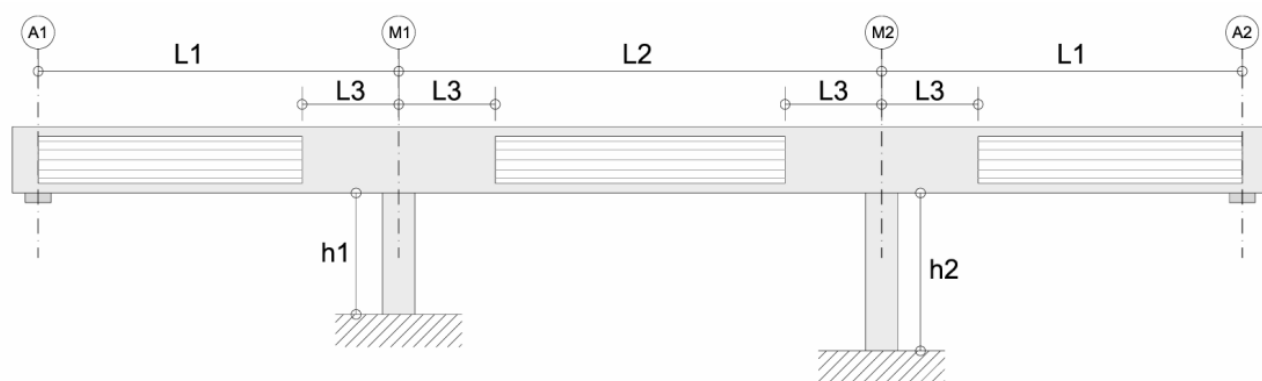
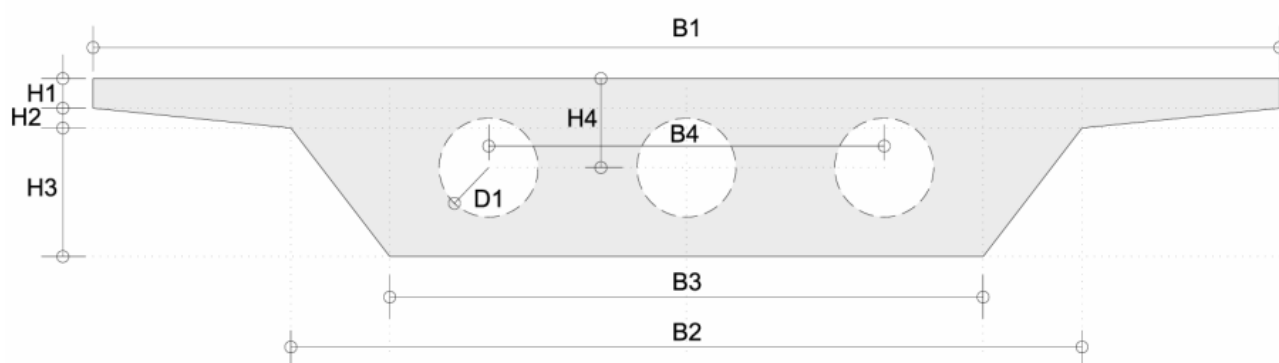


## ΑΝΩ ΔΙΑΒΑΣΗ ver.1 (επίλυση με ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ)

Πρόκειται για ένα υπολογιστικό φύλλο που εφαρμόζει διαδικασία στατικού και αντισεισμικού υπολογισμού ενός φορέα 3 ανοιγμάτων με συνεχές προεντεταμένο κατάστρωμα (συνήθως αφορά οδικές άνω διαβάσεις αρτηριών). Οι γέφυρες αυτής της κατηγορίας διαθέτουν το μεσαίο άνοιγμα, που βρίσκεται πάνω από την κύρια αρτηρία, ενώ τα δύο ακραία (με λόγο πλευρών σε σχέση με το μεσαίο 0.7), επιτρέπουν να αναπτυχθούν τα μεταβατικά επιχώματα των ακροβάθρων. Τα ακραία αυτά ανοίγματα καλούνται και «ανακουφιστικά», λόγω της ευμενούς τους δράσης (μόνο στην περίπτωση συνεχούς φορέα στις στηρίξεις) για τη λειτουργία του κύριου μεσαίου ανοίγματος:



