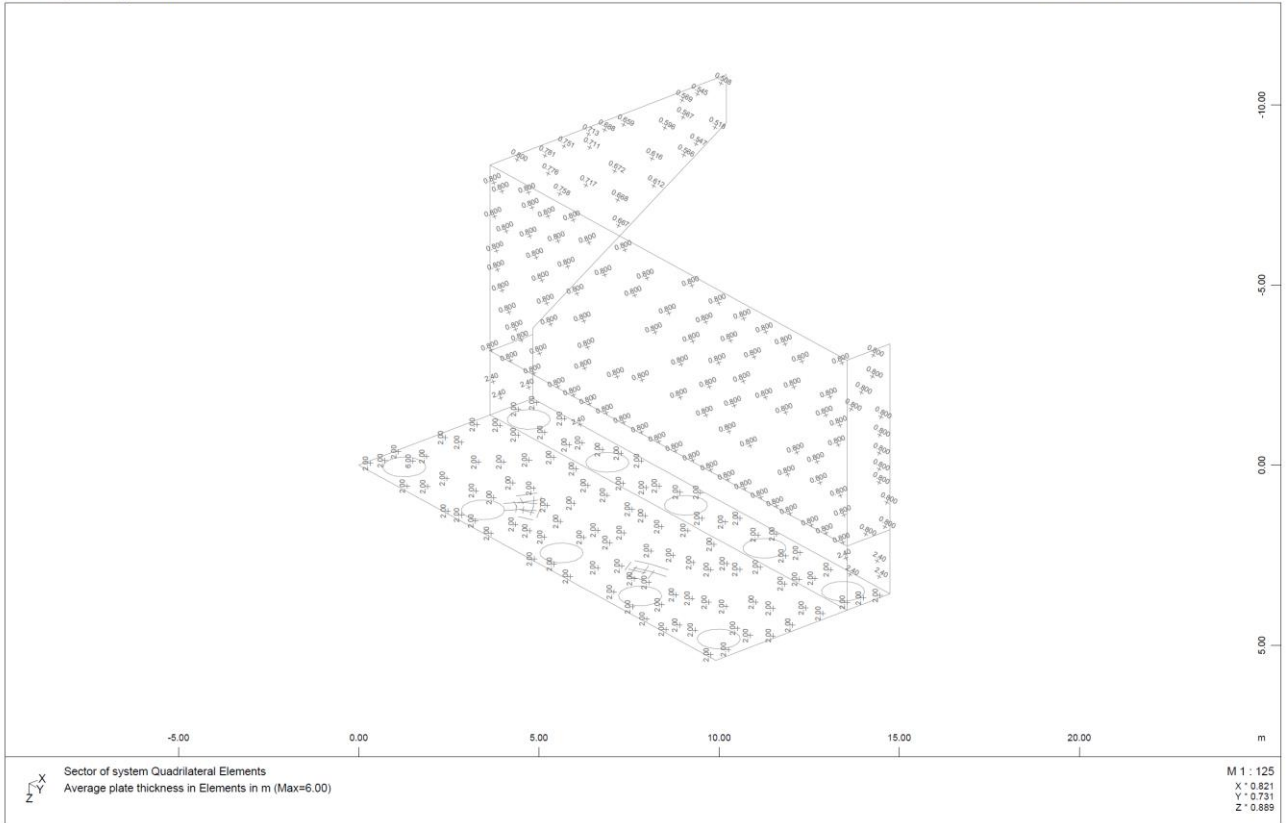
Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
5	1.0179E+01		8.245E+00	0.00	30000	0.00
	1.649E+00		8.245E+00	0.00	12500	

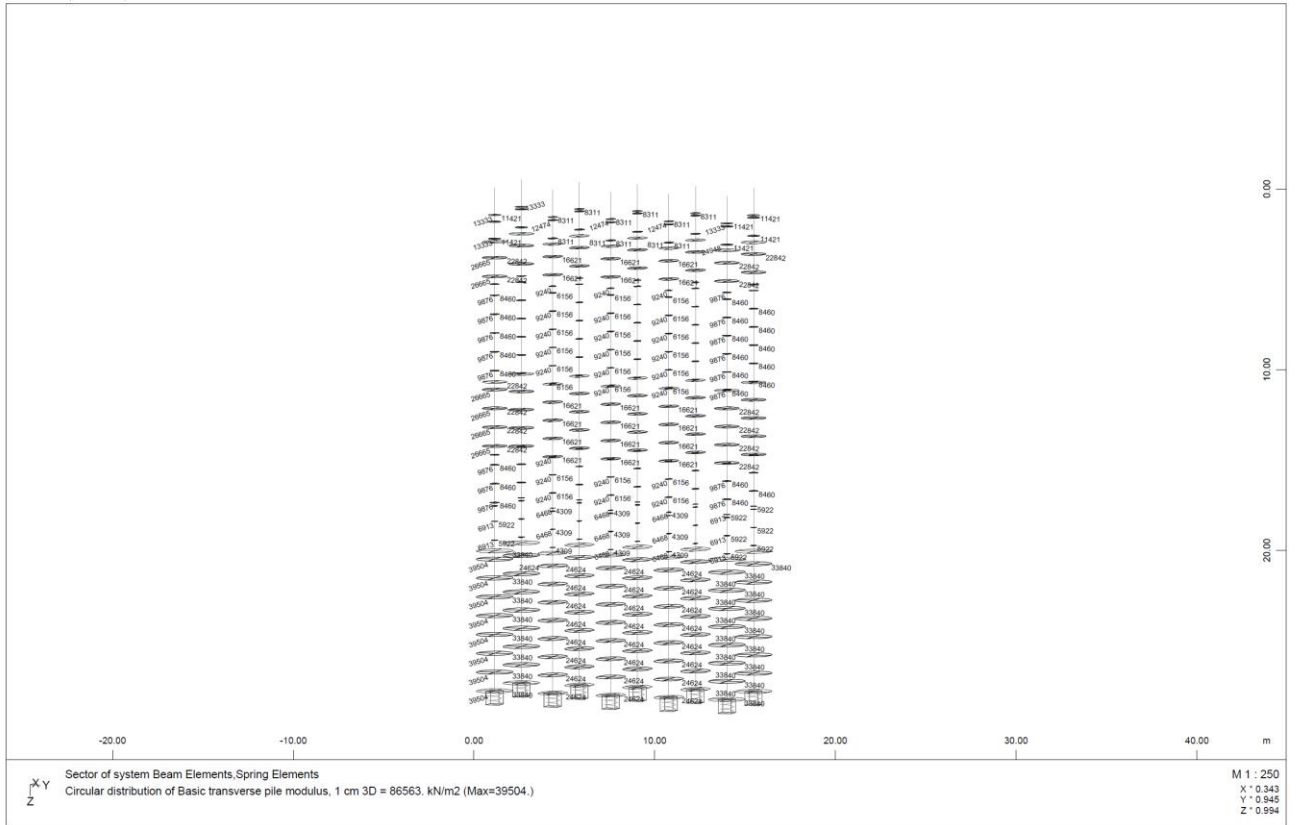
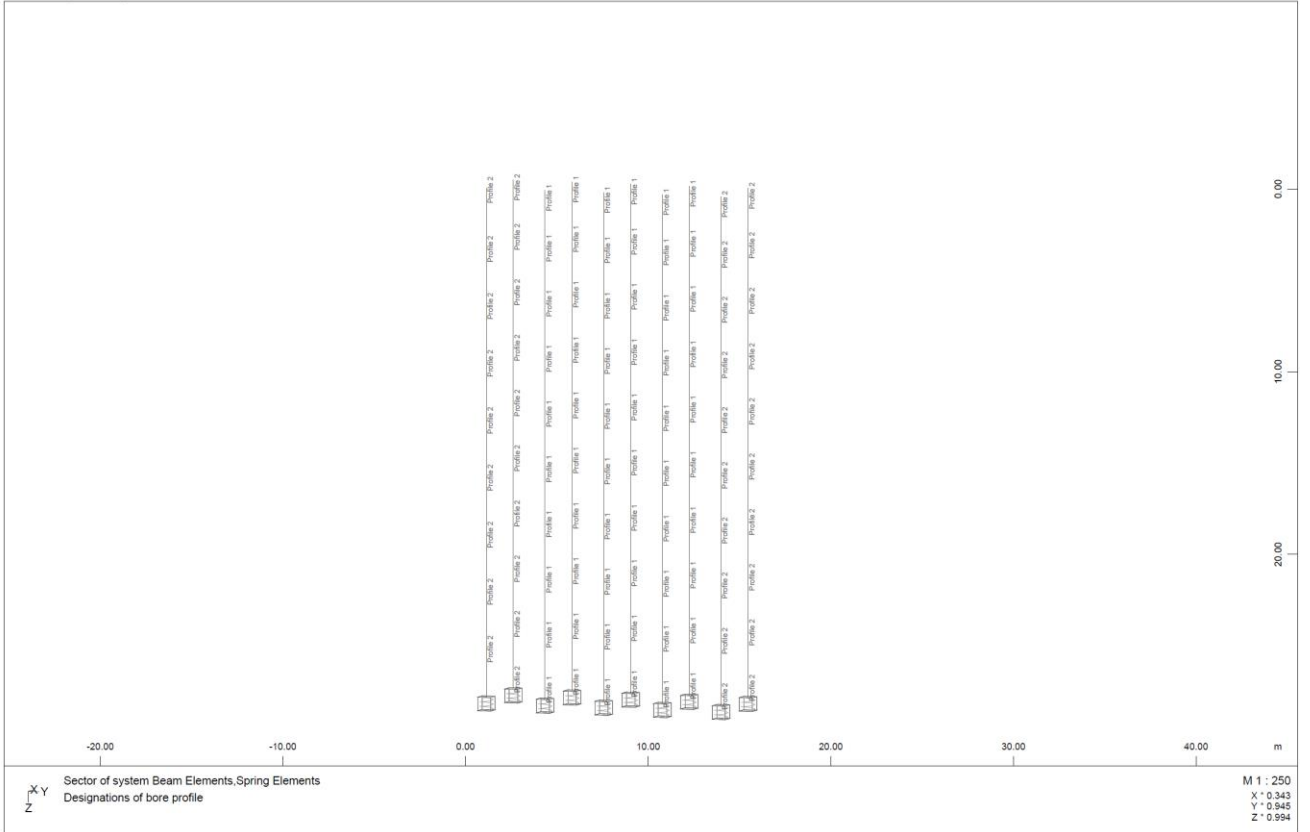
Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[cm]	[cm]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	11.310		180.00		0.0	0.000			

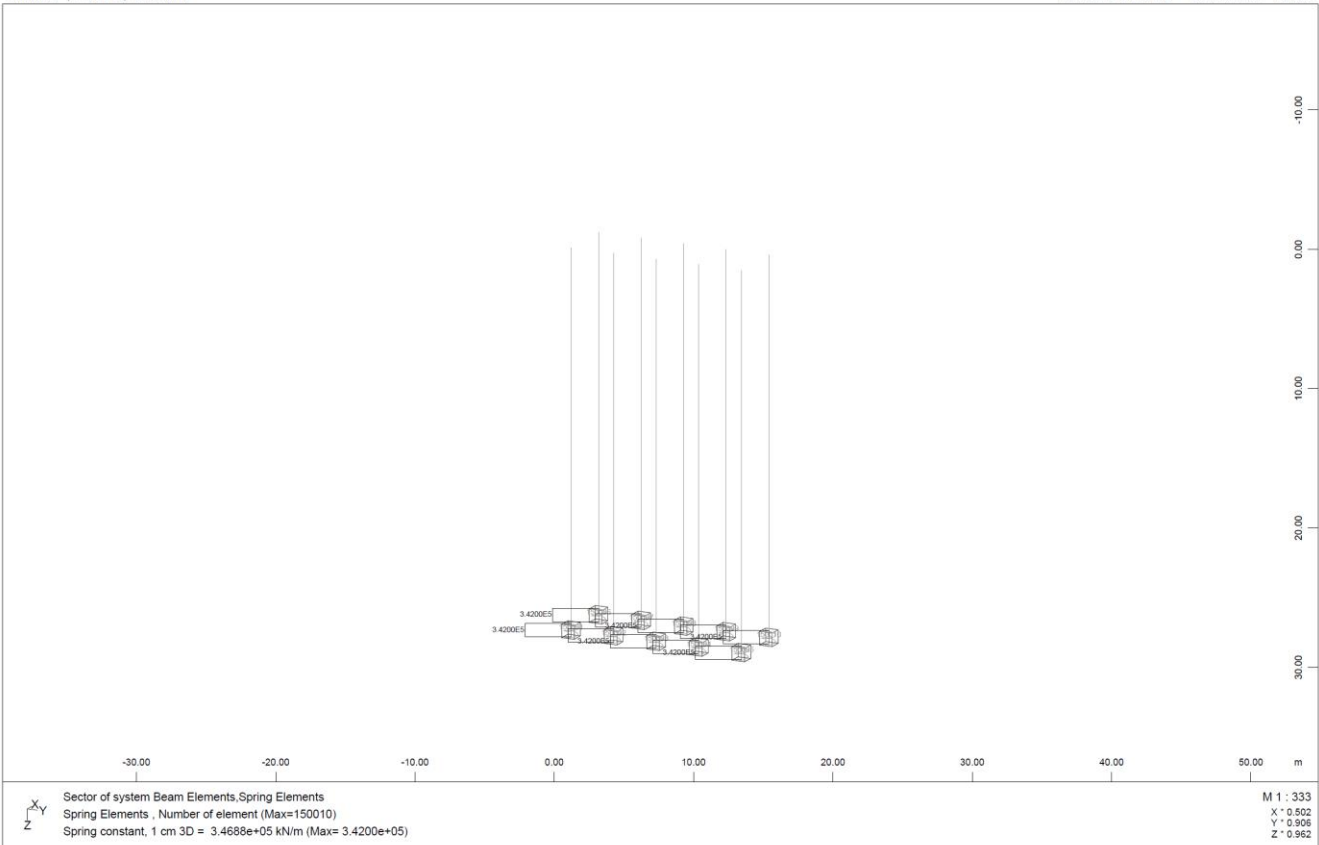
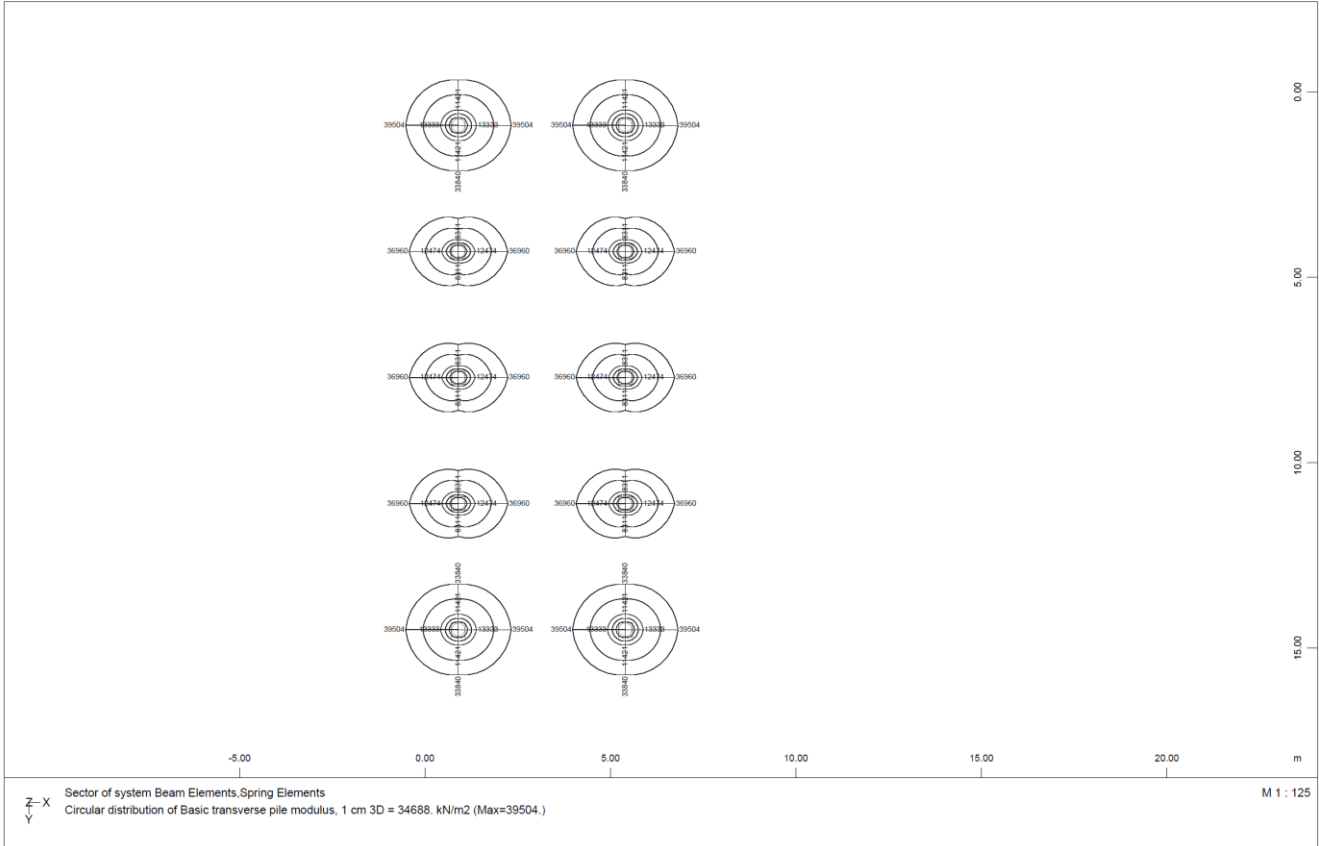


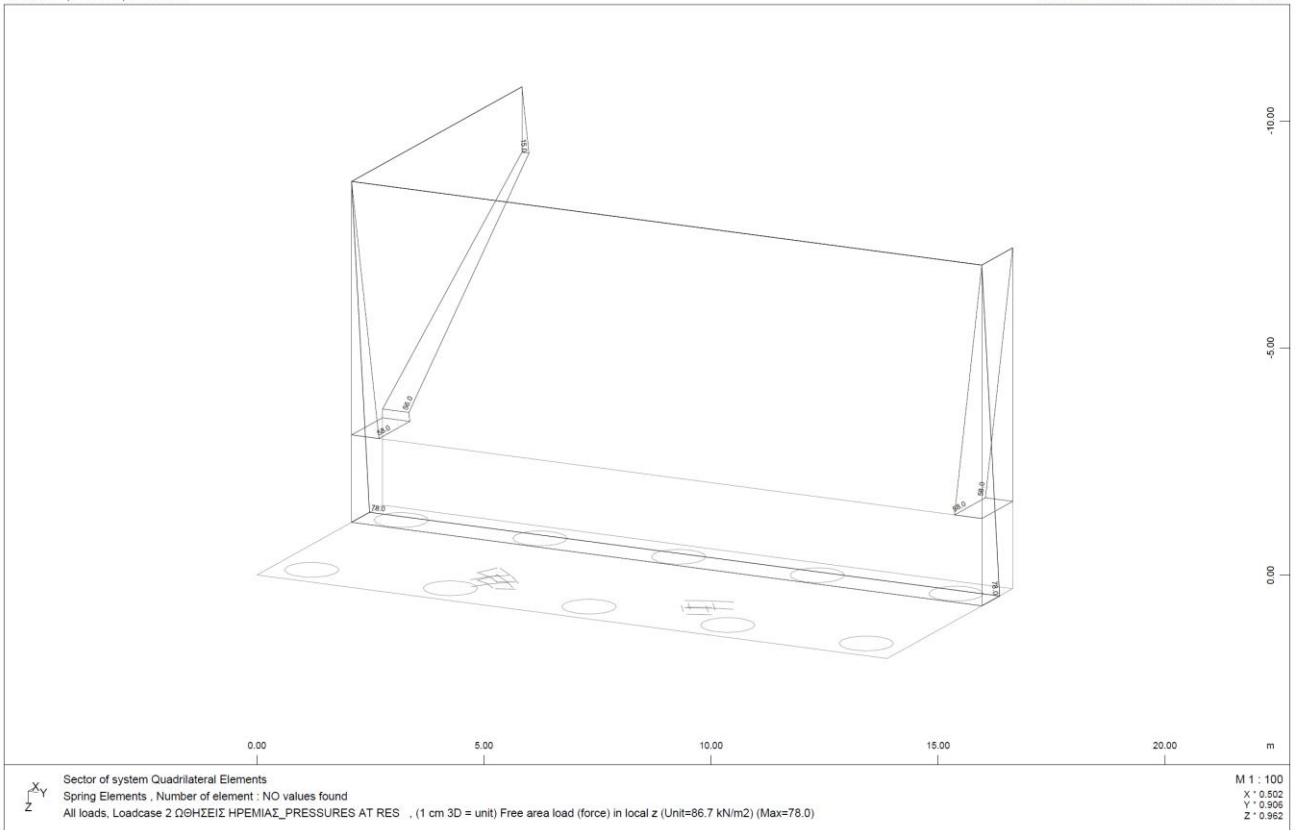
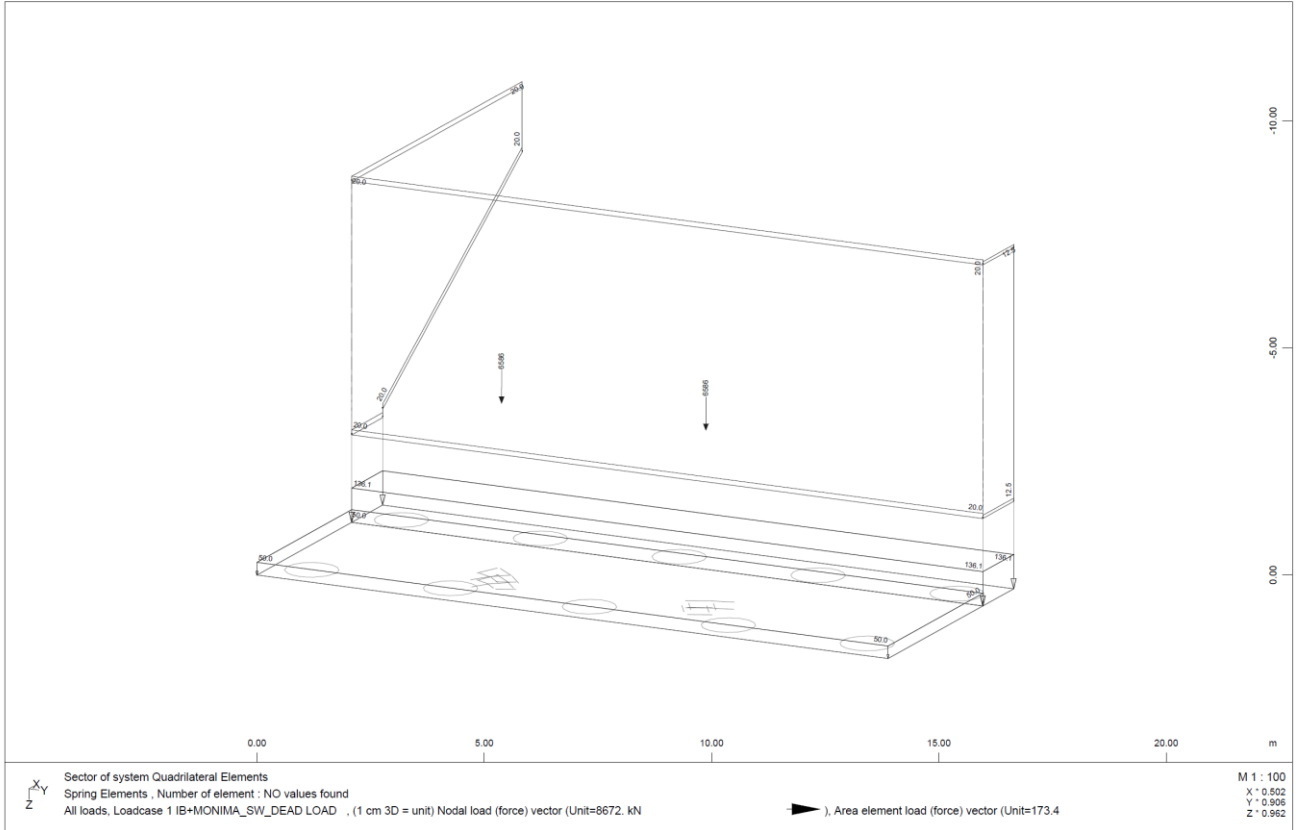


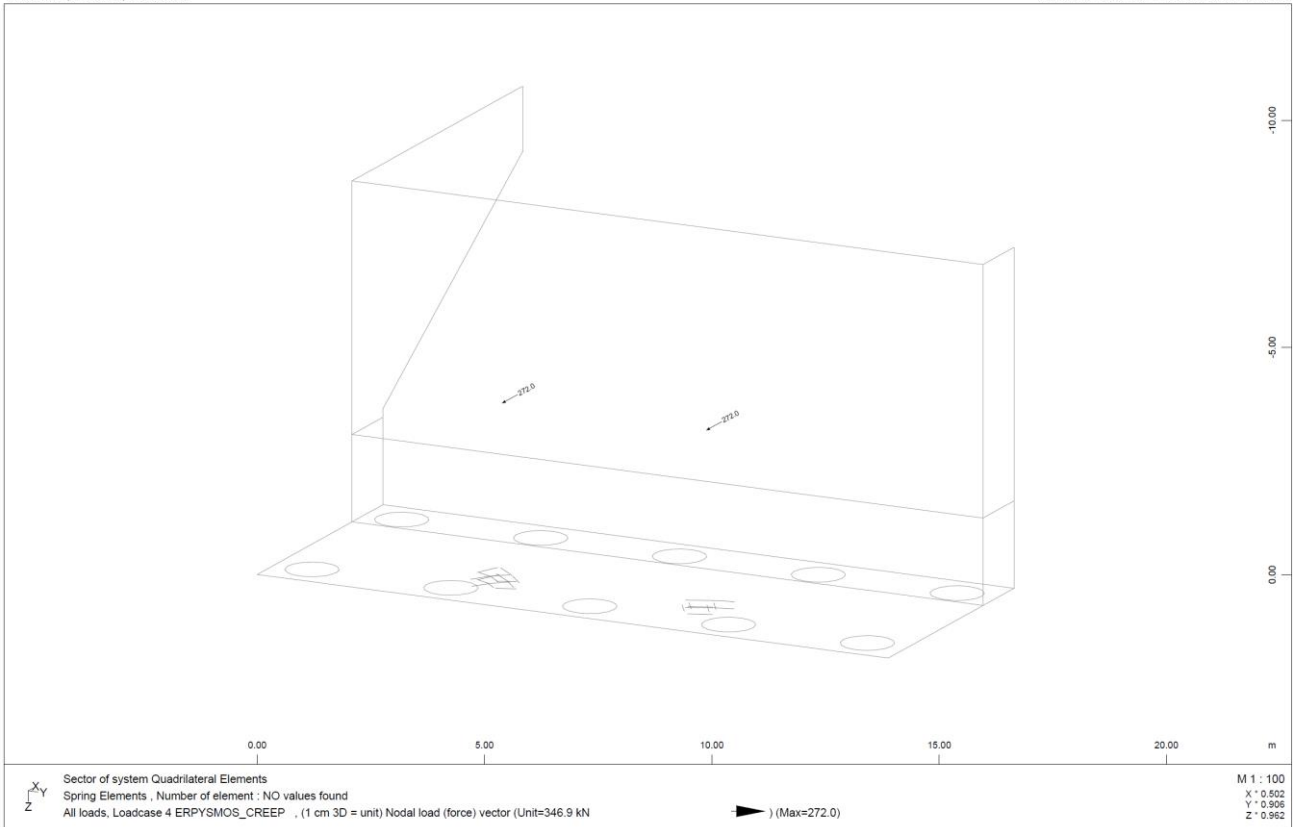
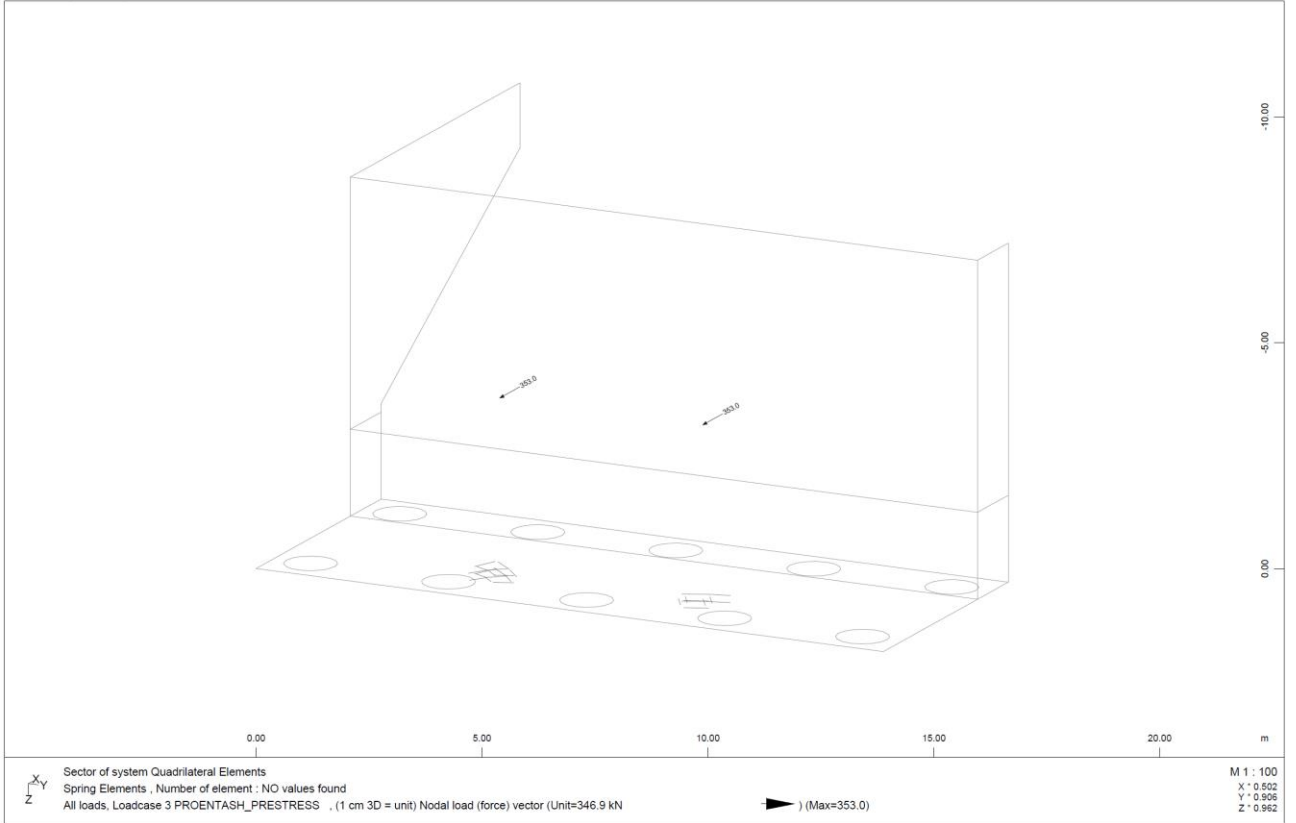


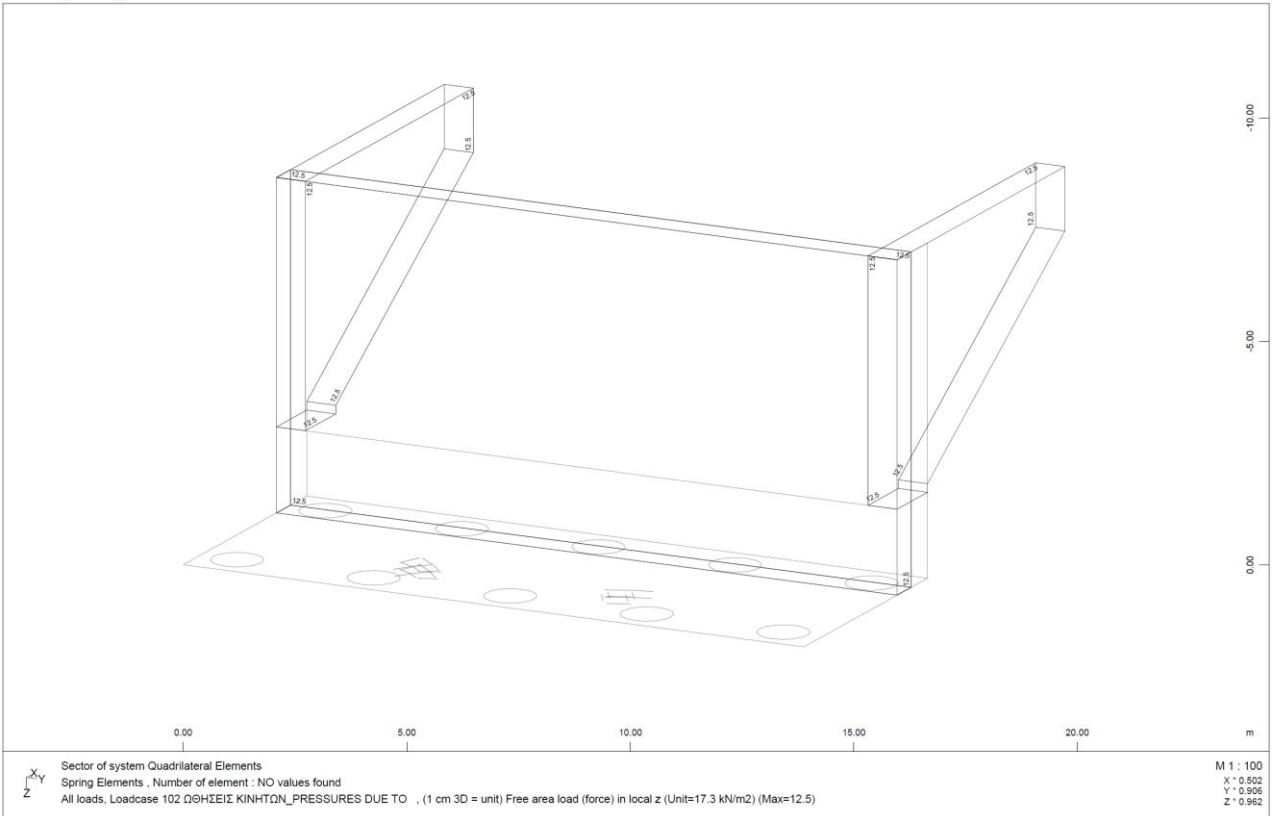
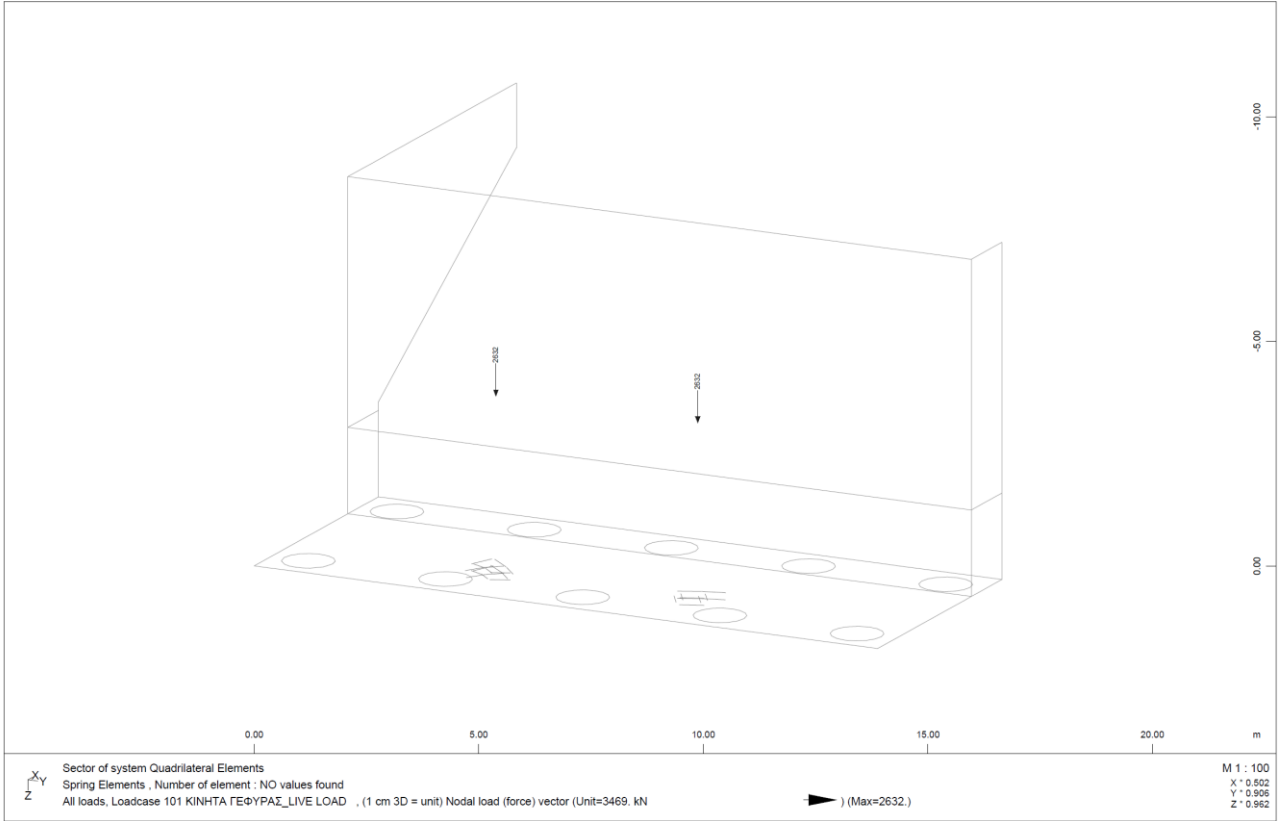


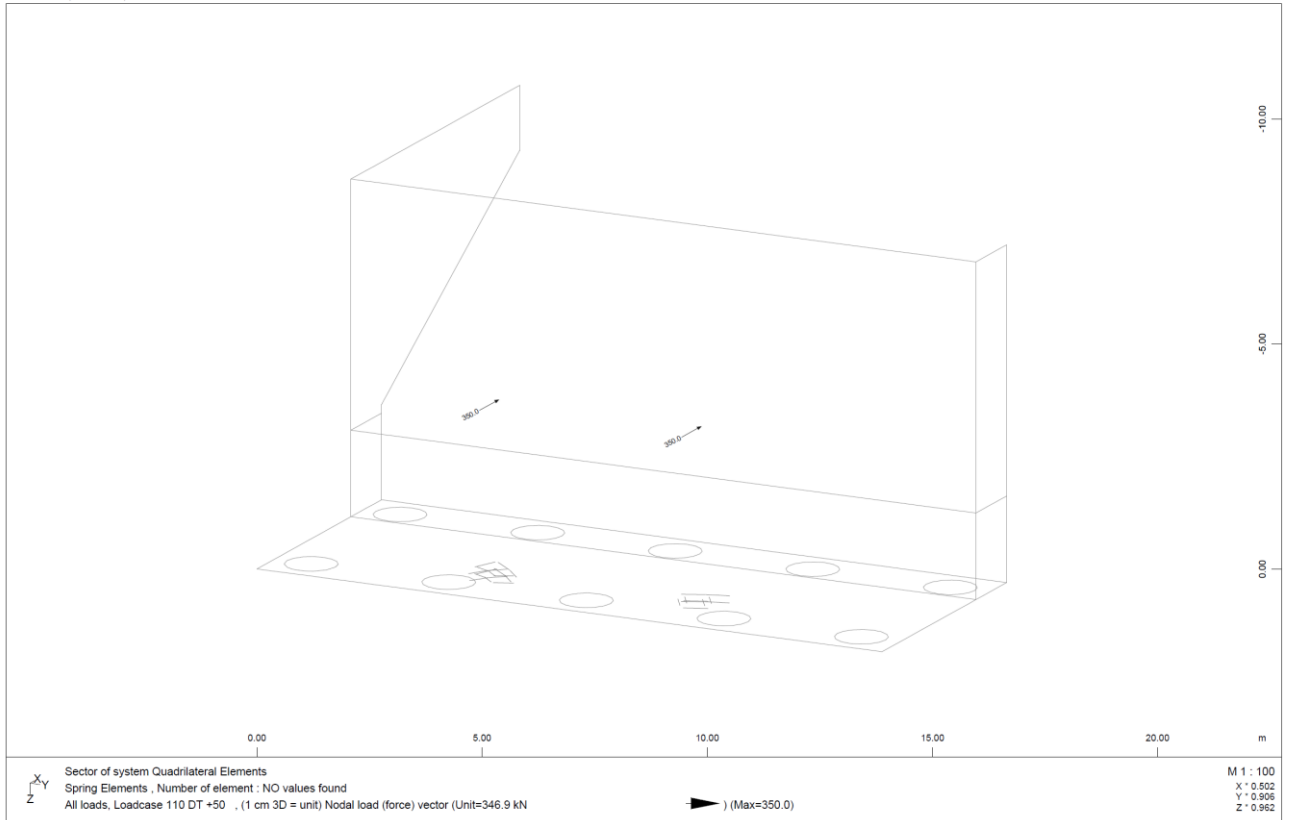


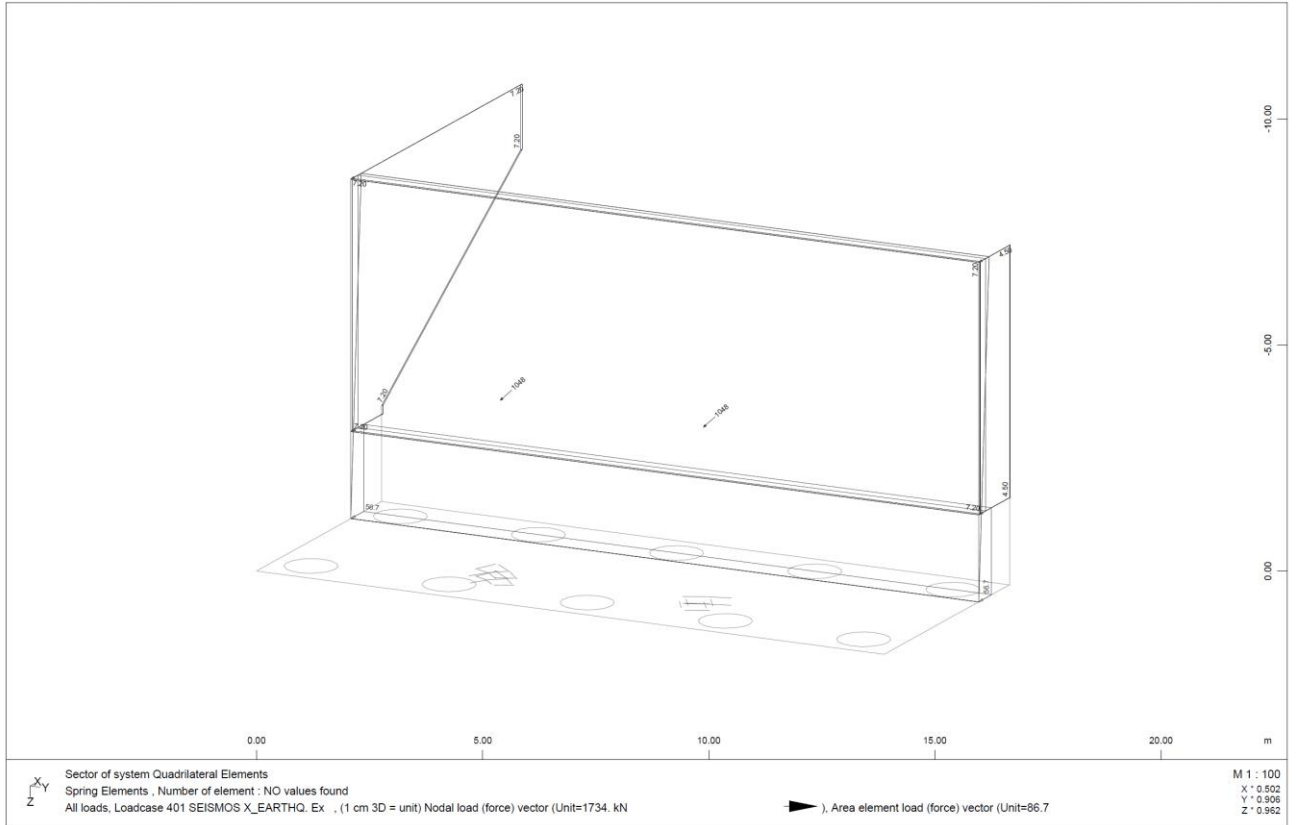
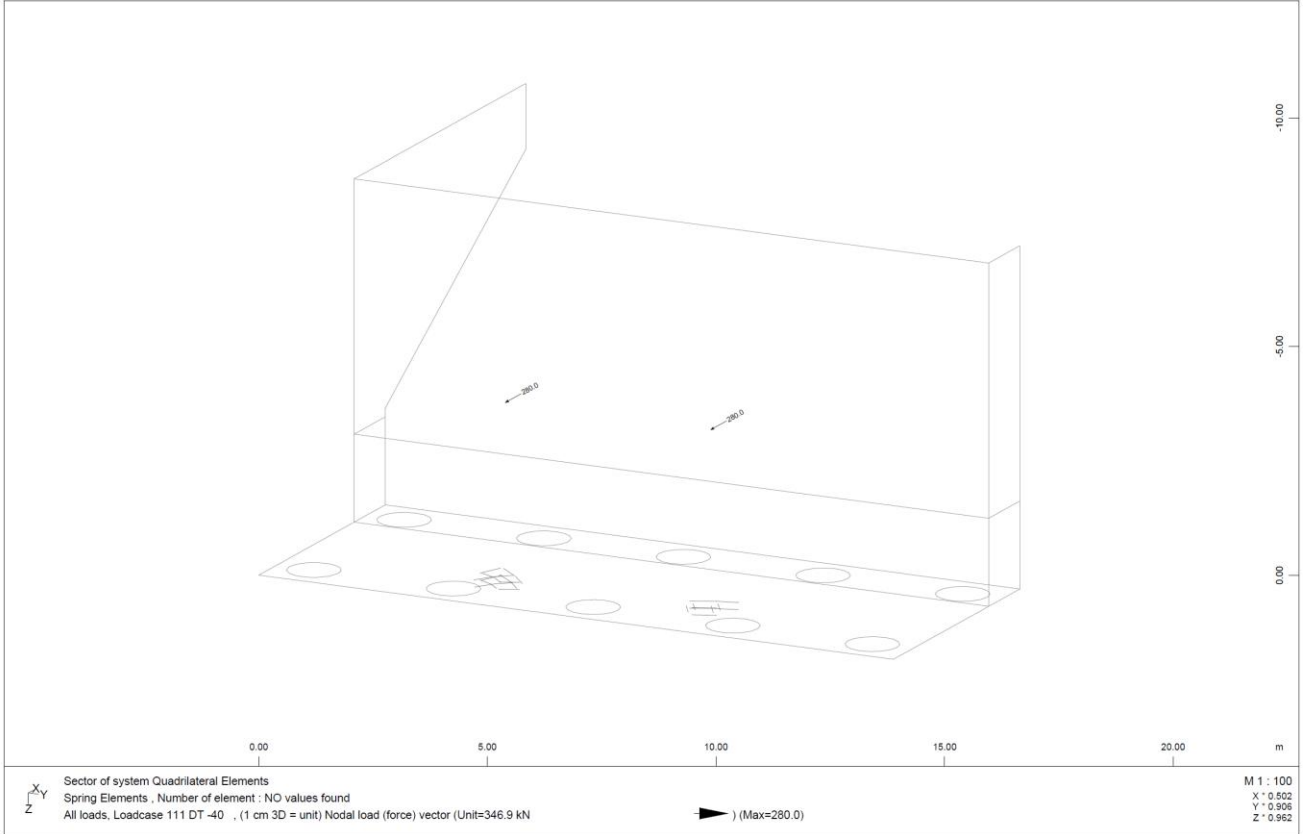




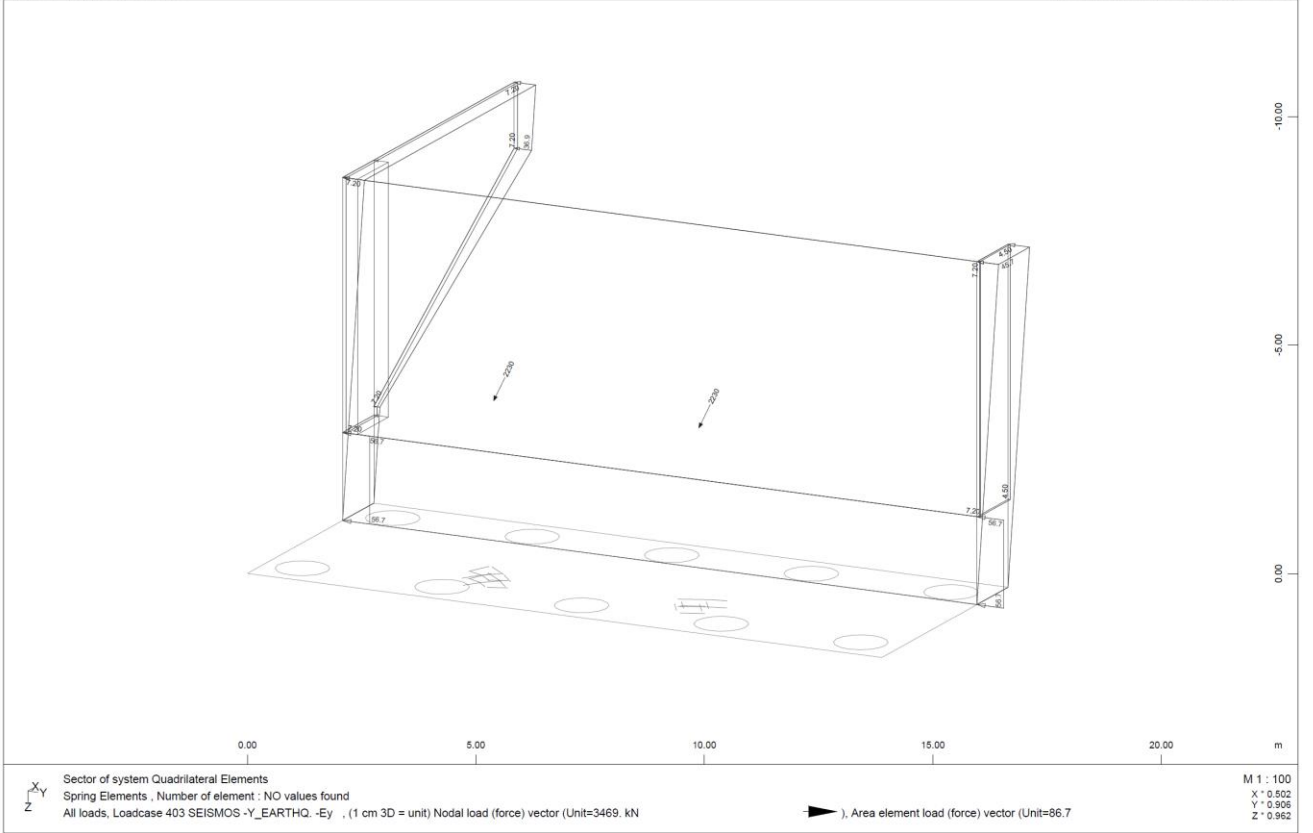
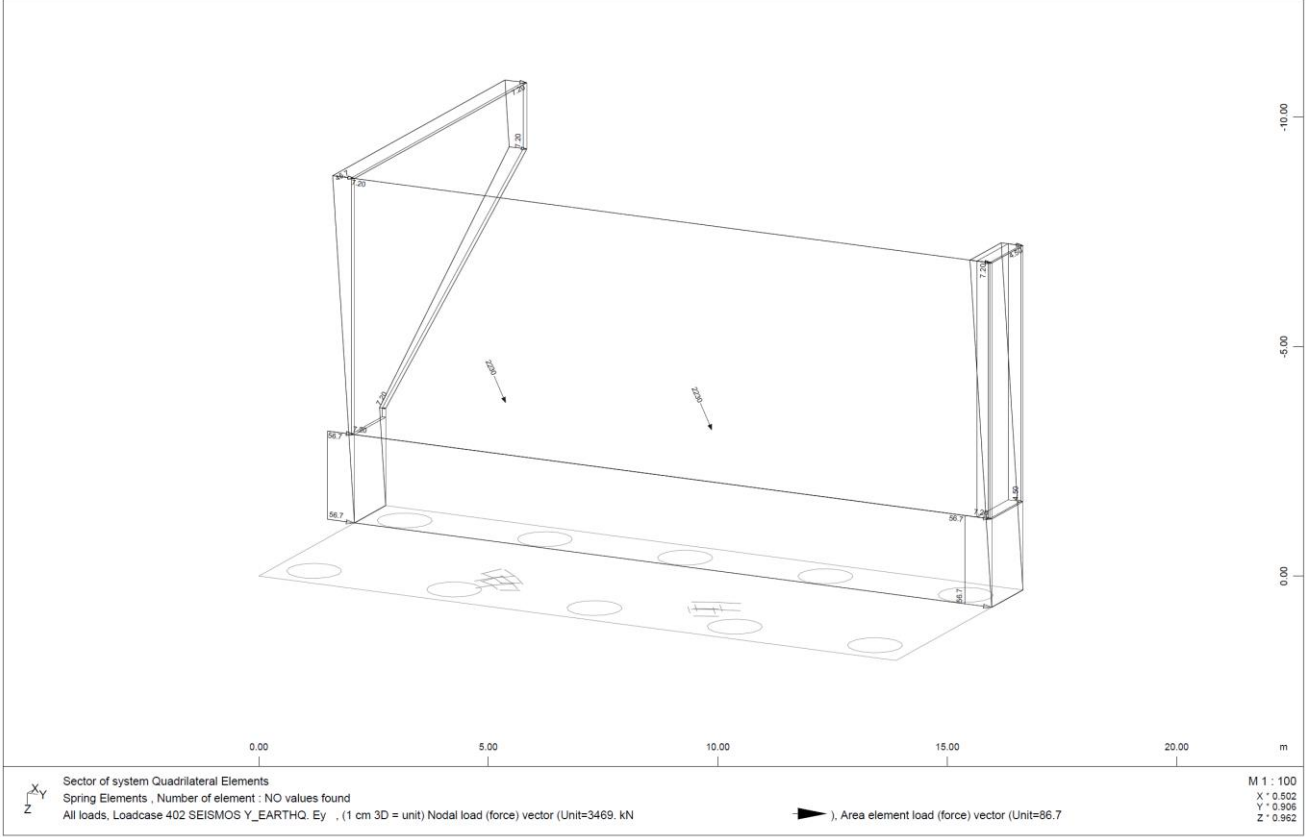


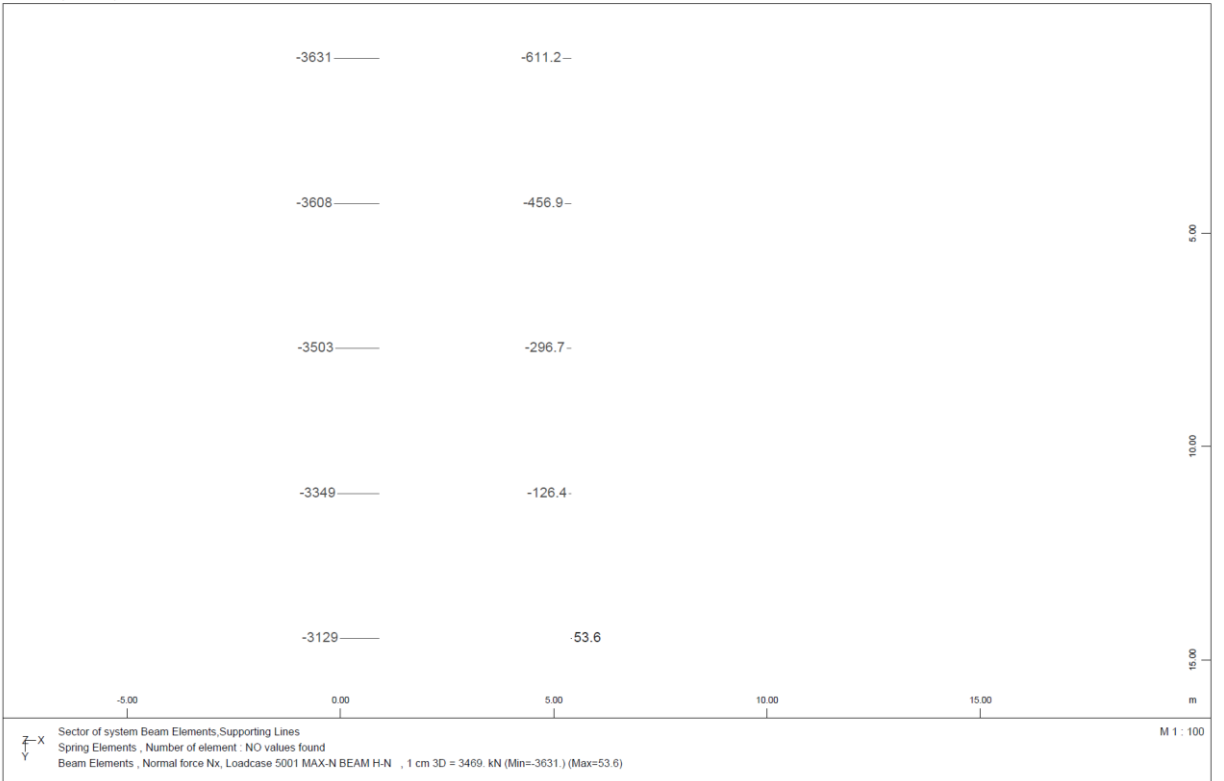
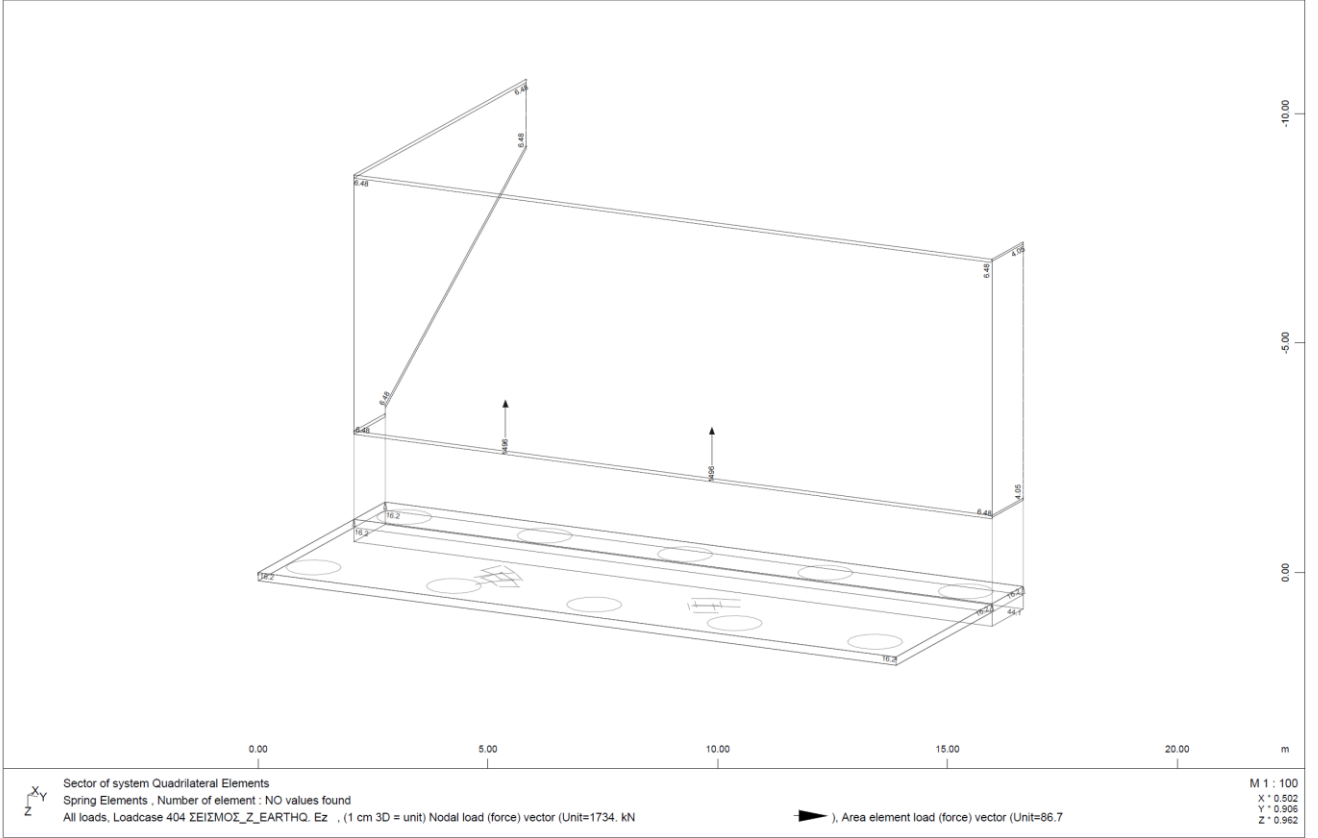


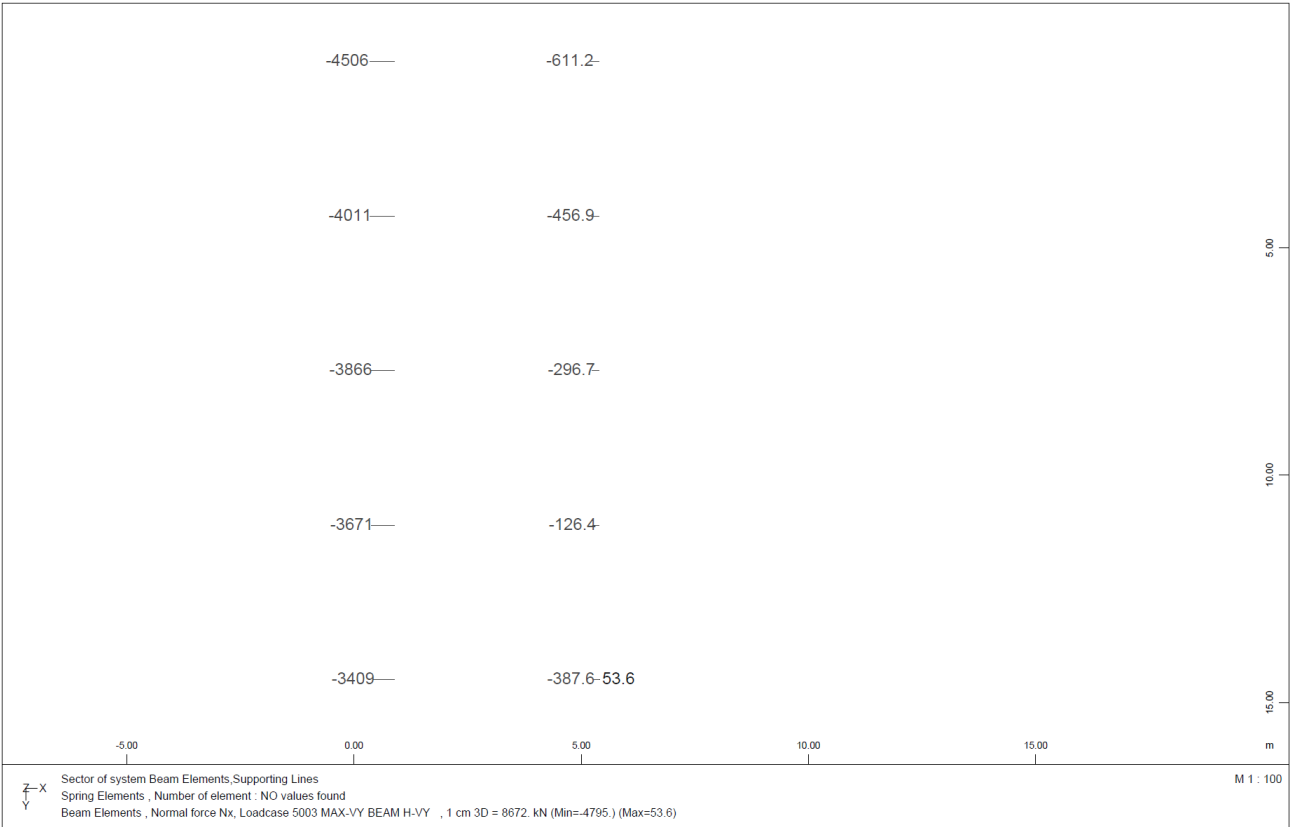
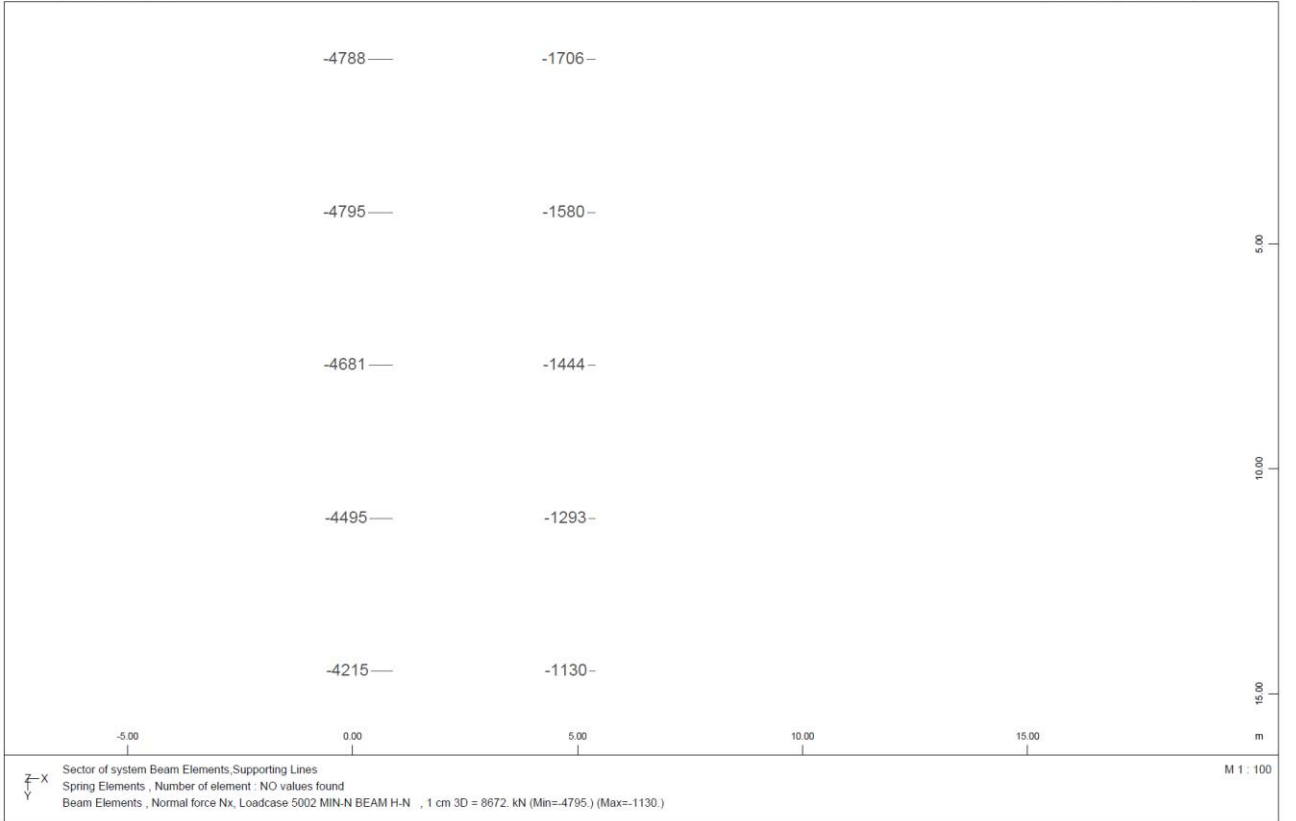


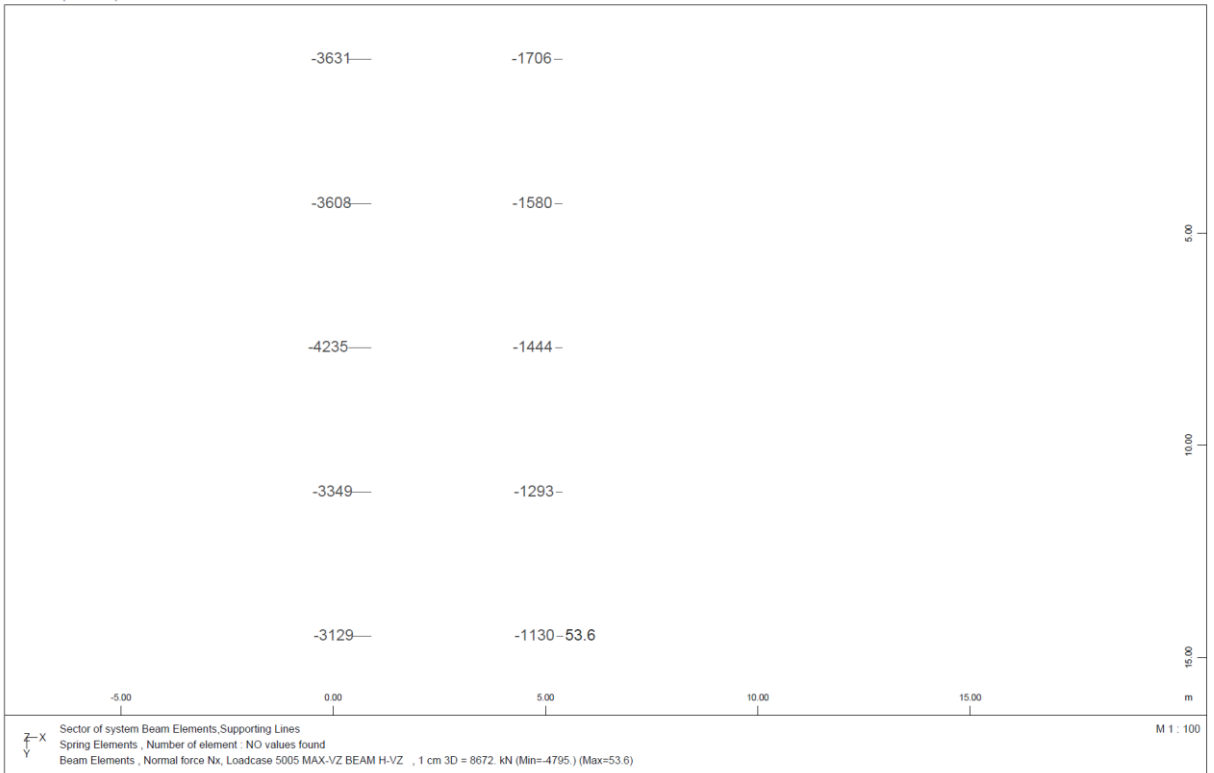
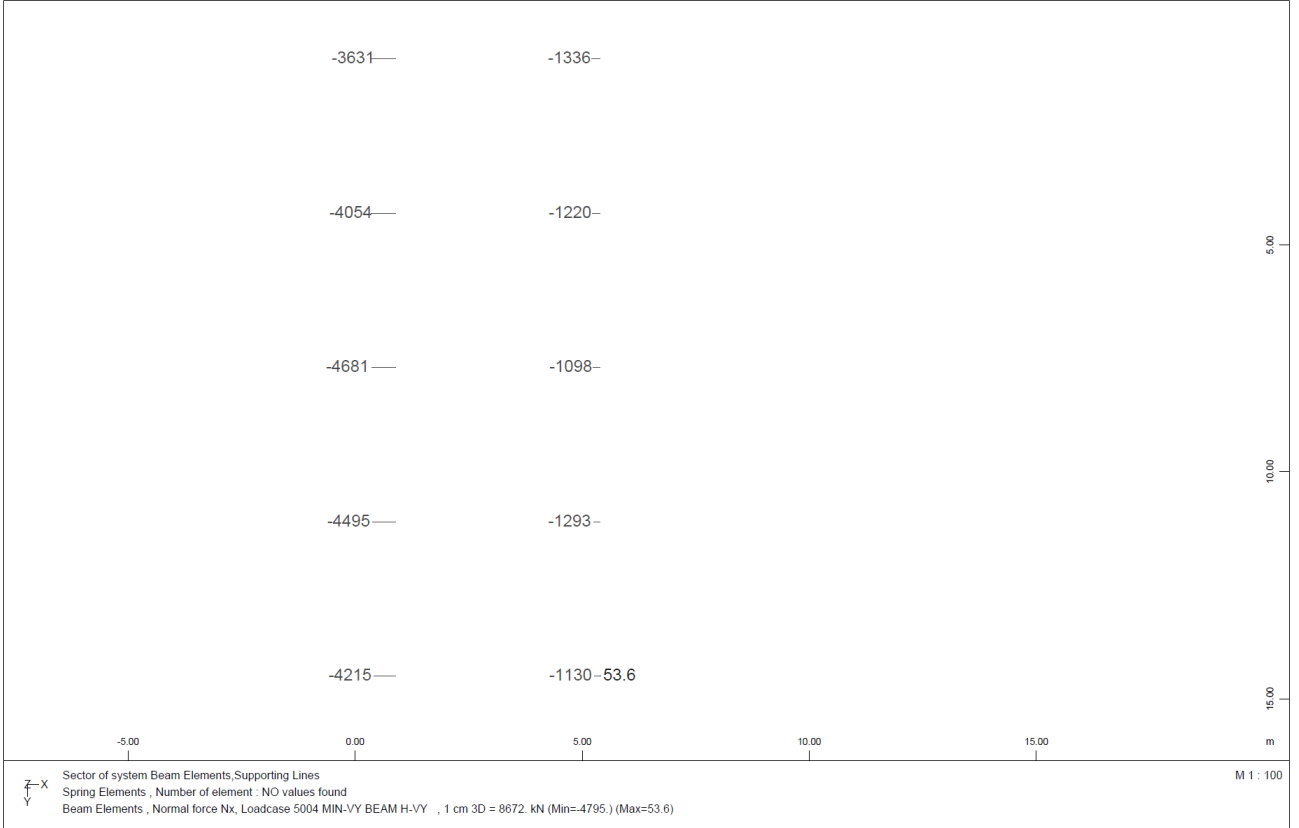


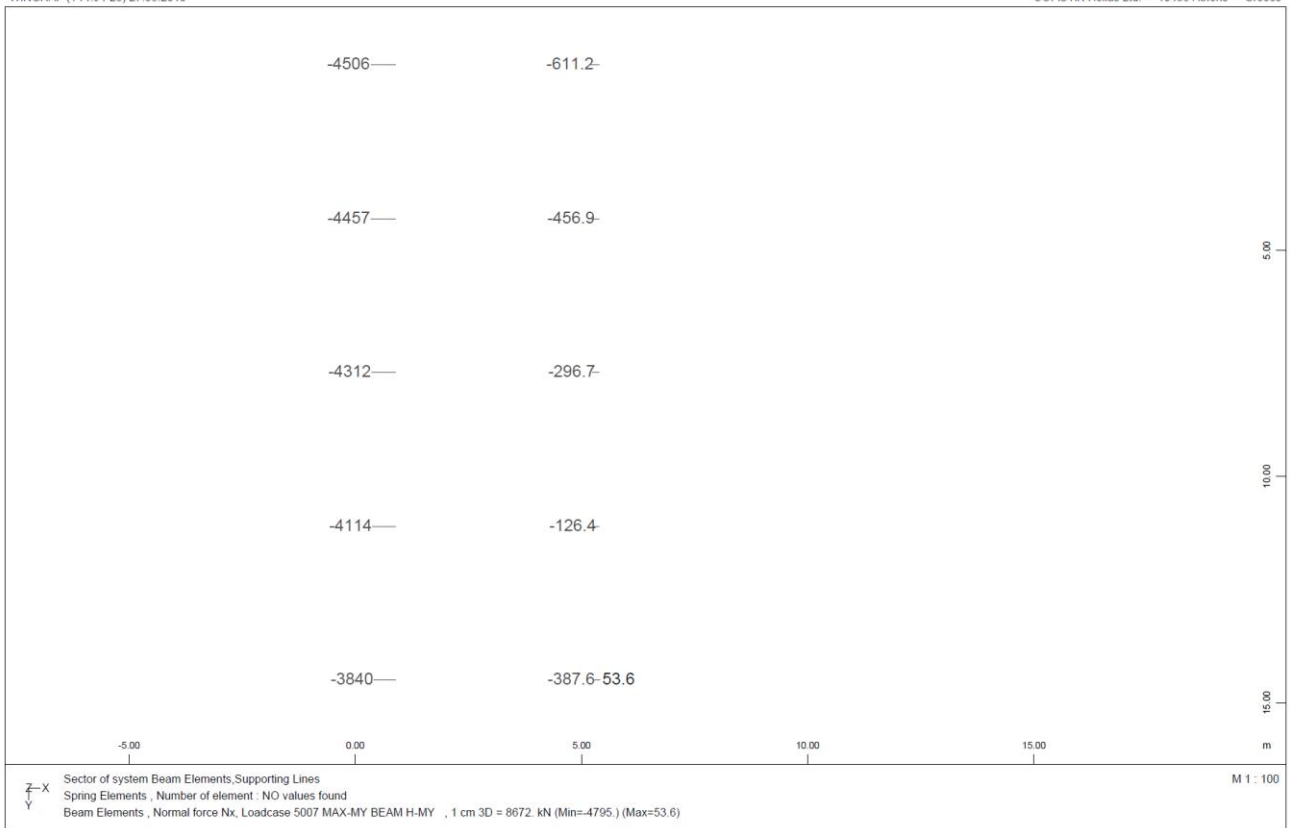
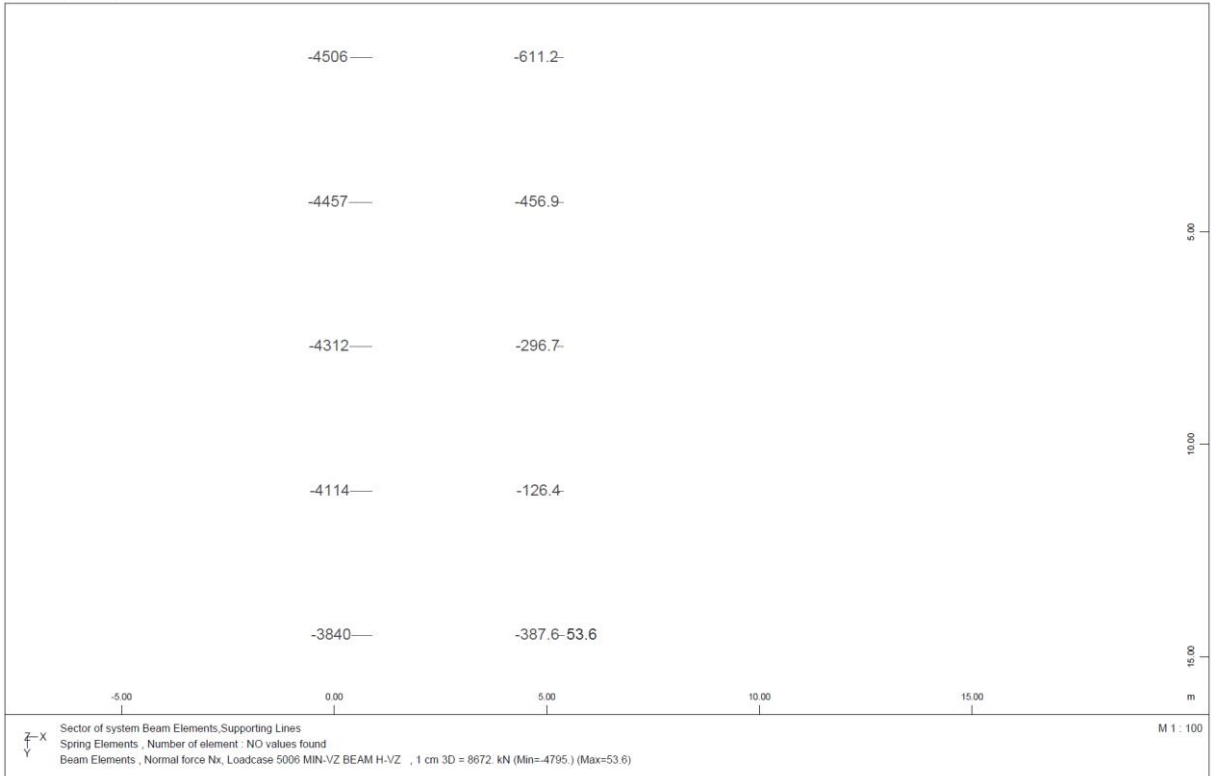


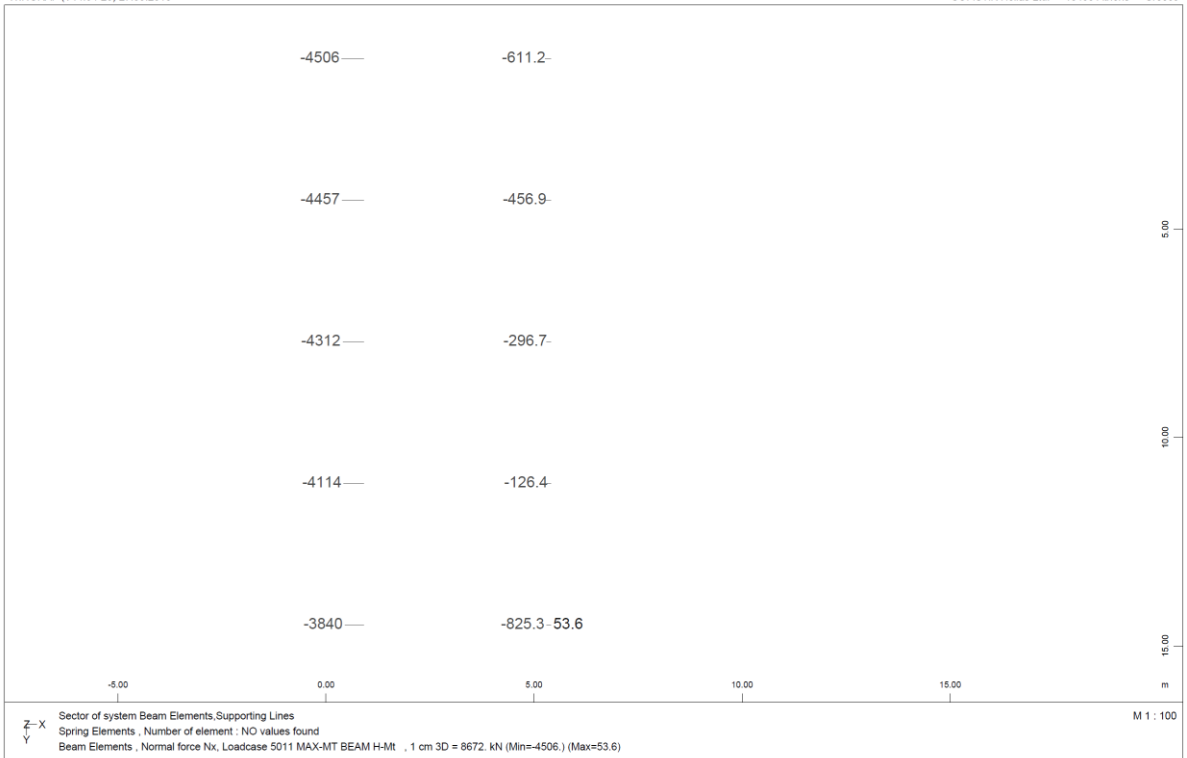
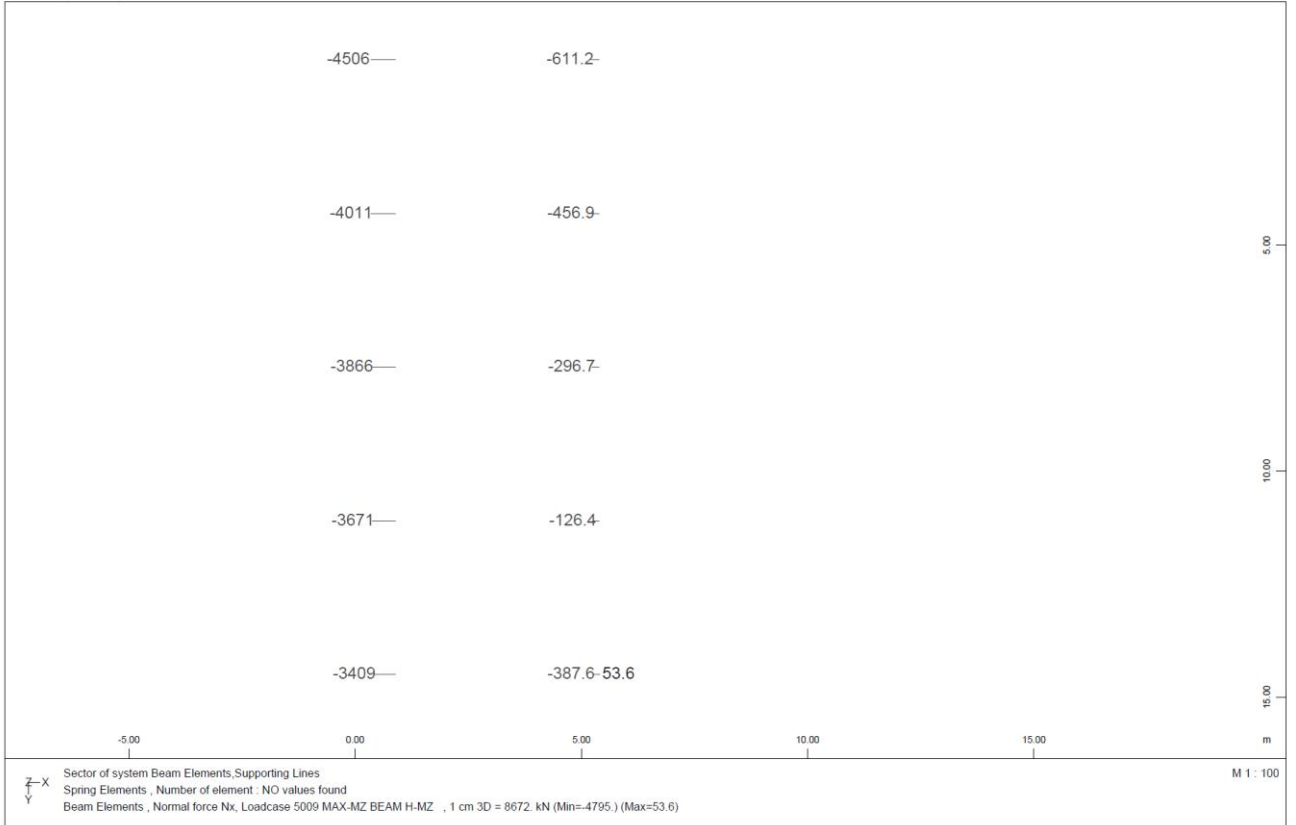




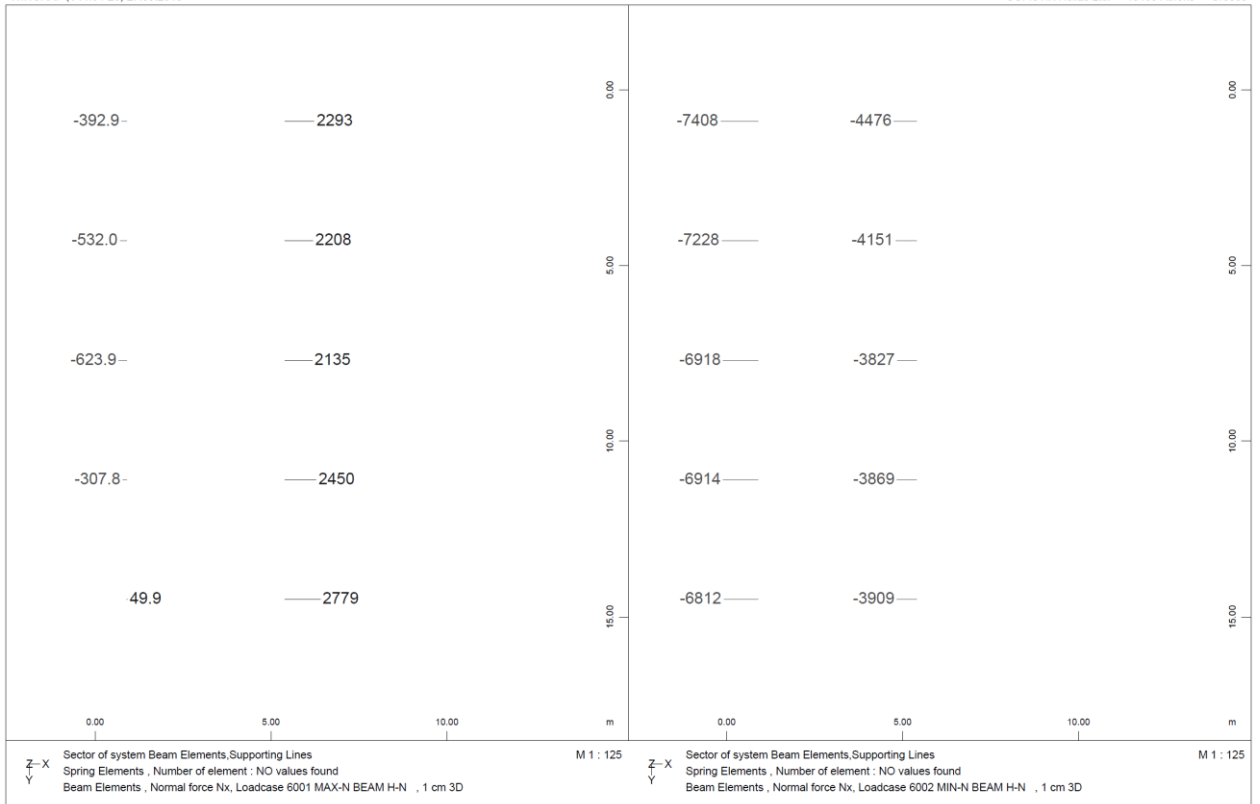
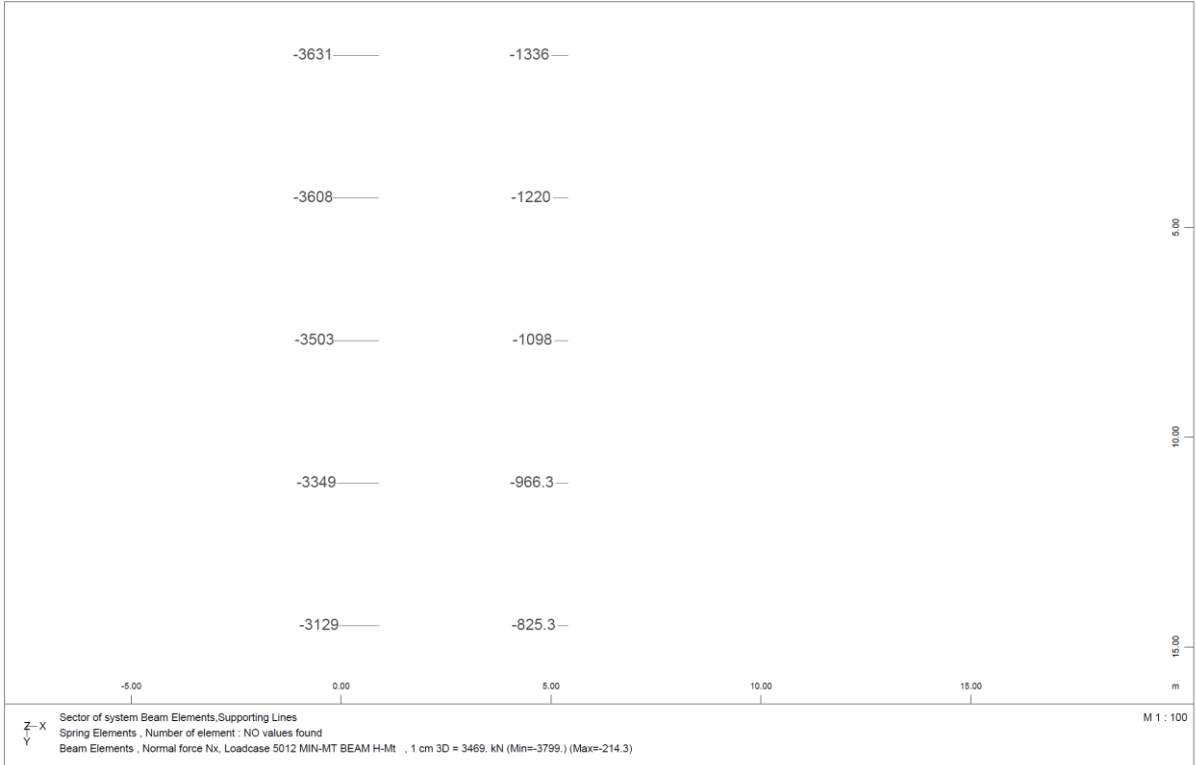


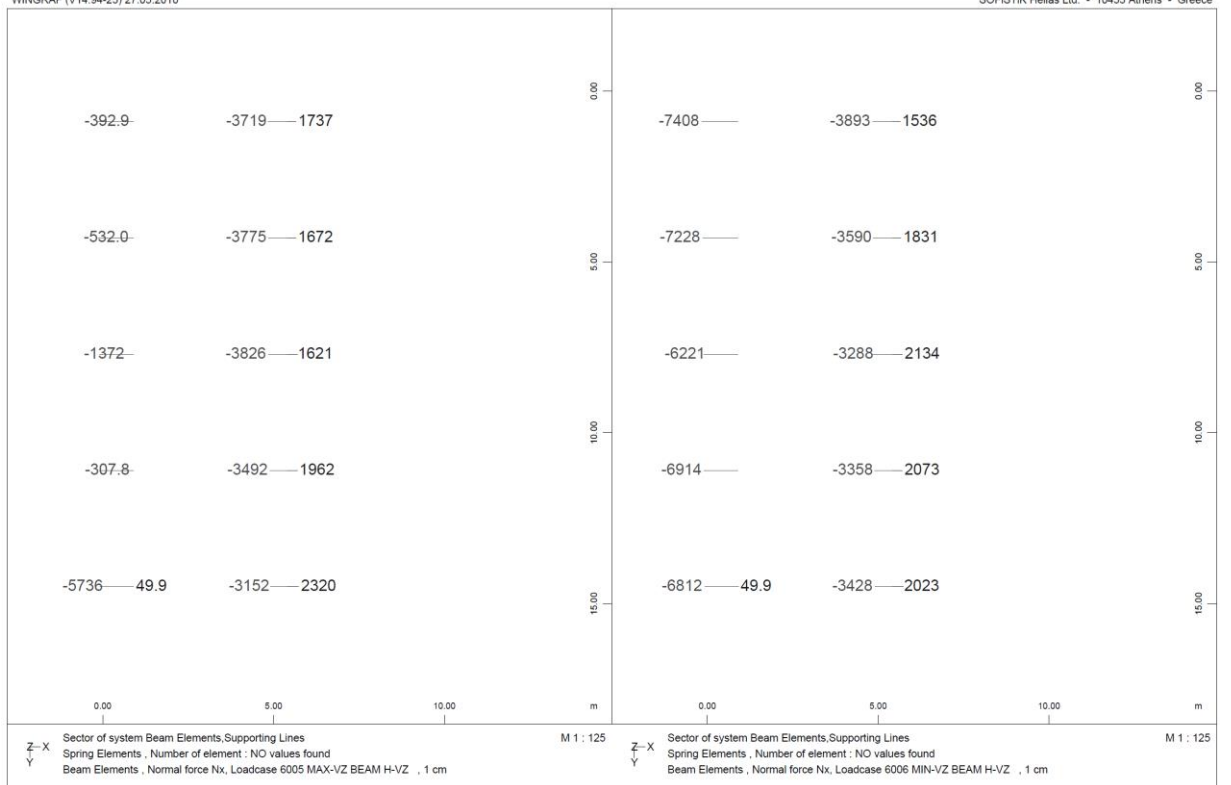
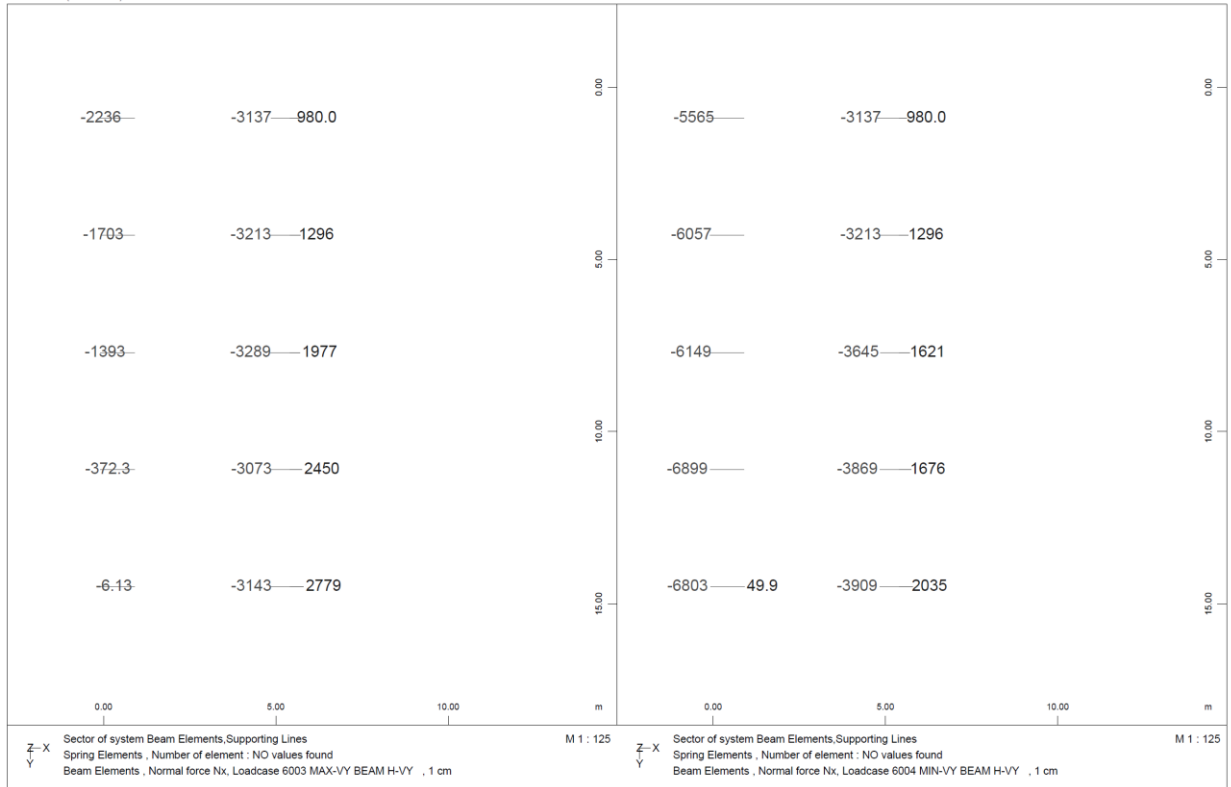


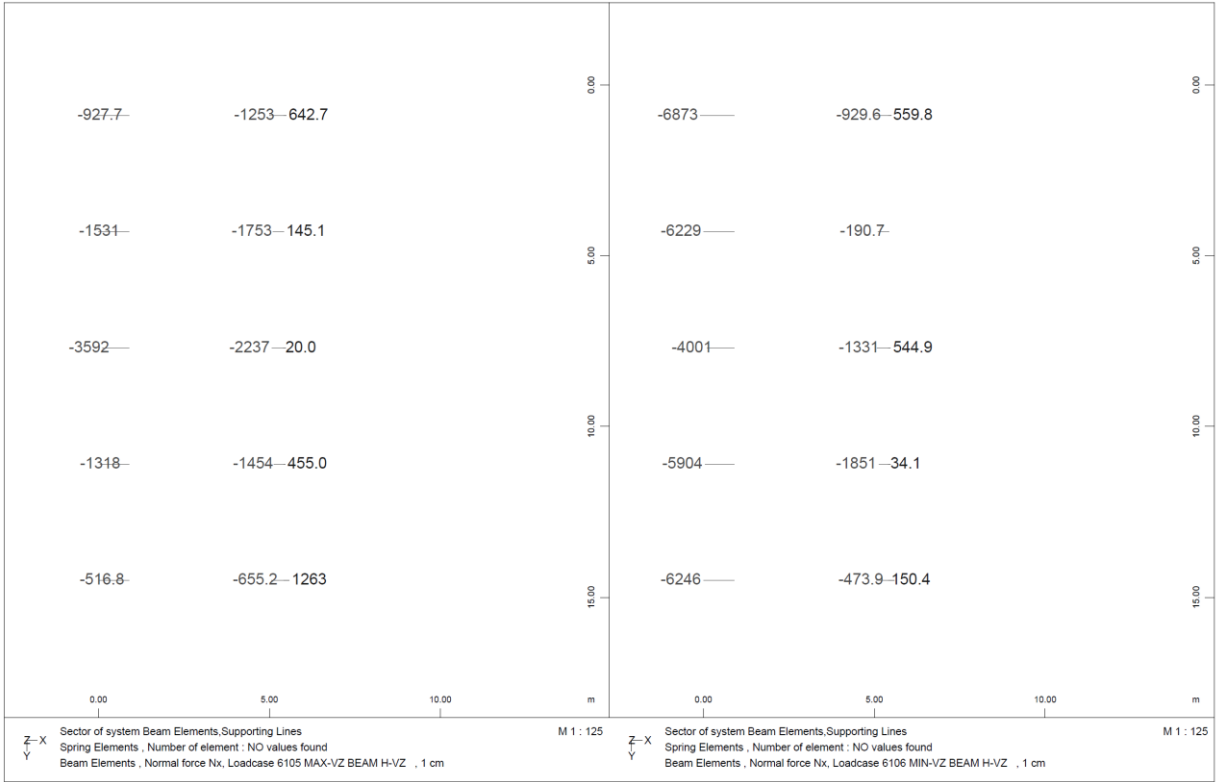




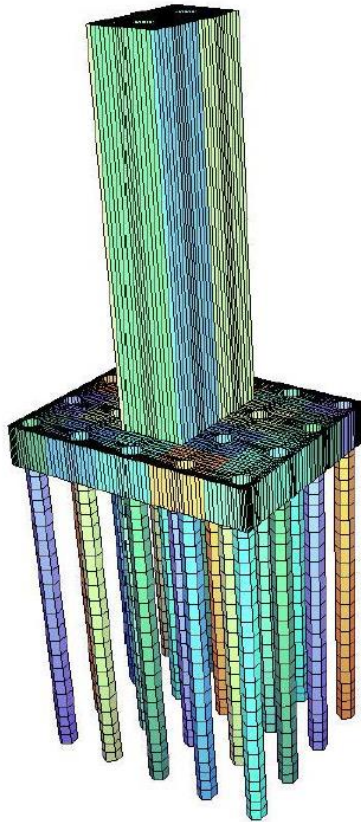








## 4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ M1



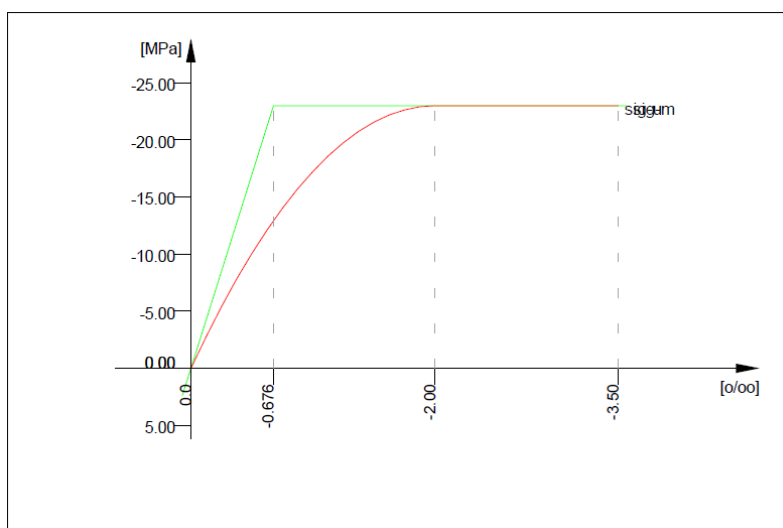
Εικόνα 4.2 Προσομοίωμα κεφαλόδεσμου.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΑΞΣΑΛΩΝ  
MATERIALS AND PILE SECTION