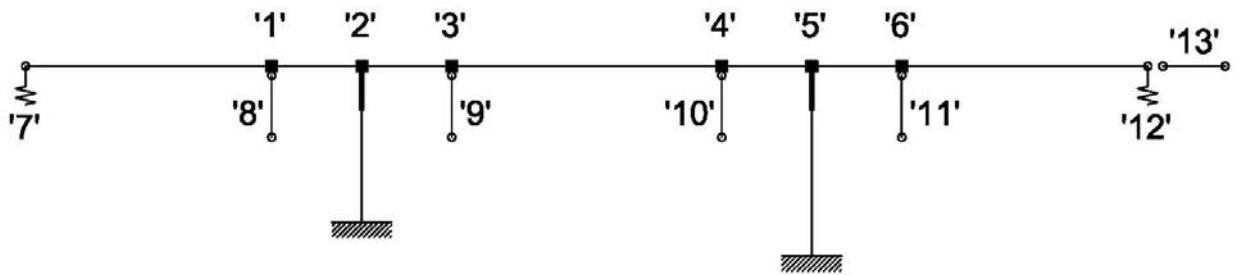
Οι γέφυρες αυτές φέρουν οδούς μικρού έως μεσαίου πλάτους, οπότε συνήθως έχουν διατομή μορφής πλακοδοκού με ικανό αριθμό διάκενων (στα ανοίγματα) για μείωση του ίδιου βάρους.



Η στατική επίλυση γίνεται κατά τα Εθνικά κείμενα εφαρμογής των ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΩΝ (ΕΛΟΤ). Πραγματοποιούνται όλοι οι απαραίτητοι ελέγχοι λειτουργικότητας και αστοχίας.

Για τον υπό μελέτη φορέα εφαρμόζονται τα παρακάτω δύο προσομοιώματα υπολογισμού:

- για την ένταση κατά μήκος της γέφυρας, ένας **δισδιάστατος φορέας** με την εφαρμογή της **μεθόδου μετακινήσεων** (13 βαθμοί ελευθερίας). Οι βαθμοί ελευθερίας '8','9','10' και '11' εισάγονται για να ληφθεί υπ' όψη η μετάβαση από την διατομή με διάκενα σε πλήρη διατομή.



- Για την εγκάρσια ένταση της γέφυρας (ανεμοπίεση, σεισμός), ένας **δισδιάστατος φορέας** με την εφαρμογή της **μεθόδου μετακινήσεων** (8 βαθμοί ελευθερίας). Τα ελατήρια '6' και '7' ισοδυναμούν με την οριζόντια δυσκαψία των μεσοβάθρων κάθετα στον άξονα της γέφυρας.



Για τον **αντισεισμικό** έλεγχο εφαρμόζονται οι παραδοχές της Μεθόδου της Θεμελιώδους Ιδιομορφής κατά **ΕΛΟΤ EN1998-2, παρ.4.2.2**, και συγκεκριμένα για την ιδιοπερίοδο κατά μήκος της γέφυρας εφαρμόζεται η παράγραφος 4.2.2.3, ενώ για την ιδιοπερίοδο της εγκάρσιας λειτουργίας της γέφυρας χρησιμοποιείται η επόμενη παράγραφος 4.2.2.4.

Οι παράγραφοι αυτές παρατίθενται παρακάτω:

#### 4.2.2.3 Προσομοίωση άκαμπτου καταστρώματος

(1) Η προσομοίωση αυτή μπορεί να εφαρμοστεί μόνον όταν - υπό τη σεισμική δράση - η παραμόρφωση του καταστρώματος σε οριζόντιο επίπεδο είναι αμελητέα σε σχέση με τις μετακινήσεις των κεφαλών των βάθρων. Αυτό ισχύει πάντοτε στη διαμήκη διεύθυνση σχεδόν ευθύγραμμων γεφυρών με συνεχές κατάστρωμα. Στην εγκάρσια διεύθυνση, το κατάστρωμα μπορεί να υποτεθεί πρακτικά άκαμπτο εάν  $L/B \leq 4,0$  ή γενικότερα, αν ικανοποιείται η ακόλουθη συνθήκη:

$$\frac{\Delta_d}{d_a} \leq 0,20 \quad (4.11)$$

όπου:

$L$  είναι το συνολικό μήκος του συνεχούς καταστρώματος

$B$  είναι το πλάτος του καταστρώματος και

$\Delta_d$  και  $d_a$  είναι αντίστοιχα η μέγιστη διαφορά και ο μέσος όρος των μετακινήσεων στην εγκάρσια διεύθυνση όλων των κεφαλών των βάθρων υπό την εγκάρσια σεισμική δράση ή υπό τη δράση ενός εγκάρσιου φορτίου παρόμοιας κατανομής (με την σεισμική δράση).

(2)Α Οι σεισμικές δράσεις πρέπει να προσδιορίζονται με την εφαρμογή στο κατάστρωμα μιας οριζόντιας ισοδύναμης στατικής δύναμης  $F$  που δίδεται από τη σχέση:

$$F = M S_d(T) \quad (4.12)$$

όπου:

$M$  είναι η συνολική ενεργός μάζα του φορέα, ίση με την μάζα του καταστρώματος συν την μάζα του άνω μισού των βάθρων

$S_d(T)$  είναι η φασματική επιτάχυνση του φάσματος σχεδιασμού (EN 1998-1:2004, 3.2.2.5), που αντιστοιχεί στην θεμελιώδη ιδιοπερίοδο  $T$  της γέφυρας, υπολογιζόμενη από την σχέση:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}} \quad (4.13)$$

όπου  $K = \sum K_i$  είναι η δυσκαμψία του συστήματος, ίση με το άθροισμα των δυσκαμψιών των βάθρων.

(3) Στην εγκάρσια διεύθυνση η δύναμη  $F$  μπορεί να κατανέμεται κατά μήκος του καταστρώματος, ανάλογα με την κατανομή των ενεργών μαζών.

#### 4.2.2.4 Προσομοίωση παραμορφωσιμου καταστρώματος

(1)Α Το προσομοίωμα παραμορφωσιμου (εύκαμπτου) καταστρώματος πρέπει να χρησιμοποιείται όταν δεν ικανοποιείται η σχέση (4.11).

(2) Όταν δεν χρησιμοποιείται ακριβέστερη μέθοδος υπολογισμού, η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του φορέα κατά την εξεταζόμενη οριζόντια διεύθυνση μπορεί να υπολογίζεται από τον λόγο Rayleigh, ενός γενικευμένου συστήματος ενός βαθμού ελευθερίας ως εξής:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum M_i d_i^2}{g \sum M_i d_i}} \quad (4.14)$$

όπου:

$M_i$  είναι η μάζα που είναι συγκεντρωμένη στον κόμβο  $i$

$d_i$  είναι η μετακίνηση στην εξεταζόμενη διεύθυνση, όταν ο φορέας φορτίζεται από δυνάμεις  $gM_i$  που δρουν σε όλους τους κόμβους στην εξεταζόμενη διεύθυνση.

(3)Α Οι σεισμικές δυνάμεις πρέπει να προσδιορίζονται εφαρμόζοντας σε όλους τους κόμβους, οριζόντιες δυνάμεις  $F_i$  οι οποίες δίνονται από την σχέση:

$$F_i = \frac{4\pi^2}{gT^2} S_d(T) d_i M_i \quad (4.15)$$

όπου:

$T$  είναι η περίοδος της θεμελιώδους ιδιομορφής της ταλάντωσης κατά τη διεύθυνση που εξετάζεται,

$M_i$  είναι η μάζα που είναι συγκεντρωμένη στον κόμβο  $i$ ,

$d_i$  είναι η μετακίνηση του κόμβου  $i$ , που λαμβάνεται ως προσέγγιση για το σχήμα της πρώτης ιδιομορφής (μπορεί να ληφθεί ίση με τις τιμές που προσδιορίζονται στην (2), παραπάνω),

$S_d(T)$  είναι η φασματική επιτάχυνση του φάσματος σχεδιασμού (EN 1998-1:2004, 3.2.2.5), και

$g$  είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας.