Default design code is DIN 1045 (1988) (Germany)

**No. 1 B 35 (DIN 1045)**

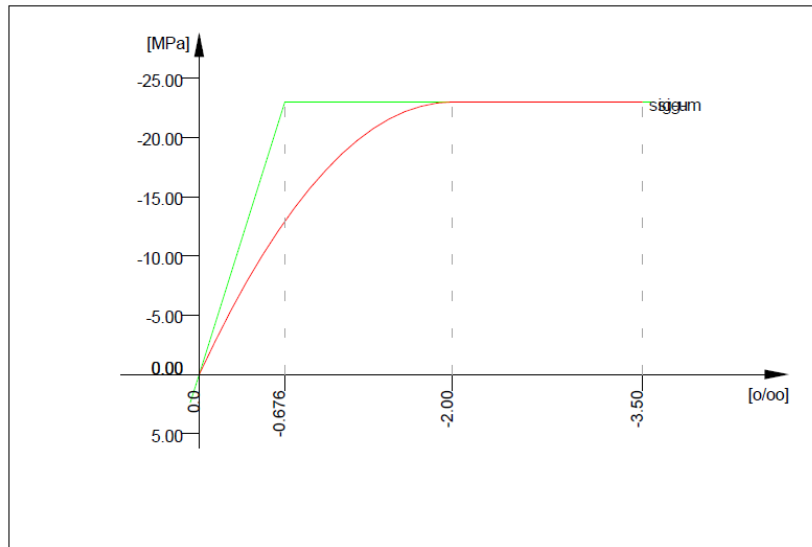
Youngs-modulus	E	34000 [MPa]	Safetyfactor	1.00 [-]	
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc 23.00 [MPa]	
Shear-modulus	G	14167 [MPa]	Nomin. strength	fcn 35.00 [MPa]	
Compression modulus		18889 [MPa]	Tens. strength	fctm 3.21 [MPa]	
Weight		25.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk 2.67 [MPa]	
Weight buoyancy		25.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk 3.85 [MPa]	
Temp.elongat.coeff.	1.00E-05 [1/°K]		Bond strength	fbd 2.20 [MPa]	
			Fatigue strength	0.00 [MPa]	
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	34000
defined stress range			-0.676	-23.00	34000
			-3.500	-23.00	0
			Safetyfactor	1.00	
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	23000
stress range			-2.000	-23.00	0
			-3.500	-23.00	0
			Safetyfactor	1.00	



**No. 2 B 35 (DIN 1045)**

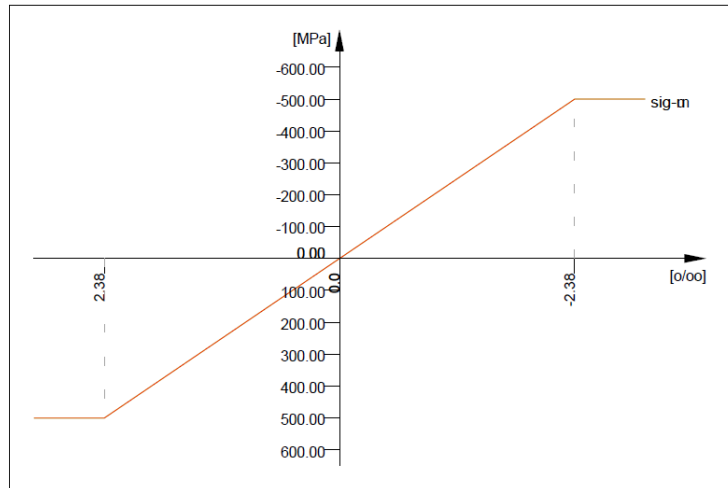
Youngs-modulus	E	34000 [MPa]	Safetyfactor	1.00 [-]	
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc 23.00 [MPa]	
Shear-modulus	G	14167 [MPa]	Nomin. strength	fcn 35.00 [MPa]	
Compression modulus		18889 [MPa]	Tens. strength	fctm 3.21 [MPa]	
Weight		2.7 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk 2.67 [MPa]	
Weight buoyancy		2.7 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk 3.85 [MPa]	
Temp.elongat.coeff.	1.00E-05 [1/°K]		Bond strength	fbd 2.20 [MPa]	
			Fatigue strength	0.00 [MPa]	
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	34000
defined stress range			-0.676	-23.00	34000
			-3.500	-23.00	0
			Safetyfactor	1.00	
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	23000
stress range			-2.000	-23.00	0
			-3.500	-23.00	0
			Safetyfactor	1.00	

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΑΞΣΑΛΩΝ  
MATERIALS AND PILE SECTION



No. 3 Bst 500 (DIN 1045) (mod)

Youngs-modulus	E	210000	[MPa]	Safetyfactor	1.00	[-]
Poisson-Ratio	mu	0.30	[-]	Yield stress	fy	500.00 [MPa]
Shear-modulus	G	80769	[MPa]	Compr.yield val.	fyc	500.00 [MPa]
Compression modulus		175000	[MPa]	Tens. strength	ft	550.00 [MPa]
Weight		78.5	[kN/m3]	Compr. strength	fc	550.00 [MPa]
Weight buoyancy		78.5	[kN/m3]	Ultim. plast. strain		0.00 [‰]
Temp.elongat.coeff.		1.20E-05	[1/°K]	relative bond coeff.		1.00 [-]
max. thickness		32.00	[mm]	EC2 bondcoeff. K1		0.80 [-]
				Hardening modulus		0.00 [MPa]
				Proportional limit		500.00 [MPa]
				Dynamic stress range		240.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability				eps[‰]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the				1000.000	500.00	0
defined stress range				2.381	500.00	0
				0.000	0.00	210000
				-2.381	-500.00	210000
				-1000.000	-500.00	0
				Safetyfactor		1.00
Stress-Strain for ultimate load				eps[‰]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the				1000.000	500.00	0
defined stress range				2.381	500.00	0
				0.000	0.00	210000
				-2.381	-500.00	210000
				-1000.000	-500.00	0
				Safetyfactor		1.00



**No. 4 B 25 (DIN 1045)**

Youngs-modulus	E	30000 [MPa]	Safetyfactor		1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc	17.50 [MPa]
Shear-modulus	G	12500 [MPa]	Nomin. strength	fcm	25.00 [MPa]
Compression modulus		16667 [MPa]	Tens. strength	fctm	2.56 [MPa]
Weight		0.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk	2.14 [MPa]
Weight buoyancy		0.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk	3.08 [MPa]
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd	1.80 [MPa]
			Fatigue strength		0.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]

**ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΑΣΣΑΛΩΝ  
MATERIALS AND PILE SECTION**

**No. 4 B 25 (DIN 1045)**

Is also extended beyond the defined stress range

0.000	0.00	30000
-0.583	-17.50	30000
-3.500	-17.50	0

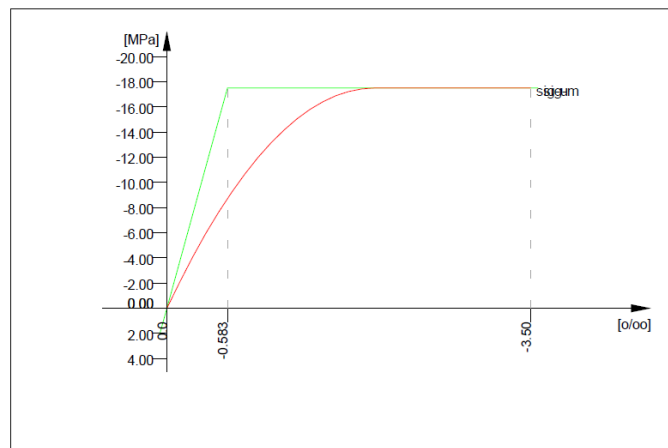
Stress-Strain for ultimate load

Safetyfactor		1.00
eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]

Is only valid within the defined stress range

0.000	0.00	17500
-2.000	-17.50	0
-3.500	-17.50	0

Safetyfactor		1.00
--------------	--	------





Cross-sections static properties

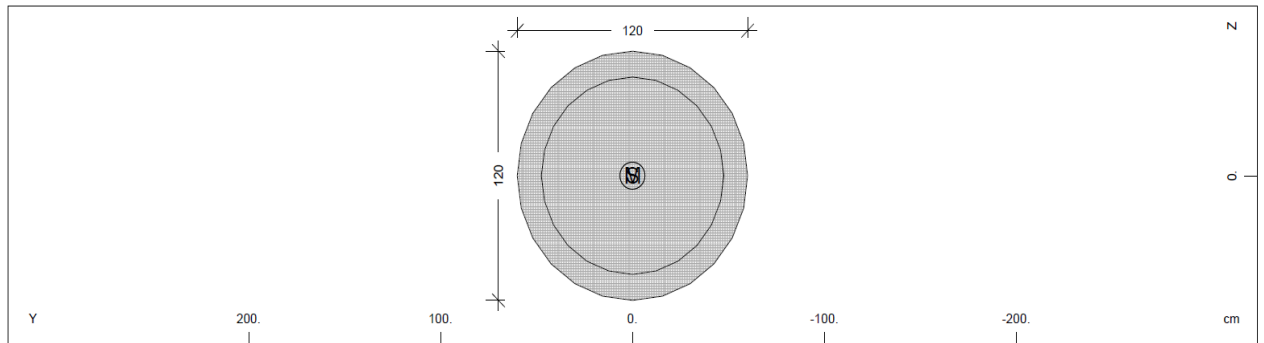
No.	Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
	NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
1	4	1.1310E+00		1.018E-01	0.000	0.000	30000	0.00
	3	2.036E-01		1.018E-01	0.000	0.000	12500	

Summary of all beam elements

Cross sections

No.	TotLength	Max.Length	TotWeight	Surface	Title
	[m]	[m]	[t]	[m2]	
1	400.000	0.750	0.000	1507.964	
Sum	400.000		0.000	1507.964	

Cross section No. 1



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
4	1.1310E+00		1.018E-01	0.00	0.00	30000	0.00
3	2.036E-01		1.018E-01	0.00	0.00	12500	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymin	zmin	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-60.00	-60.00		6.769E-01	3	2.617E+00	1.172E+00
	60.00	60.00		1.131E+00			1.172E+00

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΑΞΣΑΛΩΝ  
MATERIALS AND PILE SECTION

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
4	1.1310E+00		1.018E-01	0.00	30000	0.00
	2.036E-01		1.018E-01	0.00	12500	

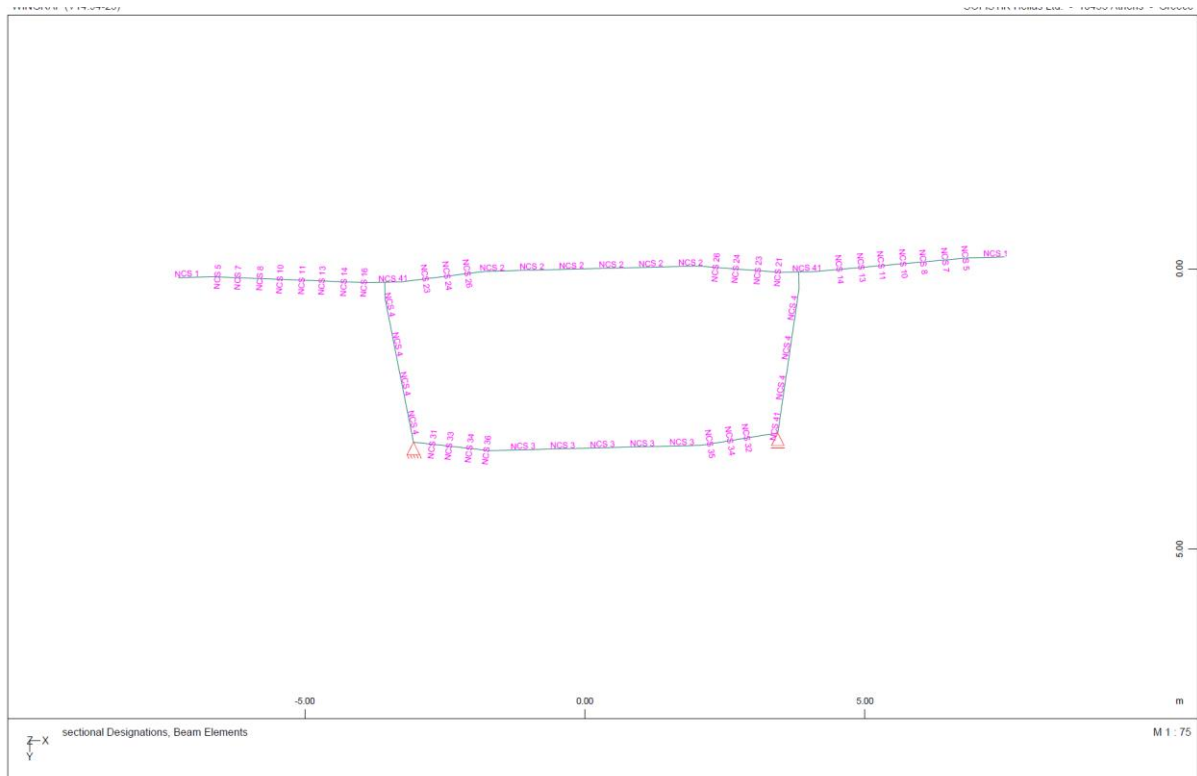
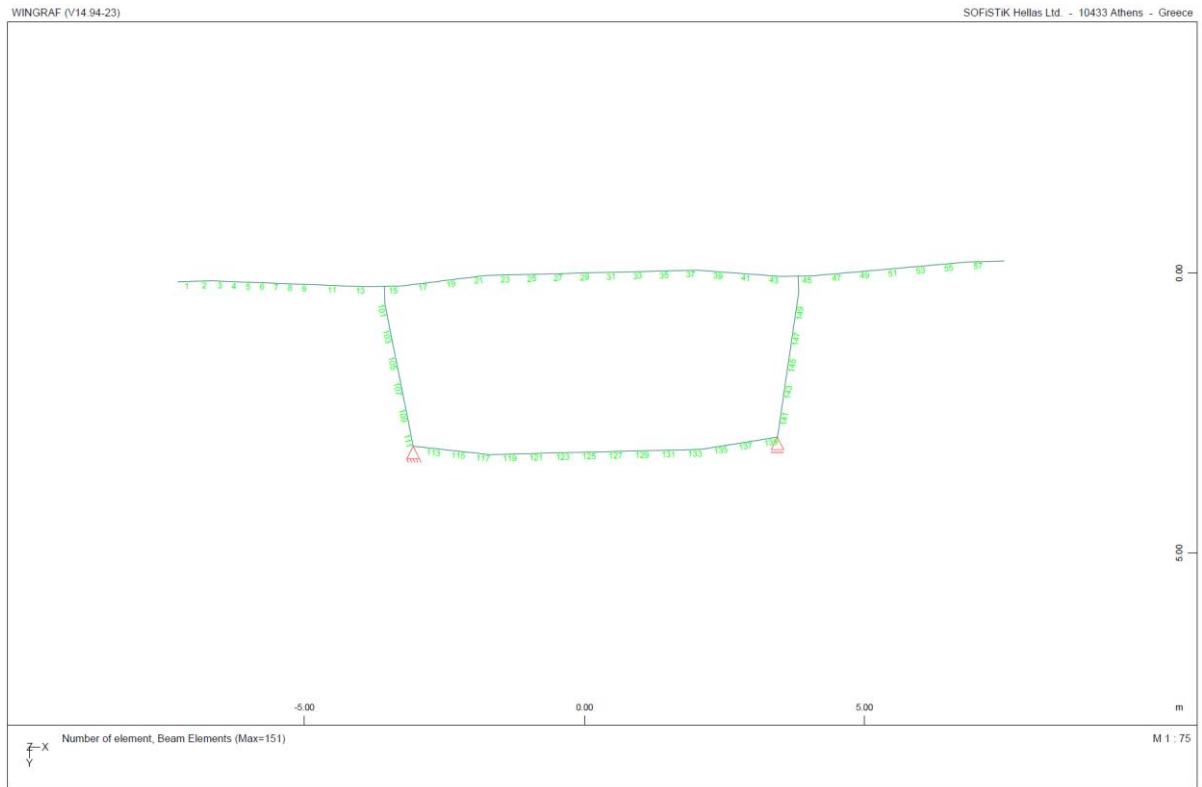
Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[cm]	[cm]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	3.770		60.00		0.0	0.000			

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[cm]	[cm]	[cm]	[kN]	[kNm]
Z2	4	3	1.00	0.00		0.00	0.00	295.05		

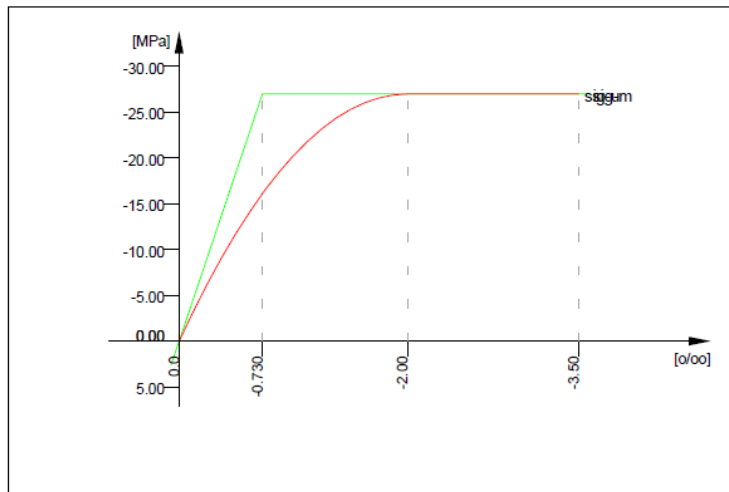
### 4.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΚΑΜΨΗΣ ΚΙΒΩΤΙΟΥ



Default design code is DIN 1045 (1988) (Germany)

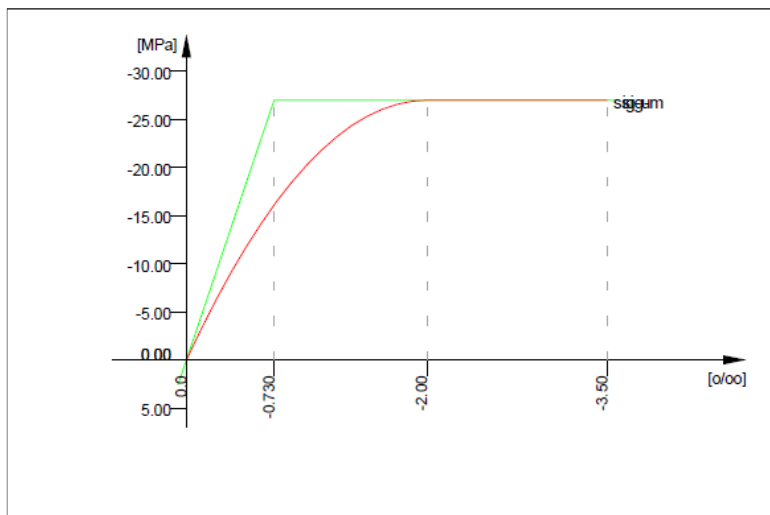
**No. 1 B 45 (DIN 1045)**

Youngs-modulus	E	37000 [MPa]	Safetyfactor		1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc	27.00 [MPa]
Shear-modulus	G	15417 [MPa]	Nomin. strength	fcn	45.00 [MPa]
Compression modulus		20556 [MPa]	Tens. strength	fctm	3.80 [MPa]
Weight		25.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk	3.16 [MPa]
Weight buoyancy		25.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk	4.55 [MPa]
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd	2.60 [MPa]
			Fatigue strength		0.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	37000
defined stress range			-0.730	-27.00	37000
			-3.500	-27.00	0
			Safetyfactor		1.00
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	27000
stress range			-2.000	-27.00	0
			-3.500	-27.00	0
			Safetyfactor		1.00



**No. 2 B 45 (DIN 1045)**

Youngs-modulus	E	37000 [MPa]	Safetyfactor		1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc	27.00 [MPa]
Shear-modulus	G	15417 [MPa]	Nomin. strength	fcn	45.00 [MPa]
Compression modulus		20556 [MPa]	Tens. strength	fctm	3.80 [MPa]
Weight		0.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk	3.16 [MPa]
Weight buoyancy		0.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk	4.55 [MPa]
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd	2.60 [MPa]
			Fatigue strength		0.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	37000
defined stress range			-0.730	-27.00	37000
			-3.500	-27.00	0
			Safetyfactor		1.00
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	27000
stress range			-2.000	-27.00	0
			-3.500	-27.00	0
			Safetyfactor		1.00



**No. 3 BSt 500 (DIN 1045) (mod)**

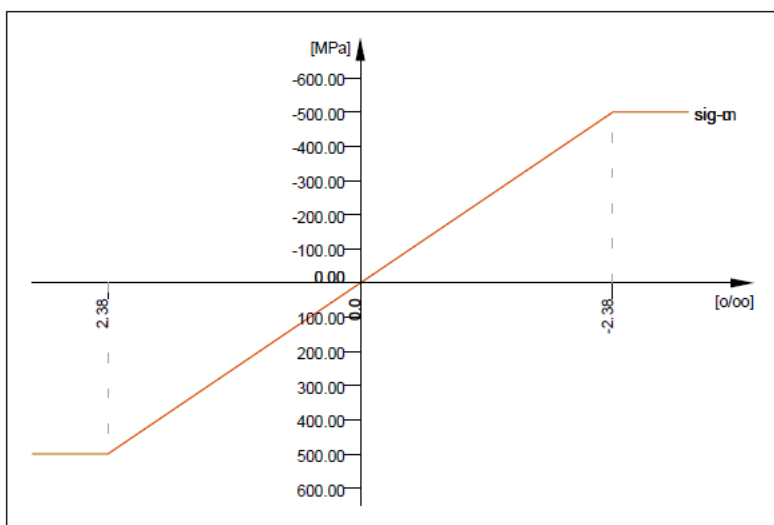
Youngs-modulus	E	210000 [MPa]	Safetyfactor	1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.30 [-]	Yield stress	fy 500.00 [MPa]
Shear-modulus	G	80769 [MPa]	Compr.yield val.	fyc 500.00 [MPa]
Compression modulus		175000 [MPa]	Tens. strength	ft 550.00 [MPa]
Weight		78.5 [kN/m3]	Compr. strength	fc 550.00 [MPa]
Weight buoyancy		78.5 [kN/m3]	Ultim. plast. strain	0.00 [o/oo]
Temp.elongat.coeff.		1.20E-05 [1/°K]	relative bond coeff.	1.00 [-]
max. thickness		32.00 [mm]	EC2 bondcoeff. K1	0.80 [-]
			Hardening modulus	0.00 [MPa]
			Proportional limit	500.00 [MPa]
			Dynamic stress range	240.00 [MPa]

Stress-Strain for serviceability  
Is also extended beyond the  
defined stress range

eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
1000.000	500.00	0
2.381	500.00	0
0.000	0.00	210000
-2.381	-500.00	210000
-1000.000	-500.00	0

Stress-Strain for ultimate load  
Is also extended beyond the  
defined stress range

eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
1000.000	500.00	0
2.381	500.00	0
0.000	0.00	210000
-2.381	-500.00	210000
-1000.000	-500.00	0
Safetyfactor		1.00

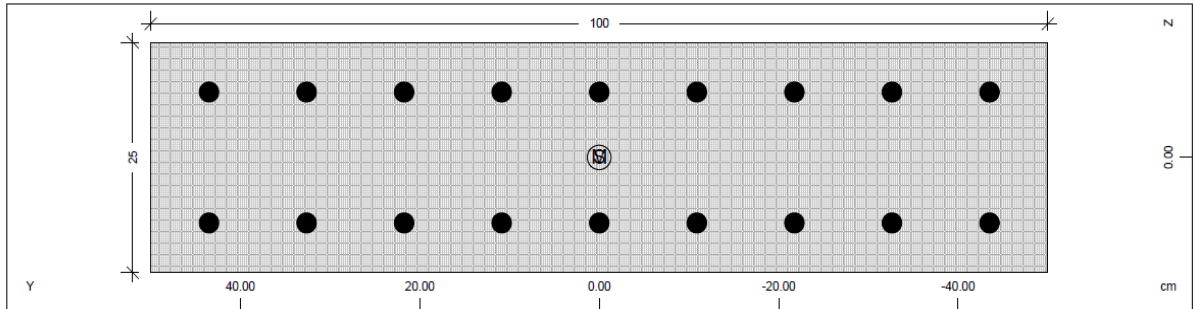


Summary of all beam elements

Cross sections

No.	TotLength [m]	Max.Length [m]	TotWeight [t]	Surface [m2]	Title
1	1.250	0.313	0.781	3.125	
2	3.782	0.236	2.837	9.834	
3	3.782	0.236	2.837	9.834	
4	4.771	0.239	7.157	15.268	
41	2.774	0.304	0.000	15.534	
	10.758	0.251	11.713	30.886	haunched sections
Sum	27.118		25.324	84.482	

Cross section No. 1



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	2.5000E-01		1.302E-03	0.00	0.00	37000	6.25
3	4.399E-03		2.083E-02	0.00	0.00	15417	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-50.00	-12.50		1.350E-01	3	3.706E+01	6.000E+00
	50.00	12.50		2.500E-01			6.000E+00

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[cm]	rz[cm]
-0.0477	0.0477	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	2.5000E-01		1.302E-03	0.00	37000	6.25
	4.399E-03		2.083E-02	0.00	15417	

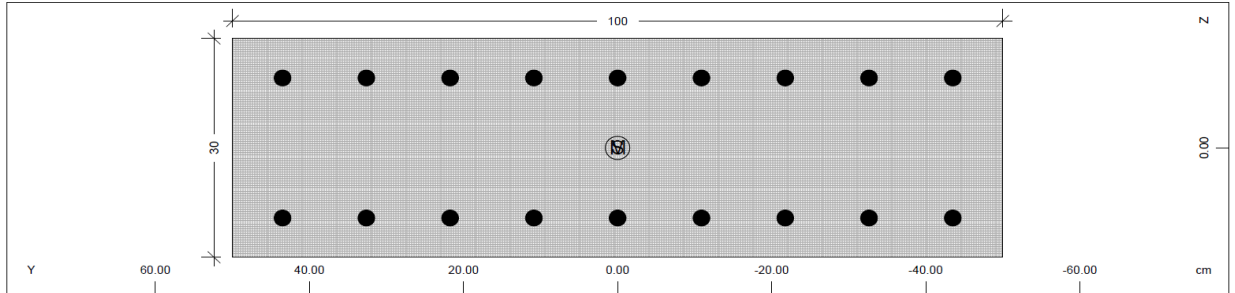
Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[cm]	[cm]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	2.500		20.00		0.0	0.055	0.003	0.052	

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[cm]	[cm]	[cm]	[kN]	[kNm]
M1	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	-7.10			
M2	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	7.10			

Cross section No. 2



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	3.0000E-01		2.250E-03	0.00	0.00	37000	7.50
3	7.311E-03		2.500E-02	0.00	0.00	15417	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymn	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-50.00	-15.00		1.633E-01	3	2.656E+01	5.000E+00
	50.00	15.00		3.000E-01			5.000E+00

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[cm]	rz[cm]
-0.0535	0.0535	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	3.0000E-01		2.250E-03	0.00	37000	7.50
	7.311E-03		2.500E-02	0.00	15417	

Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[cm]	[cm]	[cm]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	2.600	23.08			0.0	0.068	0.006	0.062	

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[cm]	[cm]	[cm]	[kN]	[kNm]
M1	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	-9.60			
M2	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	9.60			

Polygon

Id.	E	Mat	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	W0	Air
			[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[m2]	[-]
1		1	50.00	-15.00	-66.6667	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-20.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
2		1	50.00	15.00	66.6667	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-20.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
3		1	-50.00	15.00	66.6667	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					20.0000	0.0000	0.0000	0.0000		

Polygon										
Id.	E	Mat	y	z	1/WMy, Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	W0	Air
			[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[m2]	[-]
4	1		-50.00	-15.00	-66.6667	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					20.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
1	1		50.00	-15.00	-66.6667	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-20.0000	0.0000	0.0000	0.0000		

Distributed reinforcement

Id.	MNo	ya[cm]	za[cm]	ye[cm]	ze[cm]	As/As-max[cm2/m]	Lay	D	Ar[m2/m]
1	3	-44.60	-9.60	44.60	-9.60	34.08	34.08	1	22
1	3	-44.60	9.60	44.60	9.60	34.08	34.08	2	22

Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y	z	1/WMy, Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0	sig/tau-d
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]	[MPa]
top	1	0.00	-15.00	-66.6667	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
bot	1	0.00	15.00	66.6667	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			

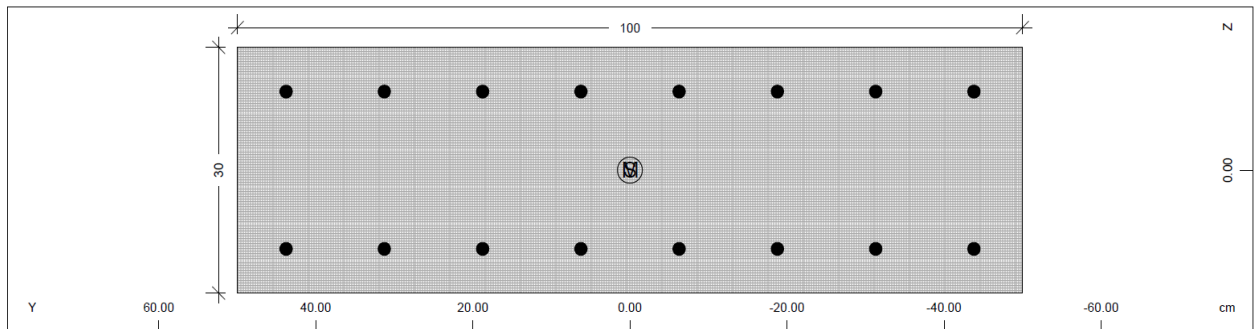
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM, D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AsSU
		c	mue	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1	0.00				11.53	26.5560	1.000	0.00	3	
							30.00	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1		0.00			11.53	26.5560	1.000	0.00	3	
							100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	0.00	-15.00	-26.5560	-5.0000	-3.31E-7	0.00	
1	1	0.00	-9.24	-26.5560	-5.0000	-3.31E-7	0.00	
1	1	0.00	9.24	26.5560	-5.0000	-3.31E-7	0.00	
1E	1	0.00	15.00	26.5560	-5.0000	-3.31E-7	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-26.5560	0.0000	5.0000	0.00	
2	1	-44.24	0.00	-26.5560	0.0000	5.0000	0.00	
2	1	44.24	0.00	26.5560	0.0000	5.0000	0.00	
2E	1	50.00	0.00	26.5560	0.0000	5.0000	0.00	

Cross section No. 3





Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	3.0000E-01		2.250E-03	0.00	0.00	37000	7.50
3	7.311E-03		2.500E-02	0.00	0.00	15417	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymin	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-50.00	-15.00		1.633E-01	3	2.656E+01	5.000E+00
	50.00	15.00		3.000E-01			5.000E+00

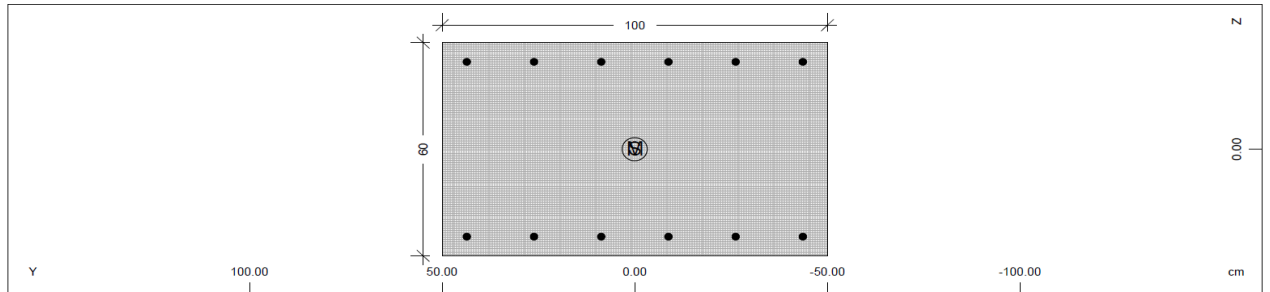
Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[cm]	rz[cm]
-0.0535	0.0535	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	3.0000E-01		2.250E-03	0.00	37000	7.50
	7.311E-03		2.500E-02	0.00	15417	

Cross section No. 4



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	6.0000E-01		1.800E-02	0.00	0.00	37000	15.00
3	4.508E-02		5.000E-02	0.00	0.00	15417	

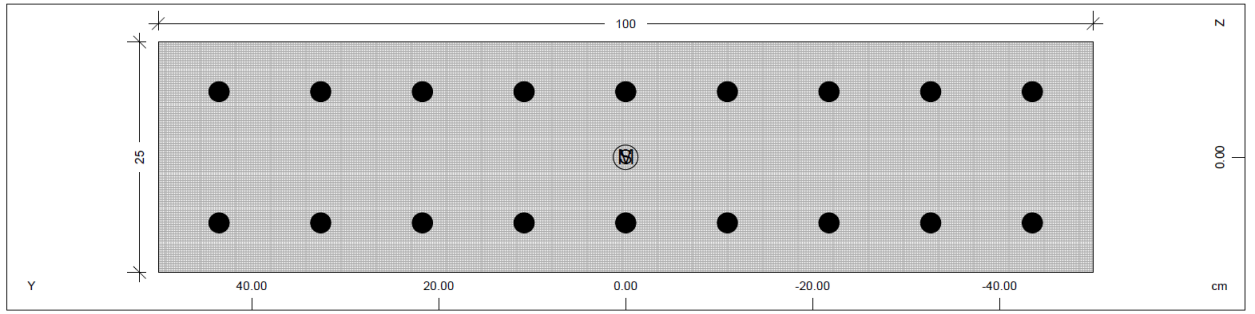
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FV <sub>y/z</sub>	Ns/Ms	MRF	AsSU
		c	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1	0.00				18.71	7.9727	1.000	0.00	3	
							60.00	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1		0.00			18.71	7.9727	1.000	0.00	3	
							100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

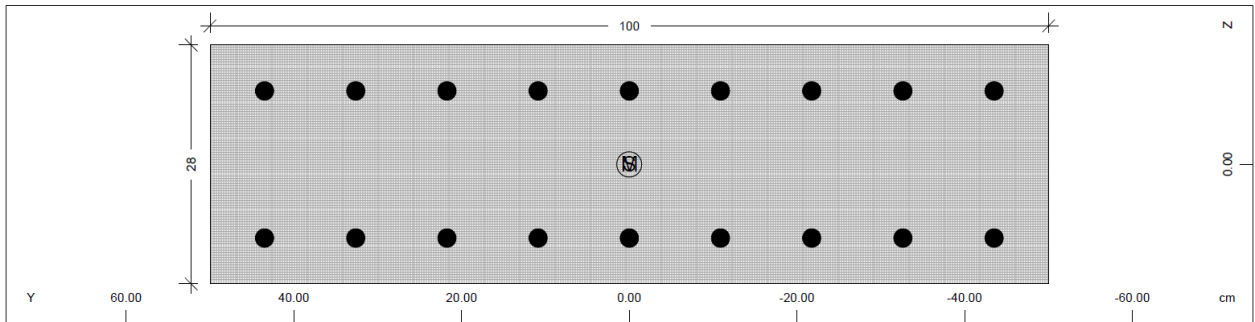
Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	0.00	-30.00	-7.9727	-2.5000	-8.28E-8	0.00	
1	1	0.00	-20.64	-7.9727	-2.5000	-8.28E-8	0.00	
1	1	0.00	20.64	7.9727	-2.5000	-8.28E-8	0.00	
1E	1	0.00	30.00	7.9727	-2.5000	-8.28E-8	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-7.9727	0.0000	2.5000	0.00	
2	1	-40.64	0.00	-7.9727	0.0000	2.5000	0.00	
2	1	40.64	0.00	7.9727	0.0000	2.5000	0.00	
2E	1	50.00	0.00	7.9727	0.0000	2.5000	0.00	

Cross section No. 5



Cross section No. 6



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	2.8120E-01		1.853E-03	0.00	0.00	37000	7.03
3	6.110E-03		2.343E-02	0.00	0.00	15417	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-50.00	-14.06		1.526E-01	3	2.987E+01	5.334E+00
	50.00	14.06		2.812E-01			5.334E+00

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[cm]	rz[cm]
-0.0515	0.0515	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	2.8120E-01		1.853E-03	0.00	37000	7.03
	6.110E-03		2.343E-02	0.00	15417	

Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[cm]	[cm]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	2.562		21.95		0.0	0.063	0.005	0.059	

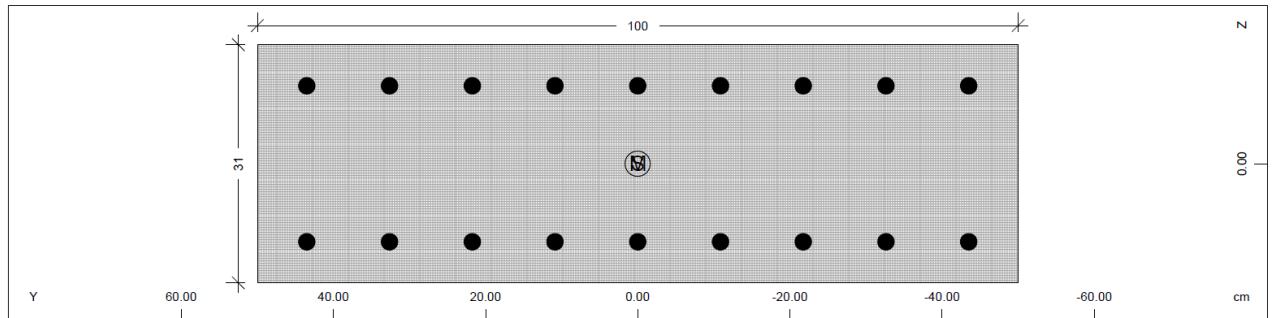
Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[cm]	[cm]	[cm]	[kN]	[kNm]
M1	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	-8.66			
M2	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	8.66			

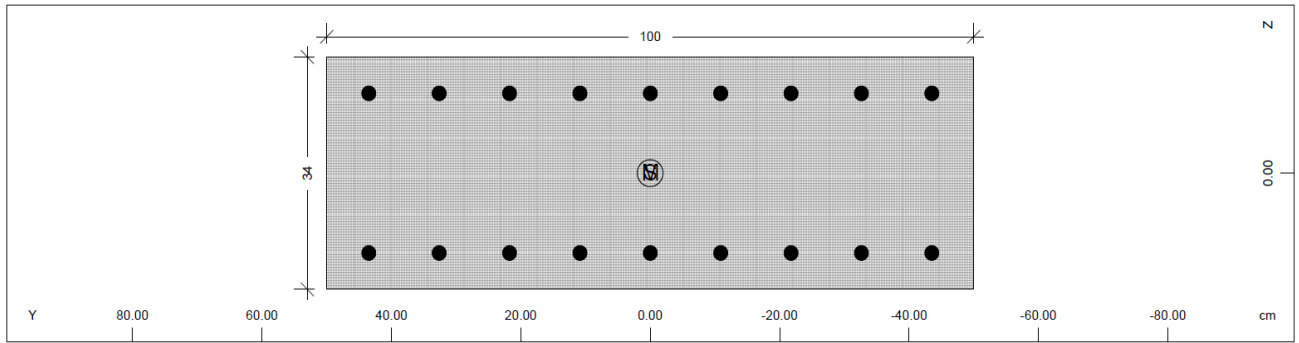
Polygon

Id.	E	Mat	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	W0	Air
			[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[m2]	[-]
1		1	50.00	-14.06	-75.8788	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-21.3371	0.0000	0.0000	0.0000		
2		1	50.00	14.06	75.8788	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-21.3371	0.0000	0.0000	0.0000		
3		1	-50.00	14.06	75.8788	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					21.3371	0.0000	0.0000	0.0000		

Cross section No. 7



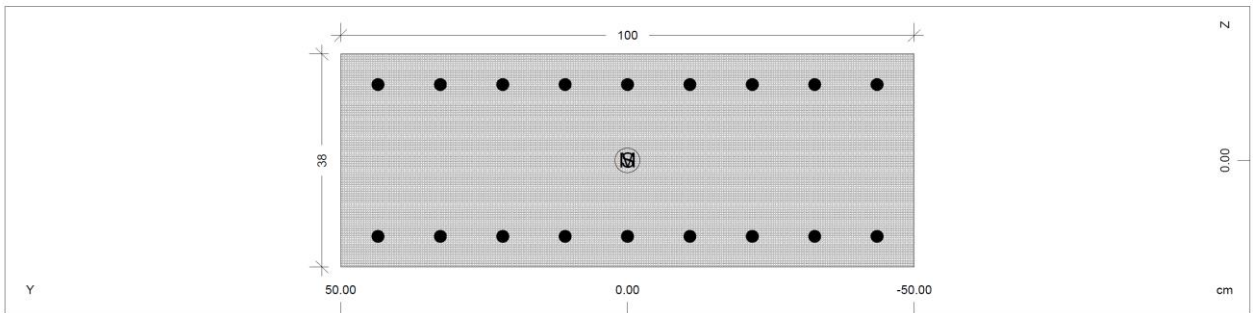
Cross section No. 8



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	3.4470E-01		3.413E-03	0.00	0.00	37000	8.62
3	1.070E-02		2.873E-02	0.00	0.00	15417	

Cross section No. 9



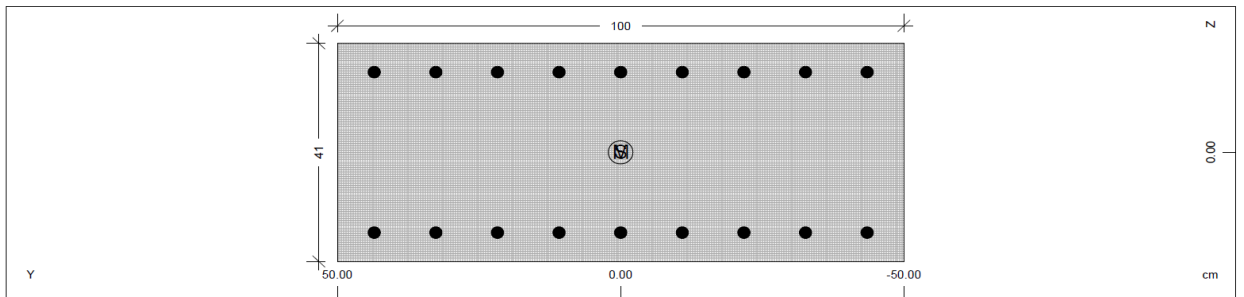
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FV <sub>y/z</sub>	Ns/Ms	MRF	AsSU
c	mue	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[1/m <sup>3</sup> ]	[-]	[kN/m]	R	[cm <sup>2</sup> /m]
1	WEB	1	0.00				13.66	17.6872	1.000	0.00	3	
							37.65	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1		0.00			13.66	17.6872	1.000	0.00	3	
							100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WV <sub>y</sub>	1/WV <sub>z</sub>	sig-p	W0
		[cm]	[cm]	[1/m <sup>3</sup> ]	[1/m <sup>2</sup> ]	[1/m <sup>2</sup> ]	[MPa]	[m <sup>2</sup> ]
1A	1	0.00	-18.83	-17.6872	-3.9841	-1.84E-7	0.00	
1	1	0.00	-12.00	-17.6872	-3.9841	-1.84E-7	0.00	
1	1	0.00	12.00	17.6872	-3.9841	-1.84E-7	0.00	
1E	1	0.00	18.83	17.6872	-3.9841	-1.84E-7	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-17.6872	0.0000	3.9841	0.00	
2	1	-43.17	0.00	-17.6872	0.0000	3.9841	0.00	
2	1	43.17	0.00	17.6872	0.0000	3.9841	0.00	
2E	1	50.00	0.00	17.6872	0.0000	3.9841	0.00	

Cross section No. 10



Static properties of cross section

Mat	A[m <sup>2</sup> ]	A <sub>y</sub> /A <sub>z</sub> /A <sub>yz</sub>	I <sub>y</sub> /I <sub>z</sub> /I <sub>yz</sub>	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m <sup>4</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>4</sup> ]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	4.0820E-01		5.668E-03	0.00	0.00	37000	10.20
3	1.686E-02		3.402E-02	0.00	0.00	15417	

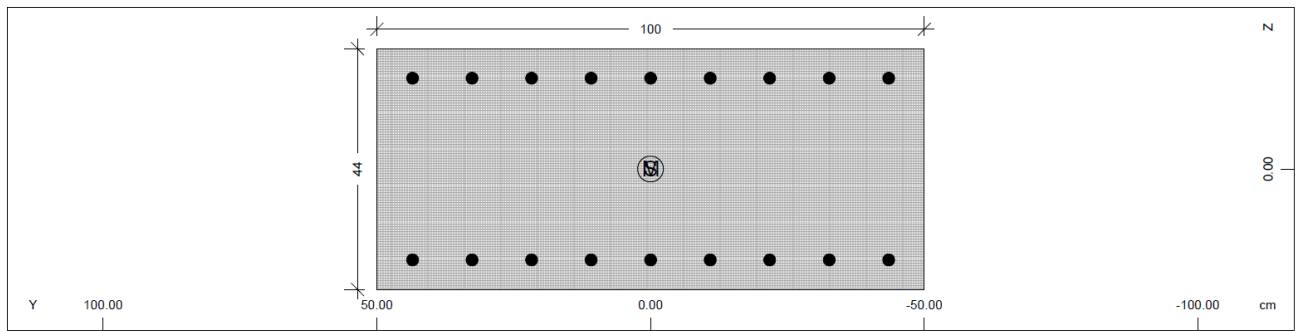
Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-V <sub>y</sub>
[1/°K]	y <sub>max</sub>	z <sub>max</sub>	hzmin	AB		Tau-B	Tau-V <sub>z</sub>
	[cm]	[cm]	[cm]	[m <sup>2</sup> ]		[1/m <sup>3</sup> ]	[1/m <sup>2</sup> ]
1.0E-05	-50.00	-20.41		2.251E-01	3	1.535E+01	3.675E+00
	50.00	20.41		4.082E-01			3.675E+00

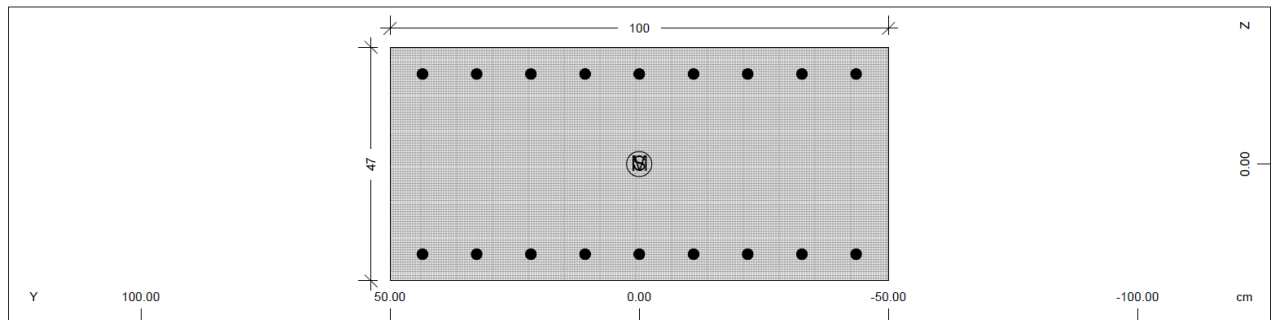
Polygon

Id.	E	Mat	y	z	1/W <sub>M<sub>y</sub></sub> , M <sub>z</sub>	1/WT	1/WV <sub>y</sub>	1/WV <sub>z</sub>	W0	Air
			[cm]	[cm]	[1/m <sup>3</sup> ]	[1/m <sup>3</sup> ]	[1/m <sup>2</sup> ]	[1/m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[-]
1	1		50.00	-20.41	-36.0085	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-14.6987	0.0000	0.0000	0.0000		
2	1		50.00	20.41	36.0085	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-14.6987	0.0000	0.0000	0.0000		
3	1		-50.00	20.41	36.0085	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					14.6987	0.0000	0.0000	0.0000		

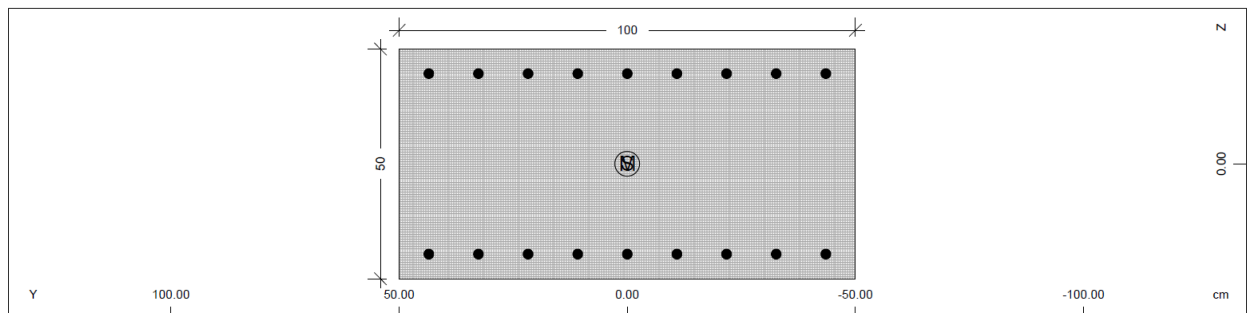
Cross section No. 11



Cross section No. 12



Cross section No. 13



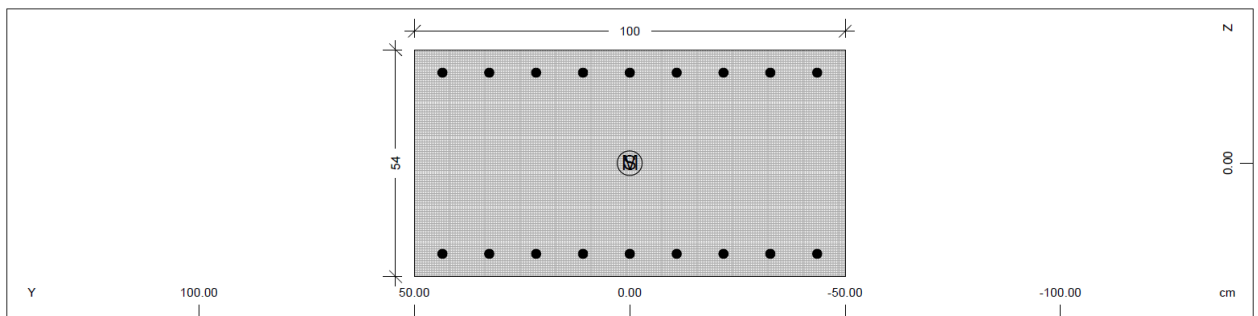
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AsSU
		c	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1	0.00				16.72	10.6912	1.000	0.00	3	
							50.35	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1		0.00			16.72	10.6912	1.000	0.00	3	
							100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	0.00	-25.17	-10.6912	-2.9791	1.03E-7	0.00	
1	1	0.00	-16.82	-10.6912	-2.9791	1.03E-7	0.00	
1	1	0.00	16.82	10.6912	-2.9791	1.03E-7	0.00	
1E	1	0.00	25.17	10.6912	-2.9791	1.03E-7	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-10.6912	0.0000	2.9791	0.00	
2	1	-41.64	0.00	-10.6912	0.0000	2.9791	0.00	
2	1	41.64	0.00	10.6912	0.0000	2.9791	0.00	
2E	1	50.00	0.00	10.6912	0.0000	2.9791	0.00	

Cross section No. 14



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	5.3530E-01		1.278E-02	0.00	0.00	37000	13.38
3	3.399E-02		4.461E-02	0.00	0.00	15417	

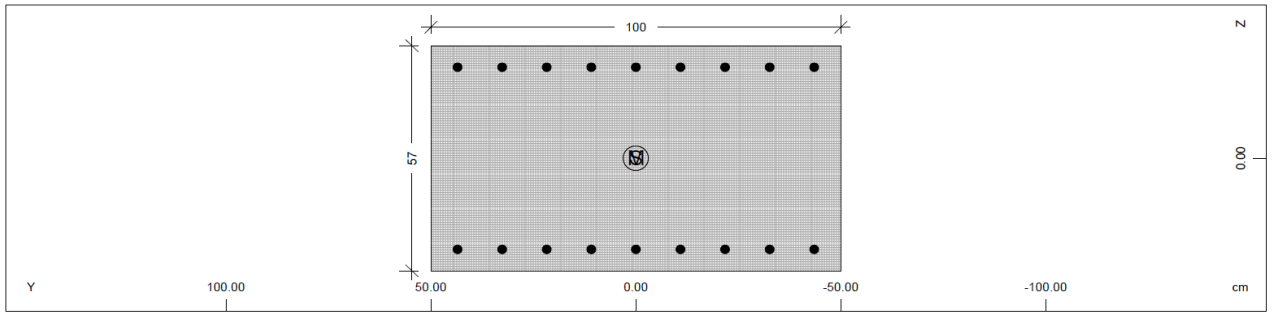
Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-50.00	-26.77		2.980E-01	3	9.641E+00	2.802E+00
	50.00	26.77		5.353E-01			2.802E+00

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	0.00	-26.77	-9.6409	-2.8022	3.24E-8	0.00	
1	1	0.00	-18.06	-9.6409	-2.8022	3.24E-8	0.00	
1	1	0.00	18.06	9.6409	-2.8022	3.24E-8	0.00	
1E	1	0.00	26.77	9.6409	-2.8022	3.24E-8	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-9.6409	0.0000	2.8022	0.00	
2	1	-41.30	0.00	-9.6409	0.0000	2.8022	0.00	
2	1	41.30	0.00	9.6409	0.0000	2.8022	0.00	
2E	1	50.00	0.00	9.6409	0.0000	2.8022	0.00	

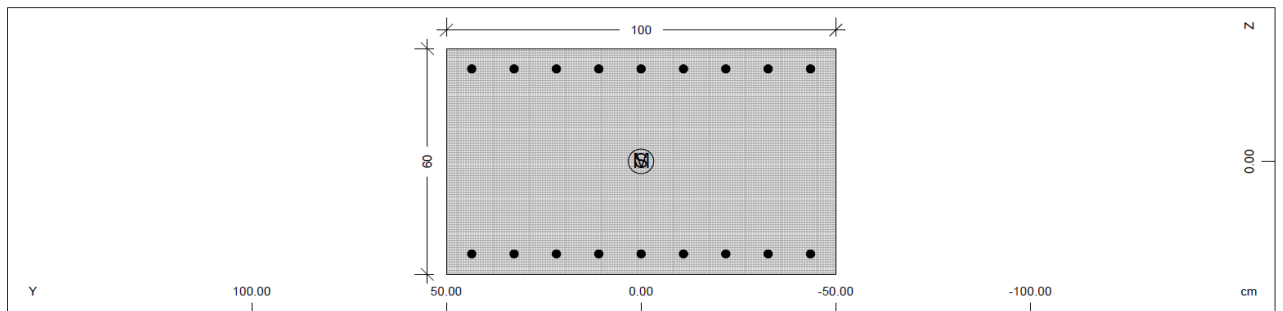
Cross section No. 15



Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y [cm]	z [cm]	1/WT [1/m <sup>3</sup> ]	1/WVy [1/m <sup>2</sup> ]	1/WVz [1/m <sup>2</sup> ]	sig-p [MPa]	W0 [m <sup>2</sup> ]
1A	1	0.00	-28.35	-8.7563	-2.6455	6.08E-8	0.00	
1	1	0.00	-19.32	-8.7563	-2.6455	6.08E-8	0.00	
1	1	0.00	19.32	8.7563	-2.6455	6.08E-8	0.00	
1E	1	0.00	28.35	8.7563	-2.6455	6.08E-8	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-8.7563	0.0000	2.6455	0.00	
2	1	-40.97	0.00	-8.7563	0.0000	2.6455	0.00	
2	1	40.97	0.00	8.7563	0.0000	2.6455	0.00	
2E	1	50.00	0.00	8.7563	0.0000	2.6455	0.00	

Cross section No. 16



Static properties of cross section

Mat	A[m <sup>2</sup> ]	Ay/Az/Ayz [m <sup>2</sup> ]	Iy/Iz/Iyz [m <sup>4</sup> ]	ys/zs [cm]	y/z-sc [cm]	modules [MPa]	gam [kN/m]
NoR	It[m <sup>4</sup> ]						
1	5.9890E-01		1.790E-02	0.00	0.00	37000	14.97
3	4.488E-02		4.991E-02	0.00	0.00	15417	



Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
[1/°K]	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-50.00	-29.95		3.345E-01	3	7.997E+00	2.505E+00
	50.00	29.95		5.989E-01			2.505E+00

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[cm]	rz[cm]
-0.0654	0.0654	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	5.9890E-01		1.790E-02	0.00	37000	14.97
	4.488E-02		4.991E-02	0.00	15417	

Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[cm]	[cm]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	3.198		37.46		0.0	0.170	0.045	0.125	

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[cm]	[cm]	[cm]	[kN]	[kNm]
M1	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	-24.55			
M2	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	24.55			

Polygon									
Id.	E Mat	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	W0	Air
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[m2]	[-]
1	1	50.00	-29.95	-16.7279	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
				-10.0184	0.0000	0.0000	0.0000		
2	1	50.00	29.95	16.7279	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
				-10.0184	0.0000	0.0000	0.0000		
3	1	-50.00	29.95	16.7279	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
				10.0184	0.0000	0.0000	0.0000		
4	1	-50.00	-29.95	-16.7279	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
				10.0184	0.0000	0.0000	0.0000		
1	1	50.00	-29.95	-16.7279	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
				-10.0184	0.0000	0.0000	0.0000		

Distributed reinforcement

Id.	MNo	ya[cm]	za[cm]	ye[cm]	ze[cm]	As/As-max[cm2/m]	Lay	D	Ar[m2/m]
1	3	-44.60	-24.55	44.60	-24.55	34.08	34.08	1	22
1	3	-44.60	24.55	44.60	24.55	34.08	34.08	2	22

Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0	sig/tau-d
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]	[MPa]
top	1	0.00	-29.95	-16.7279	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
bot	1	0.00	29.95	16.7279	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			

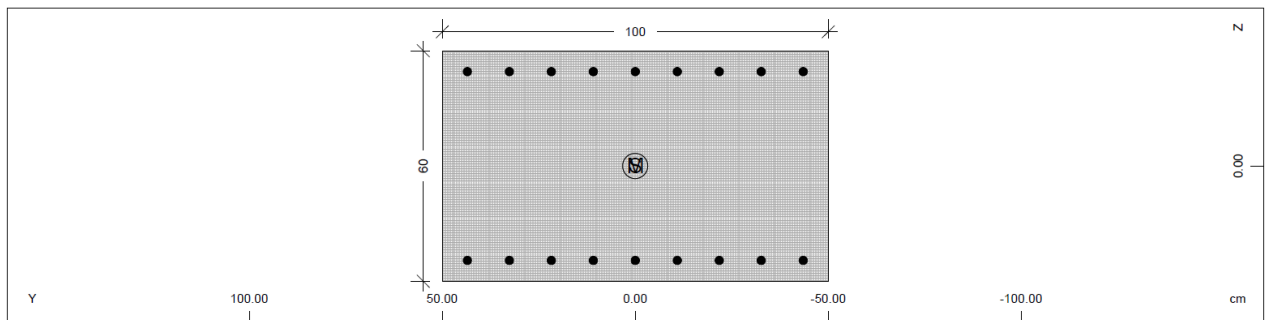
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AssU
		c	mue	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1	0.00				18.69	7.9968	1.000	0.00	3	
							59.89	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1		0.00			18.69	7.9968	1.000	0.00	3	
							100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	0.00	-29.95	-7.9968	-2.5046	4.41E-8	0.00	
1	1	0.00	-20.60	-7.9968	-2.5046	4.41E-8	0.00	
1	1	0.00	20.60	7.9968	-2.5046	4.41E-8	0.00	
1E	1	0.00	29.95	7.9968	-2.5046	4.41E-8	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-7.9968	0.0000	2.5046	0.00	
2	1	-40.65	0.00	-7.9968	0.0000	2.5046	0.00	
2	1	40.65	0.00	7.9968	0.0000	2.5046	0.00	
2E	1	50.00	0.00	7.9968	0.0000	2.5046	0.00	

Cross section No. 21



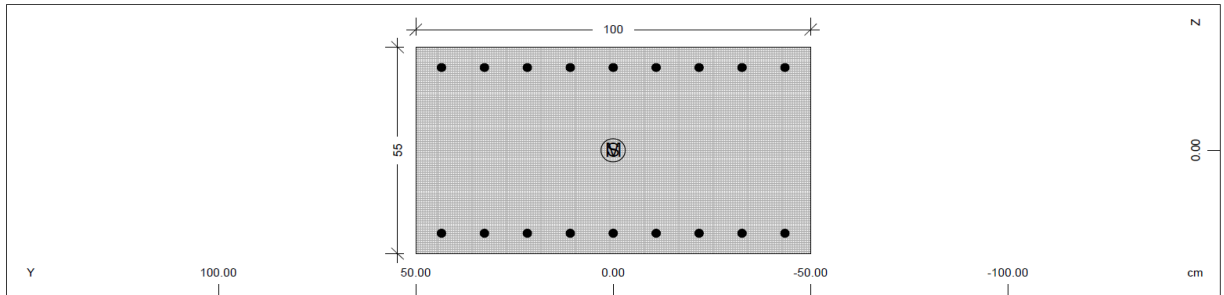
Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	5.9710E-01		1.774E-02	0.00	0.00	37000	14.93
3	4.455E-02		4.976E-02	0.00	0.00	15417	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymin	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-50.00	-29.86		3.335E-01	3	8.037E+00	2.512E+00
	50.00	29.86		5.971E-01			2.512E+00

Cross section No. 22



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	5.4730E-01		1.366E-02	0.00	0.00	37000	13.68
3	3.593E-02		4.561E-02	0.00	0.00	15417	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymin	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-50.00	-27.36		3.049E-01	3	9.289E+00	2.741E+00
	50.00	27.36		5.473E-01			2.741E+00

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[cm]	rz[cm]
-0.0661	0.0661	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	5.4730E-01		1.366E-02	0.00	37000	13.68
	3.593E-02		4.561E-02	0.00	15417	

Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[cm]	[cm]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	3.095	35.37			0.0	0.148	0.034	0.114	

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[cm]	[cm]	[cm]	[kN]	[kNm]
M1	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	-21.96			
M2	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	21.96			

Polygon

Id.	E	Mat	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	W0	Air
			[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[m2]	[-]
1		1	50.00	-27.36	-20.0309	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-10.9629	0.0000	0.0000	0.0000		
2		1	50.00	27.36	20.0309	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-10.9629	0.0000	0.0000	0.0000		
3		1	-50.00	27.36	20.0309	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					10.9629	0.0000	0.0000	0.0000		

**Polygon**

Id.	E	Mat	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	W0	Air
			[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[m2]	[-]
4	1		-50.00	-27.36	-20.0309	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					10.9629	0.0000	0.0000	0.0000		
1	1		50.00	-27.36	-20.0309	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-10.9629	0.0000	0.0000	0.0000		

**Distributed reinforcement**

Id.	MNo	ya[cm]	za[cm]	ye[cm]	ze[cm]	As/As-max[cm2/m]	Lay	D	Ar [m2/m]
1	3	-44.60	-21.96	44.60	-21.96	34.08	34.08	1	22
1	3	-44.60	21.96	44.60	21.96	34.08	34.08	2	22

**Construction and Selected Result Points**

Txt.	M	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0	sig/tau-d
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]	[MPa]
top	1	0.00	-27.36	-20.0309	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
bot	1	0.00	27.36	20.0309	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			

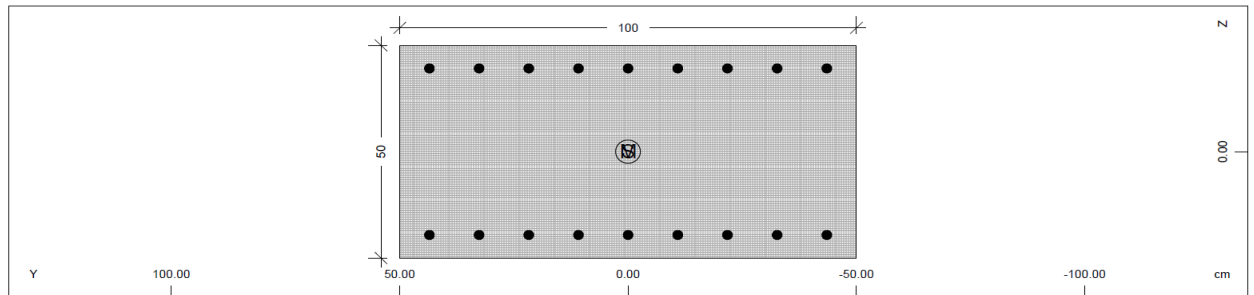
**Cuts for shear design**

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AssU
		c	mue	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1	0.00				17.65	9.2889	1.000	0.00	3	
							54.73	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1		0.00			17.65	9.2889	1.000	0.00	3	
							100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

**Stress output locations on shear cuts**

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	0.00	-27.36	-9.2889	-2.7407	-6.69E-8	0.00	
1	1	0.00	-18.54	-9.2889	-2.7407	-6.69E-8	0.00	
1	1	0.00	18.54	9.2889	-2.7407	-6.69E-8	0.00	
1E	1	0.00	27.36	9.2889	-2.7407	-6.69E-8	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-9.2889	0.0000	2.7407	0.00	
2	1	-41.17	0.00	-9.2889	0.0000	2.7407	0.00	
2	1	41.17	0.00	9.2889	0.0000	2.7407	0.00	
2E	1	50.00	0.00	9.2889	0.0000	2.7407	0.00	

Cross section No. 23



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	4.9750E-01		1.026E-02	0.00	0.00	37000	12.44
3	2.824E-02		4.146E-02	0.00	0.00	15417	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-50.00	-24.88		2.763E-01	3	1.091E+01	3.015E+00
	50.00	24.88		4.975E-01			3.015E+00

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[cm]	rz[cm]
-0.0657	0.0657	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	4.9750E-01		1.026E-02	0.00	37000	12.44
	2.824E-02		4.146E-02	0.00	15417	

**Additional Design Data**

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[cm]	[cm]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	2.995		33.22		0.0	0.129	0.026	0.104	

**Reinforcement global values**

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[cm]	[cm]	[cm]	[kN]	[kNm]
M1	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	-19.48			
M2	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	19.48			

**Polygon**

Id.	E	Mat	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	W0	Air
			[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[m2]	[-]
1	1		50.00	-24.88	-24.2418	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-12.0603	0.0000	0.0000	0.0000		
2	1		50.00	24.88	24.2418	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-12.0603	0.0000	0.0000	0.0000		
3	1		-50.00	24.88	24.2418	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					12.0603	0.0000	0.0000	0.0000		
4	1		-50.00	-24.88	-24.2418	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					12.0603	0.0000	0.0000	0.0000		
1	1		50.00	-24.88	-24.2418	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-12.0603	0.0000	0.0000	0.0000		

**Distributed reinforcement**

Id.	MNo	ya[cm]	za[cm]	ye[cm]	ze[cm]	As/As-max[cm2/m]	Lay	D	Ar[m2/m]
1	3	-44.60	-19.48	44.60	-19.48	34.08	34.08	1	22
1	3	-44.60	19.48	44.60	19.48	34.08	34.08	2	22

**Construction and Selected Result Points**

Txt.	M	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0	sig/tau-d
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]	[MPa]
top	1	0.00	-24.88	-24.2418	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
bot	1	0.00	24.88	24.2418	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			

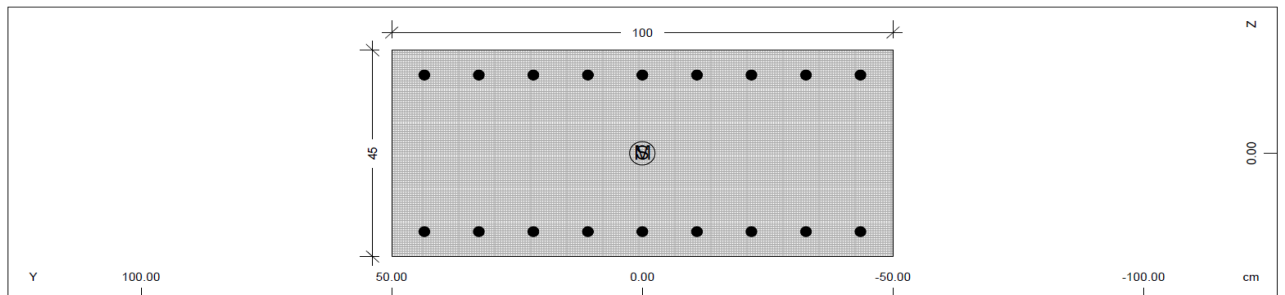
**Cuts for shear design**

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AsSU
			[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1	0.00				16.58	10.9110	1.000	0.00	3	
							49.75	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1		0.00			16.58	10.9110	1.000	0.00	3	
							100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

**Stress output locations on shear cuts**

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	0.00	-24.88	-10.9110	-3.0151	1.04E-7	0.00	
1	1	0.00	-16.58	-10.9110	-3.0151	1.04E-7	0.00	
1	1	0.00	16.58	10.9110	-3.0151	1.04E-7	0.00	
1E	1	0.00	24.88	10.9110	-3.0151	1.04E-7	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-10.9110	0.0000	3.0151	0.00	
2	1	-41.71	0.00	-10.9110	0.0000	3.0151	0.00	
2	1	41.71	0.00	10.9110	0.0000	3.0151	0.00	
2E	1	50.00	0.00	10.9110	0.0000	3.0151	0.00	

Cross section No. 24



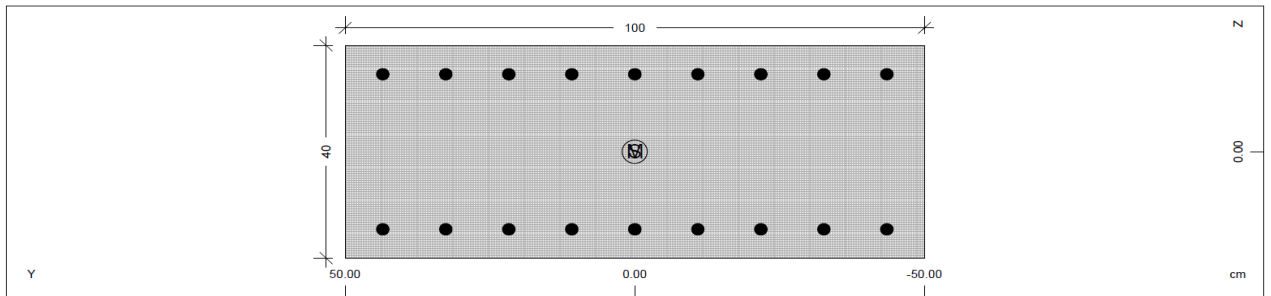
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AsSU
c	mue	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1	0.00				15.44	13.0662	1.000	0.00	3	
							44.78	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1		0.00			15.44	13.0662	1.000	0.00	3	
							100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

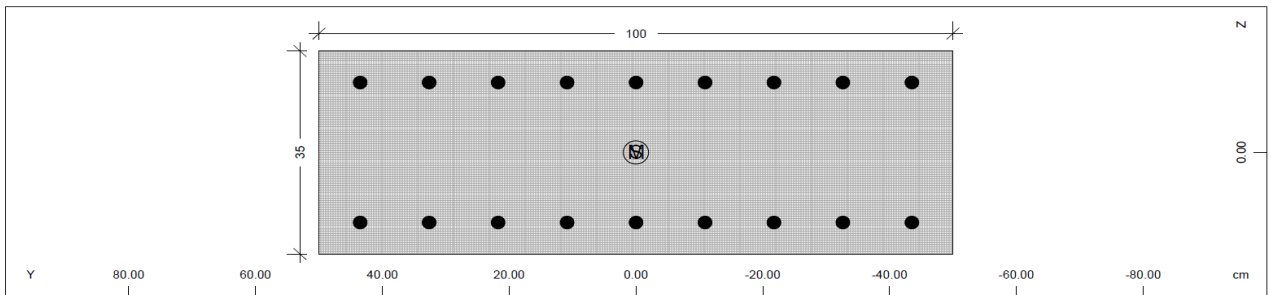
Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	0.00	-22.39	-13.0662	-3.3497	-4.92E-8	0.00	
1	1	0.00	-14.67	-13.0662	-3.3497	-4.92E-8	0.00	
1	1	0.00	14.67	13.0662	-3.3497	-4.92E-8	0.00	
1E	1	0.00	22.39	13.0662	-3.3497	-4.92E-8	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-13.0662	0.0000	3.3497	0.00	
2	1	-42.28	0.00	-13.0662	0.0000	3.3497	0.00	
2	1	42.28	0.00	13.0662	0.0000	3.3497	0.00	
2E	1	50.00	0.00	13.0662	0.0000	3.3497	0.00	

Cross section No. 25



Cross section No. 26



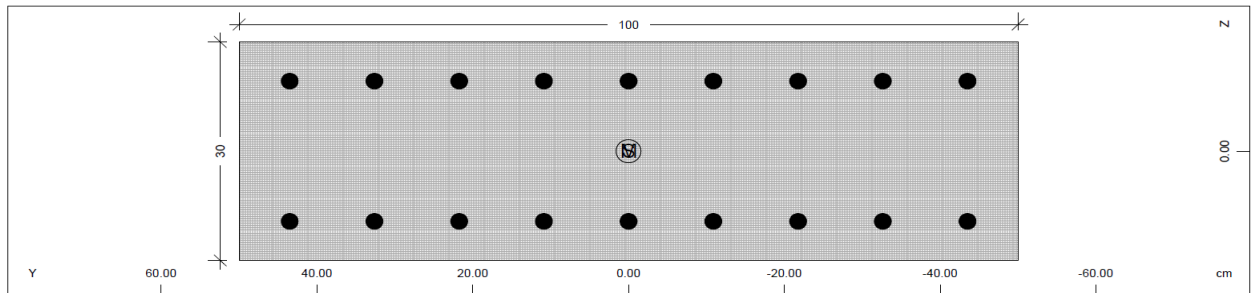
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AsSU
c	mue	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1	0.00				12.90	20.3068	1.000	0.00	3	
							34.83	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1		0.00			12.90	20.3068	1.000	0.00	3	
							100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y [cm]	z [cm]	1/WT [1/m3]	1/WVy [1/m2]	1/WVz [1/m2]	sig-p [MPa]	W0 [m2]
1A	1	0.00	-17.42	-20.3068	-4.3066	-2.71E-8	0.00	
1	1	0.00	-10.96	-20.3068	-4.3066	-2.71E-8	0.00	
1	1	0.00	10.96	20.3068	-4.3066	-2.71E-8	0.00	
1E	1	0.00	17.42	20.3068	-4.3066	-2.71E-8	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-20.3068	0.0000	4.3066	0.00	
2	1	-43.55	0.00	-20.3068	0.0000	4.3066	0.00	
2	1	43.55	0.00	20.3068	0.0000	4.3066	0.00	
2E	1	50.00	0.00	20.3068	0.0000	4.3066	0.00	

Cross section No. 27



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	3.0150E-01		2.284E-03	0.00	0.00	37000	7.54
3	7.413E-03		2.512E-02	0.00	0.00	15417	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymn	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-50.00	-15.07		1.642E-01	3	2.632E+01	4.975E+00
	50.00	15.07		3.015E-01			4.975E+00

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[cm]	rz[cm]
-0.0537	0.0537	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	3.0150E-01		2.284E-03	0.00	37000	7.54
	7.413E-03		2.512E-02	0.00	15417	

Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[cm]	[cm]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	2.603		23.17		0.0	0.069	0.006	0.063	

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[cm]	[cm]	[cm]	[kN]	[kNm]
M1	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	-9.67			
M2	1	3	30.40	30.40	30.40	0.00	9.67			



Polygon

Id.	E Mat	y [cm]	z [cm]	1/WMy, Mz [1/m3]	1/WT [1/m3]	1/WVy [1/m2]	1/WVz [1/m2]	W0 [m2]	Air [-]
1	1	50.00	-15.07	-66.0050	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
				-19.9005	0.0000	0.0000	0.0000		
2	1	50.00	15.07	66.0050	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
				-19.9005	0.0000	0.0000	0.0000		
3	1	-50.00	15.07	66.0050	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
				19.9005	0.0000	0.0000	0.0000		
4	1	-50.00	-15.07	-66.0050	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
				19.9005	0.0000	0.0000	0.0000		
1	1	50.00	-15.07	-66.0050	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
				-19.9005	0.0000	0.0000	0.0000		

Distributed reinforcement

Id.	MNo	ya [cm]	za [cm]	ye [cm]	ze [cm]	As/As-max [cm2/m]	Lay	D	Ar [m2/m]
1	3	-44.60	-9.67	44.60	-9.67	34.08	34.08	1	22
1	3	-44.60	9.67	44.60	9.67	34.08	34.08	2	22

Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y [cm]	z [cm]	1/WMy, Mz [1/m3]	1/WT [1/m3]	1/WVy [1/m2]	1/WVz [1/m2]	sig-p [MPa]	W0 [m2]	sig/tau-d [MPa]
top	1	0.00	-15.07	-66.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
bot	1	0.00	15.07	66.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			

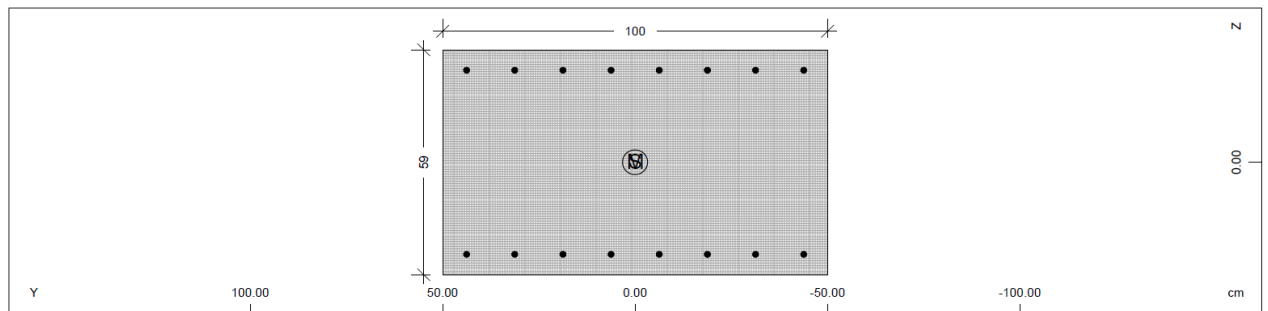
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb [cm]	zb [cm]	ye [cm]	ze [cm]	b0 [cm]	1/WTM, D [1/m3]	FVy/z [-]	Ns/Ms [kN/m]	MRF	AsSU [cm2/m]
1	WEB	1	0.00				11.57	26.3172	1.000	0.00	3	
							30.15	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1		0.00			11.57	26.3172	1.000	0.00	3	
							100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

Stress output locations on shear cuts

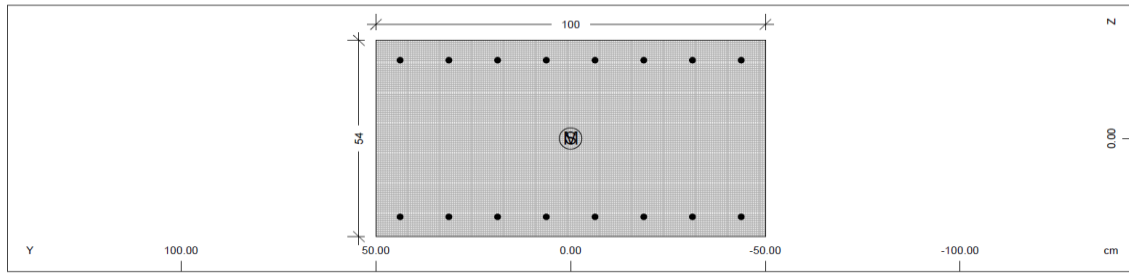
Txt.	MNo	y [cm]	z [cm]	1/WT [1/m3]	1/WVy [1/m2]	1/WVz [1/m2]	sig-p [MPa]	W0 [m2]
1A	1	0.00	-15.07	-26.3172	-4.9751	3.15E-7	0.00	
1	1	0.00	-9.29	-26.3172	-4.9751	3.15E-7	0.00	
1	1	0.00	9.29	26.3172	-4.9751	3.15E-7	0.00	
1E	1	0.00	15.07	26.3172	-4.9751	3.15E-7	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-26.3172	0.0000	4.9751	0.00	
2	1	-44.21	0.00	-26.3172	0.0000	4.9751	0.00	
2	1	44.21	0.00	26.3172	0.0000	4.9751	0.00	
2E	1	50.00	0.00	26.3172	0.0000	4.9751	0.00	

Cross section No. 31



Static properties of cross section

Mat	A [m2]	Ay/Az/Ayz [m2]	Iy/Iz/Iyz [m4]	ys/zs [cm]	y/z-sc [cm]	modules [MPa]	gam [kN/m]
NoR	It [m4]						
1	5.9470E-01		1.753E-02	0.00	0.00	37000	14.87
3	4.412E-02		4.956E-02	0.00	0.00	15417	



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	5.3530E-01		1.278E-02	0.00	0.00	37000	13.38
3	3.399E-02		4.461E-02	0.00	0.00	15417	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymin	zmin	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-50.00	-26.77		2.980E-01	3	9.641E+00	2.802E+00
	50.00	26.77		5.353E-01			2.802E+00

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[cm]	rz[cm]
-0.0661	0.0661	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	5.3530E-01		1.278E-02	0.00	37000	13.38
	3.399E-02		4.461E-02	0.00	15417	

Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[cm]	[cm]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	3.071		34.87		0.0	0.143	0.032	0.112	

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[cm]	[cm]	[cm]	[kN]	[kNm]
M1	1	3	13.40	13.40	13.40	0.00	-21.37			
M2	1	3	13.40	13.40	13.40	0.00	21.37			

Polygon

Id.	E	Mat	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	W0	Air
			[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[m2]	[-]
1		1	50.00	-26.77	-20.9390	0.0000	0.0000	0.0000	1.00	
					-11.2087	0.0000	0.0000	0.0000		
2		1	50.00	26.77	20.9390	0.0000	0.0000	0.0000	1.00	
					-11.2087	0.0000	0.0000	0.0000		
3		1	-50.00	26.77	20.9390	0.0000	0.0000	0.0000	1.00	
					11.2087	0.0000	0.0000	0.0000		
4		1	-50.00	-26.77	-20.9390	0.0000	0.0000	0.0000	1.00	
					11.2087	0.0000	0.0000	0.0000		
1		1	50.00	-26.77	-20.9390	0.0000	0.0000	0.0000	1.00	
					-11.2087	0.0000	0.0000	0.0000		

Distributed reinforcement

Id.	MNo	ya[cm]	za[cm]	ye[cm]	ze[cm]	As/As-max[cm2/m]	Lay	D	Ar[m2/m]
1	3	-44.60	-21.37	44.60	-21.37	15.02	15.02	1	16
1	3	-44.60	21.37	44.60	21.37	15.02	15.02	2	16

Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0	sig/tau-d
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]	[MPa]
top	1	0.00	-26.77	-20.9390	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
bot	1	0.00	26.77	20.9390	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			

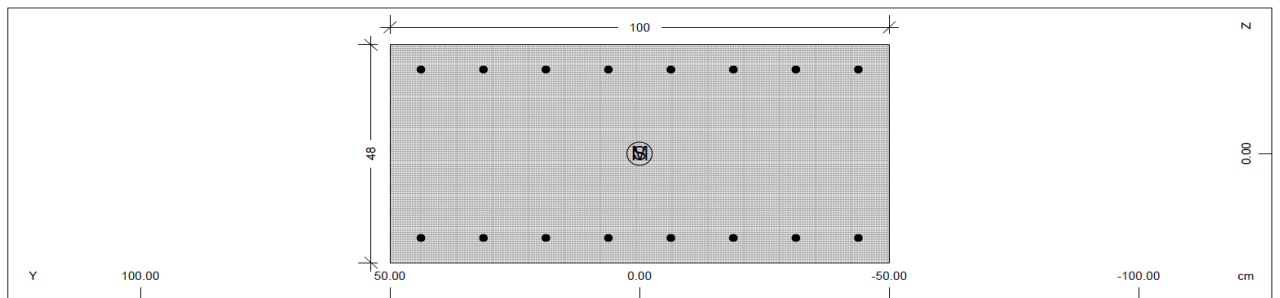
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yc	yb [cm]	zb [cm]	ye [cm]	ze [cm]	b0 [cm]	1/WTM,D [1/m3]	FVy/z [-]	Ns/Ms [kN/m]	MRF	AsSU [cm2/m]
1	WEB	1	0.00					17.40	9.6409	1.000	0.00	3	
								53.53	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1			0.00			17.40	9.6409	1.000	0.00	3	
								100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y [cm]	z [cm]	1/WT [1/m3]	1/WVy [1/m2]	1/WVz [1/m2]	sig-p [MPa]	W0 [m2]
1A	1	0.00	-26.77	-9.6409	-2.8022	3.24E-8	0.00	
1	1	0.00	-18.06	-9.6409	-2.8022	3.24E-8	0.00	
1	1	0.00	18.06	9.6409	-2.8022	3.24E-8	0.00	
1E	1	0.00	26.77	9.6409	-2.8022	3.24E-8	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-9.6409	0.0000	2.8022	0.00	
2	1	-41.30	0.00	-9.6409	0.0000	2.8022	0.00	
2	1	41.30	0.00	9.6409	0.0000	2.8022	0.00	
2E	1	50.00	0.00	9.6409	0.0000	2.8022	0.00	

Cross section No. 33



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz [m2]	Iy/Iz/Iyz [m4]	ys/zs [cm]	y/z-sc [cm]	modules [MPa]	gam [kN/m]
NoR	It[m4]						
1	4.7580E-01		8.976E-03	0.00	0.00	37000	11.90
3	2.518E-02		3.965E-02	0.00	0.00	15417	

Additional static properties of cross section

Alfa-T [1/°K]	ymin [cm]	zmin [cm]	hymin [cm]	AK [m2]	MB	Tau-T [1/m3]	Tau-Vy [1/m2]
	ymin	zmax	hzmin	AB [m2]		Tau-B	Tau-Vz
1.0E-05	-50.00	-23.79		2.639E-01	3	1.177E+01	3.153E+00
	50.00	23.79		4.758E-01			3.153E+00

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[cm]	rz[cm]
-0.0651	0.0651	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz [m2]	Iy/Iz/Iyz [m4]	ys/zs [cm]	modules [MPa]	gam [kN/m]
NoR	It[m4]					
1	4.7580E-01		8.976E-03	0.00	37000	11.90
	2.518E-02		3.965E-02	0.00	15417	

Additional Design Data

M	periphery-O/-I [m2/m]	deff [cm]	t-min [cm]	t-max [cm]	SMP [o/o]	thet-p [tm2/m]	thet-y [tm2/m]	thet-z [tm2/m]	thet-yz [tm2/m]
	2.952	32.24			0.0	0.122	0.022	0.099	

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area [cm2]	lower-A [cm2]	upper-A [cm2]	yL [cm]	zL [cm]	L-tors [cm]	N-pr [kN]	M-pr [kNm]
M1	1	3	13.40	13.40	13.40	0.00	-18.39			
M2	1	3	13.40	13.40	13.40	0.00	18.39			

Polygon

Id.	E	Mat	y [cm]	z [cm]	1/WMy,Mz [1/m3]	1/WT [1/m3]	1/WVy [1/m2]	1/WVz [1/m2]	W0 [m2]	Air [-]
1	1		50.00	-23.79	-26.5034 -12.6103	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
2	1		50.00	23.79	26.5034 -12.6103	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
3	1		-50.00	23.79	26.5034 12.6103	0.0000	0.0000	0.0000		1.00

Polygon

Id.	E	Mat	y [cm]	z [cm]	1/WMy,Mz [1/m3]	1/WT [1/m3]	1/WVy [1/m2]	1/WVz [1/m2]	W0 [m2]	Air [-]
4	1		-50.00	-23.79	-26.5034 12.6103	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
1	1		50.00	-23.79	-26.5034 -12.6103	0.0000	0.0000	0.0000		1.00

Distributed reinforcement

Id.	MNo	ya[cm]	za[cm]	ye[cm]	ze[cm]	As/As-max[cm2/m]	Lay	D	Ar[m2/m]
1	3	-44.60	-18.39	44.60	-18.39	15.02	15.02	1	16
1	3	-44.60	18.39	44.60	18.39	15.02	15.02	2	16

Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y [cm]	z [cm]	1/WMy,Mz [1/m3]	1/WT [1/m3]	1/WVy [1/m2]	1/WVz [1/m2]	sig-p [MPa]	W0 [m2]	sig/tau-d [MPa]
top	1	0.00	-23.79	-26.5034 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
bot	1	0.00	23.79	26.5034 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		

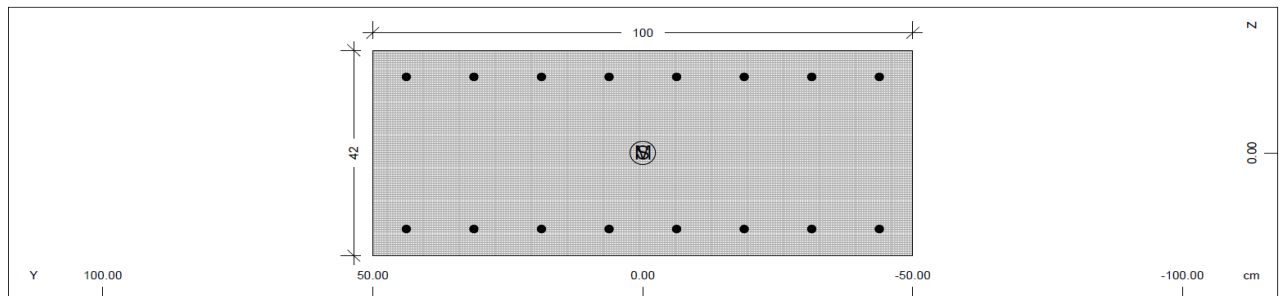
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb [cm]	zb [cm]	ye [cm]	ze [cm]	b0 [cm]	1/WTM,D [1/m3]	FVy/z [-]	Ns/Ms [kN/m]	MRF R	AsSU [cm2/m]
1	WEB	1	0.00				16.09	11.7731	1.000	0.00	3	
							47.58	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1		0.00			16.09	11.7731	1.000	0.00	3	
							100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y [cm]	z [cm]	1/WT [1/m3]	1/WVy [1/m2]	1/WVz [1/m2]	sig-p [MPa]	W0 [m2]
1A	1	0.00	-23.79	-11.7731	-3.1526	8.49E-8	0.00	
1	1	0.00	-15.74	-11.7731	-3.1526	8.49E-8	0.00	
1	1	0.00	15.74	11.7731	-3.1526	8.49E-8	0.00	
1E	1	0.00	23.79	11.7731	-3.1526	8.49E-8	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-11.7731	0.0000	3.1526	0.00	
2	1	-41.95	0.00	-11.7731	0.0000	3.1526	0.00	
2	1	41.95	0.00	11.7731	0.0000	3.1526	0.00	
2E	1	50.00	0.00	11.7731	0.0000	3.1526	0.00	

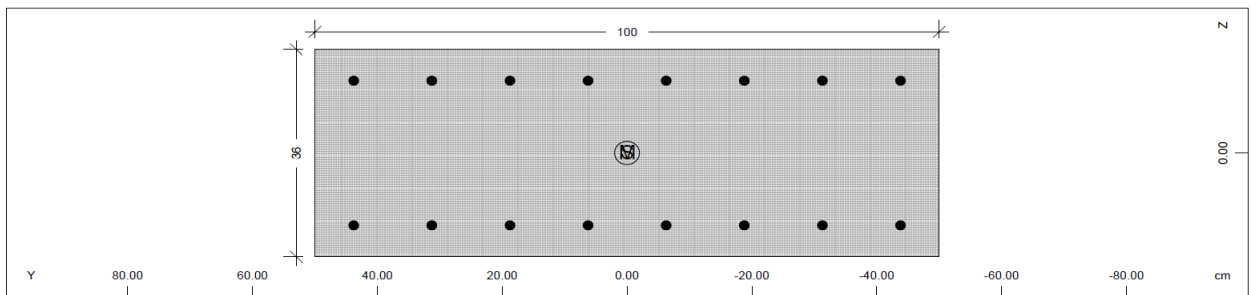
Cross section No. 34



Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	0.00	-20.82	-14.8283	-3.6032	3.30E-8	0.00	
1	1	0.00	-13.48	-14.8283	-3.6032	3.30E-8	0.00	
1	1	0.00	13.48	14.8283	-3.6032	3.30E-8	0.00	
1E	1	0.00	20.82	14.8283	-3.6032	3.30E-8	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-14.8283	0.0000	3.6032	0.00	
2	1	-42.66	0.00	-14.8283	0.0000	3.6032	0.00	
2	1	42.66	0.00	14.8283	0.0000	3.6032	0.00	
2E	1	50.00	0.00	14.8283	0.0000	3.6032	0.00	

Cross section No. 35



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	3.5680E-01		3.785E-03	0.00	0.00	37000	8.92
3	1.175E-02		2.973E-02	0.00	0.00	15417	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-50.00	-17.84		1.957E-01	3	1.945E+01	4.204E+00
	50.00	17.84		3.568E-01			4.204E+00

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[cm]	rz[cm]
-0.0590	0.0590	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	3.5680E-01		3.785E-03	0.00	37000	8.92
	1.175E-02		2.973E-02	0.00	15417	

Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[cm]	[cm]	[cm]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	2.714	26.30			0.0	0.084	0.009	0.074	

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area [cm <sup>2</sup> ]	lower-A [cm <sup>2</sup> ]	upper-A [cm <sup>2</sup> ]	yL [cm]	zL [cm]	L-tors [cm]	N-pr [kN]	M-pr [kNm]
M1	1	3	13.40	13.40	13.40	0.00	-12.44			
M2	1	3	13.40	13.40	13.40	0.00	12.44			

Polygon

Id.	E	Mat	y [cm]	z [cm]	1/WMy,Mz [1/m <sup>3</sup> ]	1/WT [1/m <sup>3</sup> ]	1/WVy [1/m <sup>2</sup> ]	1/WVz [1/m <sup>2</sup> ]	W0 [m <sup>2</sup> ]	Air [-]
1	1		50.00	-17.84	-47.1305 -16.8161	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
2	1		50.00	17.84	47.1305 -16.8161	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
3	1		-50.00	17.84	47.1305 16.8161	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
4	1		-50.00	-17.84	-47.1305 16.8161	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
1	1		50.00	-17.84	-47.1305 -16.8161	0.0000	0.0000	0.0000		1.00

Distributed reinforcement

Id.	MNo	ya[cm]	za[cm]	ye[cm]	ze[cm]	As/As-max[cm <sup>2</sup> /m]	Lay	D	Ar[m <sup>2</sup> /m]
1	3	-44.60	-12.44	44.60	-12.44	15.02	15.02	1	16
1	3	-44.60	12.44	44.60	12.44	15.02	15.02	2	16

Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y [cm]	z [cm]	1/WMy,Mz [1/m <sup>3</sup> ]	1/WT [1/m <sup>3</sup> ]	1/WVy [1/m <sup>2</sup> ]	1/WVz [1/m <sup>2</sup> ]	sig-p [MPa]	W0 [m <sup>2</sup> ]	sig/tau-d [MPa]
top	1	0.00	-17.84	-47.1305 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
bot	1	0.00	17.84	47.1305 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		

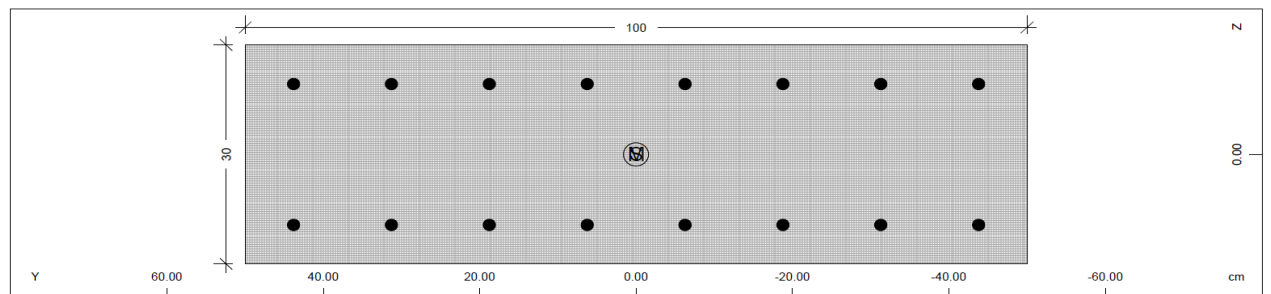
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb [cm]	zb [cm]	ye [cm]	ze [cm]	b0 [cm]	1/WTM,D [1/m <sup>3</sup> ]	FVy/z [-]	Ns/Ms [kN/m]	MRF R	AsSU [cm <sup>2</sup> /m]
1	WEB	1	0.00				13.13	19.4538	1.000	0.00	3	
							35.68	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1		0.00			13.13	19.4538	1.000	0.00	3	
							100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y [cm]	z [cm]	1/WT [1/m <sup>3</sup> ]	1/WVy [1/m <sup>2</sup> ]	1/WVz [1/m <sup>2</sup> ]	sig-p [MPa]	W0 [m <sup>2</sup> ]
1A	1	0.00	-17.84	-19.4538	-4.2040	1.36E-9	0.00	
1	1	0.00	-11.27	-19.4538	-4.2040	1.36E-9	0.00	
1	1	0.00	11.27	19.4538	-4.2040	1.36E-9	0.00	
1E	1	0.00	17.84	19.4538	-4.2040	1.36E-9	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-19.4538	0.0000	4.2040	0.00	
2	1	-43.43	0.00	-19.4538	0.0000	4.2040	0.00	
2	1	43.43	0.00	19.4538	0.0000	4.2040	0.00	
2E	1	50.00	0.00	19.4538	0.0000	4.2040	0.00	

Cross section No. 36





Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[cm]	[cm]	[MPa]	[kN/m]
1	3.0280E-01		2.314E-03	0.00	0.00	37000	7.57
3	7.501E-03		2.523E-02	0.00	0.00	15417	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymin	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-50.00	-15.14		1.649E-01	3	2.611E+01	4.954E+00
	50.00	15.14		3.028E-01			4.954E+00

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[cm]	rz[cm]
-0.0538	0.0538	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

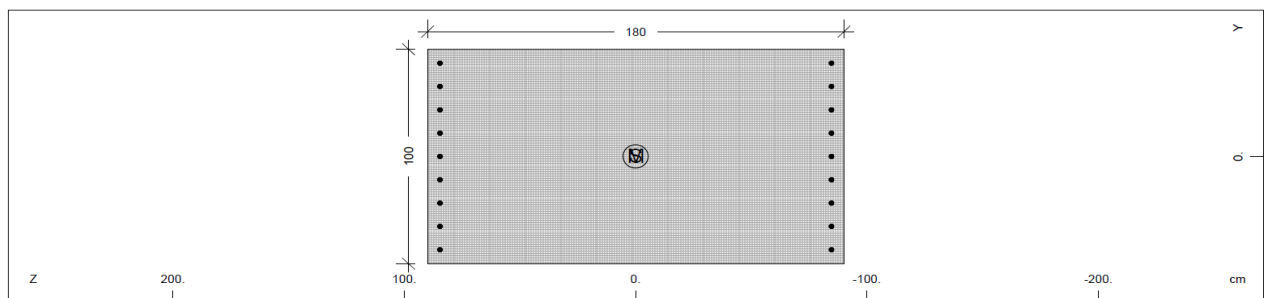
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FV <sub>y/z</sub>	Ns/Ms	MRF	AsSU
		c	mue	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1	0.00				11.61	26.1130	1.000	0.00	3	
							30.28	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1		0.00			11.61	26.1130	1.000	0.00	3	
							100.00	0.0000	1.000	0.00	2	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[cm]	[cm]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	0.00	-15.14	-26.1130	-4.9538	-1.42E-7	0.00	
1	1	0.00	-9.33	-26.1130	-4.9538	-1.42E-7	0.00	
1	1	0.00	9.33	26.1130	-4.9538	-1.42E-7	0.00	
1E	1	0.00	15.14	26.1130	-4.9538	-1.42E-7	0.00	
2A	1	-50.00	0.00	-26.1130	0.0000	4.9538	0.00	
2	1	-44.19	0.00	-26.1130	0.0000	4.9538	0.00	
2	1	44.19	0.00	26.1130	0.0000	4.9538	0.00	
2E	1	50.00	0.00	26.1130	0.0000	4.9538	0.00	