## Φορτία υπολογισμού

1. ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ ΦΟΡΕΑ
2. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΟΝΙΜΑ
3. ΑΡΧΙΚΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ( $t=0$ )
4. ΤΕΛΙΚΗ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ( $t=\infty$ )
5. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΡΠΥΣΜΟΥ – ΣΥΣΤΟΛΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ – ΧΑΛΑΡΩΣΗΣ
6. ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΕΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ
7. ΠΙΘΑΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ Α1
8. ΠΙΘΑΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ1
9. ΠΙΘΑΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ2
10. ΠΙΘΑΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ Α2
11. ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΟ ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ (UDL-MODEL1) στο 1<sup>ο</sup> άνοιγμα
12. ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΟ ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ (UDL-MODEL1) στο 2<sup>ο</sup> άνοιγμα
13. ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΟ ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ (UDL-MODEL1) στο 3<sup>ο</sup> άνοιγμα
- 21-43. ΑΞΟΝΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ (TS-MODEL1)
51. ΤΡΟΧΟΠΕΔΗΣΗ +Χ
52. ΤΡΟΧΟΠΕΔΗΣΗ -Χ
53. ΑΥΞΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΞΟΝΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ
54. ΜΕΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΞΟΝΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ
55. ΑΥΞΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΝΩ ΠΑΡΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ
56. ΜΕΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΝΩ ΠΑΡΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ
57. ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΗ ΧΩΡΙΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> άνοιγμα)
58. ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΗ ΧΩΡΙΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ (2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> άνοιγμα)
59. ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΗ ΜΕ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> άνοιγμα)
60. ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΗ ΜΕ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ (2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> άνοιγμα)
51. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΚΑΤΑ Χ (κατά μήκος της γέφυρας)
52. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΚΑΤΑ Υ (κάθετα στον άξονα της γέφυρας)
53. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΚΑΤΑ Ζ

### Ίδιο βάρος

Υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα

### Πρόσθετα μόνιμα

Εισάγεται ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο

### Κατακόρυφα φορτία κυκλοφορίας [ ΕΛΟΤ 1991-2 παρ. 4.3.2 ]

Εφαρμόζονται τα φορτία που προβλέπει ο κανονισμός (**LOAD MODEL 1**)

### Τροχοπέδηση [ΕΛΟΤ 1991-2 παρ. 4.4.1 ]

### Θερμοκρασιακές δράσεις [ΕΛΟΤ 1991-1-5 παρ.6.1 και 6.2 ]

### Ανεμοπίεση [ΕΛΟΤ 1991-1-4 τμήμα 8 ]

### Ομάδες κινητών φορτίων [ΕΛΟΤ 1991-2 παρ. 4.5.1

Τα κατακόρυφα φορτία κυκλοφορίας συνδυάζονται με τα οριζόντια φορτία (τροχοπέδηση, άνεμο κτλ) με βάση τους παρακάτω κανόνες:

	<b>Load Model 1</b>	<b>Τροχοπέδηση</b>	<b>Έλεγχος</b>
<b>Ομάδα φορτίου 1</b> <b>gr1a</b>	Χαρακτ. τιμή $1.0 \cdot TS + 1.0 \cdot UDL$	-	Φορέας καταστρώματος
<b>Ομάδα φορτίου 2</b> <b>gr2</b>	Συχνή τιμή ( $\psi_1$ ) $0.75 \cdot TS + 0.40 \cdot UDL$	Χαρακτ. τιμή $1.0 \cdot Q_{lk}$	Στύλοι βάθρων

### Σεισμικά φορτία

Αναλύθηκε παραπάνω

## Συνδυασμοί ελέγχου δομικών στοιχείων του φορέα της γέφυρας

Οι οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας ελέγχονται για τους παρακάτω συνδυασμούς:

- Χαρακτηριστικός (σπάνιος) συνδυασμός

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + 1.0 \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_0 \cdot Q_{ki}$$

- Συχνός συνδυασμός

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + \psi_1 \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_2 \cdot Q_{ki}$$

- Οιονεί-μόνιμος συνδυασμός

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + \psi_2 \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_2 \cdot Q_{ki}$$

Οι οριακές καταστάσεις αστοχίας ελέγχονται για τους παρακάτω συνδυασμούς:

- Μόνιμες και παροδικές καταστάσεις (όχι για κόπωση)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} \cdot G_{kj} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_Q \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_{ki}$$

- Καταστάσεις με σεισμό

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + \gamma_1 \cdot A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_2 \cdot Q_{ki}$$

όπου:

$G_{kj}$	Χαρακτηριστική τιμή μόνιμης δράσης
$P_k$	Χαρακτηριστική τιμή προέντασης
$Q_{k1}$	Χαρακτηριστική τιμή δεσπόζουσας μεταβλητής δράσης
$Q_{ki}$	Χαρακτηριστική τιμή μη δεσπόζουσας μεταβλητής δράσης
$A_d$	Τιμή σχεδιασμού τυχηματικής δράσης
$A_{Ed}$	Τιμή σχεδιασμού σεισμικής δράσης
$\gamma_{Gj}$	Μερικός συντελεστής ασφαλείας της μόνιμης δράσης j
$\gamma_{GAj}$	όμοιος με $\gamma_{Gj}$ , αλλά για διαστασιολόγηση τυχηματικών καταστάσεων
$\gamma_P$	Μερικός συντελεστής ασφαλείας για δράση λόγω προέντασης
$\gamma_{PA}$	όμοιος με $\gamma_P$ , αλλά για διαστασιολόγηση τυχηματικών καταστάσεων
$\gamma_{Qi}$	Μερικός συντελεστής ασφαλείας για την μεταβλητή δράση i
$\gamma_1$	συντελεστής σπουδαιότητας (για σεισμό)
$\psi$	συντελεστής συνδυασμού