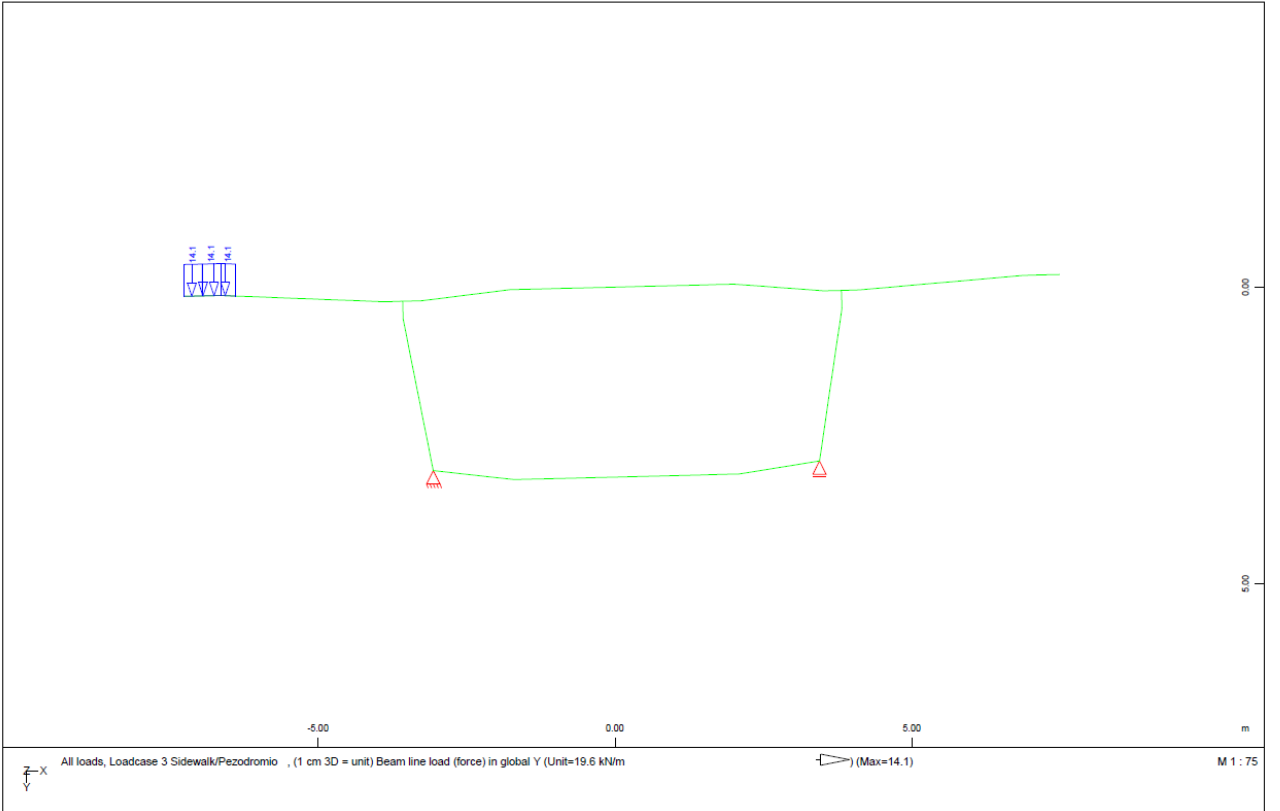
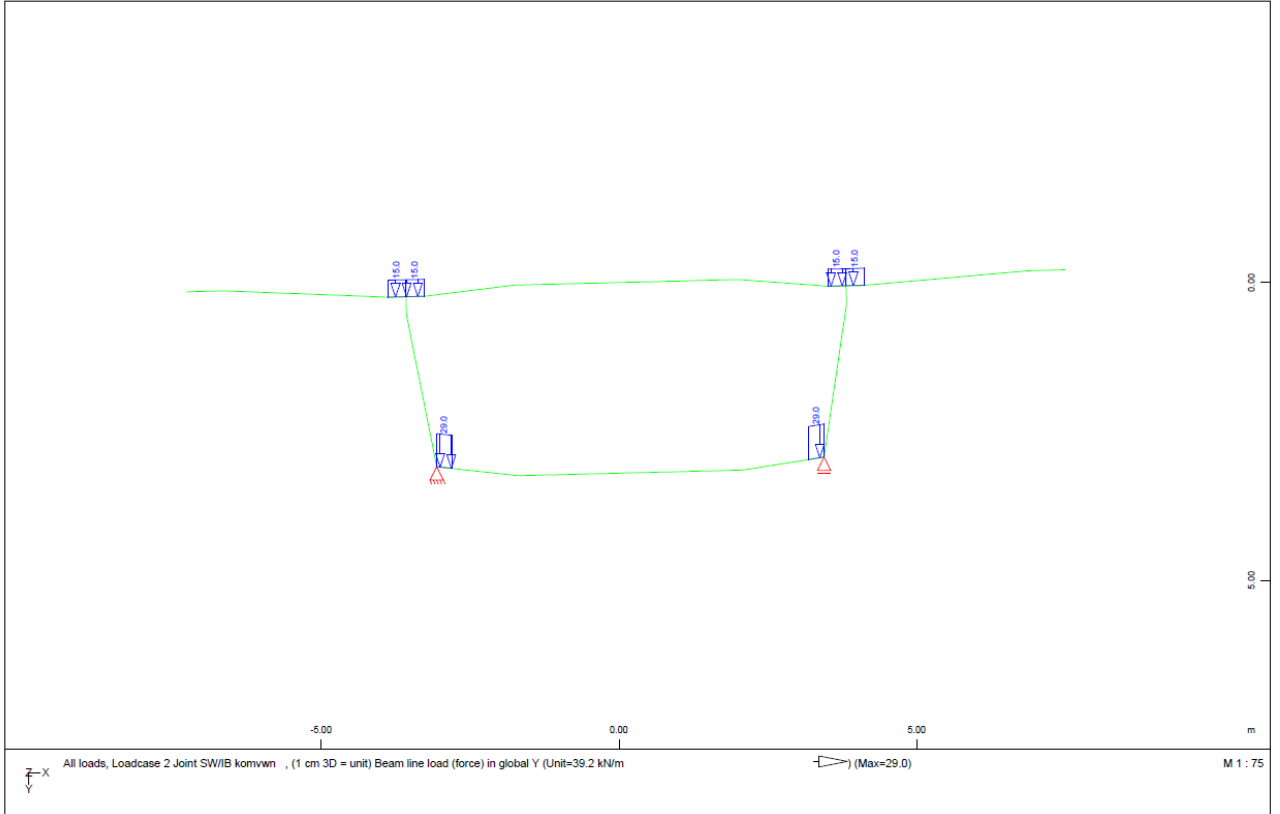
Cross section No. 41

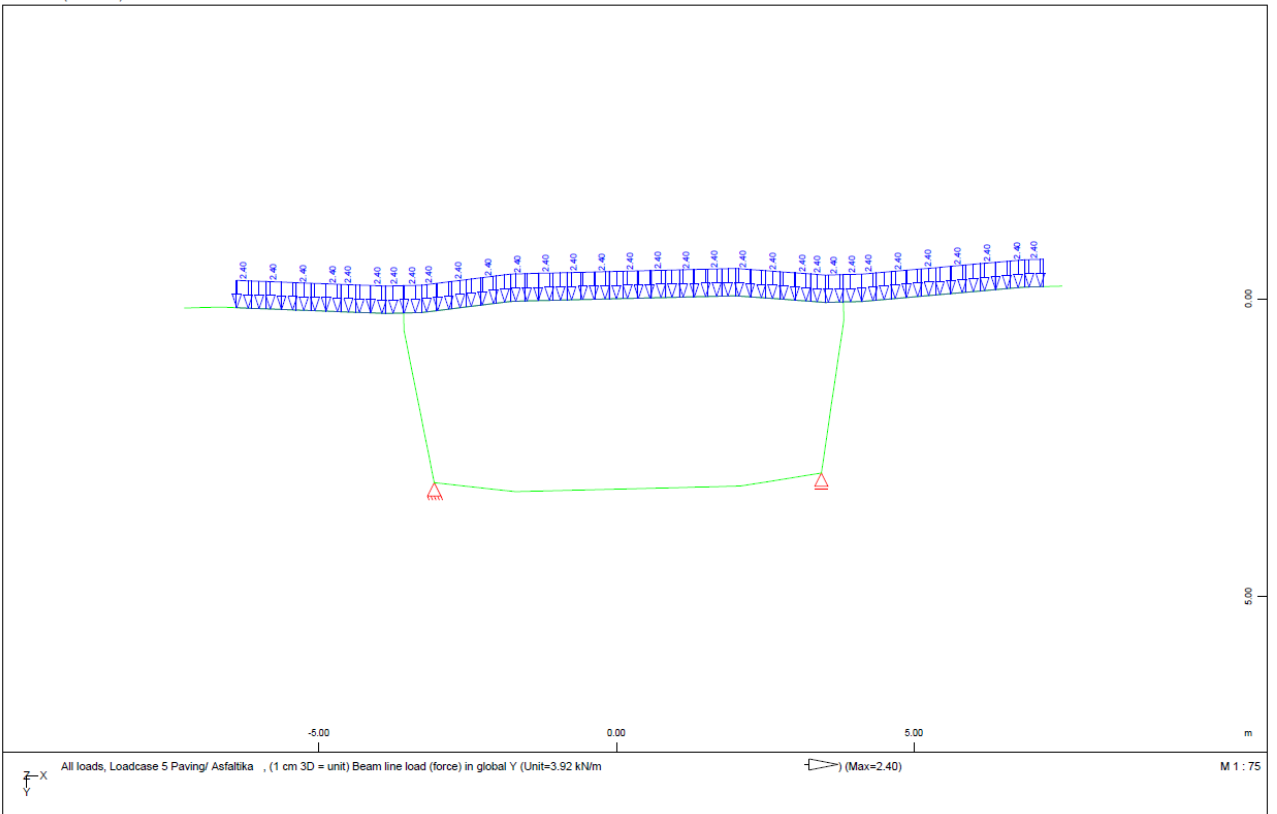
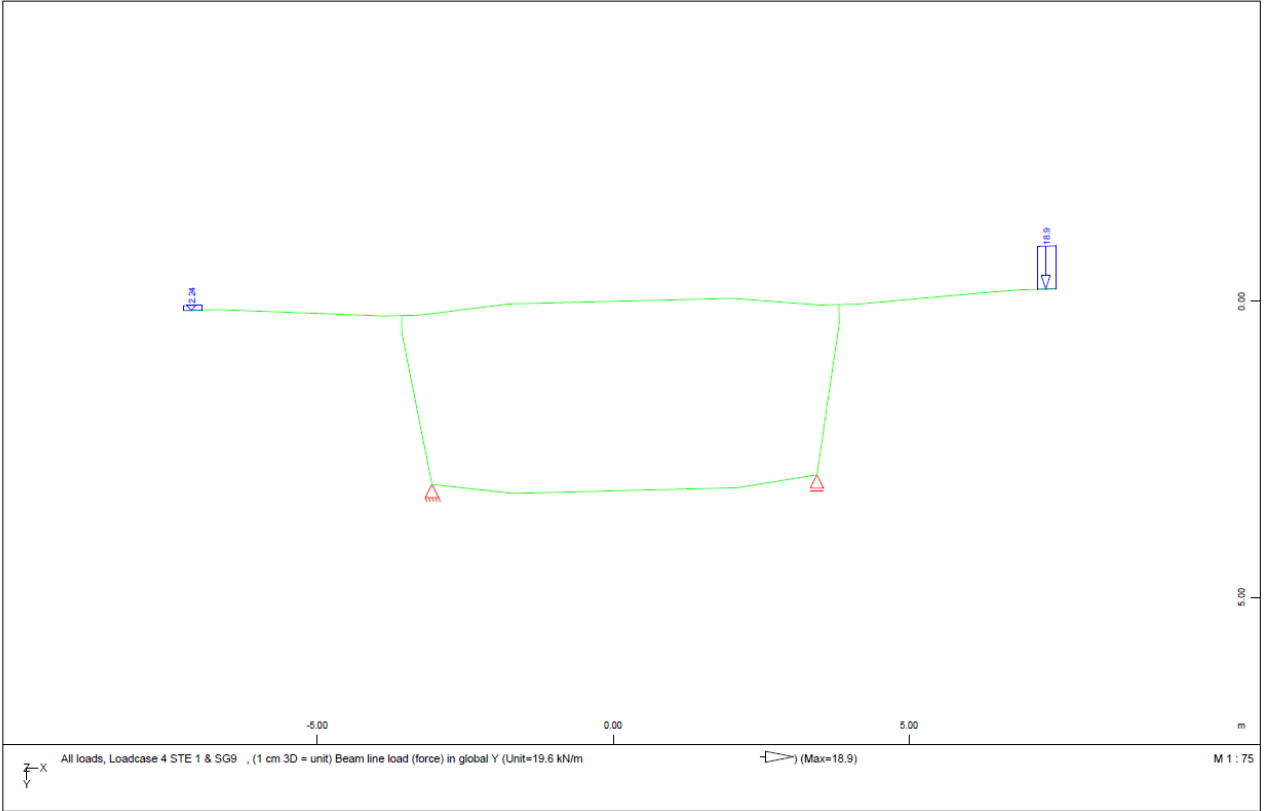


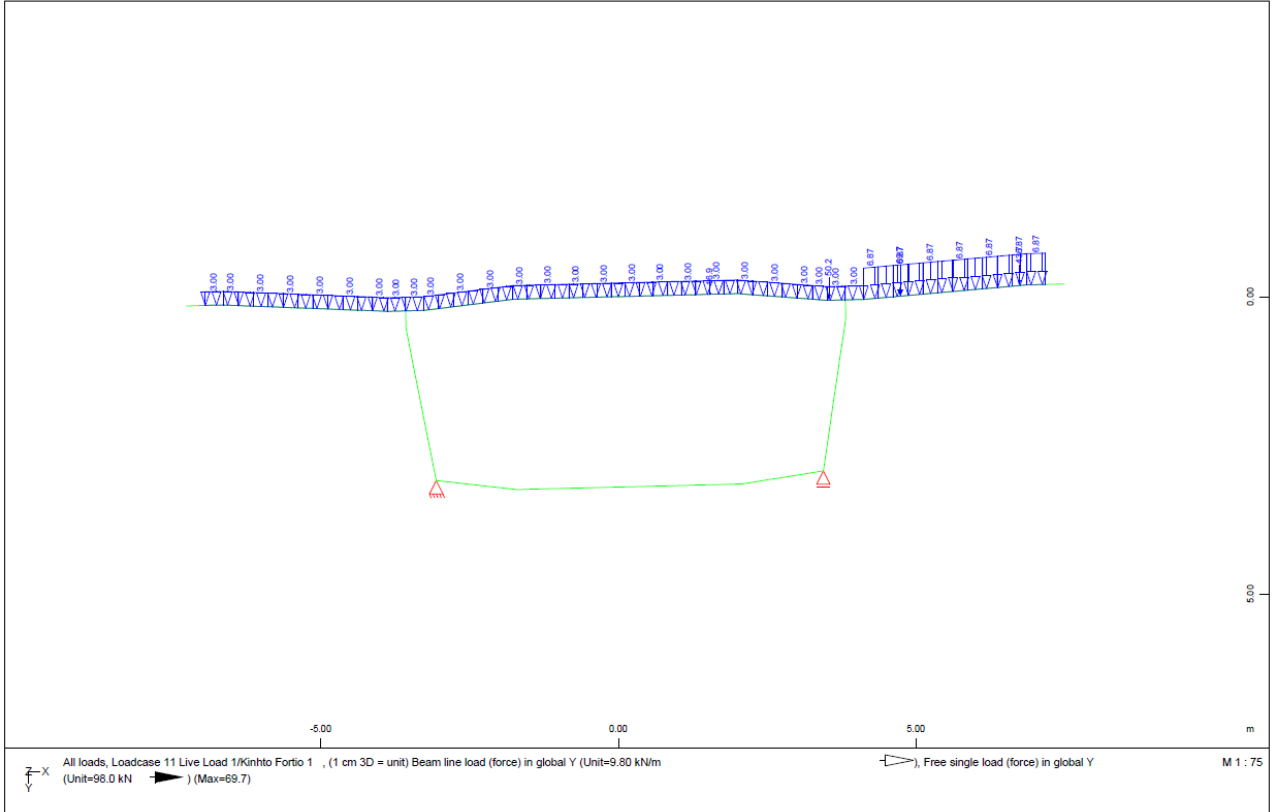
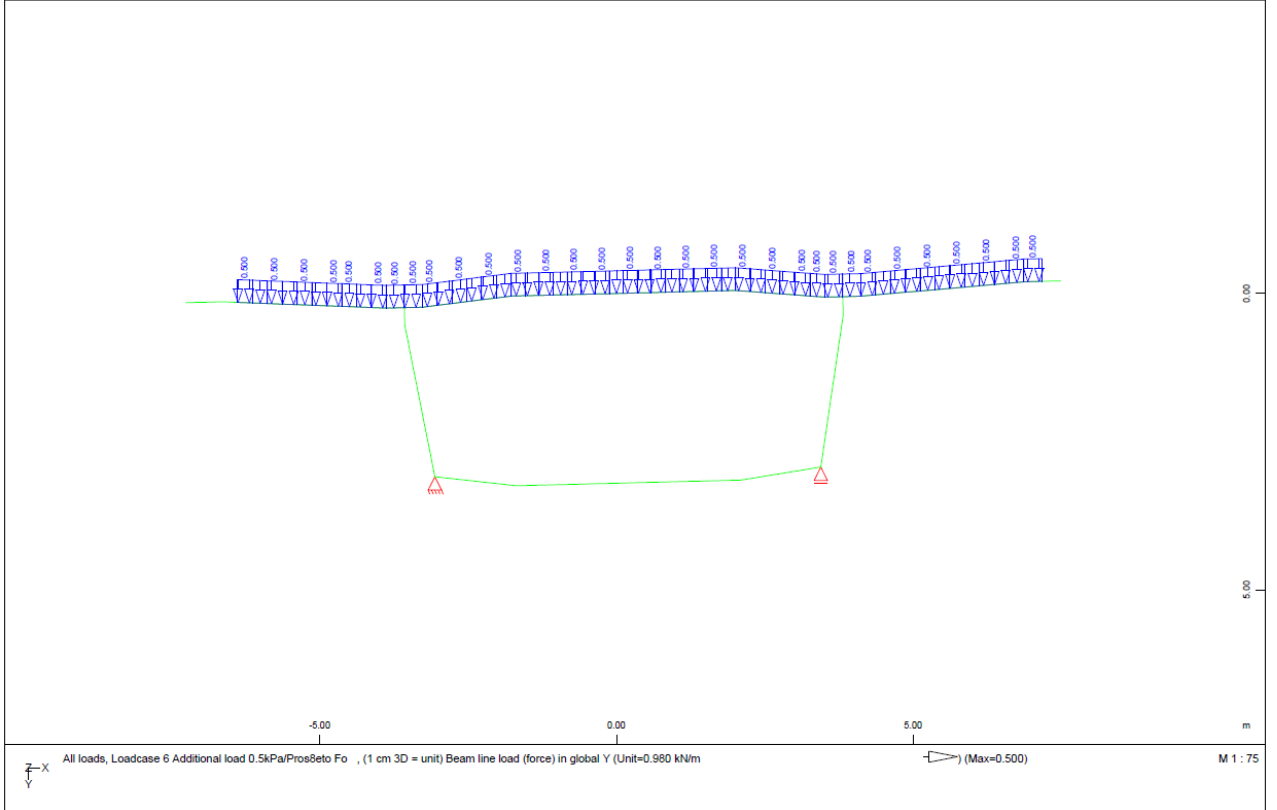
tx	0.45	φ προβόλου	1.374
ty	0.85	φ πλάκας	1.341
I <sub>xx</sub>	7.39	P SLW60	85
		P SLW30	41

		Θέση Φορτίου								Υπολογισμός Φορτίου				Φ	
		Πρόβολος				Άνω πλάκα ανάμεσα στους κορμούς				Πλάτος Επιρροής		Ανηγγμένη τιμή Φορτίου			
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>						
Περίπτωση 1	P <sub>1</sub>	1.05								b <sub>1</sub>	2.025	P <sub>1</sub>	69.725	180.484	1.374
	P <sub>1</sub> '		3.05							b <sub>1</sub> '	5.025	P <sub>1</sub> '	43.660		1.374
	P <sub>2</sub>							0.15		b <sub>2</sub>	0.817	P <sub>2</sub>	50.160		1.000
	P <sub>2</sub> '								2.15	b <sub>2</sub> '	4.261	P <sub>2</sub> '	16.939		1.000
Περίπτωση 2a	P <sub>1</sub>					2.76				b <sub>1</sub>	4.773	P <sub>1</sub>	43.993	157.189	1.341
	P <sub>1</sub> '						4.76			b <sub>1</sub> '	4.685	P <sub>1</sub> '	44.496		1.341
	P <sub>2</sub>							1.76		b <sub>2</sub>	3.802	P <sub>2</sub>	18.083		1.000
	P <sub>2</sub> '				0.24					b <sub>2</sub> '	0.810	P <sub>2</sub> '	50.617		1.000
Περίπτωση 2b	P <sub>1</sub>					2.62				b <sub>1</sub>	4.678	P <sub>1</sub>	44.538	158.116	1.341
	P <sub>1</sub> '						4.62			b <sub>1</sub> '	4.779	P <sub>1</sub> '	43.957		1.341
	P <sub>2</sub>							5.62		b <sub>2</sub>	3.815	P <sub>2</sub>	18.048		1.000
	P <sub>2</sub> '				0.23					b <sub>2</sub> '	0.795	P <sub>2</sub> '	51.572		1.000
Περίπτωση 3	P <sub>1</sub>					4.62				b <sub>1</sub>	4.779	P <sub>1</sub>	43.957	147.293	1.341
	P <sub>1</sub> '						2.62			b <sub>1</sub> '	4.678	P <sub>1</sub> '	44.538		1.341
	P <sub>2</sub>							1.62		b <sub>2</sub>	3.612	P <sub>2</sub>	18.602		1.000
	P <sub>2</sub> '				0.38					b <sub>2</sub> '	1.020	P <sub>2</sub> '	40.196		1.000
Περίπτωση 4	P <sub>1</sub>					1.26				b <sub>1</sub>	3.063	P <sub>1</sub>	56.401	135.622	1.341
	P <sub>1</sub> '						3.26			b <sub>1</sub> '	5.005	P <sub>1</sub> '	42.719		1.341
	P <sub>2</sub>							4.26		b <sub>2</sub>	4.961	P <sub>2</sub>	15.451		1.000
	P <sub>2</sub> '								6.26	b <sub>2</sub> '	2.843	P <sub>2</sub> '	21.051		1.000
Περίπτωση 5	P <sub>1</sub>	1.05								b <sub>1</sub>	2.025	P <sub>1</sub>	69.725	113.385	1.374
	P <sub>1</sub> '		3.05							b <sub>1</sub> '	5.025	P <sub>1</sub> '	43.660		1.374
	P <sub>2</sub>									b <sub>2</sub>	0.000	P <sub>2</sub>	0.000		1.000
	P <sub>2</sub> '									b <sub>2</sub> '	0.000	P <sub>2</sub> '	0.000		1.000
Περίπτωση 6	P <sub>1</sub>	1.05								b <sub>1</sub>	2.025	P <sub>1</sub>	69.725	113.385	1.374
	P <sub>1</sub> '		3.05							b <sub>1</sub> '	5.025	P <sub>1</sub> '	43.660		1.374
	P <sub>2</sub>									b <sub>2</sub>	0.000	P <sub>2</sub>	0.000		1.000
	P <sub>2</sub> '									b <sub>2</sub> '	0.000	P <sub>2</sub> '	0.000		1.000
Περίπτωση 7a, 7b	P <sub>1</sub>					0.5				b <sub>1</sub>	1.615	P <sub>1</sub>	74.090	152.093	1.341
	P <sub>1</sub> '						2.5			b <sub>1</sub> '	4.586	P <sub>1</sub> '	45.079		1.341
	P <sub>2</sub>							3.5		b <sub>2</sub>	5.056	P <sub>2</sub>	15.268		1.000
	P <sub>2</sub> '								5.5	b <sub>2</sub> '	3.967	P <sub>2</sub> '	17.656		1.000
Περίπτωση 8	P <sub>1</sub>	1								b <sub>1</sub>	1.950	P <sub>1</sub>	70.782	164.353	1.374
	P <sub>1</sub> '						1			b <sub>1</sub> '	2.612	P <sub>1</sub> '	60.936		1.341
	P <sub>2</sub>							2		b <sub>2</sub>	4.097	P <sub>2</sub>	17.332		1.000
	P <sub>2</sub> '								4	b <sub>2</sub> '	5.037	P <sub>2</sub> '	15.304		1.000
Περίπτωση 9	P <sub>1</sub>					2.26				b <sub>1</sub>	4.772	P <sub>1</sub>	33.663	98.524	1.341
	P <sub>1</sub> '						3.76			b <sub>1</sub> '	5.467	P <sub>1</sub> '	30.529		1.341
	P <sub>1</sub> ''							5.26		b <sub>1</sub> ''	4.640	P <sub>2</sub>	34.332		1.341
Περίπτωση 10	P <sub>1</sub>	1.71								b <sub>1</sub>	3.415	P <sub>1</sub>	43.136	184.743	1.374
	P <sub>1</sub> '		0.21							b <sub>1</sub> '	1.165	P <sub>1</sub> '	100.249		1.374
	P <sub>1</sub> ''							1.29		b <sub>1</sub> ''	3.512	P <sub>2</sub>	41.359		1.341
Περίπτωση 11	P <sub>1</sub>	0.75								b <sub>1</sub>	1.975	P <sub>1</sub>	59.134	143.118	1.374
	P <sub>1</sub> '						0.75			b <sub>1</sub> '	2.535	P <sub>1</sub> '	50.272		1.341
	P <sub>1</sub> ''							2.25		b <sub>1</sub> ''	4.762	P <sub>2</sub>	33.711		1.341



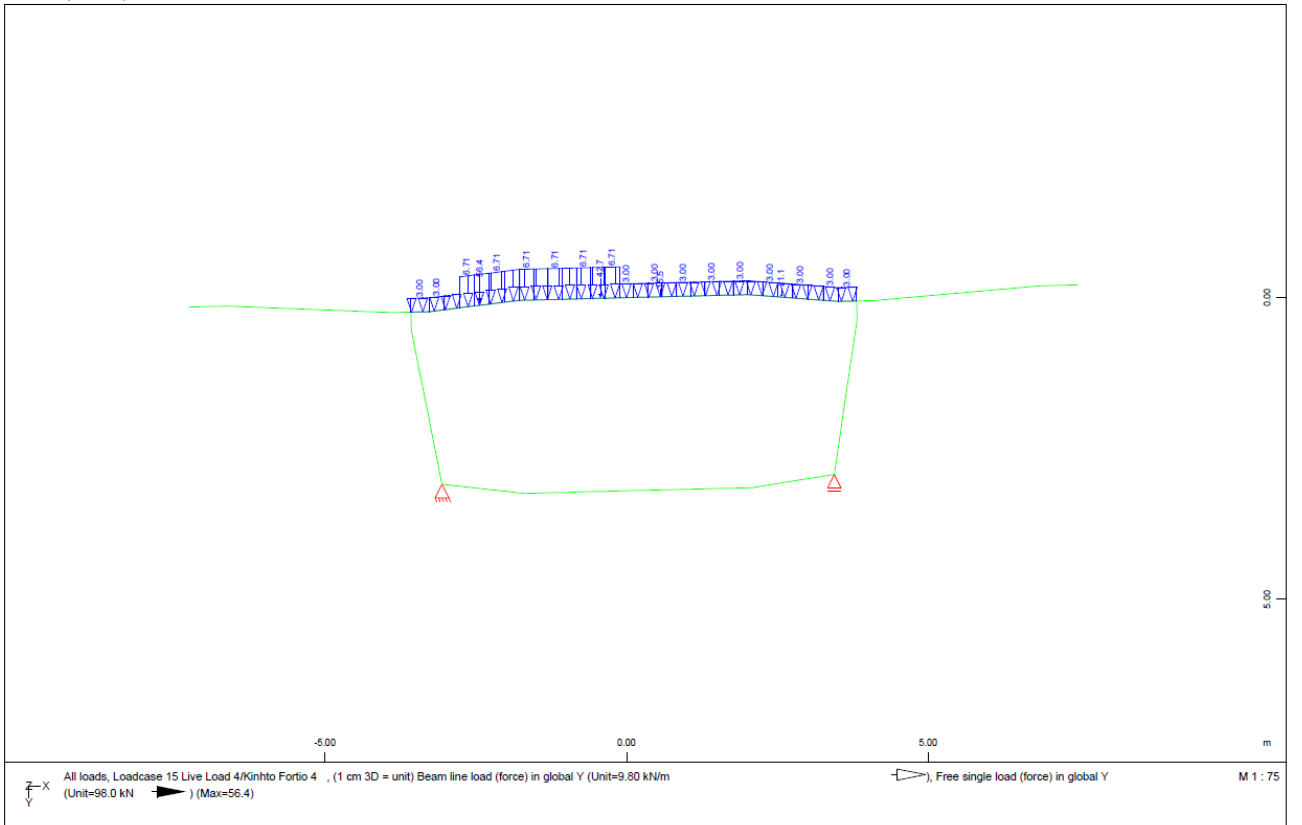
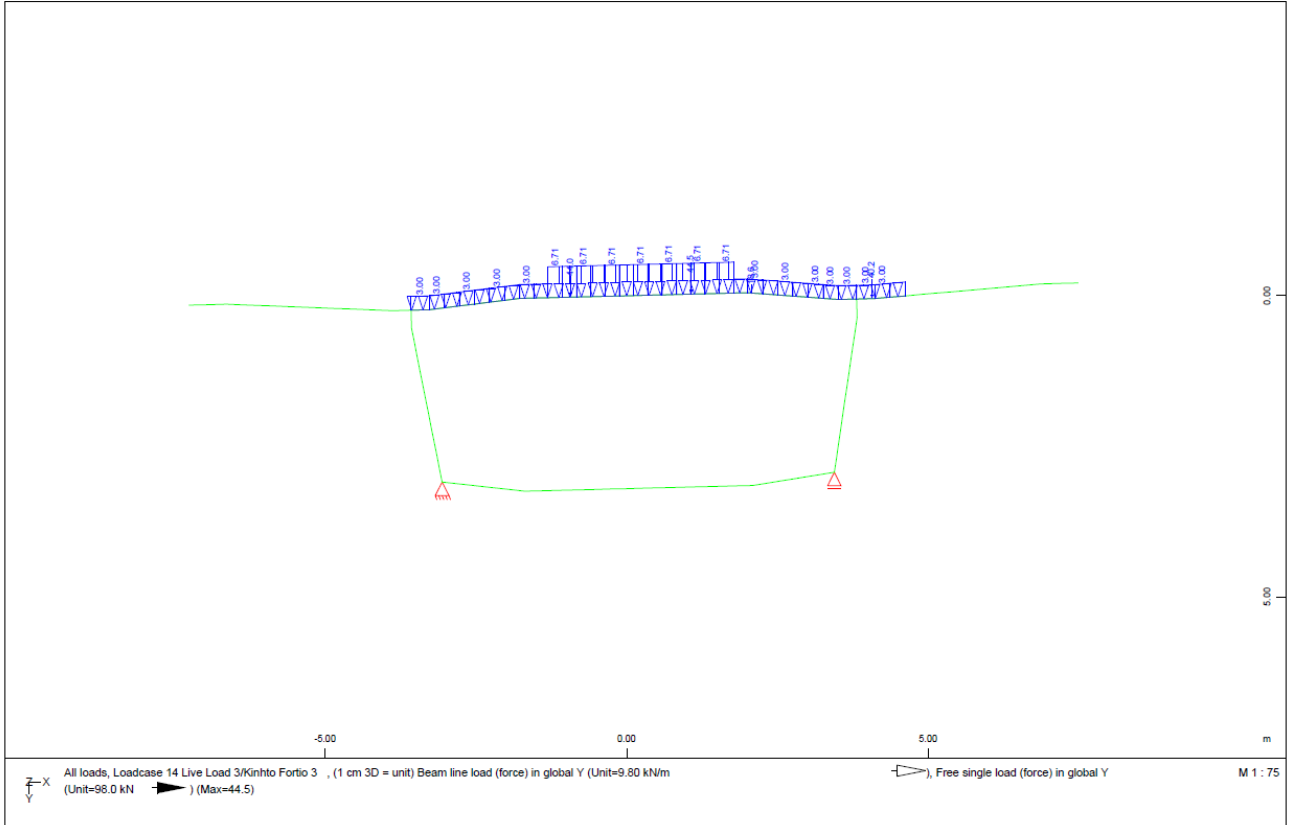


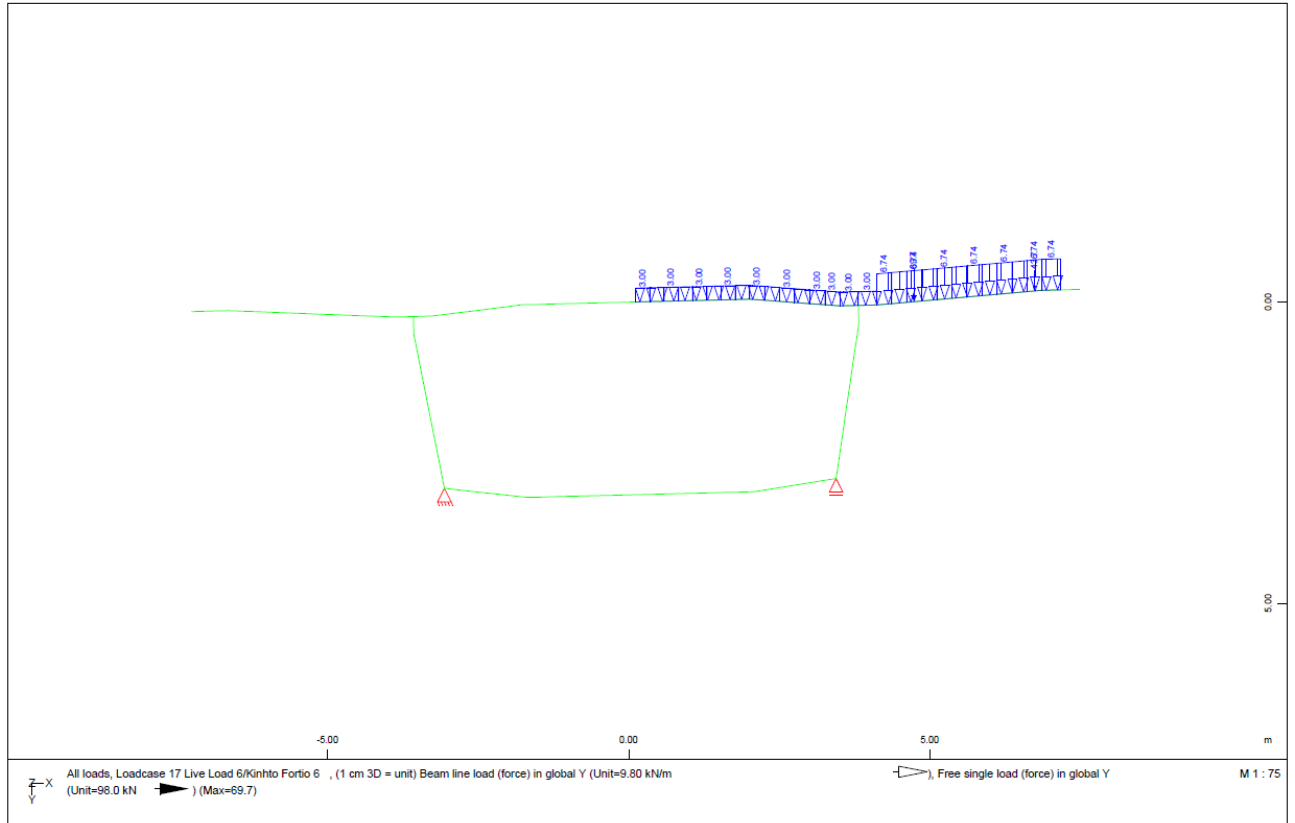
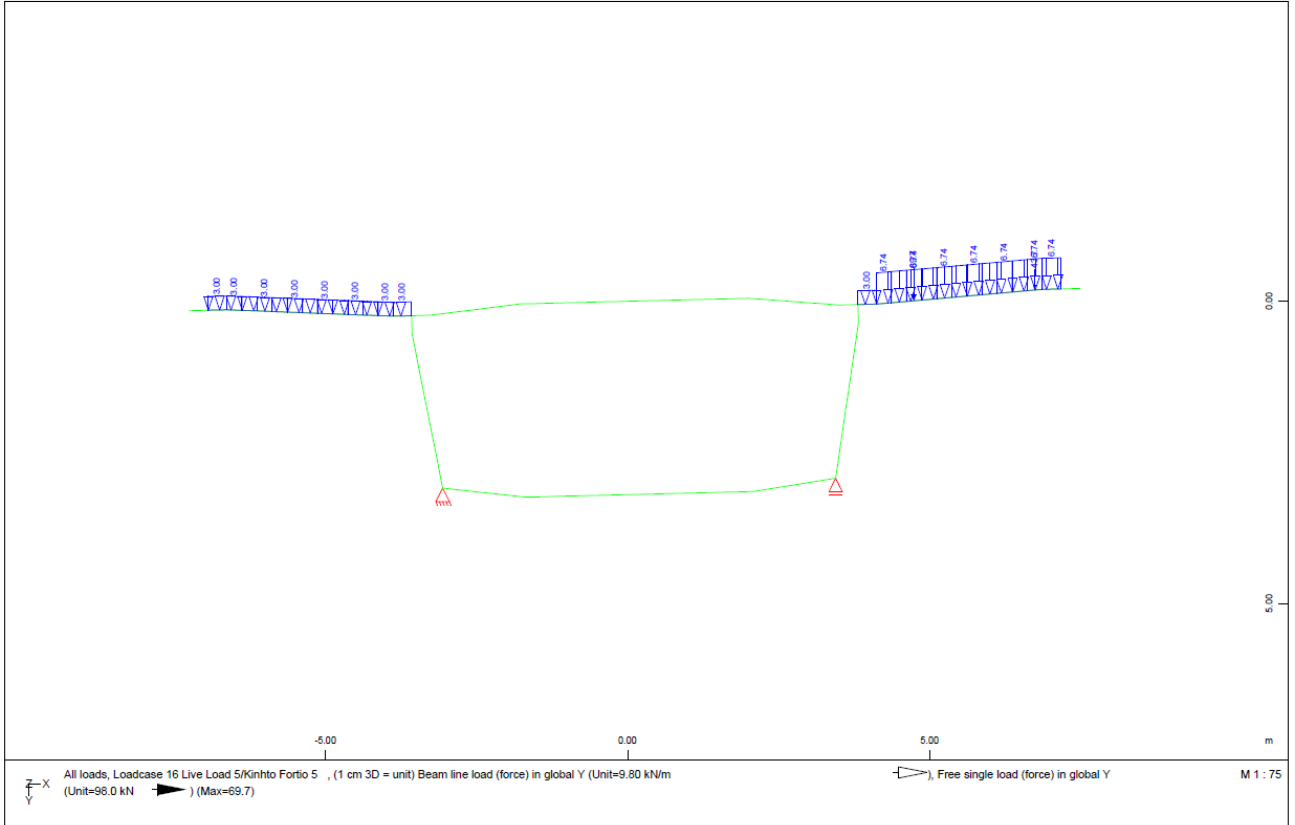


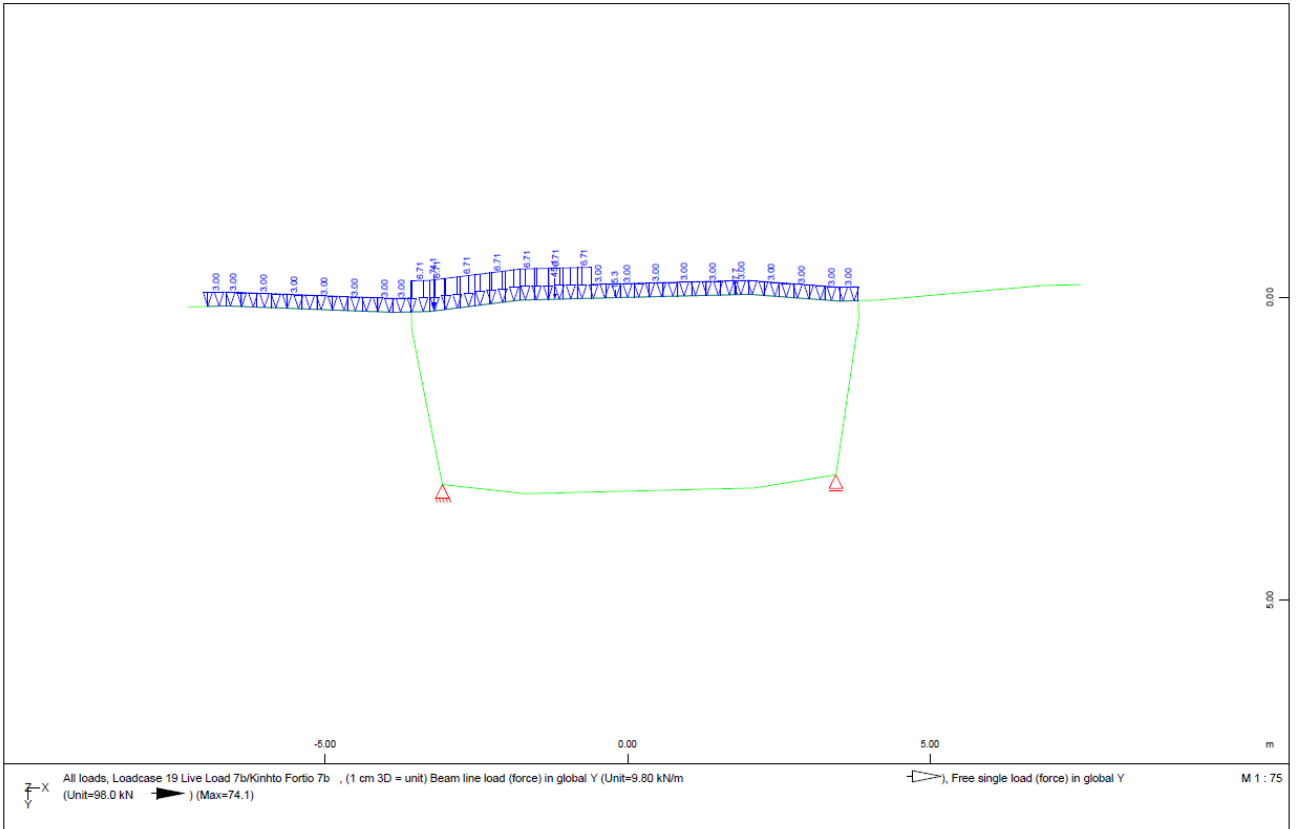
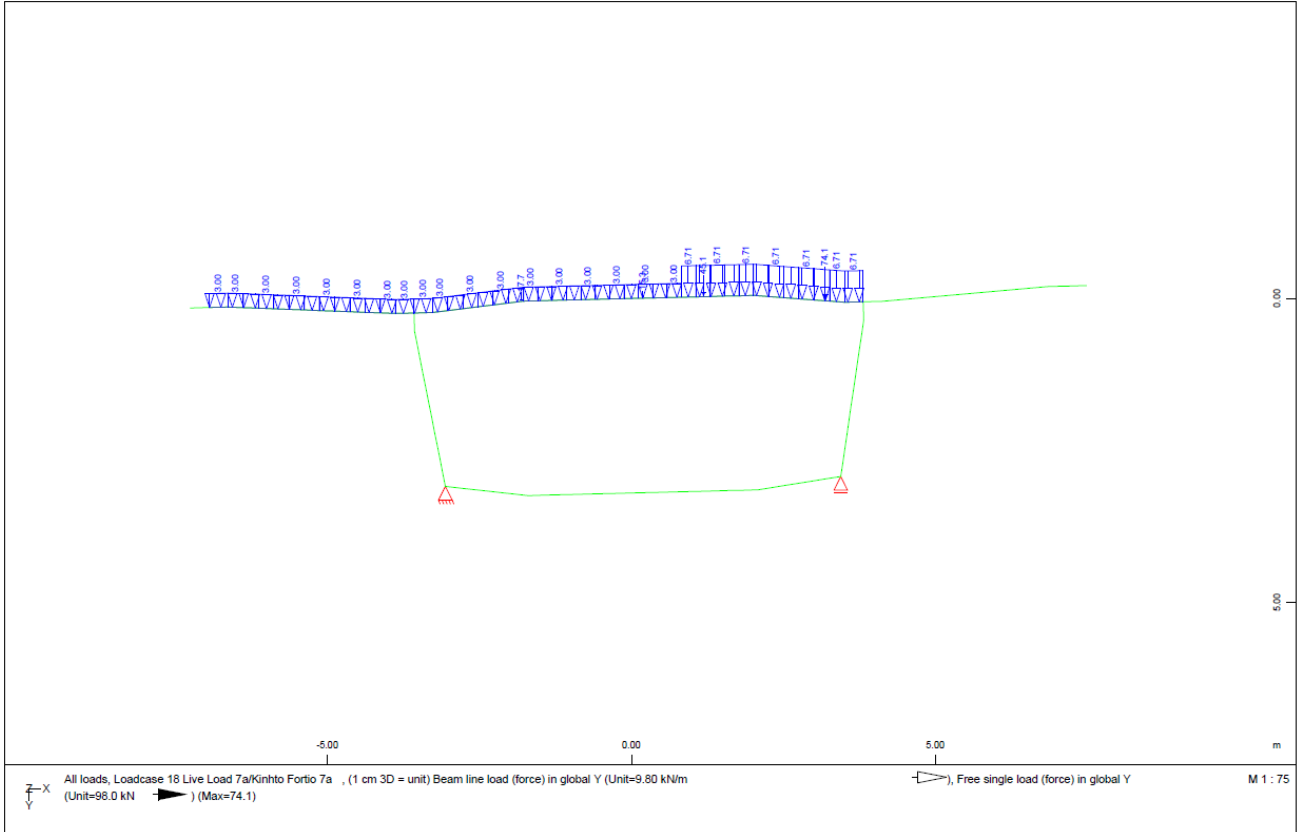


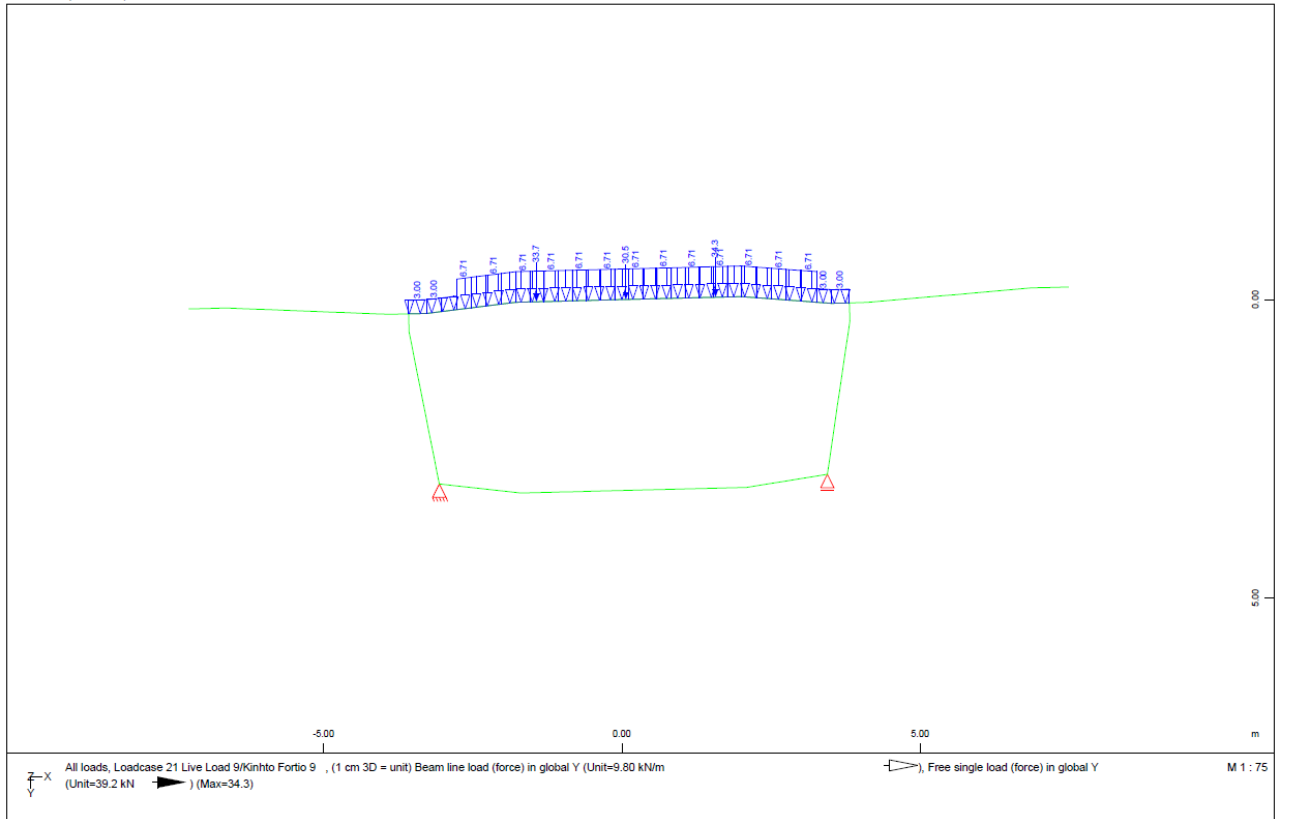
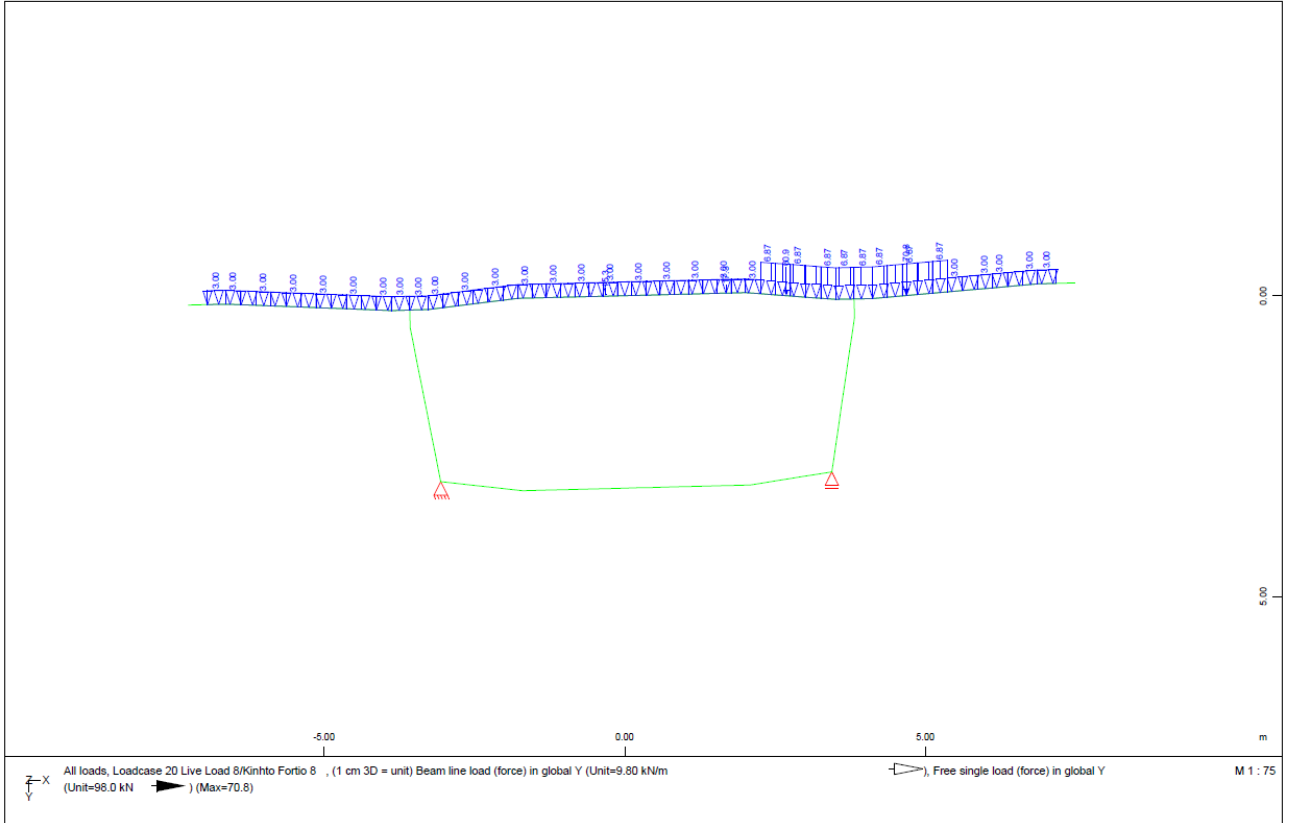
\*\*\*\*\* Kalitika Bidas B260C46a Kalitika B260 \*\*\*\*\*



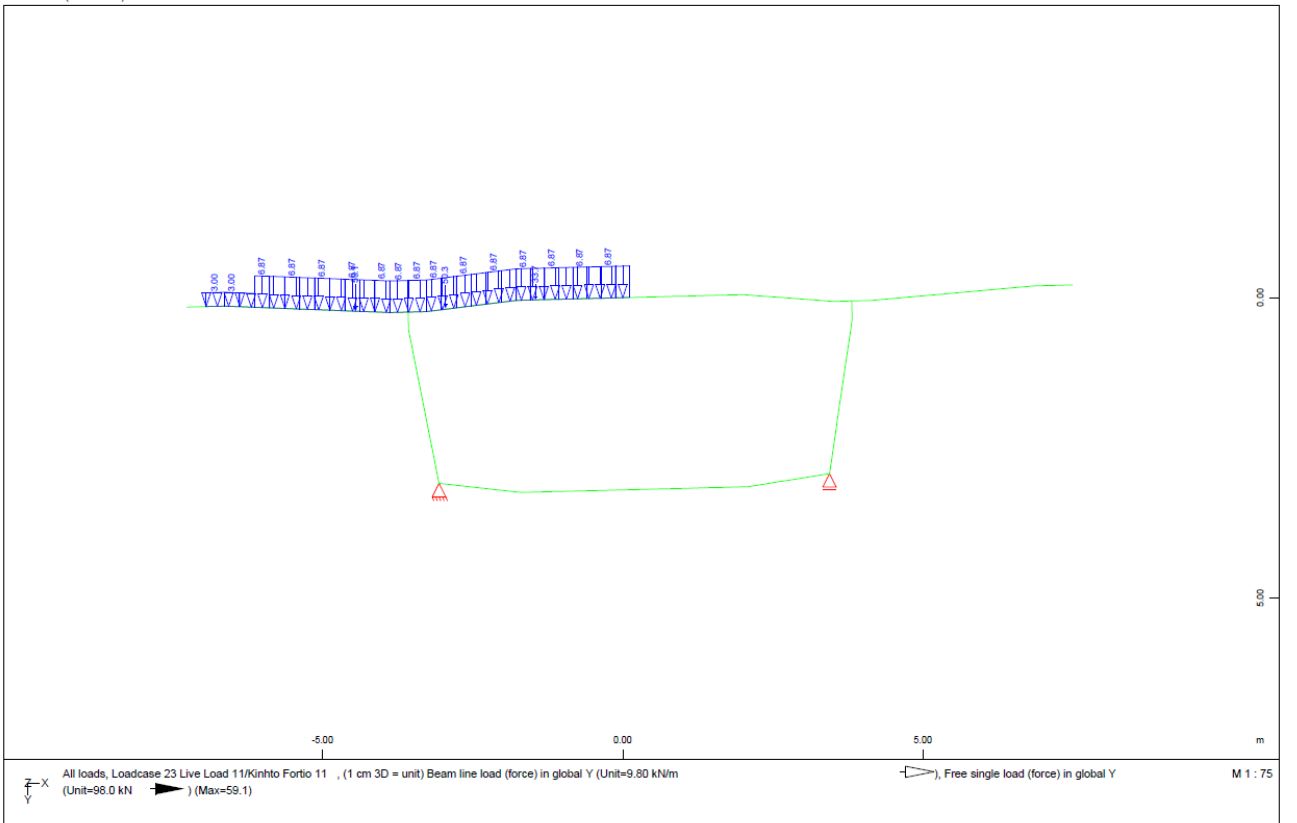
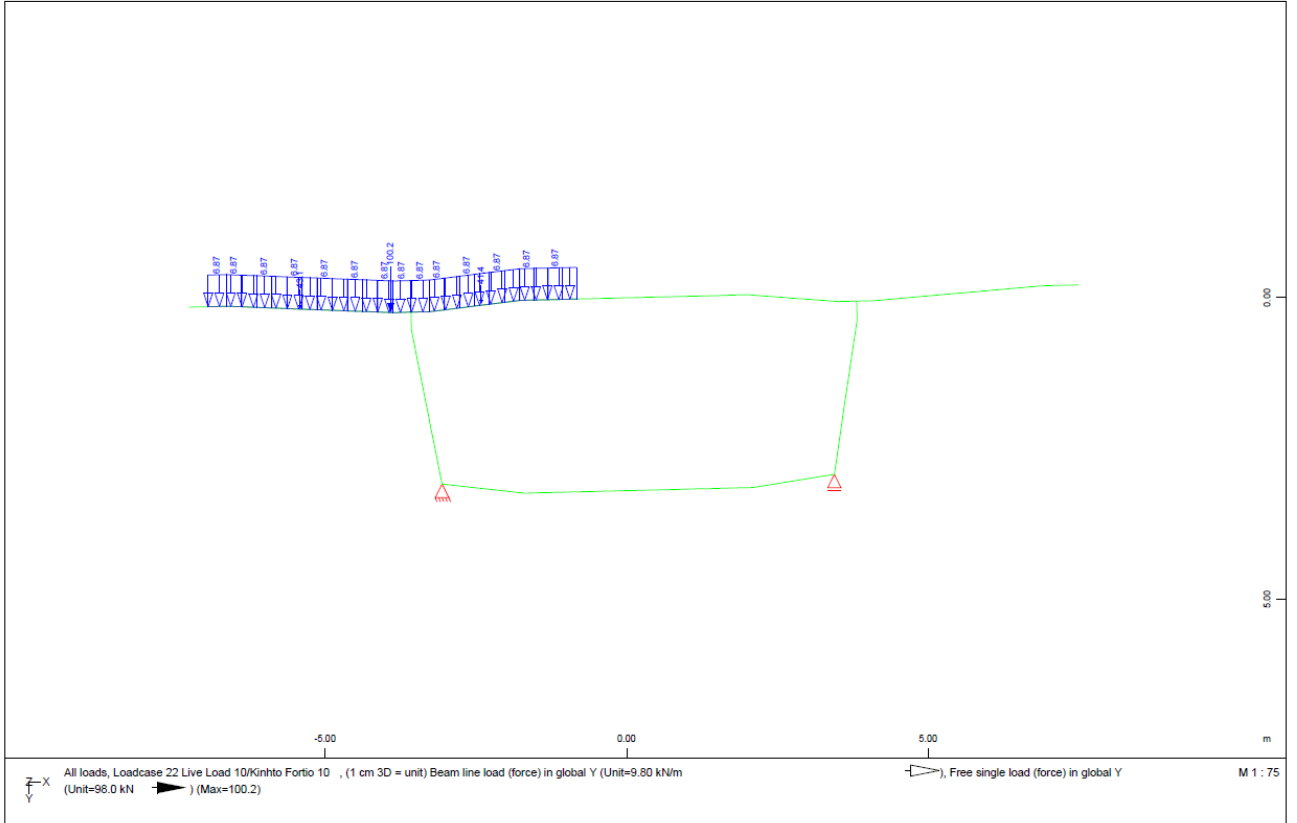


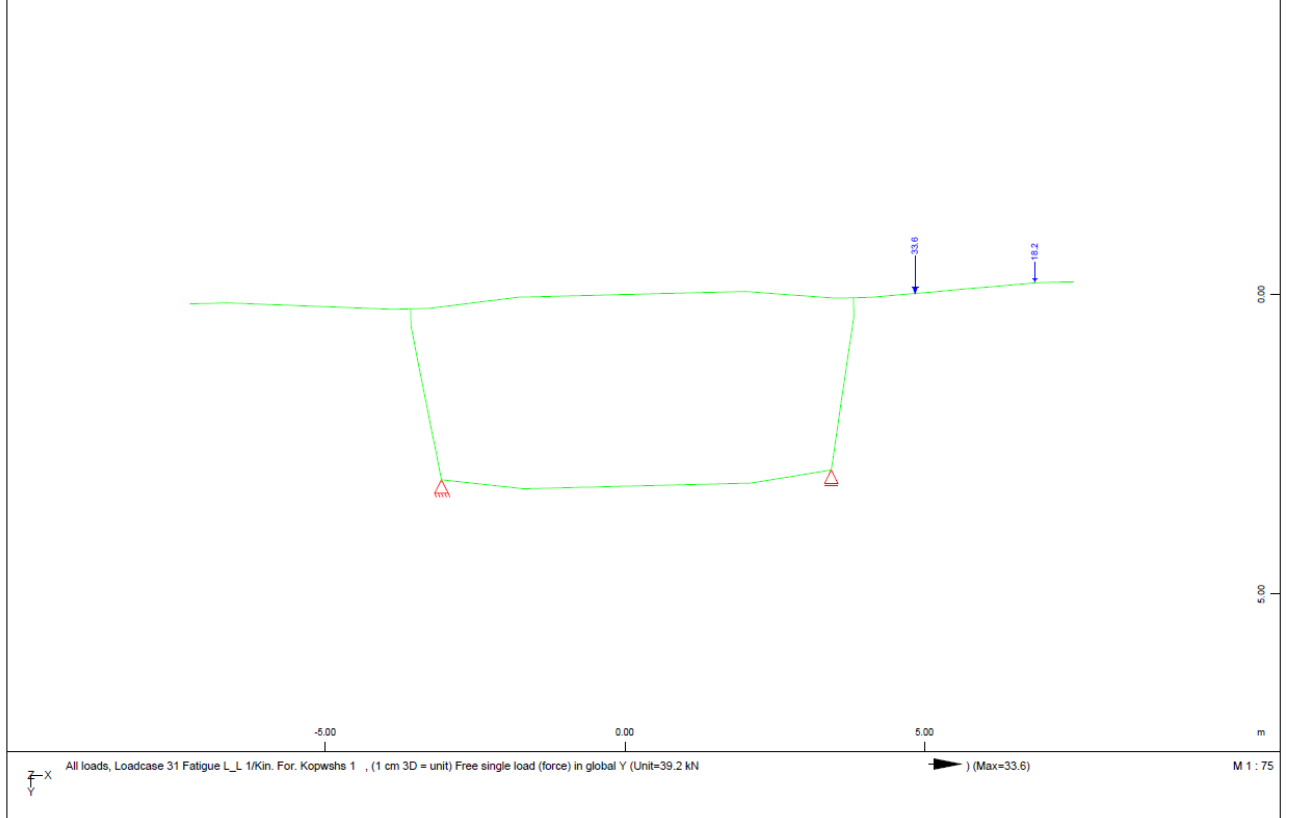












**Definition of load type in this output:**

- PZZ - load in global direction Z in reference to the element length
- PZP - load in global direction Z in reference to the projection
- Pz - load in local direction z
- PG - load in dead load direction in reference to the element length

**Load Case 1 Self Weight/Idio Baros**

Factor forces and moments 1.000  
 Factor dead weight DL-XX 0.000  
 Factor dead weight DL-YY 1.000

**Load Case 2 Joint SW/IB komvwn**

Factor forces and moments 1.000  
 Factor dead weight DL-XX 0.000  
 Factor dead weight DL-YY 0.000

**Loads acting on Beam-elements**

Number	Type	a[m]	l[m]	Loadval	Loadval	Dimens.	ya[m]	za[m]	ye[m]
14	PYY	0.000	0.304	14.97		[kN/m]			
15	PYY	0.000	0.304	14.97		[kN/m]			
44	PYY	0.000	0.304	14.97		[kN/m]			
45	PYY	0.000	0.304	14.97		[kN/m]			
112	PYY	0.000	0.261	29.02		[kN/m]			
139	PYY	0.000	0.261	29.02		[kN/m]			

**Loads acting on Beam-elements**

Number	Type	a[m]	l[m]	Loadval	Loadval	Dimens.	ya[m]	za[m]	ye[m]	ze[m]
36	PYY	0.000	0.236	3.00		[kN/m]				
37	PYY	0.000	0.236	3.00		[kN/m]				
38	PYY	0.000	0.251	3.00		[kN/m]				
39	PYY	0.000	0.251	6.87		[kN/m]				
40	PYY	0.000	0.251	6.87		[kN/m]				
41	PYY	0.000	0.251	6.87		[kN/m]				
42	PYY	0.000	0.251	6.87		[kN/m]				
43	PYY	0.000	0.251	6.87		[kN/m]				
44	PYY	0.000	0.304	6.87		[kN/m]				
45	PYY	0.000	0.304	6.87		[kN/m]				
46	PYY	0.000	0.251	6.87		[kN/m]				
47	PYY	0.000	0.251	6.87		[kN/m]				
48	PYY	0.000	0.251	6.87		[kN/m]				
49	PYY	0.000	0.251	6.87		[kN/m]				
50	PYY	0.000	0.251	6.87		[kN/m]				
51	PYY	0.000	0.251	3.00		[kN/m]				
52	PYY	0.000	0.251	3.00		[kN/m]				
53	PYY	0.000	0.251	3.00		[kN/m]				
54	PYY	0.000	0.251	3.00		[kN/m]				
55	PYY	0.000	0.251	3.00		[kN/m]				
56	PYY	0.000	0.251	3.00		[kN/m]				
57	PYY	0.000	0.312	3.00		[kN/m]				

**Load Case 21 Live Load 9/Kinhhto Fortio 9**

Factor forces and moments		1.000
Factor dead weight	DL-XX	0.000
Factor dead weight	DL-YY	0.000

**Meshfree Loading**

Kind	Referenceto	Projection	Coordinates	Type	Loadvalue				
		W[m]	X[m]	Y[m]	Z[m]				
Point	auto	0	YY	0.000	-1.430	0.035	0.000	PG	33.7 [kN]
								activated	100.00 percent
Point	auto	0	YY	0.000	0.070	0.000	0.000	PG	30.5 [kN]
								activated	100.00 percent
Point	auto	0	YY	0.000	1.570	-0.040	0.000	PG	34.3 [kN]
								activated	100.00 percent

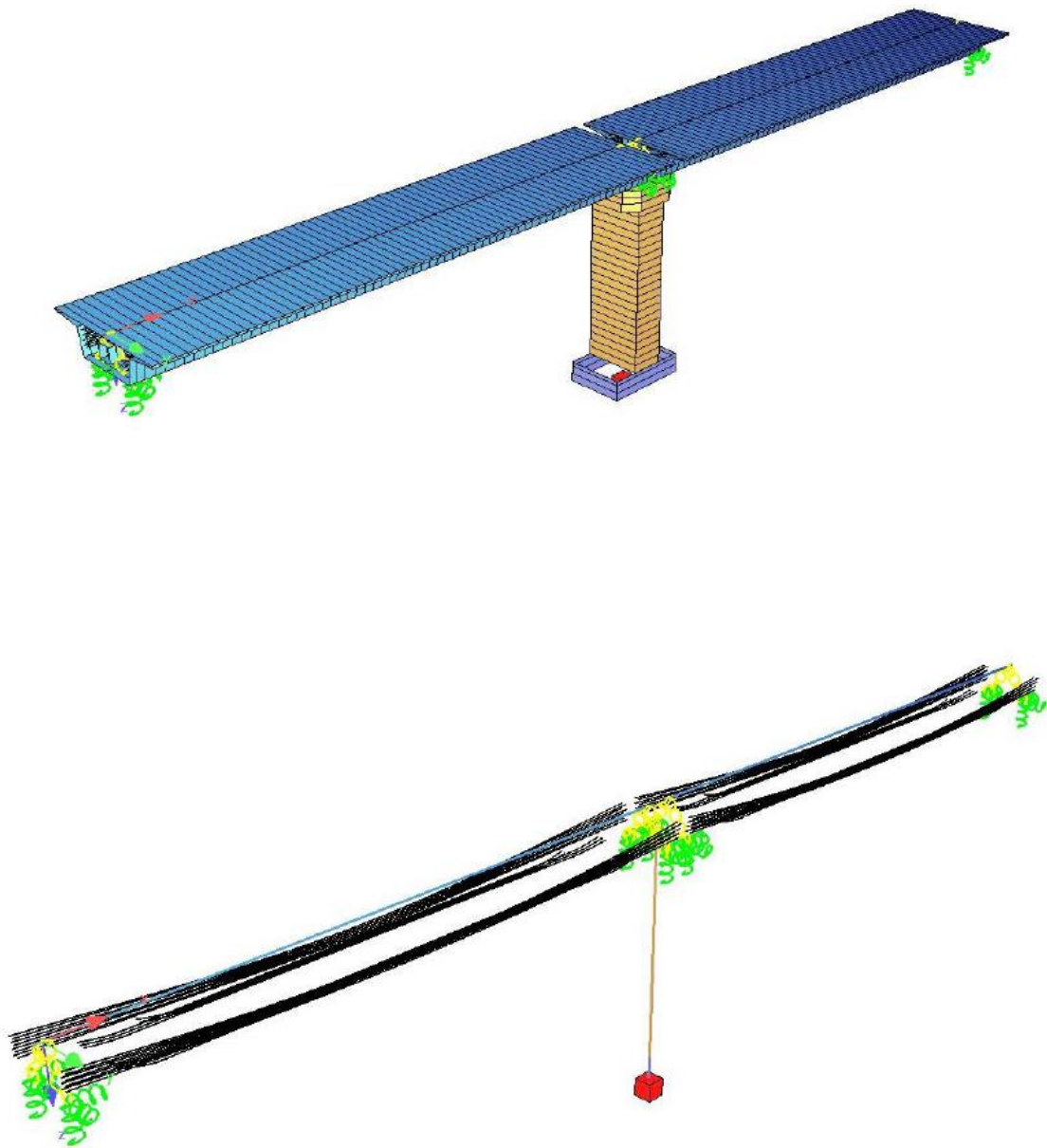
**Loads acting on Beam-elements**

Number	Type	a[m]	l[m]	Loadval	Loadval	Dimens.	ya[m]	za[m]	ye[m]	ze[m]
15	PYY	0.000	0.304	3.00		[kN/m]				
16	PYY	0.000	0.251	3.00		[kN/m]				
17	PYY	0.000	0.251	3.00		[kN/m]				
18	PYY	0.000	0.251	6.70		[kN/m]				
19	PYY	0.000	0.251	6.70		[kN/m]				
20	PYY	0.000	0.251	6.70		[kN/m]				
21	PYY	0.000	0.251	6.70		[kN/m]				
22	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
23	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
24	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
25	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
26	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
27	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
28	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
29	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
30	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
31	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
32	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
33	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
34	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
35	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
36	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
37	PYY	0.000	0.236	6.70		[kN/m]				
38	PYY	0.000	0.251	6.70		[kN/m]				
39	PYY	0.000	0.251	6.70		[kN/m]				
40	PYY	0.000	0.251	6.70		[kN/m]				
41	PYY	0.000	0.251	6.70		[kN/m]				
42	PYY	0.000	0.251	6.70		[kN/m]				
43	PYY	0.000	0.251	3.00		[kN/m]				
44	PYY	0.000	0.304	3.00		[kN/m]				

**Load Case 22 Live Load 10/Kinhhto Fortio 10**

Factor forces and moments		1.000
Factor dead weight	DL-XX	0.000
Factor dead weight	DL-YY	0.000

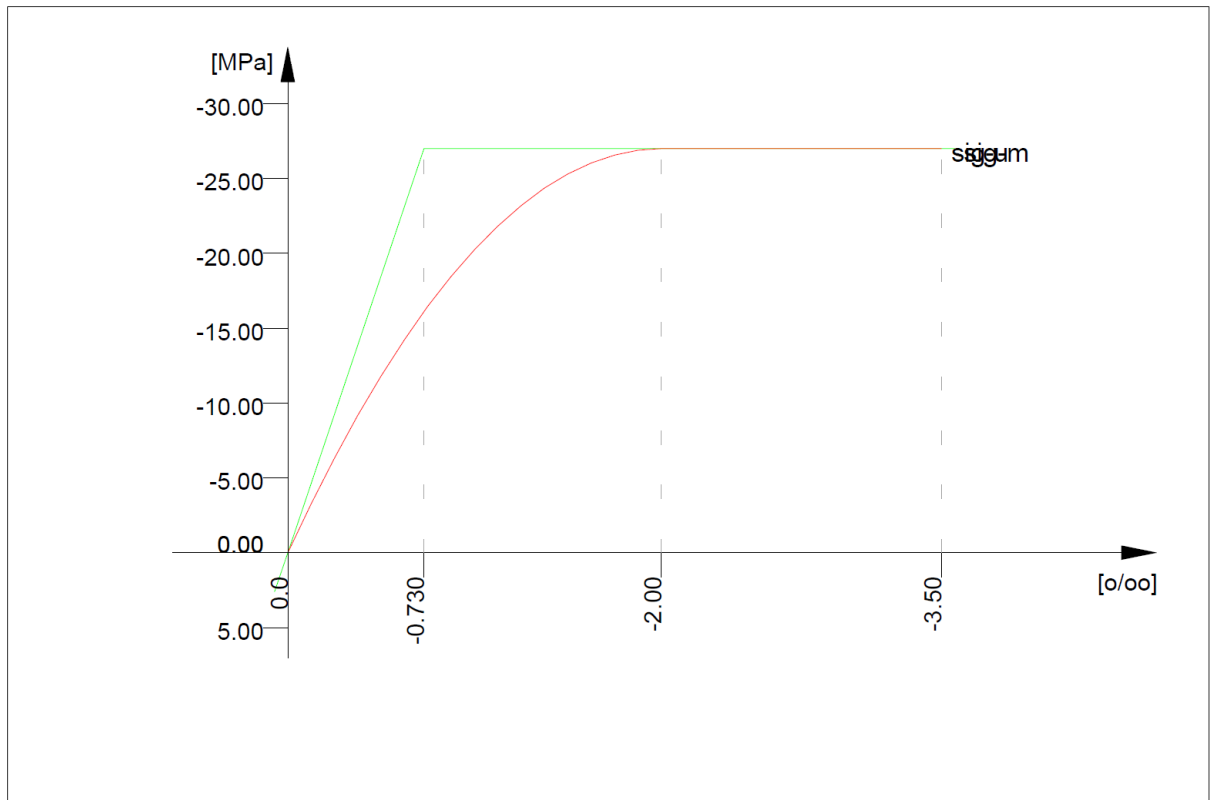
#### 4.4 ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ



Εικόνα 4.3 Προσομοίωμα γέφυρας.

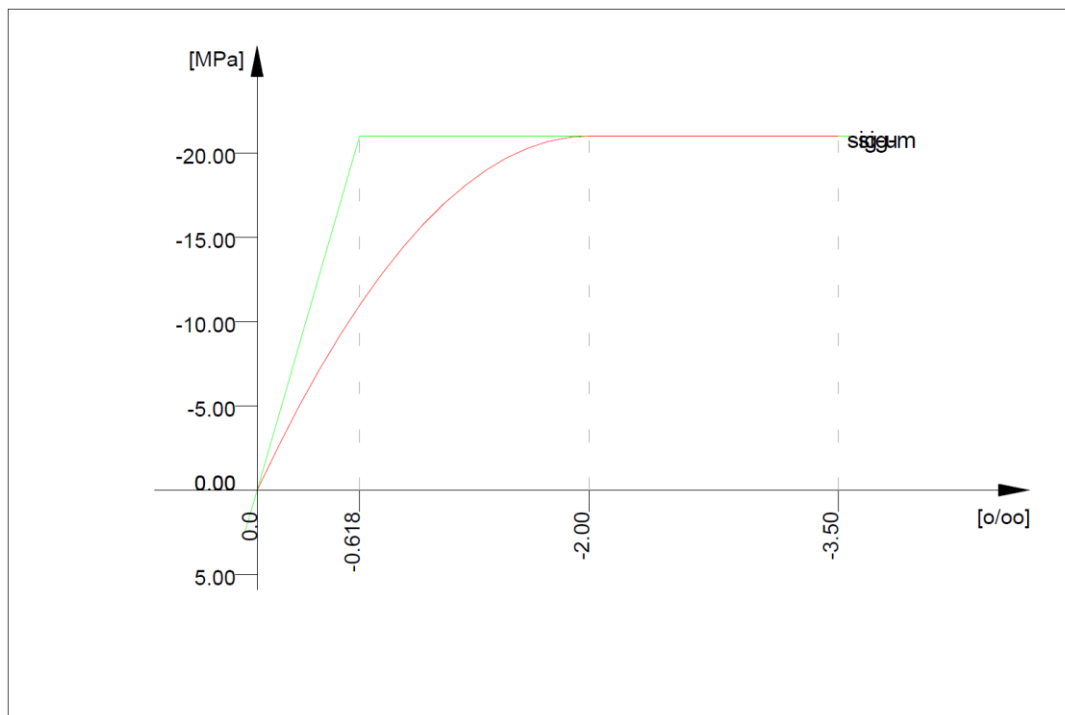
**No. 1 B 45 (DIN 4227)**

Youngs-modulus	E	37000 [MPa]	Safetyfactor		1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc	27.00 [MPa]
Shear-modulus	G	15417 [MPa]	Nomin. strength	fcn	45.00 [MPa]
Compression modulus		20556 [MPa]	Tens. strength	fctm	3.80 [MPa]
Weight		25.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk	3.16 [MPa]
Weight buoyancy		25.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk	4.55 [MPa]
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd	3.71 [MPa]
			Fatigue strength		0.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	37000
defined stress range			-0.730	-27.00	37000
			-3.500	-27.00	0
			Safetyfactor		1.00
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	27000
stress range			-2.000	-27.00	0
			-3.500	-27.00	0
			Safetyfactor		1.00



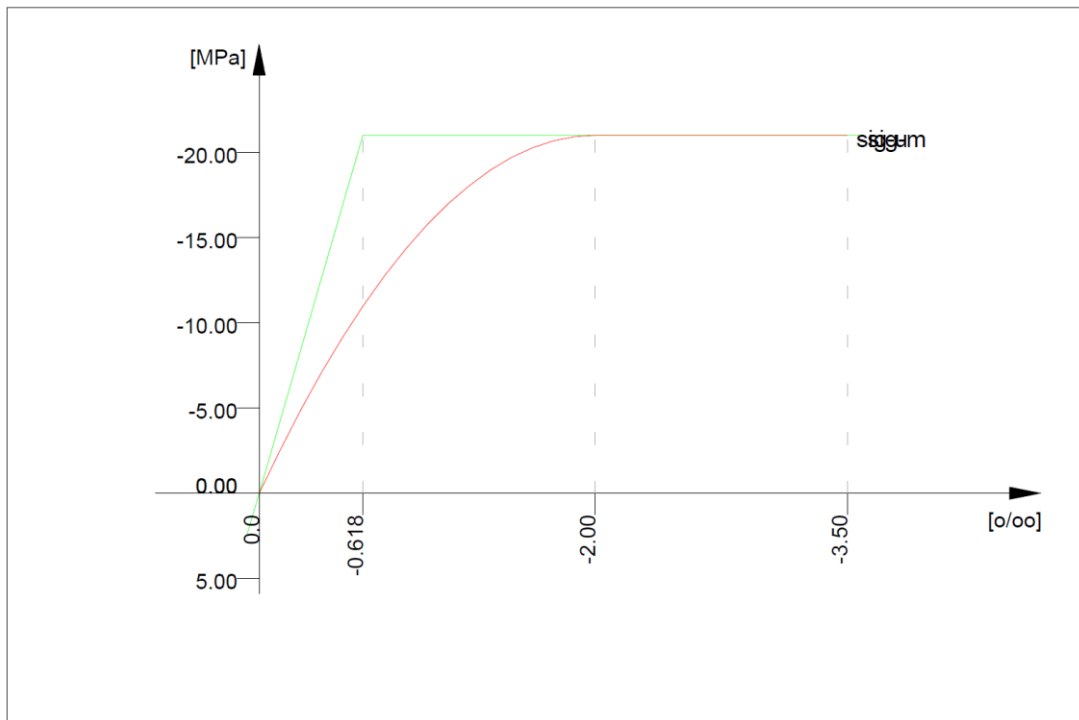
No. 2 B 35 (DIN 4227)

Youngs-modulus	E	34000 [MPa]	Safetyfactor		1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc	21.00 [MPa]
Shear-modulus	G	14167 [MPa]	Nomin. strength	fcn	35.00 [MPa]
Compression modulus		18889 [MPa]	Tens. strength	fctm	3.21 [MPa]
Weight		25.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk	2.67 [MPa]
Weight buoyancy		25.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk	3.85 [MPa]
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd	2.20 [MPa]
			Fatigue strength		0.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t [MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	34000
defined stress range			-0.618	-21.00	34000
			-3.500	-21.00	0
			Safetyfactor		1.00
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t [MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	21000
stress range			-2.000	-21.00	0
			-3.500	-21.00	0
			Safetyfactor		1.00



**No. 3 B 35 (DIN 4227)**

Youngs-modulus	E	34000 [MPa]	Safetyfactor		1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc	21.00 [MPa]
Shear-modulus	G	14167 [MPa]	Nomin. strength	fcn	35.00 [MPa]
Compression modulus		18889 [MPa]	Tens. strength	fctm	3.21 [MPa]
Weight		0.0 [kN/m3]	5 % t. strength	fctk	2.67 [MPa]
Weight buoyancy		0.0 [kN/m3]	95 % t. strength	fctk	3.85 [MPa]
Temp. elongat. coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd	2.20 [MPa]
			Fatigue strength		0.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	34000
defined stress range			-0.618	-21.00	34000
			-3.500	-21.00	0
			Safetyfactor		1.00
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	21000
stress range			-2.000	-21.00	0
			-3.500	-21.00	0
			Safetyfactor		1.00



**No. 11 St 1860 (DIN 4227) (mod)**

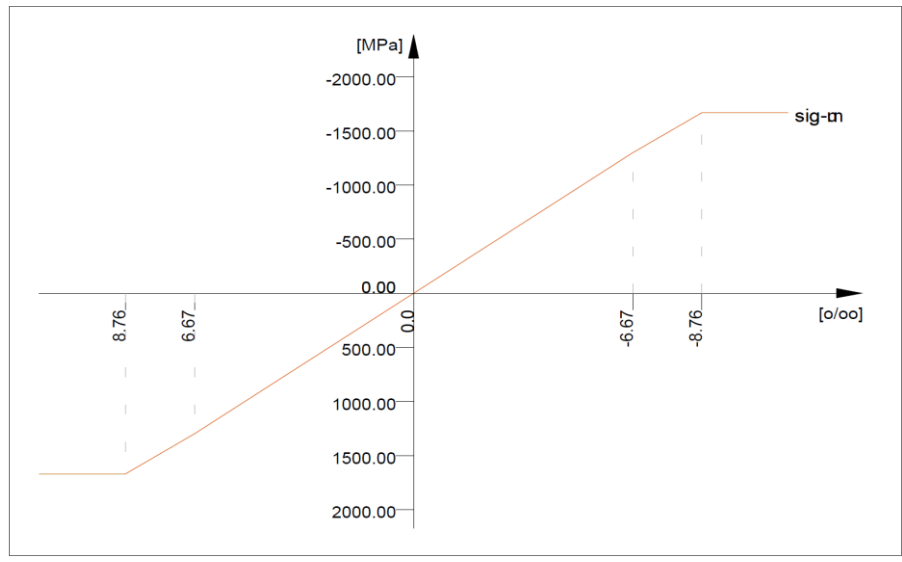
Youngs-modulus	E	195000	[MPa]	Safetyfactor	1.00	[-]
Poisson-Ratio	mu	0.30	[-]	Yield stress	fy	1670.00 [MPa]
Shear-modulus	G	75000	[MPa]	Compr.yield val.	fyc	1670.00 [MPa]
Compression modulus		162500	[MPa]	Tens. strength	ft	1860.00 [MPa]
Weight		78.5	[kN/m3]	Compr. strength	fc	1860.00 [MPa]
Weight buoyancy		78.5	[kN/m3]	Ultim. plast. strain		6.00 [o/oo]
Temp.elongat.coeff.		1.20E-05	[1/°K]	relative bond coeff.		0.70 [-]
Relaxation	0.55*fpk	0.00	[%]	EC2 bondcoeff. K1		1.60 [-]
Relaxation	0.70*fpk	7.50	[%]	Hardening modulus		0.00 [MPa]

Stress-Strain for serviceability  
Is also extended beyond the defined stress range

eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
1000.000	1670.00	0
8.764	1670.00	0
6.667	1300.00	176406
0.000	0.00	195000
-6.667	-1300.00	195000
-8.764	-1670.00	176406
-1000.000	-1670.00	0

Stress-Strain for ultimate load  
Is also extended beyond the defined stress range

eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
1000.000	1670.00	0
8.764	1670.00	0
6.667	1300.00	176406
0.000	0.00	195000
-6.667	-1300.00	195000
-8.764	-1670.00	176406
-1000.000	-1670.00	0





**No. 12 BSt 500 (DIN 4227) (mod)**

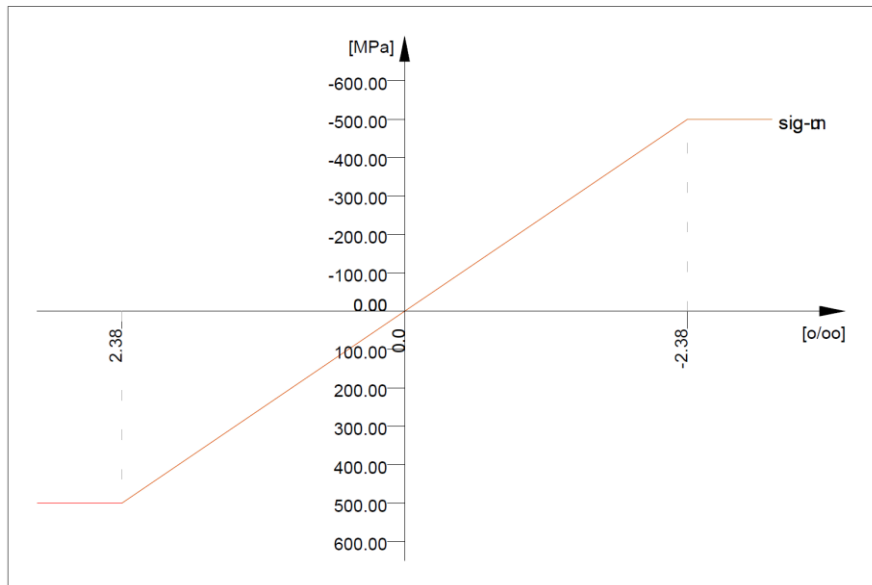
Youngs-modulus	E	210000 [MPa]	Safetyfactor	1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.30 [-]	Yield stress	fy 500.00 [MPa]
Shear-modulus	G	80769 [MPa]	Compr.yield val.	fyc 500.00 [MPa]
Compression modulus		175000 [MPa]	Tens. strength	ft 550.00 [MPa]
Weight		78.5 [kN/m3]	Compr. strength	fc 550.00 [MPa]
Weight buoyancy		78.5 [kN/m3]	Ultim. plast. strain	0.00 [o/oo]
Temp.elongat.coeff.		1.20E-05 [1/°K]	relative bond coeff.	1.00 [-]
max. thickness		32.00 [mm]	EC2 bondcoeff. K1	0.80 [-]
			Hardening modulus	0.00 [MPa]
			Proportional limit	500.00 [MPa]
			Dynamic stress range	240.00 [MPa]

Stress-Strain for serviceability  
Is also extended beyond the  
defined stress range

eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
1000.000	500.00	0
2.381	500.00	0
0.000	0.00	210000
-2.381	-500.00	210000
-1000.000	-500.00	0

Stress-Strain for ultimate load  
Is also extended beyond the  
defined stress range

Safetyfactor	1.00	
eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
1000.000	500.00	0
2.381	500.00	0
0.000	0.00	210000
-2.381	-500.00	210000
-1000.000	-500.00	0
Safetyfactor	1.00	



**Cross-sections static properties**

No.	Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
	NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1	2.6802E+01		3.196E+01	-0.039	-0.047	37000	0.670
	12	3.745E+01		2.074E+02	1.560	1.845	15417	
2				4.389E+00				
	1	1.5085E+01		2.475E+01	-0.035	-0.046	37000	0.377
	12	2.713E+01		1.685E+02	1.419	1.825	15417	
				3.595E+00				

Cross-sections static properties

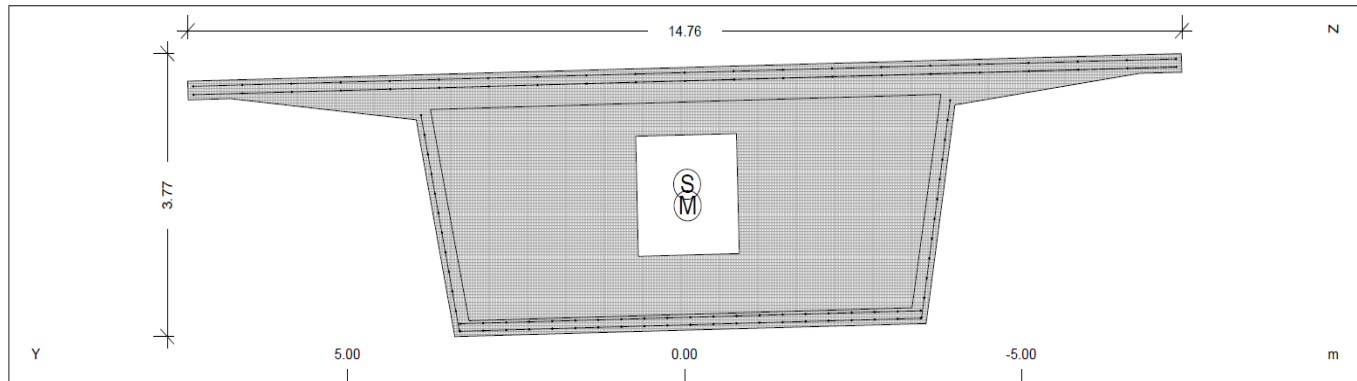
No.	Mat NoR	A[m2] It[m4]	Ay/Az/Ayz [m2]	Iy/Iz/Iyz [m4]	ys/zs [m]	y/z-sc [m]	modules [MPa]	gam [MN/m]
3	1	1.4263E+01		2.373E+01	-0.035	-0.046	37000	0.357
	12	2.576E+01		1.646E+02 3.523E+00	1.404	1.832	15417	
4	1	1.3504E+01		2.276E+01	-0.035	-0.047	37000	0.338
	12	2.451E+01		1.609E+02 3.456E+00	1.390	1.843	15417	
5	1	1.2784E+01		2.180E+01	-0.034	-0.047	37000	0.320
	12	2.321E+01		1.574E+02 3.392E+00	1.374	1.852	15417	
6	1	1.2105E+01		2.086E+01	-0.034	-0.047	37000	0.303
	12	2.184E+01		1.540E+02 3.331E+00	1.357	1.861	15417	
7	1	1.1464E+01		1.993E+01	-0.033	-0.048	37000	0.287
	12	2.039E+01		1.507E+02 3.272E+00	1.338	1.875	15417	
10	2	1.0005E+01		6.038E+01	0.000	0.000	34000	0.250
	12	1.641E+01		2.384E+01	0.000	0.000	14167	
11	2	5.9625E+01		2.848E+02	0.000	0.000	34000	1.491
	12	1.618E+02		2.895E+02	0.000	0.000	14167	
12	3	7.0000E+01		2.858E+02	0.000	0.000	34000	0.000
	12	1.951E+02		5.833E+02	0.000	0.000	14167	
13	2	4.3385E+01		2.525E+02	0.000	0.000	34000	1.085
	12	1.143E+02		2.633E+02	0.000	0.000	14167	

Summary of all beam elements

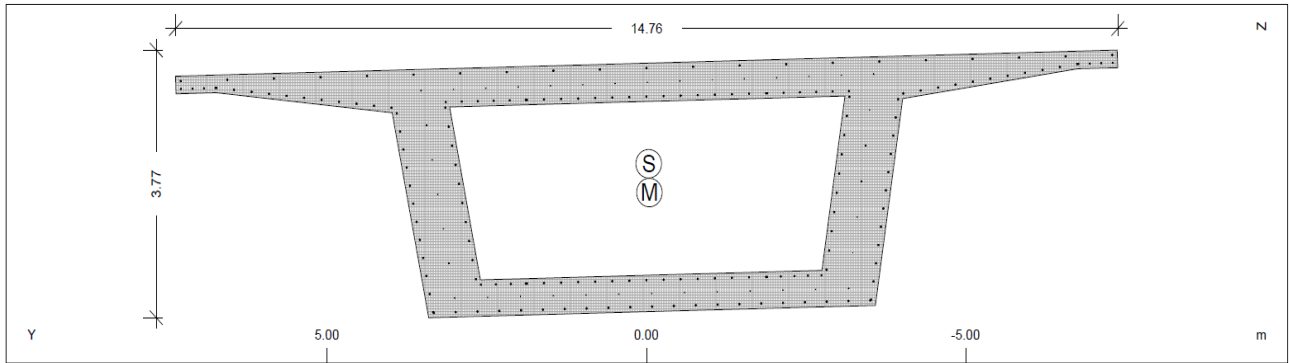
Cross sections

No.	TotLength [m]	Max.Length [m]	TotWeight [t]	Surface [m2]	Title
1	6.000	0.750	402.029	209.635	
7	104.000	1.000	2980.728	3633.669	
10	21.000	1.000	525.263	462.000	
11	1.000	1.000	149.062	28.602	
12	2.500	1.000	0.000	85.000	
13	1.500	0.750	162.694	42.903	
	20.000	1.000	659.304	698.782	haunched sections
Sum	156.000		4879.080	5160.592	

Cross section No. 1



Cross section No. 2



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.5085E+01		2.475E+01	-0.035	-0.046	37000	0.377
12	2.713E+01		1.685E+02	1.419	1.825	15417	
			3.595E+00				

Main axis of inertia rotated at -88.57 [°]  
 Main moments of inertia 1.6855E+02 2.4656E+01 [m4]

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	[m]	[m]	[m]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-7.346	-1.603		1.973E+01	12	4.936E-02	1.248E-01
	7.410	2.168		1.509E+01			1.969E-01

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[m]	rz[m]
-3.978	3.977	0.000	0.000	-6.040	0.999	0.031	-3.592

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.5085E+01		2.475E+01	-0.035	37000	0.377
	2.713E+01		1.685E+02	1.419	15417	
			3.595E+00			

Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[m]	[m]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	34.94	16.51	0.864		0.0	483.025	61.865	421.160	8.988

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[m]	[m]	[m]	[MN]	[MNm]
M1	1	12	223.14	223.14	223.14	-0.028	1.151			
M2	1	12	116.60	116.60	116.60	-0.006	1.655			
M3	1	12	69.74	69.74	69.74	-0.010	0.323			
M4	1	12	111.28	111.28	111.28	-0.048	1.900			
Z5	1	12	223.14	0.00	223.14	-0.028	1.151			
Z6	1	12	116.60	0.00	116.60	-0.006	1.655			
Z7	1	12	69.74	0.00	69.74	-0.010	0.323			
Z8	1	12	111.28	0.00	111.28	-0.048	1.900			
Z9	1	12	19.29	0.00		-0.059	1.685	19.291		

Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y	z	1/WMy, Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0	sig/tau-d
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]	[MPa]
top	1	0.000	0.000	-0.0575	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
t_md	1	0.000	0.270	-1.44E-3	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
bot	1	-0.087	3.499	-0.0466	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
b_md	1	-0.087	3.242	-1.20E-3	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0844	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				2.11E-3	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0740	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				1.89E-3	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		

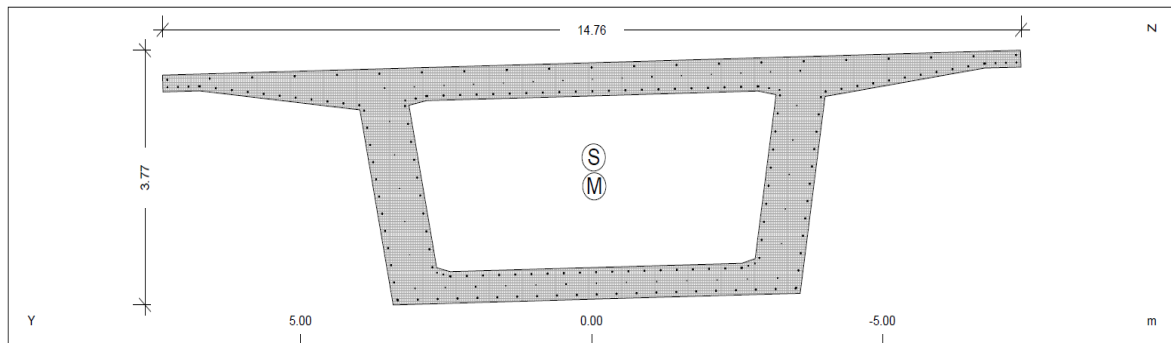
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM, D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AsSU
		c	mue	[m]	[m]	[m]	[m]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1		1.419			0.560	0.0453	1.000	0.00	12	0.00
							1.827	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1	-0.035				0.560	0.0494	1.000	0.00	12	0.00
							1.055	0.0000	1.000	0.00	1	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	-3.879	1.419	-0.0453	-3.19E-3	0.1969	0.00	
1	1	-3.599	1.419	-0.0453	-3.19E-3	0.1969	0.00	
1E	1	-2.969	1.419	-0.0453	-3.19E-3	0.1969	0.00	
1A	1	2.924	1.419	0.0453	-3.19E-3	0.1969	0.00	
1	1	3.204	1.419	0.0453	-3.19E-3	0.1969	0.00	
1E	1	3.841	1.419	0.0453	-3.19E-3	0.1969	0.00	
2A	1	-0.035	-0.001	-0.0468	-0.1248	-7.69E-4	0.00	
2	1	-0.035	0.270	-0.0468	-0.1248	-7.69E-4	0.00	
2E	1	-0.035	0.540	-0.0468	-0.1248	-7.69E-4	0.00	
2A	1	-0.035	2.987	0.0494	-0.1248	-7.69E-4	0.00	
2	1	-0.035	3.244	0.0494	-0.1248	-7.69E-4	0.00	
2E	1	-0.035	3.500	0.0494	-0.1248	-7.69E-4	0.00	

Cross section No. 3



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.4263E+01		2.373E+01	-0.035	-0.046	37000	0.357
12	2.576E+01		1.646E+02	1.404	1.832	15417	
			3.523E+00				

Main axis of inertia rotated at -88.57 [°]  
 Main moments of inertia 1.6464E+02 2.3642E+01 [m4]

**Additional static properties of cross section**

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymin	zmin	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[m]	[m]	[m]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-7.346	-1.588		2.023E+01	12	5.280E-02	1.353E-01
	7.410	2.182		1.426E+01			2.093E-01

**Section values for warping**

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[m]	rz[m]
-4.051	4.049	0.000	0.000	-6.014	0.967	0.033	-3.678

**Design values of cross section**

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.4263E+01		2.373E+01	-0.035	37000	0.357
	2.576E+01		1.646E+02	1.404	15417	
			3.523E+00			

**Additional Design Data**

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[m]	[m]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	34.94	16.72	0.816		0.0	470.713	59.326	411.387	8.807

**Reinforcement global values**

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[m]	[m]	[m]	[MN]	[MNm]
M1	1	12	223.14	223.14	223.14	-0.028	1.151			
M2	1	12	121.22	121.22	121.22	-0.042	1.668			
M3	1	12	69.74	69.74	69.74	-0.010	0.323			
M4	1	12	110.68	110.68	110.68	-0.048	1.899			
Z5	1	12	223.14	0.00	223.14	-0.028	1.151			
Z6	1	12	121.22	0.00	121.22	-0.042	1.668			
Z7	1	12	69.74	0.00	69.74	-0.010	0.323			
Z8	1	12	110.68	0.00	110.68	-0.048	1.899			
Z9	1	12	19.51	0.00		-0.061	1.684	19.506		

**Polygon**

Id.	E	Mat	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	W0	Air
			[m]	[m]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[m2]	[-]
1		1	0.000	0.000	-0.0594	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-1.48E-3	0.0000	0.0000	0.0000		
2		1	7.375	0.184	-0.0583	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0463	0.0000	0.0000	0.0000		
3		1	7.369	0.434	-0.0477	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0460	0.0000	0.0000	0.0000		
4		1	6.744	0.419	-0.0478	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0422	0.0000	0.0000	0.0000		
5		1	3.984	0.700	-0.0334	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0251	0.0000	0.0000	0.0000		
6		1	3.411	3.586	0.0891	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0190	0.0000	0.0000	0.0000		
7		1	-0.087	3.499	0.0886	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					2.22E-3	0.0000	0.0000	0.0000		

Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y	z	1/WMy, Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0	sig/tau-d
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]	[MPa]
top	1	0.000	0.000	-0.0594	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				-1.48E-3	0.0000	0.0000	0.0000			
t_md	1	0.000	0.246	-0.0490	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				-1.26E-3	0.0000	0.0000	0.0000			
bot	1	-0.087	3.499	0.0886	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				2.22E-3	0.0000	0.0000	0.0000			
b_md	1	-0.087	3.265	0.0787	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				2.00E-3	0.0000	0.0000	0.0000			

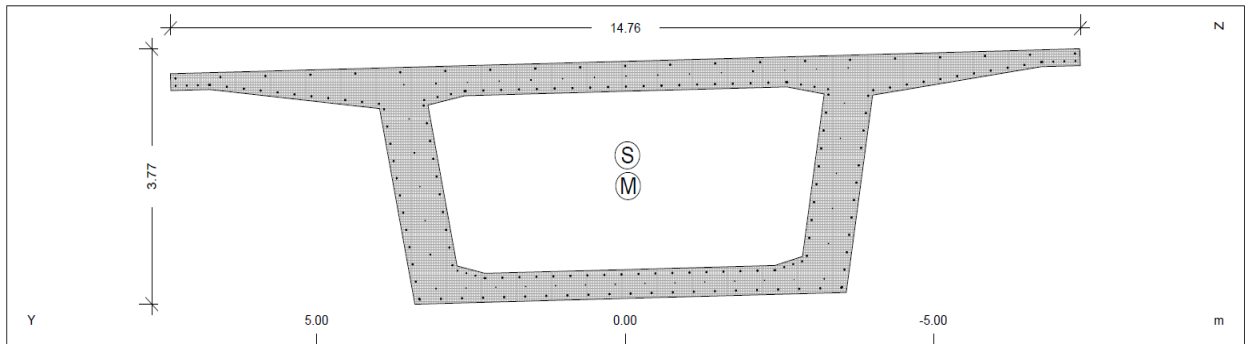
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM, D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AsSU
		c	mue	[m]	[m]	[m]	[m]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1		1.404			0.530	0.0467	1.000	0.00	12	0.00
							1.705	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1	-0.035				0.530	0.0528	1.000	0.00	12	0.00
							0.960	0.0000	1.000	0.00	1	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	-3.881	1.404	-0.0467	-3.43E-3	0.2093	0.00	
1	1	-3.616	1.404	-0.0467	-3.43E-3	0.2093	0.00	
1E	1	-3.032	1.404	-0.0467	-3.43E-3	0.2093	0.00	
1A	1	2.988	1.404	0.0467	-3.43E-3	0.2093	0.00	
1	1	3.253	1.404	0.0467	-3.43E-3	0.2093	0.00	
1E	1	3.844	1.404	0.0467	-3.43E-3	0.2093	0.00	
2A	1	-0.035	-0.001	-0.0502	-0.1353	-8.48E-4	0.00	
2	1	-0.035	0.245	-0.0502	-0.1353	-8.48E-4	0.00	
2E	1	-0.035	0.491	-0.0502	-0.1353	-8.48E-4	0.00	
2A	1	-0.035	3.032	0.0528	-0.1353	-8.48E-4	0.00	
2	1	-0.035	3.266	0.0528	-0.1353	-8.48E-4	0.00	
2E	1	-0.035	3.500	0.0528	-0.1353	-8.48E-4	0.00	