Οι μερικοί συντελεστές ασφαλείας δράσεων είναι:

Δράση		Κατάσταση διαστασιολόγησης	
		Μόνιμη ή παροδική	τυχηματική
Μόνιμες δράσεις : (ίδιο βάρος, πρόσθετα μόνιμα)			
- μη ευνοϊκές	$\gamma_{G\ sup}$	1,35	1,00
- ευνοϊκές	$\gamma_{G\ inf}$	1,00	1,00
Οριζόντια ώθηση του εδάφους λόγω του ίδιου βάρους (και του υπερτιθέμενου φορτίου)			
- μη ευνοϊκή	$\gamma_{G\ sup}$	1,50	-
- ευνοϊκή	$\gamma_{G\ inf}$	1,00	-
Προένταση	$\gamma_P$	1,00	1,00
Αναμενόμενες (πιθανές) καθιζήσεις	$\gamma_{Gset}$	1,00	-
Δυνατές διαφορικές καθιζήσεις	$\gamma_{Gset}$	1,00	-
Κυκλοφορία			
- μη ευνοϊκή	$\gamma_Q$	1,35	1,00
- ευνοϊκή		0	0
Άλλες μεταβλητές δράσεις			
- μη ευνοϊκές	$\gamma_Q$	1,50	1,00
- ευνοϊκές		0	0
Τυχηματικές δράσεις	$\gamma_A$	-	1,00

Οι συντελεστές συνδυασμού μεταβλητών δράσεων είναι:

Δράση	Ονομασία	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	
Κινητά φορτία	<b>Ομάδα φορτίου 1 (gr1a)</b>	TS	0,75	0,75	0
		UDL	0,40	0,40	0
	μονός άξονας (gr1b)	0	0,75	0	
	<b>Ομάδα φορτίου 2</b> (οριζόντια φορτία – gr2)	0	0	0	
	<b>Ομάδα φορτίου 3</b> (φορτία πεζών – gr3)	0	0,40	0	
Οριζόντια φορτία		0	0	0	
Φορτία ανέμου	$F_{Wk}$	0,60	0,20	0	
Θερμοκρασία	$T_k$	0,60	0,60	0,50	

- **Εφελκυστικές τάσεις** (έλεγχος σταδίου I ή II) [  $<f_{ctm}$  ] [ ΕΛΟΤ 1992-1-1 παρ. 7.1(2) ]

Ο έλεγχος των εφελκυστικών τάσεων πραγματοποιείται για το (σπάνιο) χαρακτηριστικό συνδυασμό.

- **Θλιπτικές τάσεις** [  $<0.60 \cdot f_c$  ] [ ΕΛΟΤ 1992-1-1 παρ. 7.2(2) ]

Ο έλεγχος των θλιπτικών τάσεων πραγματοποιείται για το (σπάνιο) χαρακτηριστικό συνδυασμό. Οι προς έλεγχο τάσεις είναι συντηρητικά οι ελαστικές ή, όταν η διατομή είναι σε στάδιο II (ρηγματωμένη διατομή), οι ανελαστικές.

- **Τάσεις χαλαρού οπλισμού** [  $<0.80 \cdot f_y$  ] [ ΕΛΟΤ 1992-1-1 παρ. 7.2(5) ]

Ο έλεγχος των τάσεων του οπλισμού πραγματοποιείται για το (σπάνιο) χαρακτηριστικό συνδυασμό. Οι προς έλεγχο τάσεις οπλισμού προκύπτουν από την ισορροπία των εσωτερικών δυνάμεων της διατομής (ανελαστικές τάσεις).