Cross section No. 4



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.3504E+01		2.276E+01	-0.035	-0.047	37000	0.338
12	2.451E+01		1.609E+02	1.390	1.843	15417	
			3.456E+00				

Main axis of inertia rotated at -88.57 [°]

Main moments of inertia 1.6099E+02 2.2677E+01 [m4]

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymin	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[m]	[m]	[m]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-7.347	-1.574		2.072E+01	12	5.664E-02	1.474E-01
	7.410	2.197		1.350E+01			2.238E-01

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[m]	rz[m]
-4.097	4.094	0.000	0.000	-5.975	0.939	0.034	-3.779

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.3504E+01		2.276E+01	-0.035	37000	0.338
	2.451E+01		1.609E+02	1.390	15417	
			3.456E+00			

Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[m]	[m]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	34.94	16.94	0.773		0.0	459.164	56.909	402.255	8.639

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[m]	[m]	[m]	[MN]	[MNm]
M1	1	12	223.14	223.14	223.14	-0.028	1.151			
M2	1	12	124.03	124.03	124.03	-0.042	1.667			
M3	1	12	69.74	69.74	69.74	-0.010	0.323			
M4	1	12	110.07	110.07	110.07	-0.048	1.899			
Z5	1	12	223.14	0.00	223.14	-0.028	1.151			
Z6	1	12	124.03	0.00	124.03	-0.042	1.667			
Z7	1	12	69.74	0.00	69.74	-0.010	0.323			
Z8	1	12	110.07	0.00	110.07	-0.048	1.899			
Z9	1	12	19.72	0.00		-0.060	1.683	19.717		



Construction and Selected Result Points

Txt. M	y [m]	z [m]	1/WMy, Mz [1/m3]	1/WT [1/m3]	1/WVy [1/m2]	1/WVz [1/m2]	sig-p [MPa]	W0 [m2]	sig/tau-d [MPa]
top 1	0.000	0.000	-0.0613 -1.53E-3	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
t_md 1	0.000	0.222	-0.0515 -1.32E-3	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
bot 1	-0.087	3.499	0.0930 2.33E-3	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
b_md 1	-0.087	3.286	0.0836 2.12E-3	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		

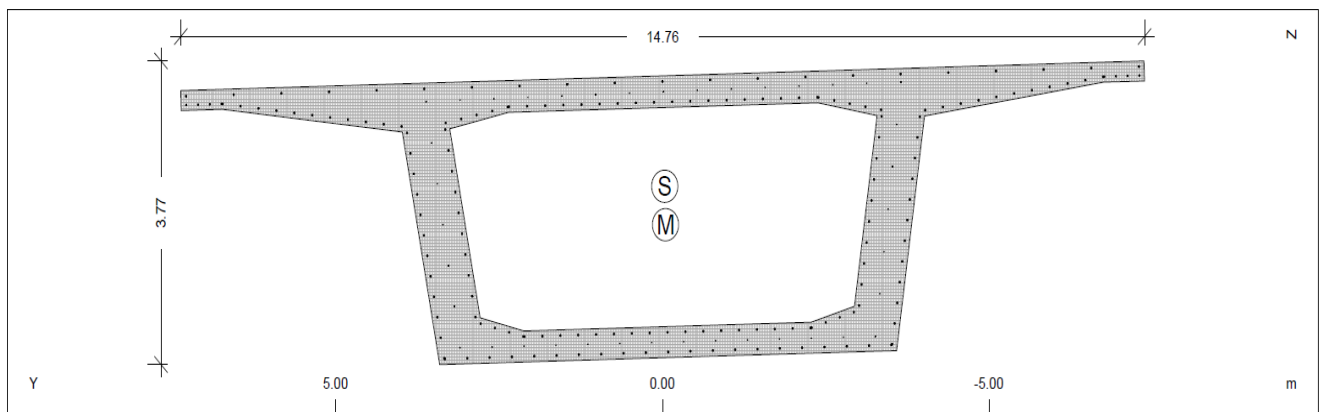
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb [m]	zb [m]	ye [m]	ze [m]	b0 [m]	1/WTM, D [1/m3]	FVy/z [-]	Ns/Ms [kN/m]	MRF R	AsSU [cm2/m]
1	WEB	1		1.390			0.500 1.584	0.0483 0.0000	1.000	0.00	12	0.00 90
2	WEB	1	-0.035				0.500 0.870	0.0566 0.0000	1.000	0.00	12	0.00 90

Stress output locations on shear cuts

Txt. MNo	y [m]	z [m]	1/WT [1/m3]	1/WVy [1/m2]	1/WVz [1/m2]	sig-p [MPa]	W0 [m2]
1A 1	-3.883	1.390	-0.0483	-3.72E-3	0.2238	0.00	
1 1	-3.633	1.390	-0.0483	-3.72E-3	0.2238	0.00	
1E 1	-3.095	1.390	-0.0483	-3.72E-3	0.2238	0.00	
1A 1	3.052	1.390	0.0483	-3.72E-3	0.2238	0.00	
1 1	3.302	1.390	0.0483	-3.72E-3	0.2238	0.00	
1E 1	3.847	1.390	0.0483	-3.72E-3	0.2238	0.00	
2A 1	-0.035	-0.001	-0.0543	-0.1474	-9.58E-4	0.00	
2 1	-0.035	0.221	-0.0543	-0.1474	-9.58E-4	0.00	
2E 1	-0.035	0.443	-0.0543	-0.1474	-9.58E-4	0.00	
2A 1	-0.035	3.074	0.0566	-0.1474	-9.58E-4	0.00	
2 1	-0.035	3.287	0.0566	-0.1474	-9.58E-4	0.00	
2E 1	-0.035	3.500	0.0566	-0.1474	-9.58E-4	0.00	

Cross section No. 5





Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.2784E+01		2.180E+01	-0.034	-0.047	37000	0.320
12	2.321E+01		1.574E+02	1.374	1.852	15417	
			3.392E+00				

Main axis of inertia rotated at -88.57 [°]

Main moments of inertia 1.5749E+02 2.1719E+01 [m4]

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[m]	[m]	[m]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-7.347	-1.558		2.121E+01	12	6.137E-02	1.624E-01
	7.409	2.212		1.278E+01			2.409E-01

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.2784E+01		2.180E+01	-0.034	37000	0.320
	2.321E+01		1.574E+02	1.374	15417	
			3.392E+00			

Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[m]	[m]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	34.94	17.15	0.732		0.0	448.017	54.509	393.508	8.480

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[m]	[m]	[m]	[MN]
M1	1	12	223.14	223.14	223.14	-0.028	1.151		
M2	1	12	126.83	126.83	126.83	-0.042	1.666		
M3	1	12	69.74	69.74	69.74	-0.010	0.323		
M4	1	12	109.46	109.46	109.46	-0.048	1.898		
Z5	1	12	223.14	0.00	223.14	-0.028	1.151		
Z6	1	12	126.83	0.00	126.83	-0.042	1.666		
Z7	1	12	69.74	0.00	69.74	-0.010	0.323		
Z8	1	12	109.46	0.00	109.46	-0.048	1.898		
Z9	1	12	19.93	0.00		-0.060	1.681	19.927	

Polygon

Id.	E	Mat	y	z	1/WMy, Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	W0	Air
			[m]	[m]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[m2]	[-]
1		1	0.000	0.000	-0.0633	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-1.58E-3	0.0000	0.0000	0.0000		
2		1	7.375	0.184	-0.0621	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0484	0.0000	0.0000	0.0000		
3		1	7.369	0.434	-0.0506	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0481	0.0000	0.0000	0.0000		
4		1	6.744	0.419	-0.0507	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0442	0.0000	0.0000	0.0000		
5		1	3.984	0.700	-0.0350	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0263	0.0000	0.0000	0.0000		
6		1	3.411	3.586	0.0984	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0198	0.0000	0.0000	0.0000		
7		1	-0.087	3.499	0.0978	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					2.45E-3	0.0000	0.0000	0.0000		

Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0	sig/tau-d
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]	[MPa]
top	1	0.000	0.000	-0.0633	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				-1.58E-3	0.0000	0.0000	0.0000			
t_md	1	0.000	0.198	-0.0542	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				-1.39E-3	0.0000	0.0000	0.0000			
bot	1	-0.087	3.499	0.0978	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				2.45E-3	0.0000	0.0000	0.0000			
b_md	1	-0.087	3.307	0.0890	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				2.26E-3	0.0000	0.0000	0.0000			

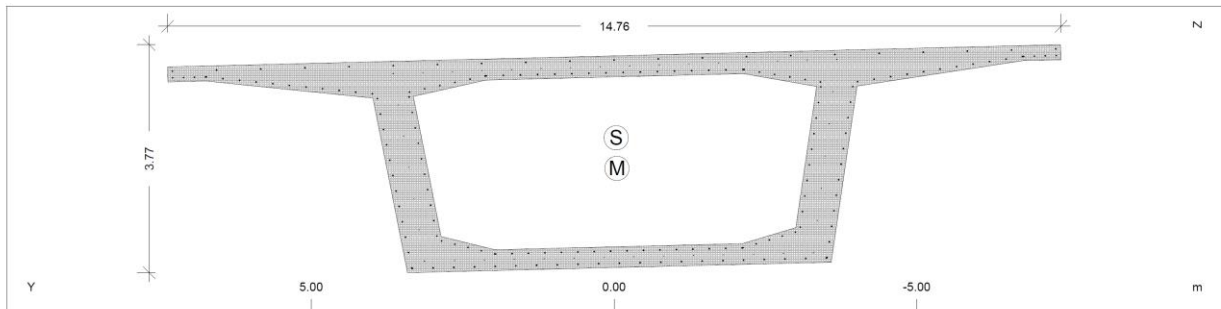
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AsSU
		c	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[1/m3]	[m]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1		1.374			0.470	0.0501	1.000	0.00	12	0.00
							1.462	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1	-0.034				0.470	0.0614	1.000	0.00	12	0.00
							0.780	0.0000	1.000	0.00	1	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	-3.885	1.374	-0.0501	-4.07E-3	0.2409	0.00	
1	1	-3.650	1.374	-0.0501	-4.07E-3	0.2409	0.00	
1E	1	-3.158	1.374	-0.0501	-4.07E-3	0.2409	0.00	
1A	1	3.116	1.374	0.0501	-4.07E-3	0.2409	0.00	
1	1	3.351	1.374	0.0501	-4.07E-3	0.2409	0.00	
1E	1	3.850	1.374	0.0501	-4.07E-3	0.2409	0.00	
2A	1	-0.034	-0.001	-0.0595	-0.1624	-1.12E-3	0.00	
2	1	-0.034	0.197	-0.0595	-0.1624	-1.12E-3	0.00	
2E	1	-0.034	0.395	-0.0595	-0.1624	-1.12E-3	0.00	
2A	1	-0.034	3.116	0.0614	-0.1624	-1.12E-3	0.00	
2	1	-0.034	3.308	0.0614	-0.1624	-1.12E-3	0.00	
2E	1	-0.034	3.500	0.0614	-0.1624	-1.12E-3	0.00	

Cross section No. 6



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.2105E+01		2.086E+01	-0.034	-0.047	37000	0.303
12	2.184E+01		1.540E+02	1.357	1.861	15417	
			3.331E+00				

Main axis of inertia rotated at -88.57 [°]

Main moments of inertia 1.5411E+02 2.0772E+01 [m4]

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[m]	[m]	[m]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-7.347	-1.541		2.171E+01	12	6.732E-02	1.814E-01
	7.409	2.229		1.210E+01			2.613E-01

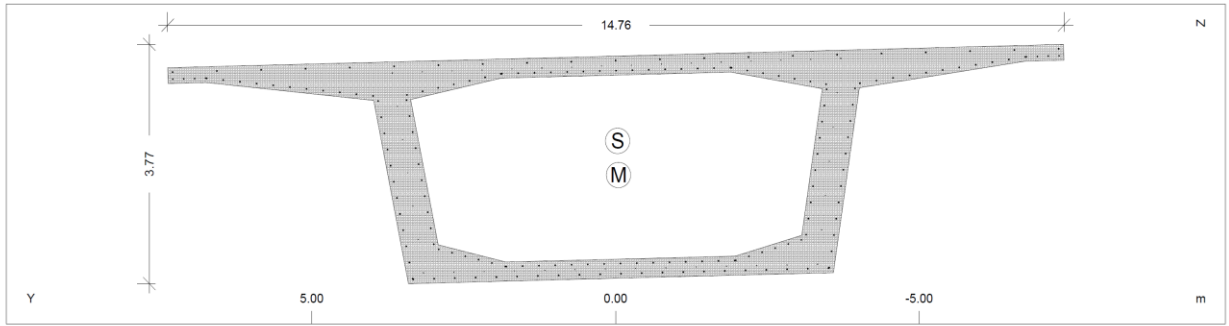
Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[m]	rz[m]
-4.222	4.220	0.000	0.000	-5.910	0.875	0.036	-3.979

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.2105E+01		2.086E+01	-0.034	37000	0.303
	2.184E+01		1.540E+02	1.357	15417	
			3.331E+00			

Cross section No. 7



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.1464E+01		1.993E+01	-0.033	-0.048	37000	0.287
12	2.039E+01		1.507E+02	1.338	1.875	15417	
			3.272E+00				

Main axis of inertia rotated at -88.57 [°]  
 Main moments of inertia 1.5081E+02 1.9844E+01 [m4]

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[m]	[m]	[m]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-7.348	-1.523		2.222E+01	12	7.500E-02	2.063E-01
	7.408	2.248		1.146E+01			2.860E-01

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[m]	rz[m]
-4.288	4.285	0.000	0.000	-5.867	0.841	0.038	-4.089

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.1464E+01		1.993E+01	-0.033	37000	0.287
	2.039E+01		1.507E+02	1.338	15417	
			3.272E+00			

Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-zy
	[m2/m]	[m]	[m]	[m]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	34.94	17.58	0.656		0.0	426.633	49.815	376.817	8.180

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[m]	[m]	[m]	[MN]	[MNm]
M1	1	12	223.14	223.14	223.14	-0.028	1.151			
M2	1	12	132.43	132.43	132.43	-0.042	1.668			
M3	1	12	69.74	69.74	69.74	-0.010	0.323			
M4	1	12	108.25	108.25	108.25	-0.048	1.897			
Z5	1	12	223.14	0.00	223.14	-0.028	1.151			
Z6	1	12	132.43	0.00	132.43	-0.042	1.668			
Z7	1	12	69.74	0.00	69.74	-0.010	0.323			
Z8	1	12	108.25	0.00	108.25	-0.048	1.897			
Z9	1	12	20.35	0.00		-0.059	1.678	20.348		

Polygon

Id.	E	Mat	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	W0	Air
			[m]	[m]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[m2]	[-]
1		1	0.000	0.000	-0.0674	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-1.69E-3	0.0000	0.0000	0.0000		
2		1	7.375	0.184	-0.0662	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0506	0.0000	0.0000	0.0000		
3		1	7.369	0.434	-0.0536	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0503	0.0000	0.0000	0.0000		
4		1	6.744	0.419	-0.0537	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0461	0.0000	0.0000	0.0000		
5		1	3.984	0.700	-0.0366	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0274	0.0000	0.0000	0.0000		
6		1	3.411	3.586	0.1095	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-0.0205	0.0000	0.0000	0.0000		
7		1	-0.087	3.499	0.1089	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					2.72E-3	0.0000	0.0000	0.0000		

Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0	sig/tau-d
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]	[MPa]
top	1	0.000	0.000	-0.0674	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				-1.69E-3	0.0000	0.0000	0.0000			
t_md	1	0.000	0.150	-0.0599	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				-1.52E-3	0.0000	0.0000	0.0000			
bot	1	-0.087	3.499	0.1089	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				2.72E-3	0.0000	0.0000	0.0000			
b_md	1	-0.087	3.349	0.1013	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				2.56E-3	0.0000	0.0000	0.0000			

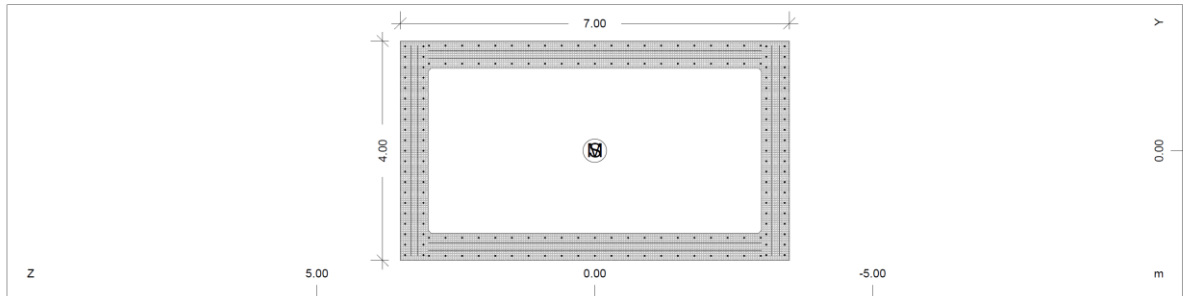
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AsSU
		c	mue	[m]	[m]	[m]	[m]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1		1.338			0.410	0.0550	1.000	0.00	12	0.00
							1.218	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1	-0.033				0.410	0.0750	1.000	0.00	12	0.00
							0.600	0.0000	1.000	0.00	1	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	-3.891	1.338	-0.0550	-5.03E-3	0.2860	0.00	
1	1	-3.686	1.338	-0.0550	-5.03E-3	0.2860	0.00	
1E	1	-3.284	1.338	-0.0550	-5.03E-3	0.2860	0.00	
1A	1	3.245	1.338	0.0550	-5.03E-3	0.2860	0.00	
1	1	3.450	1.338	0.0550	-5.03E-3	0.2860	0.00	
1E	1	3.857	1.338	0.0550	-5.03E-3	0.2860	0.00	
2A	1	-0.033	-0.001	-0.0750	-0.2063	-1.71E-3	0.00	
2	1	-0.033	0.149	-0.0750	-0.2063	-1.71E-3	0.00	
2E	1	-0.033	0.299	-0.0750	-0.2063	-1.71E-3	0.00	
2A	1	-0.033	3.200	0.0750	-0.2063	-1.71E-3	0.00	
2	1	-0.033	3.350	0.0750	-0.2063	-1.71E-3	0.00	
2E	1	-0.033	3.500	0.0750	-0.2063	-1.71E-3	0.00	

Cross section No. 10



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
2	1.0005E+01		6.038E+01	0.000	0.000	34000	0.250
12	1.641E+01		2.384E+01	0.000	0.000	14167	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[m]	[m]	[m]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-2.000	-3.500		2.539E+01	12	4.712E-02	3.042E-01
	2.000	3.500		1.001E+01			1.823E-01

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[m]	rz[m]
-2.559	2.491	0.000	0.000	-0.077	-0.142	0.000	0.000

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[MPa]	[MN/m]
2	1.0005E+01		6.038E+01	0.000	34000	0.250
	1.641E+01		2.384E+01	0.000	14167	

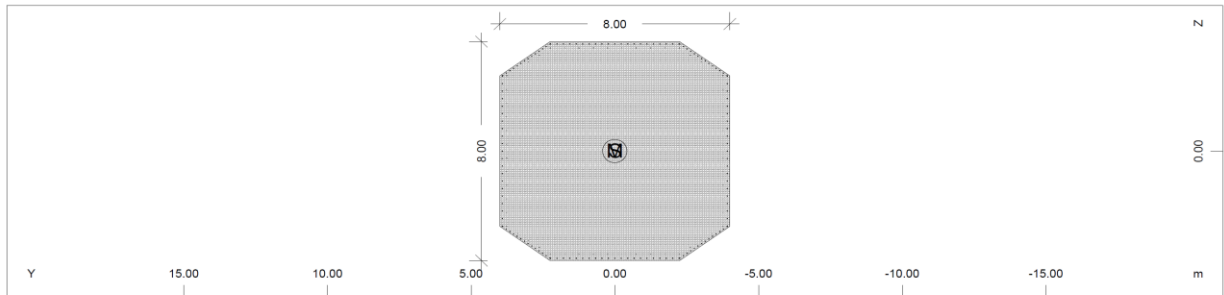
Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y	z	1/WMy, Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0	sig/tau-d
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]	[MPa]
BOR	2	-2.000	3.500	0.0580	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0839	0.0000	0.0000	0.0000			
TOL	2	2.000	-3.500	-0.0580	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				-0.0839	0.0000	0.0000	0.0000			
TOR	2	-2.000	-3.500	-0.0580	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				0.0839	0.0000	0.0000	0.0000			

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	2	0.000	-3.500	-0.0471	-0.3042	0.0000	0.00	
1	2	0.000	-3.291	-0.0471	-0.3042	0.0000	0.00	
1E	2	0.000	-3.000	-0.0471	-0.3042	0.0000	0.00	
1A	2	0.000	3.000	0.0471	-0.3042	0.0000	0.00	
1	2	0.000	3.209	0.0471	-0.3042	0.0000	0.00	
1E	2	0.000	3.500	0.0471	-0.3042	0.0000	0.00	
2A	2	-2.000	0.000	-0.0471	0.0000	0.1823	0.00	
2	2	-1.791	0.000	-0.0471	0.0000	0.1823	0.00	
2E	2	-1.500	0.000	-0.0471	0.0000	0.1823	0.00	
2A	2	1.500	0.000	0.0471	0.0000	0.1823	0.00	
2	2	1.709	0.000	0.0471	0.0000	0.1823	0.00	
2E	2	2.000	0.000	0.0471	0.0000	0.1823	0.00	

Cross section No. 11



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
2	5.9625E+01		2.848E+02	0.000	0.000	34000	1.491
12	1.618E+02		2.895E+02	0.000	0.000	14167	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	hzmin	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[m]	[m]	[m]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-4.000	-4.000		3.416E+01	12	7.051E-03	2.441E-02
	4.000	4.000		5.962E+01			2.465E-02

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[m]	rz[m]
-1.767	1.767	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[MPa]	[MN/m]
2	5.9625E+01		2.848E+02	0.000	34000	1.491
	1.618E+02		2.895E+02	0.000	14167	

Additional Design Data

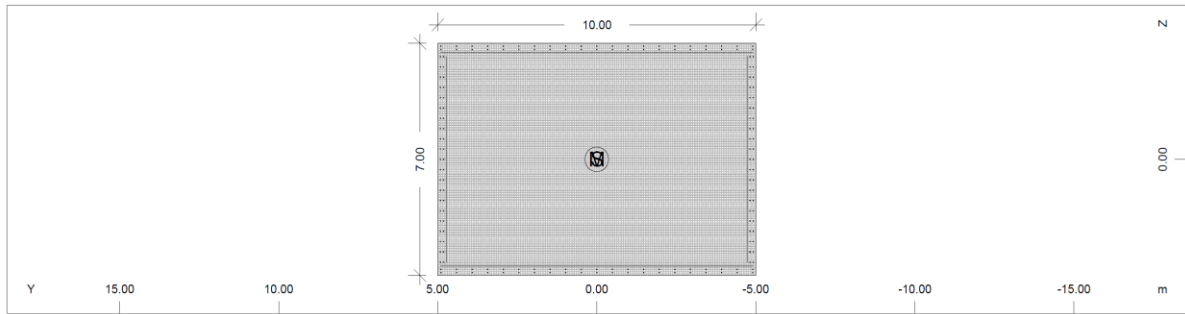
M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[m]	[m]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	28.60		4.169		0.0	1435.736	711.943	723.792	0.000

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[m]	[m]	[m]	[MN]	[MNm]
M1	2	12	294.37	294.37	294.37	0.000	0.000			
M2	2	12	320.54	320.54	320.54	0.000	0.000			
M3	2	12	294.37	294.37	294.37	0.000	0.000			
Z4	2	12	9.00	0.00		0.000	0.000			
Z5	2	12	7.29	0.00		0.000	0.000			
Z6	2	12	11.00	0.00		0.000	0.000			



Cross section No. 12



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
3	7.0000E+01		2.858E+02	0.000	0.000	34000	0.000
12	1.951E+02		5.833E+02	0.000	0.000	14167	

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	[m]	[m]	[m]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-5.000	-3.500		3.924E+01	12	6.203E-03	2.143E-02
	5.000	3.500		7.000E+01			2.143E-02

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[m]	rz[m]
-6.155	6.155	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[MPa]	[MN/m]
3	7.0000E+01		2.858E+02	0.000	34000	0.000
	1.951E+02		5.833E+02	0.000	14167	

Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
[m2/m]	[m2/m]	[m]	[m]	[m]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	34.00		4.118		0.0	0.000			

Reinforcement global values

Layer	mS	mR	area	lower-A	upper-A	yL	zL	L-tors	N-pr	M-pr
			[cm2]	[cm2]	[cm2]	[m]	[m]	[m]	[MN]	[MNm]
M1	3	12	643.05	643.05	643.05	0.000	0.000			
M2	3	12	643.05	643.05	643.05	0.000	0.000			
M3	3	12	420.63	420.63	420.63	0.000	0.000			
M4	3	12	420.63	420.63	420.63	0.000	0.000			
Z5	3	12	2.00	0.00		0.000	0.000			
Z6	3	12	2.00	0.00		0.000	0.000			

Polygon

Id.	E	Mat	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	W0	Air
			[m]	[m]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[m2]	[-]
1	3		5.000	-3.500	-0.0122	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-8.57E-3	0.0000	0.0000	0.0000		
2	3		5.000	3.500	0.0122	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-8.57E-3	0.0000	0.0000	0.0000		
3	3		-5.000	3.500	0.0122	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					8.57E-3	0.0000	0.0000	0.0000		
4	3		-5.000	-3.500	-0.0122	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					8.57E-3	0.0000	0.0000	0.0000		
1	3		5.000	-3.500	-0.0122	0.0000	0.0000	0.0000		1.00
					-8.57E-3	0.0000	0.0000	0.0000		

Distributed reinforcement

Id.	MNo	ya[m]	za[m]	ye[m]	ze[m]	As/As-max[cm2/m]	Lay	D	Ar[m2/m]
1	12	-4.915	-3.415	4.915	-3.415	32.71	32.71	1	
1	12	-4.915	3.415	4.915	3.415	32.71	32.71	1	
3	12	-4.915	-3.115	-4.915	3.115	33.76	33.76	3	
3	12	4.915	-3.115	4.915	3.115	33.76	33.76	3	
2	12	-4.915	-3.315	4.915	-3.315	32.71	32.71	2	
2	12	-4.915	3.315	4.915	3.315	32.71	32.71	2	
4	12	-4.815	-3.115	-4.815	3.115	33.76	33.76	4	
4	12	4.815	-3.115	4.815	3.115	33.76	33.76	4	
5	12	-4.915	-3.215	4.915	-3.215	0.10		5	
5	12	-4.915	3.215	4.915	3.215	0.10		5	

Page 15 of 27

Distributed reinforcement

Id.	MNo	ya[m]	za[m]	ye[m]	ze[m]	As/As-max[cm2/m]	Lay	D	Ar[m2/m]
6	12	-4.715	-3.115	-4.715	3.115	0.16	6		
6	12	4.715	-3.115	4.715	3.115	0.16	6		

Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AsSU
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	3	0.000				2.054	6.20E-3	1.000	0.00	12	126.00
							7.000	0.0000	1.000	0.00	1	90
2	WEB	3		0.000			2.054	6.20E-3	1.000	0.00	12	180.00
							10.000	0.0000	1.000	0.00	2	90

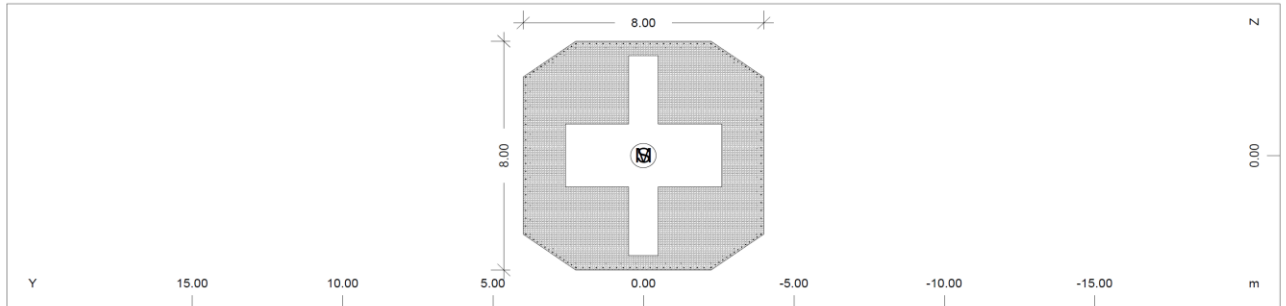
Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0	sig/tau-d
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]	[MPa]
BOL	3	5.000	3.500	0.0122	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				-8.57E-3	0.0000	0.0000	0.0000			
BOR	3	-5.000	3.500	0.0122	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				8.57E-3	0.0000	0.0000	0.0000			
TOL	3	5.000	-3.500	-0.0122	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				-8.57E-3	0.0000	0.0000	0.0000			
TOR	3	-5.000	-3.500	-0.0122	0.0000	0.0000	0.0000	0.00		
				8.57E-3	0.0000	0.0000	0.0000			

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	3	0.000	-3.500	-6.20E-3	-0.0214	0.0000	0.00	
1	3	0.000	-2.473	-6.20E-3	-0.0214	0.0000	0.00	
1	3	0.000	2.473	6.20E-3	-0.0214	0.0000	0.00	
1E	3	0.000	3.500	6.20E-3	-0.0214	0.0000	0.00	
2A	3	-5.000	0.000	-6.20E-3	0.0000	0.0214	0.00	
2	3	-3.973	0.000	-6.20E-3	0.0000	0.0214	0.00	
2	3	3.973	0.000	6.20E-3	0.0000	0.0214	0.00	
2E	3	5.000	0.000	6.20E-3	0.0000	0.0214	0.00	

Cross section No. 13



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
2	4.3385E+01		2.525E+02	0.000	0.000	34000	1.085
12	1.143E+02		2.633E+02	0.000	0.000	14167	

Additional static properties of cross section

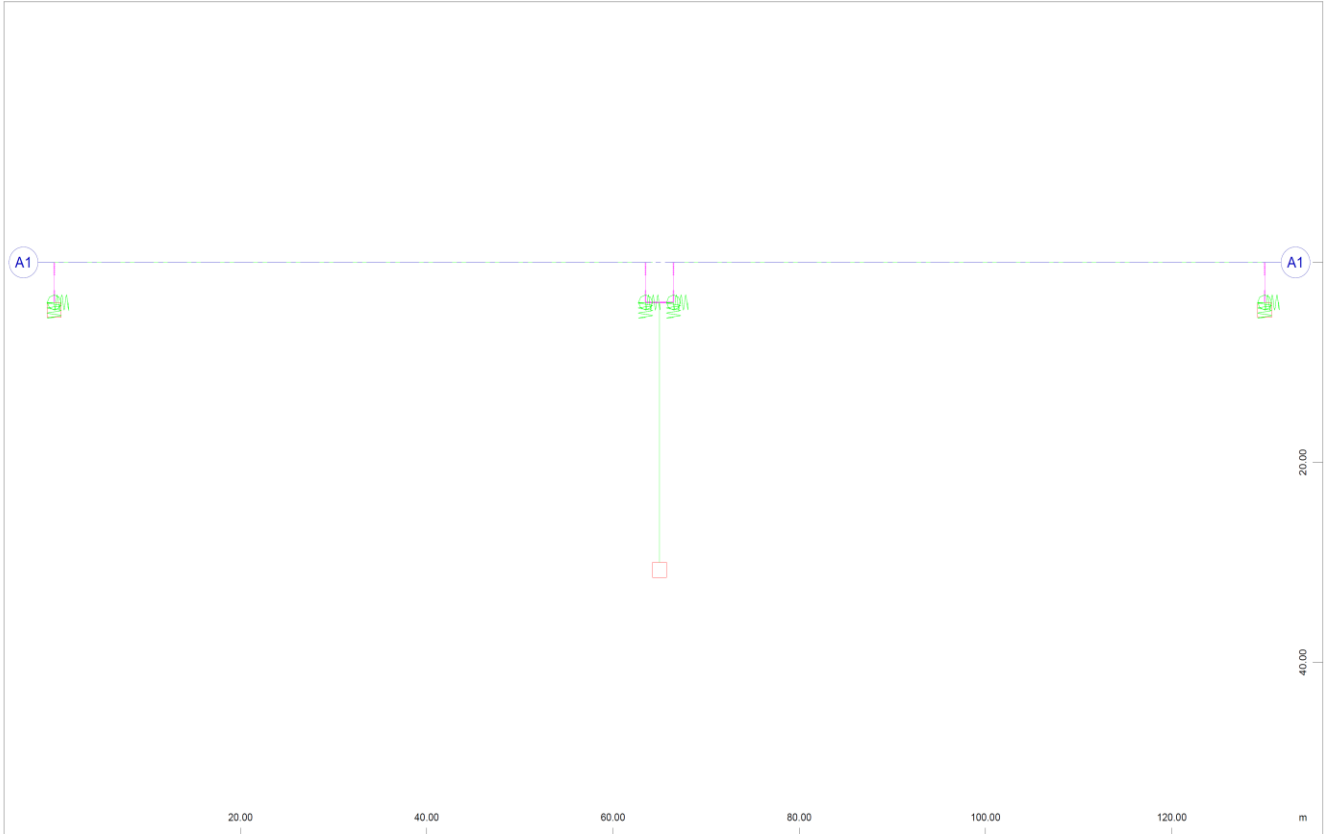
Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[m]	[m]	[m]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-4.000	-4.000		5.051E+01	12	1.980E-02	1.841E-01
	4.000	4.000		4.338E+01			6.719E-02

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyy[m6]	ASwzz[m6]	ry[m]	rz[m]
-5.145	5.047	0.000	0.000	-0.358	-0.308	0.000	0.000

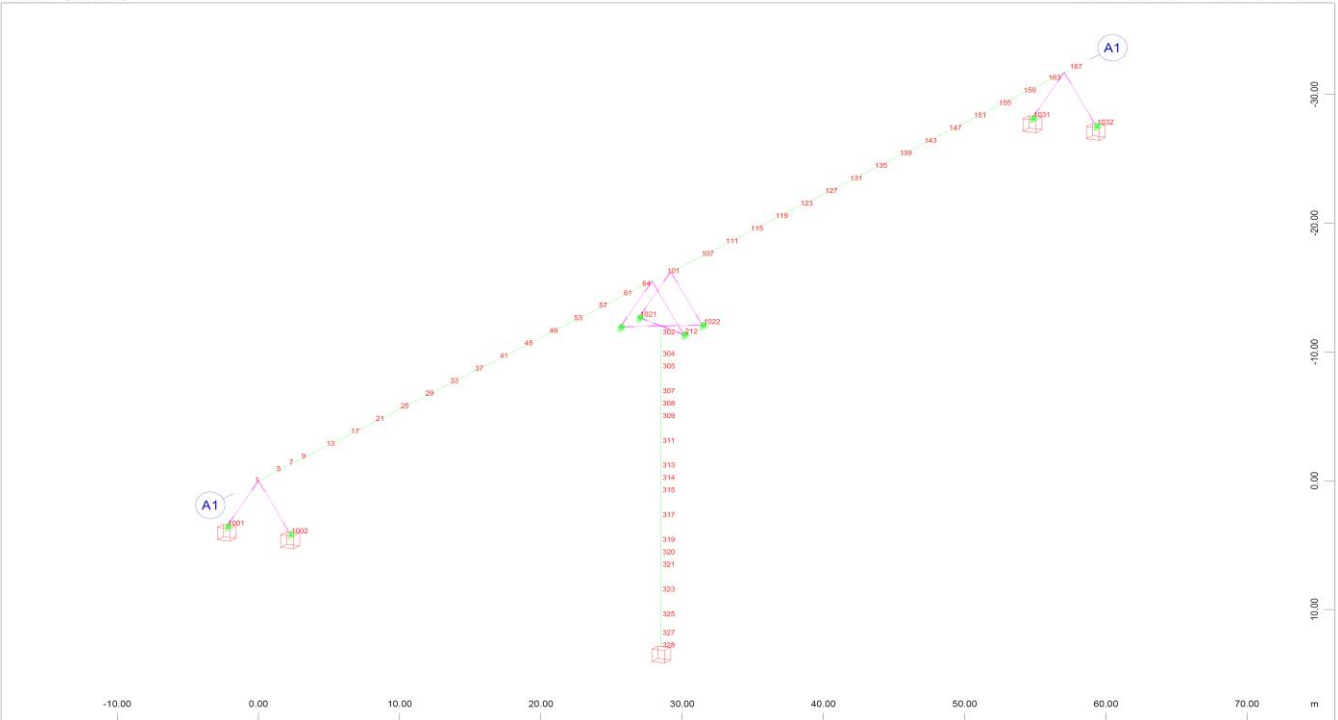
Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[MPa]	[MN/m]
2	4.3385E+01		2.525E+02	0.000	34000	1.085
	1.143E+02		2.633E+02	0.000	14167	



Structure M 1 : 500  
Y-X  
Z

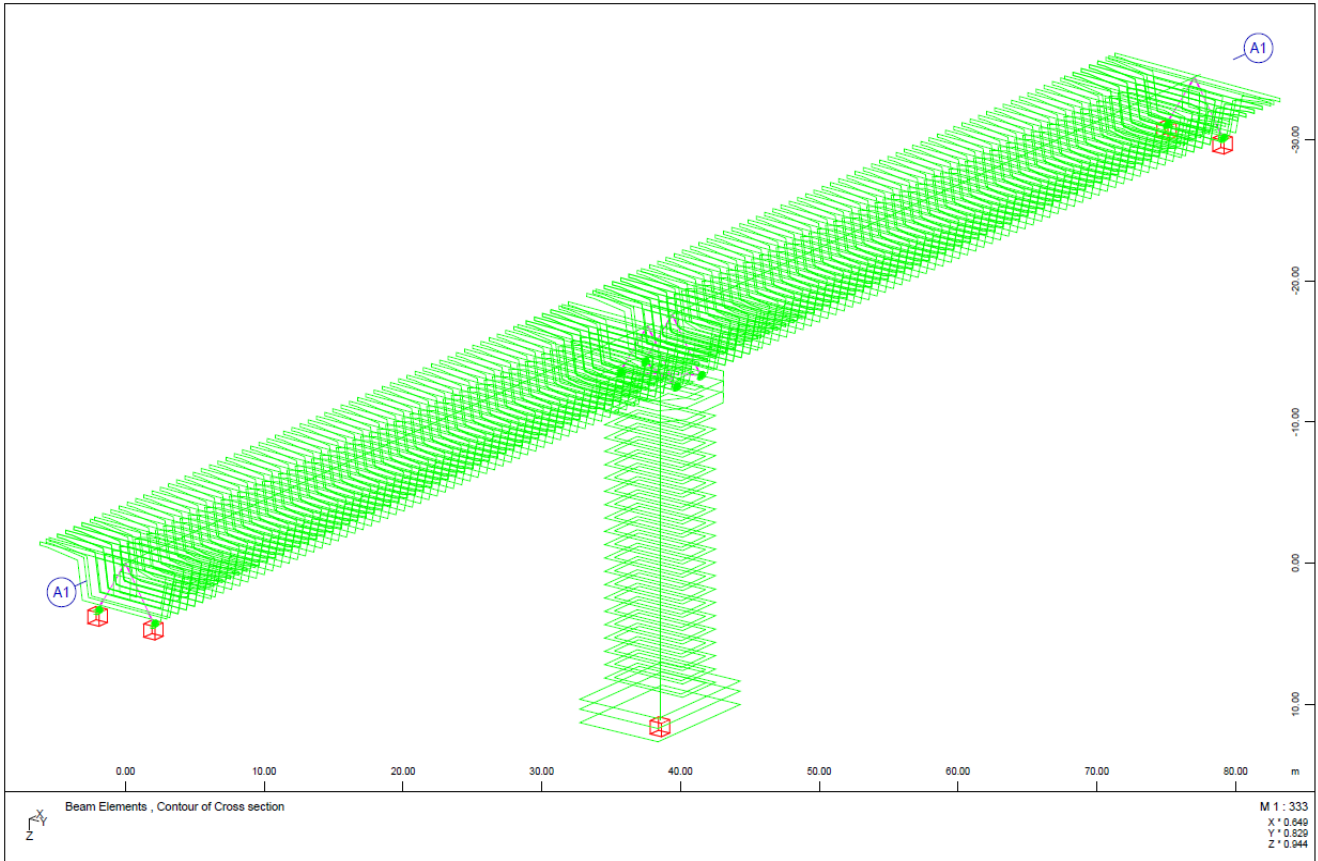
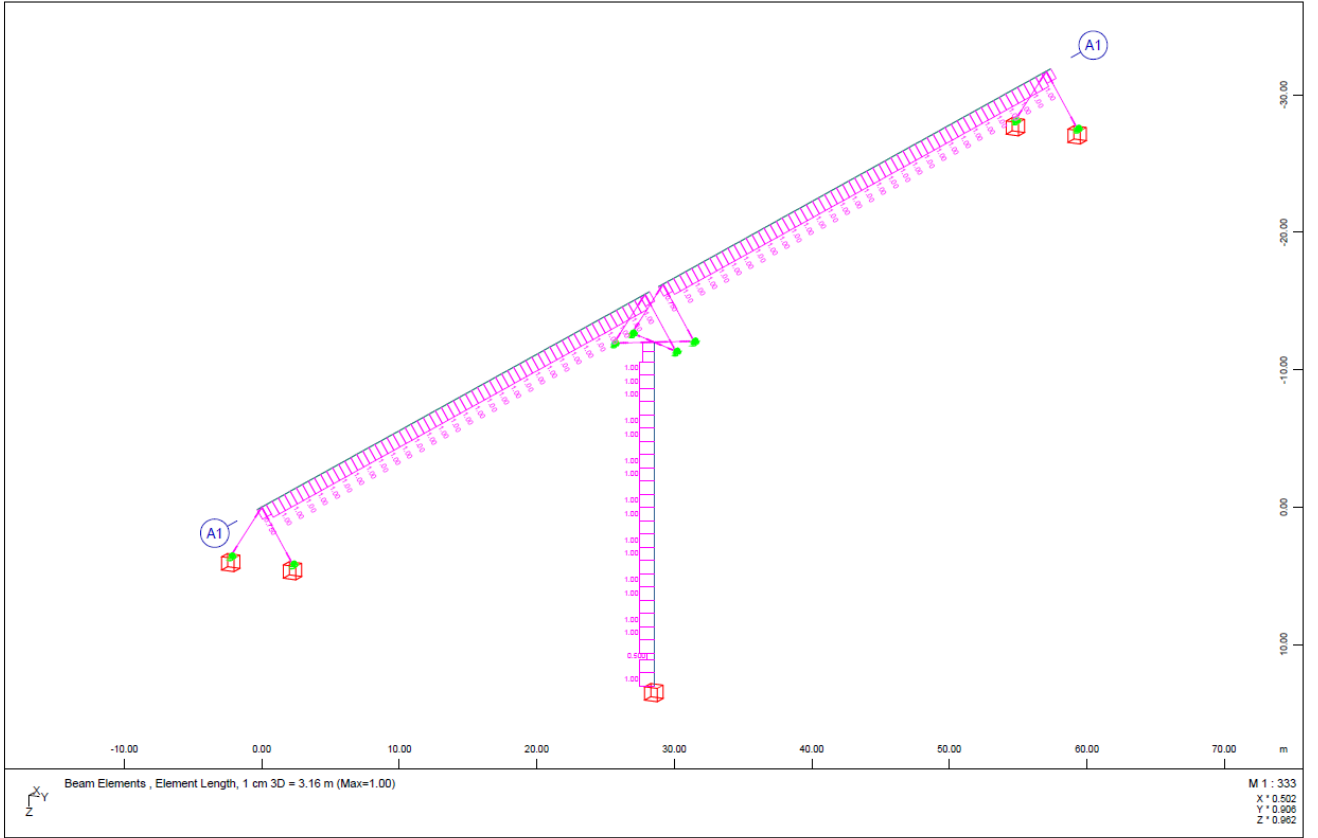
\*\*\*\*\* Kalavryta Bridge B269/Gefyra Kalavrytwn B269 \*\*\*\*\*  
WINGRAF (V14.94-23)

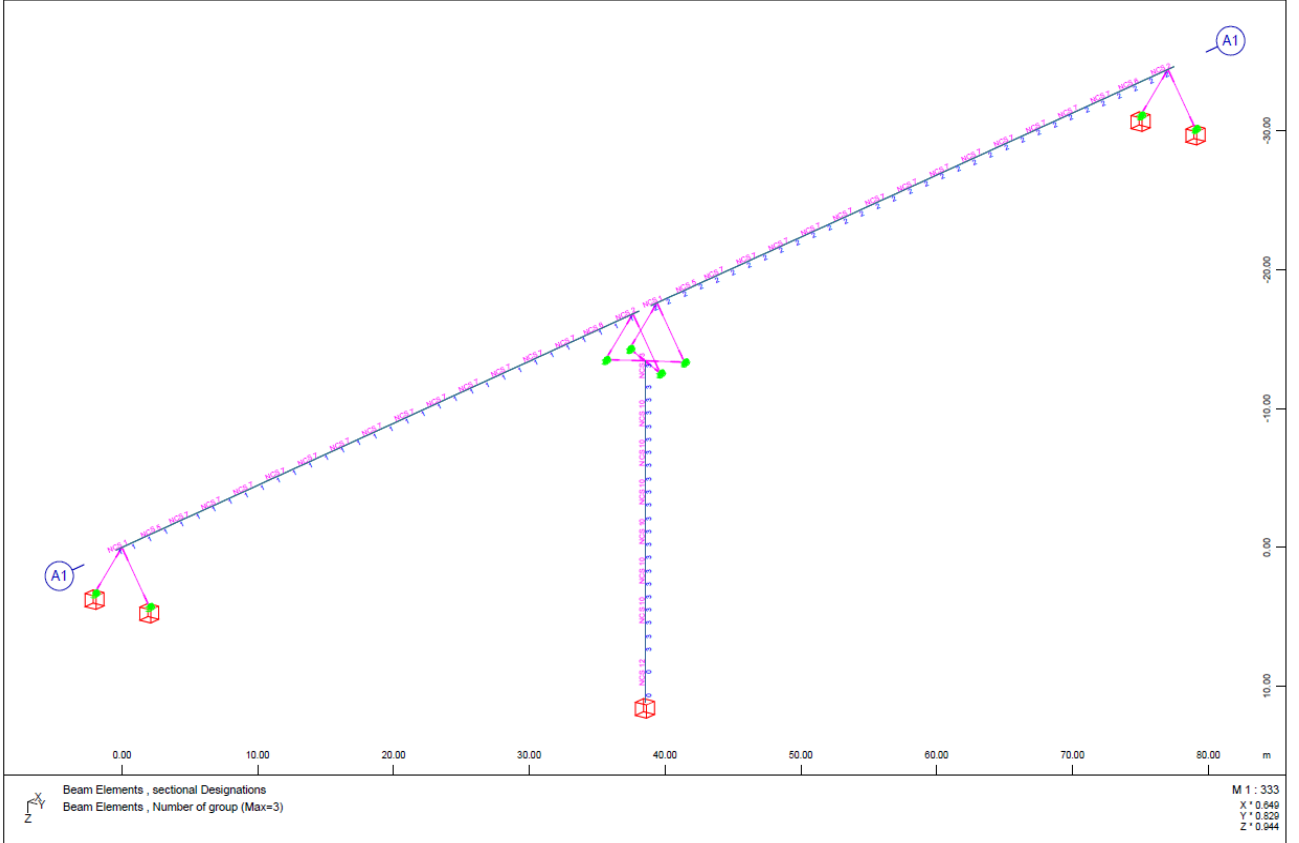


Numbers of nodes (Max=1032) M 1 : 333  
X \* 0.502  
Y \* 0.908  
Z \* 0.962  
X-Y  
Z

\*\*\*\*\* Kalavryta Bridge B269/Gefyra Kalavrytwn B269 \*\*\*\*\*







Beam Elements , sectional Designations  
 Beam Elements , Number of group (Max=3)  
 M 1 : 333  
 X \* 0.649  
 Y \* 0.829  
 Z \* 0.944

\*\*\*\*\* Kalkulo Bidas B250/Caden Kalkulo B250 \*\*\*\*\*

**PRESTRESSING SYSTEM**                      **Group No :**      **101**                      **System:**

Basic force                      ZV : 3376 kN                      Basic stresses      ZV/ZA : 1023 N/mm2  
 Yield strength                      : 1670 N/mm2                      Young's Modulus                      :195000 N/mm2  
 Tensile strength                      : 1860 N/mm2

Diameter of duct                      : 110.0 mm                      Area of each tendon                      : 3300 mm2  
 Permissible radius                      : 8.00 m                      Slip at prestr.anchor                      : 4.0 mm

Coefficient of Friction                                           Crack width  
 MUE due to overstress                      : 0.200                      Associated eff. area                      : 33.0 cm2  
 MUE due to release                      : 0.200                      Effective diameter                      : 6.5 cm  
 BETA                      : 0.516 deg /m                      Effective circumfer.                      : 28.9 cm

**Group No:**      **101**                      **Geometry of Tendons:**      **101**                      **Tendons:**      **1**

Construction/Prestress.Stage:      Tendon 101+0  
 Title of the Tendon Group      :  
 Fitting/grouting/removing      : 1/ 2/ 0  
 Sequence of Prestressing      : from left

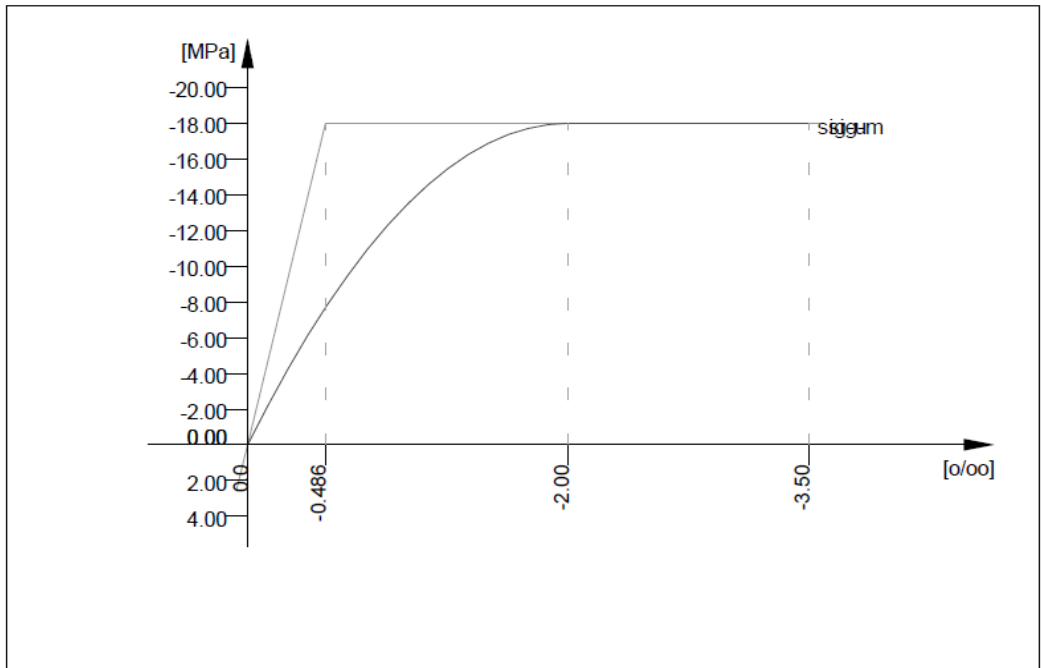
Length of geometry                      : 64.700 m  
 Influence in XY-plane                      : 64.702 m  
 Length of tendon                      : 64.838 m

Given Prestressing	ZVi/ZVdsgn	Given Prestressing	
general	: 1.000	Overstress	:
due to overstress	: 1.078	Release	:
at prestressing anchor	: 1.000	Restress	:
at dead anchor	: 1.000	Wedge slip	:
at end of slip	: 1.000		

**Prestressing from left**

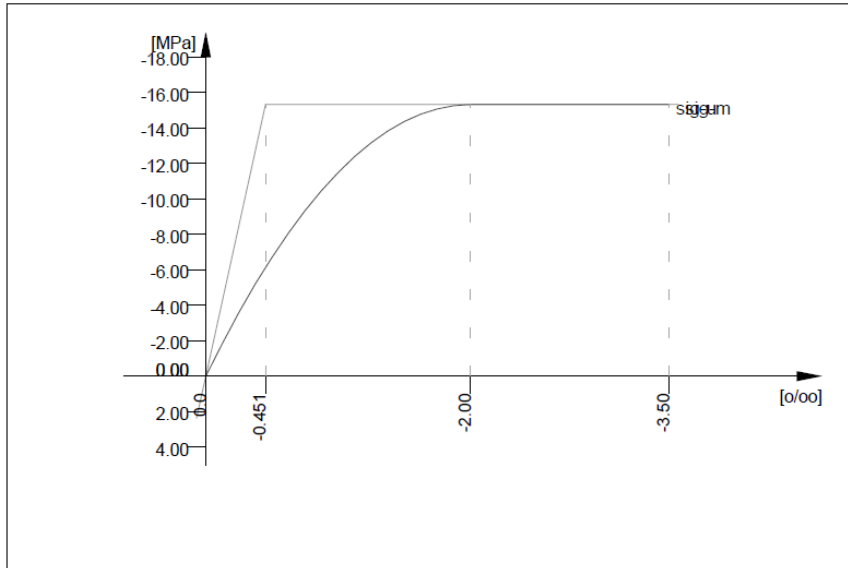
Station	Beam Section	+Frict	-Frict	Overst.	Releas	Restres	Slip	activ
0.15	101	0.200	1.000	1.000	1.040	1.040	0.960	0.960
18.55		0.053	0.961	1.041	0.999	0.999	0.999	0.999
64.85		0.800	0.857	1.167	0.891	0.891	0.891	0.891

Elongation in mm:                      315.2      367.9      327.8      327.8      327.8      323.8      323.8



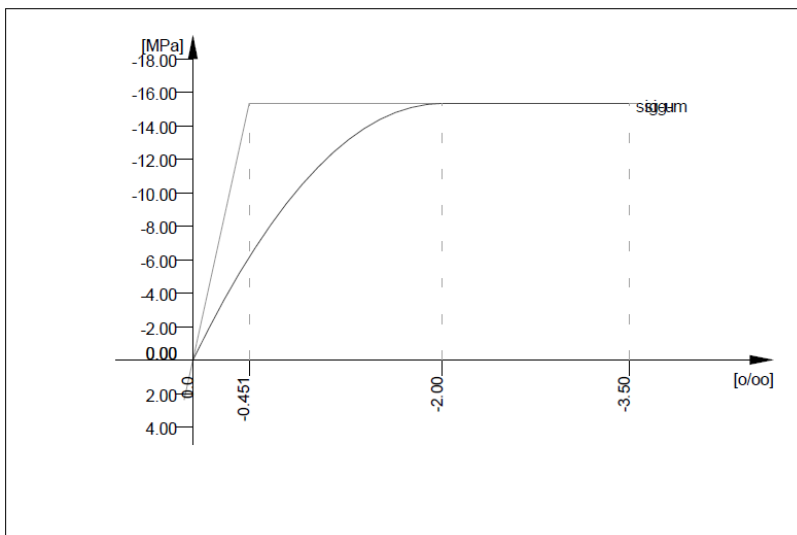
No. 2 B 35 (DIN 4227) (mod)

Youngs-modulus	E	34000 [MPa]	Safetyfactor		1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc	15.33 [MPa]
Shear-modulus	G	14167 [MPa]	Nomin. strength	fcn	35.00 [MPa]
Compression modulus		18889 [MPa]	Tens. strength	fctm	3.21 [MPa]
Weight		25.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk	2.67 [MPa]
Weight buoyancy		25.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk	3.85 [MPa]
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd	2.20 [MPa]
			Fatigue strength		0.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	34000
defined stress range			-0.451	-15.33	34000
			-3.500	-15.33	0
			Safetyfactor		1.00
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	15333
stress range			-2.000	-15.33	0
			-3.500	-15.33	0
			Safetyfactor		1.00



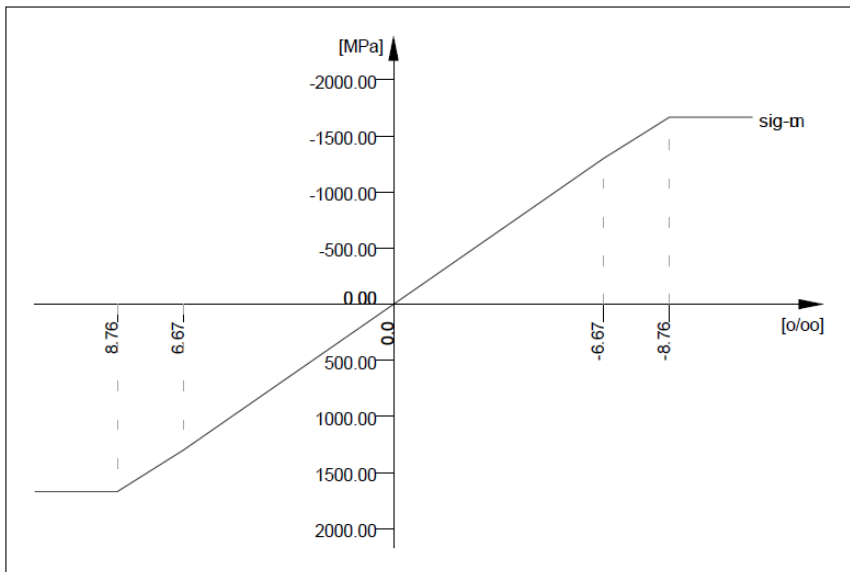
No. 3 B 35 (DIN 4227) (mod)

Youngs-modulus	E	34000 [MPa]	Safetyfactor	1.00 [-]	
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc 15.33 [MPa]	
Shear-modulus	G	14167 [MPa]	Nomin. strength	fcn 35.00 [MPa]	
Compression modulus		18889 [MPa]	Tens. strength	fctm 3.21 [MPa]	
Weight		0.0 [kN/m <sup>3</sup> ]	5 % t.strength	fctk 2.67 [MPa]	
Weight buoyancy		0.0 [kN/m <sup>3</sup> ]	95 % t.strength	fctk 3.85 [MPa]	
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd 2.20 [MPa]	
			Fatigue strength	0.00 [MPa]	
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the			0.000	0.00	34000
defined stress range			-0.451	-15.33	34000
			-3.500	-15.33	0
			Safetyfactor	1.00	
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined			0.000	0.00	15333
stress range			-2.000	-15.33	0
			-3.500	-15.33	0
			Safetyfactor	1.00	



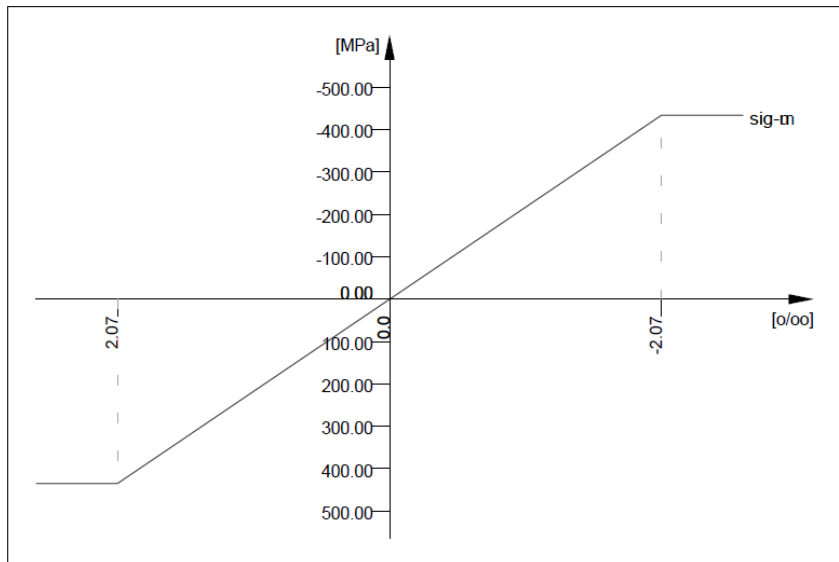
**No. 11 St 1860 (DIN 4227) (mod)**

Youngs-modulus	E	195000 [MPa]	Safetyfactor	1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.30 [-]	Yield stress	fy 1670.00 [MPa]
Shear-modulus	G	75000 [MPa]	Compr.yield val.	fyc 1670.00 [MPa]
Compression modulus		162500 [MPa]	Tens. strength	ft 1860.00 [MPa]
Weight		78.5 [kN/m3]	Compr. strength	fc 1860.00 [MPa]
Weight buoyancy		78.5 [kN/m3]	Ultim. plast. strain	6.00 [o/oo]
Temp.elongat.coeff.	1.20E-05	[1/°K]	relative bond coeff.	0.70 [-]
Relaxation 0.55*fpk		0.00 [%]	EC2 bondcoeff. K1	1.60 [-]
Relaxation 0.70*fpk		7.50 [%]	Hardening modulus	0.00 [MPa]
			Proportional limit	1300.00 [MPa]
			Dynamic stress range	185.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]
Is also extended beyond the			1000.000	1670.00
defined stress range			8.764	1670.00
			6.667	1300.00
			0.000	0.00
			-6.667	-1300.00
			-8.764	-1670.00
			-1000.000	-1670.00
			Safetyfactor	1.00
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]
Is also extended beyond the			1000.000	1670.00
defined stress range			8.764	1670.00
			6.667	1300.00
			0.000	0.00
			-6.667	-1300.00
			-8.764	-1670.00
			-1000.000	-1670.00
			Safetyfactor	1.00



**No. 12 BSt 500 (DIN 4227) (mod)**

Youngs-modulus	E	210000 [MPa]	Safetyfactor	1.00 [-]
Poisson-Ratio	mu	0.30 [-]	Yield stress	fy 434.78 [MPa]
Shear-modulus	G	80769 [MPa]	Compr.yield val.	fyc 434.78 [MPa]
Compression modulus		175000 [MPa]	Tens. strength	ft 550.00 [MPa]
Weight		78.5 [kN/m3]	Compr. strength	fc 550.00 [MPa]
Weight buoyancy		78.5 [kN/m3]	Ultim. plast. strain	0.00 [o/oo]
Temp.elongat.coeff.	1.20E-05 [1/°K]		relative bond coeff.	1.00 [-]
max. thickness	32.00 [mm]		EC2 bondcoeff. K1	0.80 [-]
			Hardening modulus	0.00 [MPa]
			Proportional limit	434.78 [MPa]
			Dynamic stress range	240.00 [MPa]
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]
Is also extended beyond the			1000.000	434.78
defined stress range			2.070	434.78
			0.000	0.00
			-2.070	-434.78
			-1000.000	-434.78
			Safetyfactor	1.00
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]
Is also extended beyond the			1000.000	434.78
defined stress range			2.070	434.78
			0.000	0.00
			-2.070	-434.78
			-1000.000	-434.78
			Safetyfactor	1.00



**Cross-sections static properties**

No.	Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
	NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1	2.6802E+01	1.895E+01	3.196E+01	-0.039	-0.047	37000	0.670
	12	3.745E+01	1.362E+01	2.074E+02	1.560	1.845	15417	
				4.389E+00				
2	1	1.5085E+01	9.663E+00	2.475E+01	-0.035	-0.046	37000	0.377
	12	2.713E+01	3.843E+00	1.685E+02	1.419	1.825	15417	
				3.595E+00				

**Cross-sections static properties**

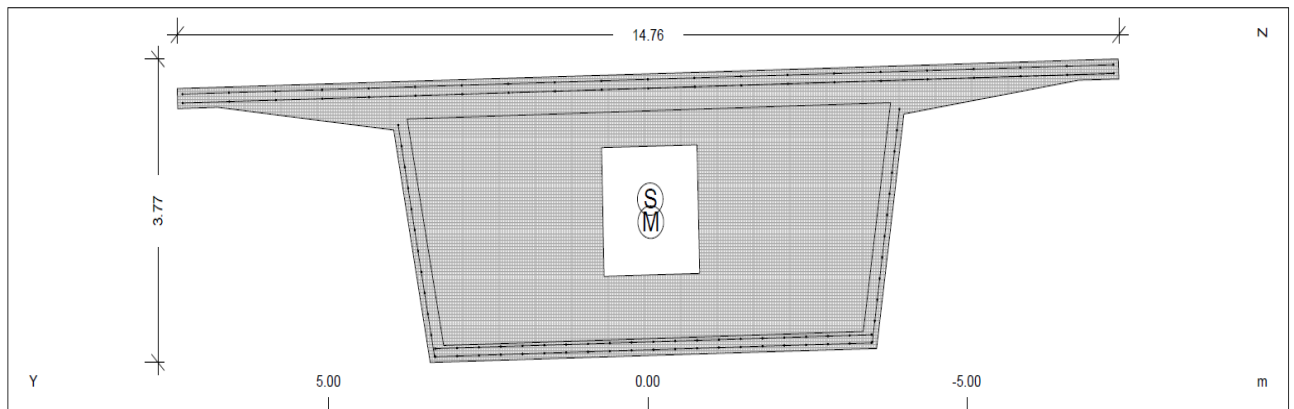
No.	Mat NoR	A[m2] It[m4]	Ay/Az/Ayz [m2]	Iy/Iz/Iyz [m4]	ys/zs [m]	y/z-sc [m]	modules [MPa]	gam [MN/m]
3	1	1.4263E+01	8.980E+00	2.373E+01	-0.035	-0.046	37000	0.357
	12	2.576E+01	3.640E+00	1.646E+02 3.523E+00	1.404	1.832	15417	
4	1	1.3504E+01	8.366E+00	2.276E+01	-0.035	-0.047	37000	0.338
	12	2.451E+01	3.468E+00	1.609E+02 3.456E+00	1.390	1.843	15417	
5	1	1.2784E+01	7.767E+00	2.180E+01	-0.034	-0.047	37000	0.320
	12	2.321E+01	3.302E+00	1.574E+02 3.392E+00	1.374	1.852	15417	
6	1	1.2105E+01	7.177E+00	2.086E+01	-0.034	-0.047	37000	0.303
	12	2.184E+01	3.138E+00	1.540E+02 3.331E+00	1.357	1.861	15417	
7	1	1.1464E+01	6.587E+00	1.993E+01	-0.033	-0.048	37000	0.287
	12	2.039E+01	2.968E+00	1.507E+02 3.272E+00	1.338	1.875	15417	
10	2	1.0005E+01	2.652E+00	6.038E+01	0.000	0.000	34000	0.250
	12	1.641E+01	6.135E+00	2.384E+01	0.000	0.000	14167	
11	2	5.9625E+01	5.065E+01	2.848E+02	0.000	0.000	34000	1.491
	12	1.618E+02	5.030E+01	2.895E+02	0.000	0.000	14167	
12	3	7.0000E+01	5.833E+01	2.858E+02	0.000	0.000	34000	0.000
	12	1.951E+02	5.833E+01	5.833E+02	0.000	0.000	14167	
13	2	4.3385E+01	1.156E+01	2.525E+02	0.000	0.000	34000	1.085
	12	1.143E+02	1.909E+01	2.633E+02	0.000	0.000	14167	

**Summary of all beam elements**

**Cross sections**

No.	TotLength [m]	Max.Length [m]	TotWeight [t]	Surface [m2]	Title
1	6.000	0.750	402.029	209.635	
7	104.000	1.000	2980.728	3633.669	
10	21.000	1.000	525.263	462.000	
11	1.000	1.000	149.062	28.602	
12	2.500	1.000	0.000	85.000	
13	1.500	0.750	162.694	42.903	
	20.000	1.000	659.304	698.782	haunched sections
Sum	156.000		4879.080	5160.592	

Cross section No. 1



Distributed reinforcement

Id.	MNo	ya[m]	za[m]	ye[m]	ze[m]	As/As-max[cm2/m]	Lay	D	Ar[m2/m]
9	12	3.201	3.376	-3.376	3.201	0.15	9		
9	12	-3.376	3.201	-3.804	0.360	0.35	9		
9	12	-3.804	0.360	3.774	0.560	0.13	9		

Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y	z	1/WMy,Mz	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0	sig/tau-d
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]	[MPa]
top	1	0.000	0.000	-0.0490	0.0467	0.0808	0.0020	0.00	9.39E-4	
t_md	1	0.000	0.150	-1.22E-3	1.17E-3	0.0020	5.06E-5			
				-0.0443	0.0430	0.0814	0.0021	0.00	6.57E-3	
bot	1	-0.087	3.499	-1.12E-3	1.07E-3	0.0020	0.0031			
				0.0609	-0.0446	0.0751	0.0018	0.00	-9.31E-4	
b_md	1	-0.087	3.349	1.52E-3	-1.11E-3	0.0019	4.70E-5			
				0.0562	-0.0408	0.0757	0.0019	0.00	4.97E-3	
				1.42E-3	-1.02E-3	0.0018	0.0043			

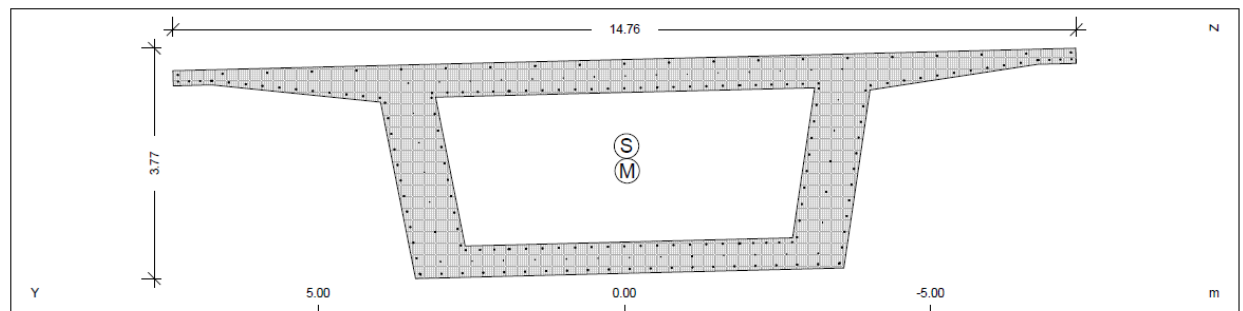
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AsSU
		c	mue	[m]	[m]	[m]	[m]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
5	WEB	1	-0.039				0.541	-0.0398	-1.000	0.00	12	38.01
							1.901	-6.89E-3	1.000	0.00	1	90
6	WEB	1		1.560			0.541	0.0262	-1.000	0.00	12	123.42
							6.171	7.40E-3	1.000	0.00	2	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
5A	1	-0.039	-0.001	-0.0467	-0.0809	2.19E-3	0.00	-6.36E-2
5	1	-0.039	0.270	-0.0398	-0.0821	-1.03E-3	0.00	-4.45E-2
5E	1	-0.039	0.899	-0.0229	-0.0830	3.09E-3	0.00	-1.23E-2
5A	1	-0.039	2.500	0.0182	-0.0789	5.18E-3	0.00	-1.71E-2
5	1	-0.039	2.771	0.0259	-0.0806	-1.68E-4	0.00	-3.12E-2
5E	1	-0.039	3.500	0.0445	-0.0752	5.08E-3	0.00	-8.27E-2
6A	1	-3.858	1.560	-0.0334	0.0156	0.0713	0.00	0.451
6	1	-3.588	1.560	-0.0271	0.0135	0.0694	0.00	0.296
6	1	-1.060	1.560	3.06E-3	-4.62E-3	0.0702	0.00	-0.209
6E	1	-0.789	1.560	9.38E-3	-5.94E-3	0.0685	0.00	-0.278
6A	1	0.711	1.560	-9.42E-3	2.51E-3	0.0686	0.00	0.333
6	1	0.982	1.560	-2.67E-3	4.34E-3	0.0701	0.00	0.273
6	1	3.543	1.560	0.0262	-0.0180	0.0691	0.00	-3.40E-2
6E	1	3.813	1.560	0.0336	-0.0190	0.0702	0.00	-0.217

Cross section No. 2



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.5085E+01	9.663E+00	2.475E+01	-0.035	-0.046	37000	0.377
12	2.713E+01	3.843E+00	1.685E+02	1.419	1.825	15417	
			3.595E+00				

Main axis of inertia rotated at -88.57 [°]

Main moments of inertia 1.6855E+02 2.4656E+01 [m4]

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[m]	[m]	[m]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-7.346	-1.603		1.973E+01	12	5.681E-02	1.282E-01
	7.410	2.168		1.509E+01			1.991E-01



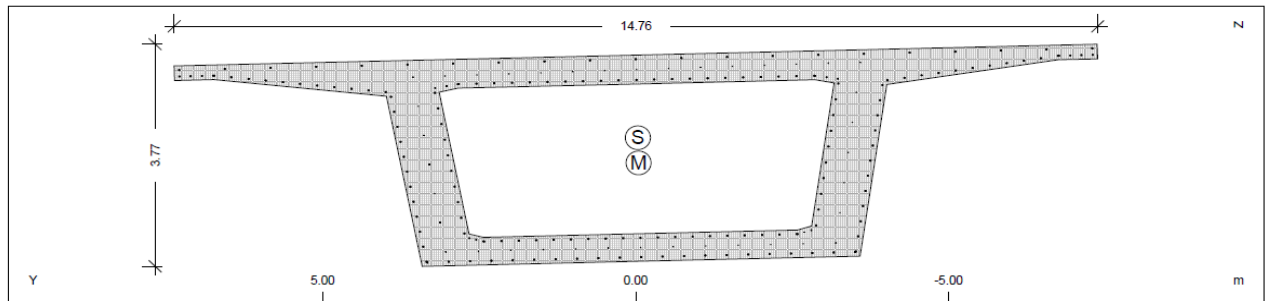
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb	zb	ye	ze	b0	1/WTM,D	FVy/z	Ns/Ms	MRF	AsSU
		c	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[1/m3]	[-]	[kN/m]	R	[cm2/m]
1	WEB	1		1.419			0.560	-0.0327	-1.000	0.00	12	0.00
							1.827	-0.0103	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1	-0.035				0.560	0.0474	-1.000	0.00	12	0.00
							1.055	9.37E-3	1.000	0.00	1	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y	z	1/WT	1/WVy	1/WVz	sig-p	W0
		[m]	[m]	[1/m3]	[1/m2]	[1/m2]	[MPa]	[m2]
1A	1	-3.879	1.419	-0.0431	0.0166	0.1977	0.00	0.184
1	1	-3.599	1.419	-0.0327	0.0142	0.1974	0.00	-1.19E-2
1E	1	-2.969	1.419	-0.0112	0.0149	0.1991	0.00	-0.362
1A	1	2.924	1.419	9.26E-3	-0.0170	0.1887	0.00	0.697
1	1	3.204	1.419	0.0209	-0.0184	0.1966	0.00	0.542
1E	1	3.841	1.419	0.0399	-0.0201	0.1857	0.00	0.101
2A	1	-0.035	-0.001	-0.0548	-0.1282	6.60E-3	0.00	-4.01E-2
2	1	-0.035	0.270	-0.0449	-0.1280	-1.76E-3	0.00	-2.47E-2
2E	1	-0.035	0.540	-0.0348	-0.1282	5.53E-3	0.00	-1.31E-2
2A	1	-0.035	2.987	0.0379	-0.1217	0.0113	0.00	-3.47E-2
2	1	-0.035	3.244	0.0474	-0.1214	5.47E-4	0.00	-5.33E-2
2E	1	-0.035	3.500	0.0567	-0.1217	0.0132	0.00	-7.43E-2

Cross section No. 3



Static properties of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.4263E+01	8.980E+00	2.373E+01	-0.035	-0.046	37000	0.357
12	2.576E+01	3.640E+00	1.646E+02	1.404	1.832	15417	3.523E+00

Main axis of inertia rotated at -88.57 [°]

Main moments of inertia 1.6464E+02 2.3642E+01 [m4]

Additional static properties of cross section

Alfa-T	ymin	zmin	hymin	AK	MB	Tau-T	Tau-Vy
[1/°K]	ymax	zmax	hzmin	AB		Tau-B	Tau-Vz
	[m]	[m]	[m]	[m2]		[1/m3]	[1/m2]
1.0E-05	-7.346	-1.588		2.023E+01	12	6.023E-02	1.415E-01
	7.410	2.182		1.426E+01			2.564E-01

Section values for warping

Wmin[m2]	Wmax[m2]	CM[m6]	CMS[m4]	ASwyw[m6]	ASwzz[m6]	ry[m]	rz[m]
-4.051	4.049	0.000	0.000	-6.014	0.967	0.033	-3.678

Design values of cross section

Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	modules	gam
NoR	It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[MPa]	[MN/m]
1	1.4263E+01	8.980E+00	2.373E+01	-0.035	37000	0.357
	2.576E+01	3.640E+00	1.646E+02	1.404	15417	3.523E+00

Additional Design Data

M	periphery-O/-I	deff	t-min	t-max	SMP	thet-p	thet-y	thet-z	thet-yz
	[m2/m]	[m2/m]	[m]	[m]	[o/o]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]	[tm2/m]
	34.94	16.72	0.816		0.0	470.713	59.326	411.387	8.807

Construction and Selected Result Points

Txt.	M	y [m]	z [m]	1/WMy, Mz [1/m3]	1/WT [1/m3]	1/WVy [1/m2]	1/WVz [1/m2]	sig-p [MPa]	W0 [m2]	sig/tau-d [MPa]
top	1	0.000	0.000	-0.0594	0.0581	0.1389	0.0034	0.00	7.26E-4	
t_md	1	0.000	0.246	-1.48E-3	1.45E-3	0.0035	8.72E-5	0.00	6.24E-3	
bot	1	-0.087	3.499	-0.0490	0.0486	0.1389	0.0037	0.00	-1.01E-3	
b_md	1	-0.087	3.265	-1.26E-3	1.21E-3	0.0034	0.0013	0.00	6.13E-3	
				0.0886	-0.0602	0.1314	0.0033			
				2.22E-3	-1.51E-3	0.0033	8.24E-5			
				0.0787	-0.0511	0.1314	0.0037			
				2.00E-3	-1.27E-3	0.0033	0.0012			

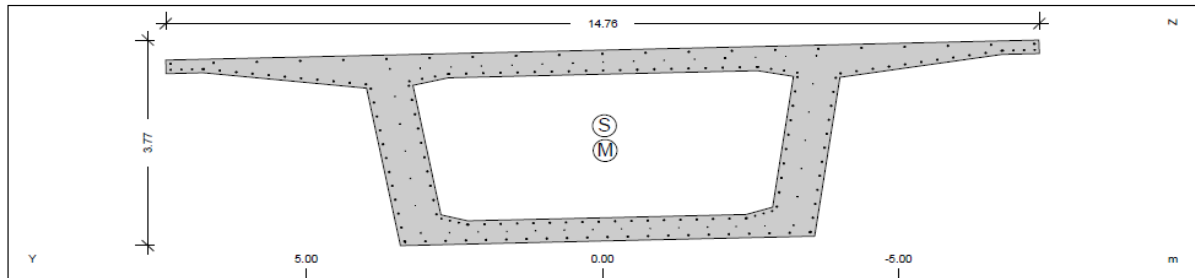
Cuts for shear design

No	Type	MNo	yb [m]	zb [m]	ye [m]	ze [m]	b0 [m]	1/WTM, D [1/m3]	FVy/z [-]	Ns/Ms [kN/m]	MRF	AsSU [cm2/m]
1	WEB	1		1.404			0.530	-0.0339	-1.000	0.00	12	0.00
							1.705	-0.0104	1.000	0.00	1	90
2	WEB	1	-0.035				0.530	0.0511	-1.000	0.00	12	0.00
							0.960	9.01E-3	1.000	0.00	1	90

Stress output locations on shear cuts

Txt.	MNo	y [m]	z [m]	1/WT [1/m3]	1/WVy [1/m2]	1/WVz [1/m2]	sig-p [MPa]	W0 [m2]
1A	1	-3.881	1.404	-0.0443	0.0181	0.2105	0.00	0.169
1	1	-3.616	1.404	-0.0339	0.0155	0.2101	0.00	-2.16E-2
1E	1	-3.032	1.404	-0.0127	0.0169	0.2113	0.00	-0.363
1A	1	2.988	1.404	0.0111	-0.0188	0.2027	0.00	0.707
1	1	3.253	1.404	0.0223	-0.0205	0.2088	0.00	0.551
1E	1	3.844	1.404	0.0413	-0.0212	0.1984	0.00	0.126
2A	1	-0.035	-0.001	-0.0580	-0.1391	6.15E-3	0.00	-4.01E-2
2	1	-0.035	0.245	-0.0486	-0.1389	-1.97E-3	0.00	-2.59E-2
2E	1	-0.035	0.491	-0.0389	-0.1391	6.46E-3	0.00	-1.48E-2
2A	1	-0.035	3.032	0.0420	-0.1318	0.0132	0.00	-4.01E-2
2	1	-0.035	3.266	0.0511	-0.1315	5.99E-4	0.00	-5.68E-2
2E	1	-0.035	3.500	0.0601	-0.1317	0.0120	0.00	-7.62E-2

Cross section No. 4



Static properties of cross section

Mat	A [m2]	Ay/Az/Ayz [m2]	Iy/Iz/Iyz [m4]	ys/zs [m]	y/z-sc [m]	modules [MPa]	gam [MN/m]
NoR	It [m4]						
1	1.3504E+01	8.366E+00	2.276E+01	-0.035	-0.047	37000	0.338
12	2.451E+01	3.468E+00	1.609E+02	1.390	1.843	15417	
			3.456E+00				

Main axis of inertia rotated at -88.57 [°]

Main moments of inertia 1.6099E+02 2.2677E+01 [m4]

Additional static properties of cross section

Alfa-T [1/°K]	ymin [m]	zmin [m]	hymin [m]	AK [m2]	MB	Tau-T [1/m3]	Tau-Vy [1/m2]
	ymax [m]	zmax [m]	hzmin [m]	AB [m2]		Tau-B [1/m3]	Tau-Vz [1/m2]
1.0E-05	-7.347	-1.574		2.072E+01	12	6.379E-02	1.519E-01
	7.410	2.197		1.350E+01			2.294E-01

Section values for warping

Wmin [m2]	Wmax [m2]	CM [m6]	CMS [m4]	ASwyy [m6]	ASwzz [m6]	ry [m]	rz [m]
-4.097	4.094	0.000	0.000	-5.975	0.939	0.034	-3.779

Design values of cross section

Mat	A [m2]	Ay/Az/Ayz [m2]	Iy/Iz/Iyz [m4]	ys/zs [m]	modules [MPa]	gam [MN/m]
NoR	It [m4]					
1	1.3504E+01	8.366E+00	2.276E+01	-0.035	37000	0.338
	2.451E+01	3.468E+00	1.609E+02	1.390	15417	
			3.456E+00			

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ**

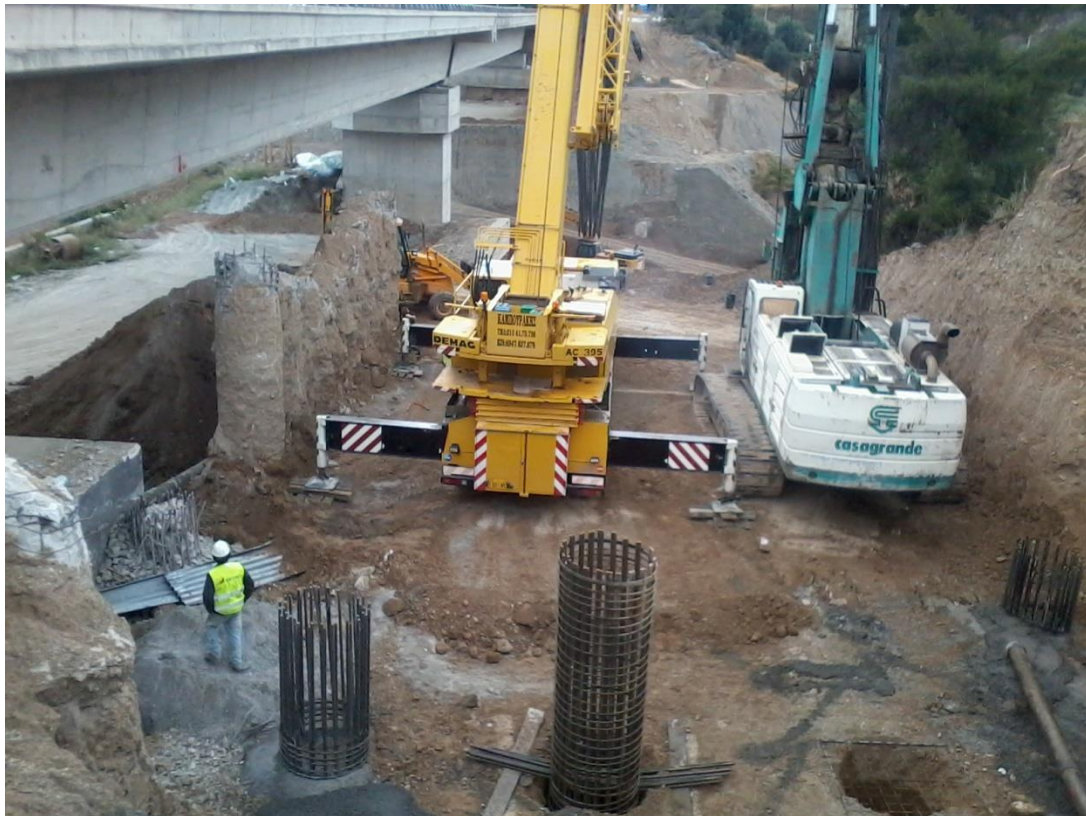


**Φωτογραφία 5.1 Οπλισμός θεμελίωσης ακρόβαθρου Μ0.**



**Φωτογραφία 5.2 Οπλισμός θεμελίωσης ακρόβαθρου Μ0.**





**Φωτογραφία 5.3 Τοποθέτηση φρεατοπασσάλων ακρόβαθρου.**



**Φωτογραφία 5.4 Σκυροδέτηση φρεατοπασσάλων.**





**Φωτογραφία 5.5 Μηχάνημα εκσκαφής φρεατοπασσάλων.**



**Φωτογραφία 5.6 Δημιουργία φρεατοπασσάλων στο μεσόβαθρο M2.**





**Φωτογραφία 5.7 Ακρόβαθρο Α2.**



**Φωτογραφία 5.8 Τοποθέτηση ξυλότυπου ανοίγματος.**





**Φωτογραφία 5.9 Οπλισμοί ανοίγματος – τένοντες.**



**Φωτογραφία 5.10 Σκυροδέτηση ανοίγματος.**





**Φωτογραφία 5.11 Σκυροδέτηση ανοίγματος - στόμιο πρέσας.**



**Φωτογραφία 5.12 Δόνηση - επιπεδοποίηση σκυροδέτησης ανοίγματος.**



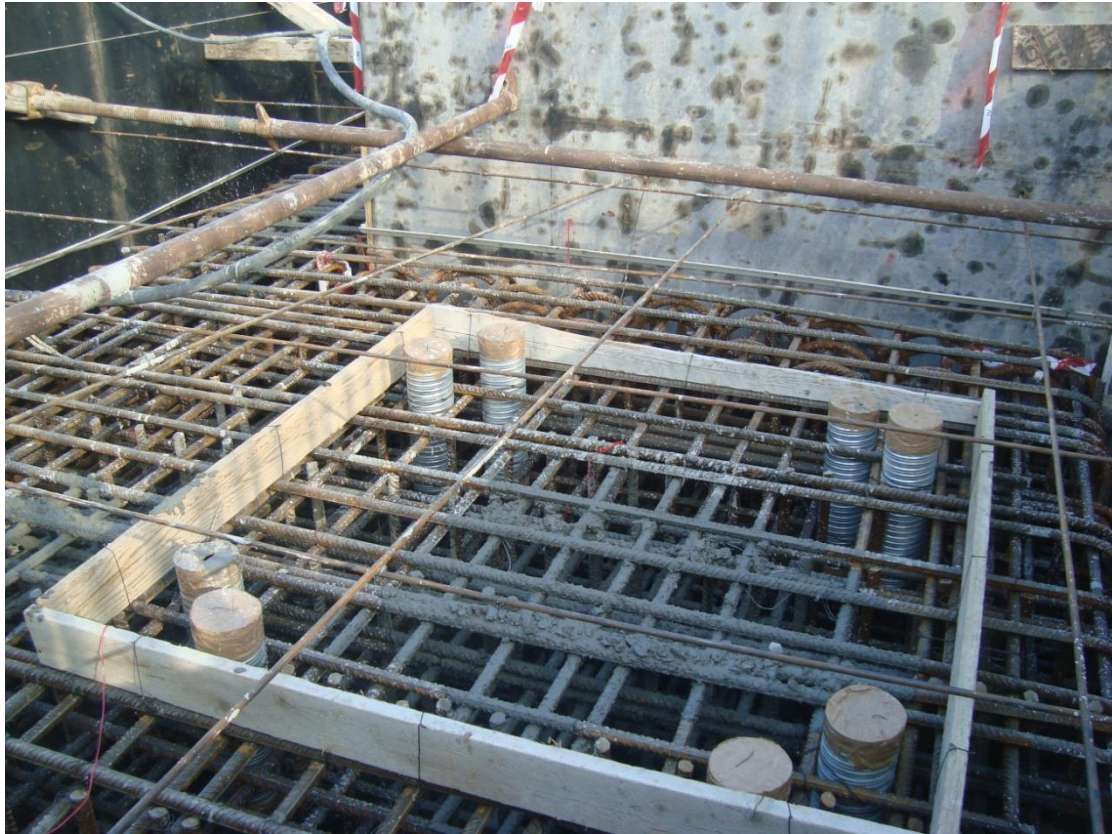


**Φωτογραφία 5.13 Πλήρωση αρμού.**



**Φωτογραφία 5.14 Ολοκλήρωση αρμού - συνέχεια προηγούμενης φωτογραφίας.**





**Φωτογραφία 5.15 Δημιουργία βάσης εφέδρανου.**



**Φωτογραφία 5.16 Τοποθέτηση εφέδρανου.**





**Φωτογραφία 5.17 Εφέδρανα.**



**Φωτογραφία 5.18 Προένταση τενόντων.**





**Φωτογραφία 5.19 Προστασία τενόντων από διάβρωση.**



**Φωτογραφία 5.20 Τοποθέτηση μόνωσης της πλάκας του καταστρώματος.**





**Φωτογραφία 5.21 Επάλειψη υγρομονωτικού υλικού.**



**Φωτογραφία 5.22 Τελική όψη μεσόβαθρου.**



**Φωτογραφία 5.23 Ασφαλτόστρωση καταστρώματος.**



**Φωτογραφία 5.24 Finisher κατά την διάρκεια της ασφαλτόστρωσης.**





**Φωτογραφία 5.25 Παράλληλα έργα αποστράγγισης οβρύων.**



**Φωτογραφία 5.26 Τοποθέτηση παράλληλων προστατευτικών μπαρών.**





**Φωτογραφία 5.27 Όψη ακρόβαθρου.**



**Φωτογραφία 5.28 Τοποθέτηση προστατευτικών στην διατομή των αρμών.**





**Φωτογραφία 5.29 Ολοκληρωμένη όψη αριστερού κλάδου.**



**Φωτογραφία 5.30 Όψη κατά την κατασκευή του δεξιού κλάδου.**





**Φωτογραφία 5.31 Πλάγια όψη γέφυρας, μετά την περάτωση των εργασιών. Λήψη 2022.**



**Φωτογραφία 5.31 Αριστερό ακρόβαθρο, μετά την περάτωση των εργασιών. Λήψη 2022.**





**Φωτογραφία 5.32 Όψη κάτω από την γέφυρα, μετά την περάτωση των εργασιών.  
Λήψη 2022.**



**Φωτογραφία 5.33 Δεξιό ακρόβαθρο, μετά την περάτωση των εργασιών. Λήψη 2022.**





**Φωτογραφία 5.34 Πανοραμική όψη της γέφυρας, μετά την περάτωση των εργασιών.  
Λήψη 2022.**





**Φωτογραφία 5.35 Όψη κάτω από την γέφυρα, μετά την περάτωση των εργασιών.  
Λήψη 2022.**





**Φωτογραφία 5.36 Μεσόβαθρα, μετά την περάτωση των εργασιών. Λήψη 2022.**



**Φωτογραφία 5.37 Πλάγια όψη γέφυρας, μετά την περάτωση των εργασιών. Λήψη 2022.**





**Φωτογραφία 5.38 Πανοραμική όψη της γέφυρας, μετά την περάτωση των εργασιών.  
Λήψη 2022.**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

1. Στον τομέα του υπολογισμού κατασκευών ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (Η/Υ) έχει γίνει απαραίτητο εργαλείο για τον μηχανικό για να φέρει εις πέρας την εργασία του.
2. Ο μελετητής – μηχανικός οφείλει να είναι σε θέση να ελέγξει ο ίδιος την ορθότητα των αποτελεσμάτων που του δίνει το πρόγραμμα Η/Υ που χρησιμοποιεί, πράγμα που απαιτεί να γνωρίζει πολύ καλά την κλασική στατική και γενικότερα την επιστήμη του Πολιτικού Μηχανικού. Ο έλεγχος επιβάλλεται για την ασφάλεια της κατασκευής.
3. Τα πλεονεκτήματα επίλυσης φορέων με Η/Υ παρουσιάζονται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις φορέων με πολλά μέλη όπου η επίλυση με κλασικές μεθόδους θα ήταν μακροχρόνια και πιο δύσκολη. Επιπλέον, στις κλασικές μεθόδους συνήθως γίνονται περισσότερες απλουστευτικές παραδοχές για να επιτευχθεί η επίλυση των φορέων.
4. Υπάρχει πλήθος προγραμμάτων Η/Υ που μπορεί ο καθένας να επιλέξει ανάλογα με τις ανάγκες του. Τα προγράμματα αυτά συνεχώς εξελίσσονται και ο βαθμός αξιοπιστίας τους αυξάνει.
5. Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία περιλαμβάνει την πλήρη και αναλυτική μελέτη Γέφυρας δύο κλάδων και δύο ανοιγμάτων έκαστος, συνολικού μήκους 130m ο αριστερός και 124m ο δεξιός κλάδος, από προεντεταμένο και οπλισμένο σκυρόδεμα με ελαστομεταλλικά εφέδρανα, υπεράνω του ποταμού Λαδοπόταμου Νομού Αχαΐας, με τη χρήση Η/Υ.
6. Η επιλογή του τύπου γέφυρας και της μεθόδου κατασκευής επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον προϋπολογισμό του έργου. Ο μελετητής, βάσει της πείρας του και των γνώσεων του καλείται να κάνει την σωστή επιλογή.
7. Κάθε μελέτη τεχνικού έργου οφείλει να συμμορφώνεται με τους ισχύοντες κανονισμούς υλικών, φορτίσεων, ανάλυσης και διαστασιολόγησης. Για τη μελέτη της παρούσας γέφυρας λήφθηκαν υπόψη οι κανονισμοί : DIN 1045, 1055, 1072, 1075, 1054, 4014, 4085, 4227, ΕΑΚ 2000/2003, ΕΚΩΣ 2000, ΟΔΗΓΙΑ Ε39/99 ΥΠΕΧΩΔΕ.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Δ.-Π. Ν. Κοντονή, «Υπολογισμός Κατασκευών με Η/Υ», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα, 1995/1999/2014.
2. Δ.-Π. Ν. Κοντονή, Επιστημονικά Εκπαιδευτικά Προγράμματα Η/Υ ειδικότητας Πολιτικού Μηχανικού, Πάτρα, 1985-2022.
3. Δ.-Π. Ν. Κοντονή, «Πολιτικός Μηχανικός & Η/Υ», «Εισαγωγή στους Η/Υ», «Εισαγωγή στο διαδίκτυο (internet) και στις υπηρεσίες του» (διδασκτικές σημειώσεις), «Ασκήσεις Προγραμματισμού Η/Υ και Υπολογιστικών εφαρμογών Πολιτικού Μηχανικού I & II», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Πάτρα, 1998-2022.
4. Δ. Ε. Μπισκίνης, «Γεφυροποιία» (Διδασκτικές Σημειώσεις στο open eClass), Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα, 2014.
5. Δ. Κωνσταντινίδης, «Γεφυροποιία» (Διδασκτικές Σημειώσεις), Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής, Αλεξάνδρειο Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης, 2012.
6. EN 1991 Ευρωκώδικας 1: Δράσεις επί των κατασκευών.
7. EN 1992 Ευρωκώδικας 2: Σχεδιασμός των κατασκευών από σκυρόδεμα.
8. ΕΑΚ 2000. Ελληνικός αντισεισμικός κανονισμός (Ε.Α.Κ. 2000. Υπ. Απόφαση Δ17α/141/3/ΦΝ 2184Β΄/20-12-1999 & Φ.Ε.Κ. 781/18-0602003). Όπως επίσης και το ΦΕΚ/Β΄ 1154/12-8-2003 – Δ17α/115/9/ΦΝ 275.
9. Οδηγίες για τη μελέτη των οδικών έργων – (ΟΜΟΕ – Τεχνικών Έργων Οδοποιίας (Έργα Πολιτικού Μηχανικού) 2003.
10. DIN–Fachbericht 101 : Δράσεις σε γέφυρες.
11. DIN–Fachbericht 102 : Γέφυρες από σκυρόδεμα.
12. Οδηγίες για την εφαρμογή των κανονισμών DIN–Fachbericht στην Ελλάδα (ΥΠΕΧΩΔΕ Ιούνιος 2007).
13. DIN 4019 (1986) «Έδαφος Θεμελίωσης – Υπολογισμός Θραύσης Εδάφους», Έκδοση Απριλίου 1979.
14. DIN 4019 1979 Baugrund. Setzungberechnungen, Έκδοση Απριλίου 1979.
15. ΕΚΩΣ 2000 (2000) Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος «ΕΚΩΣ 2000» ΦΕΚ 1329Ε/6.11.2000.
15. Τ. Τσικνιάς και Συνεργάτες ΑΕΜΤΕ (Τ. Tsiknias & Associates S.A.), «Τεχνική Έκθεση Μελέτης Γέφυρας Β269 (Ποταμός Λαδοπόταμος)», Αθήνα, 2010.
16. Τ. Τσικνιάς και Συνεργάτες ΑΕΜΤΕ (Τ. Tsiknias & Associates S.A.), «Στατική Μελέτη Γέφυρας Β269 (Ποταμός Λαδοπόταμος)», Αθήνα, 2010.
17. Μ. Ν. Φαρδής, «Σύνθεση Γεφυρών Σκυροδεματος», Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πάτρα, 2011.

### **Πηγές από το Διαδίκτυο:**

Link 1.

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B5%CF%82\\_%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD\\_%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B5%CF%82_%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD_%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1)

Link 2.

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A1%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AE\\_%CE%B3%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1\\_%CF%84%CE%B7%CF%82\\_%CE%9A%CF%8C%CF%81%CE%B4%CE%BF%CE%B2%CE%B1%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A1%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AE_%CE%B3%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1_%CF%84%CE%B7%CF%82_%CE%9A%CF%8C%CF%81%CE%B4%CE%BF%CE%B2%CE%B1%CF%82)

Link 3.

[http://adelinfm.blogspot.com/2017/12/blog-post\\_4.html](http://adelinfm.blogspot.com/2017/12/blog-post_4.html)

Link 4.

<https://www.alamy.com/stock-photo-september-2-2016-red-rod-iron-railroad-bridge-traverses-alaskan-river-133162422.html>

Link 5.

<https://perierga.gr/2011/11/%CF%80%CF%8E%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BA%CE%B5-%CE%B7-tower-bridge/>

Link 6.

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1\\_%CE%91%CE%BB%CE%B1%CE%BC%CE%AF%CE%B3%CE%B9%CE%BF](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1_%CE%91%CE%BB%CE%B1%CE%BC%CE%AF%CE%B3%CE%B9%CE%BF)

Link 7.

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%BF%CE%BE%CF%89%CF%84%CE%AE\\_%CE%93%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1\\_%CE%A4%CF%83%CE%B1%CE%BA%CF%8E%CE%BD%CE%B1%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%BF%CE%BE%CF%89%CF%84%CE%AE_%CE%93%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1_%CE%A4%CF%83%CE%B1%CE%BA%CF%8E%CE%BD%CE%B1%CF%82)

Link 8.

<https://pixabay.com/el/photos/bay-bridge-%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%B1-4876771/>

Link 9.

<https://www.tilestwra.com/10-entiposiakes-kinites-gefires-ston-kosmo/>

Link 10.

<https://enimerosigr.wordpress.com/2013/09/30/10-%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%85%CF%80%CF%89%CF%83%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AD%CF%82-%CE%B3%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B5%CF%82-%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BD-%CE%BA%CF%8C/>

Link 11.

<https://www.timesnews.gr/%CE%BF%CE%B9-%CF%80%CE%BB%CF%89%CF%84%CE%AD%CF%82-%CF%84%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CF%84%CE%AD%CE%BD%CE%B9%CE%B5%CF%82-%CE%B3%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B5%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CF%83%CE%B9/>

Link 12.

<https://www.iefimerida.gr/news/231362/oi-plotes-gefyres-toy-gaggi-tis-diashizoy-n-hiliades-anthropoi-kathe-mera-eikones>

Link 13.

[https://www.efsyn.gr/ellada/koinonia/181240\\_tehnologiko-epiteygma-tis-gefyra-tis-ekkaras](https://www.efsyn.gr/ellada/koinonia/181240_tehnologiko-epiteygma-tis-gefyra-tis-ekkaras)

Link 14.

<https://iaitoloakarnania.gr/2017/01/i-metaliki-gefyra-matsoukiou-ston-acheloo/>



Link 15.

<https://eclass.uniwa.gr/modules/document/file.php/PEY151/gefyres%20SEIMEIWSEI%20TEI%20SERWN.pdf>

Link 16.

<https://eclass.uniwa.gr/modules/document/file.php/PEY151/gefyres%20SEIMEIWSEI%20TEI%20SERWN.pdf>

Link 17.

<https://eclass.uniwa.gr/modules/document/file.php/PEY151/gefyres%20SEIMEIWSEI%20TEI%20SERWN.pdf>

Link 18.

<https://eclass.uniwa.gr/modules/document/file.php/PEY151/%CE%94%CE%99%CE%91%CE%9B%CE%95%CE%9E%CE%95%CE%99%CE%A3/PRESENTATION%203.pdf>

Link 19.

<https://eclass.uniwa.gr/modules/document/file.php/PEY151/%CE%94%CE%99%CE%91%CE%9B%CE%95%CE%9E%CE%95%CE%99%CE%A3/PRESENTATION%203.pdf>

Link 20.

[https://earthquake-now.blogspot.com/2010/03/blog-post\\_21.html](https://earthquake-now.blogspot.com/2010/03/blog-post_21.html)

Link 21.

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%BF%CE%BE%CF%89%CF%84%CE%AE\\_%CE%93%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1\\_%CE%A4%CF%83%CE%B1%CE%BA%CF%8E%CE%BD%CE%B1%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%BF%CE%BE%CF%89%CF%84%CE%AE_%CE%93%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1_%CE%A4%CF%83%CE%B1%CE%BA%CF%8E%CE%BD%CE%B1%CF%82)

Link 22.

<https://www.iefimerida.gr/news/231362/oi-plotes-gefyres-toy-gaggi-tis-diashizoy-n-hiliades-anthropoi-kathe-mera-eikones>