- **Εφελκυστικές τάσεις** (έλεγχος απόθλιψης) [ ΕΛΟΤ 1992-1-1 παρ. 7.3.1(5) ]

**[ $<0.0$  στην παρειά προς το καλώδιο]**

Ο έλεγχος της απουσίας των εφελκυστικών τάσεων πραγματοποιείται για τον συχνό συνδυασμό. Πρέπει να μην υπάρχουν εφελκυστικές ελαστικές τάσεις στην παρειά του σκυροδέματος που είναι εγγύτερα στην χάραξη των καλωδίων (γενικά κάτω στα ανοίγματα και πάνω στις στηρίξεις).

- **Θλιπτικές τάσεις** [  $<0.45 \cdot f_c$  ] [ ΕΛΟΤ 1992-1-1 παρ. 7.2(3) ]

Ο έλεγχος των θλιπτικών τάσεων πραγματοποιείται για τον οιονεί μόνιμο συνδυασμό. Ο έλεγχος πρέπει να ικανοποιείται ώστε να είναι αξιόπιστη η παραδοχή γραμμικών σχέσεων για των υπολογισμό των απωλειών ερπυσμού και συστολής ξήρανσης.

- **Τάσεις χάλυβα προέντασης** [  $<0.75 \cdot f_p$  ] [ ΕΛΟΤ 1992-1-1 παρ. 7.2(5) ]



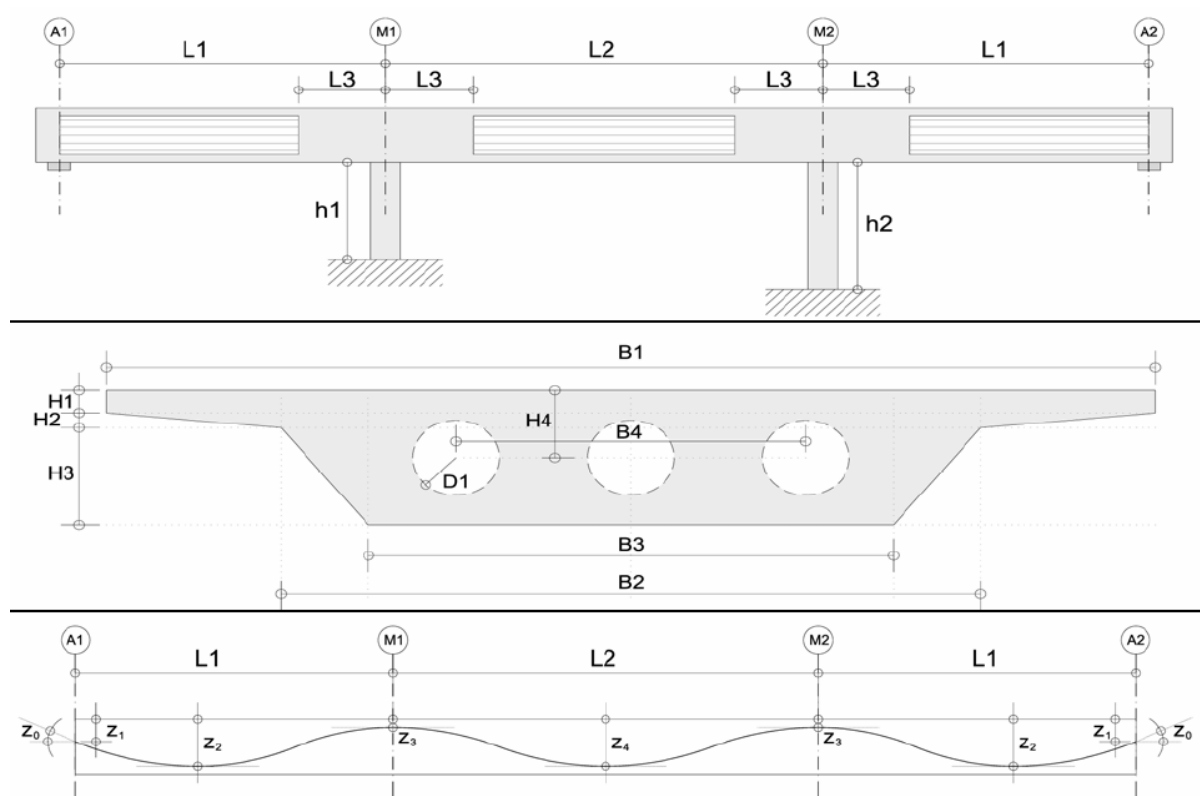
Ο έλεγχος των τάσεων του χάλυβα προέντασης πραγματοποιείται για τον οιονεί μόνιμο συνδυασμό.

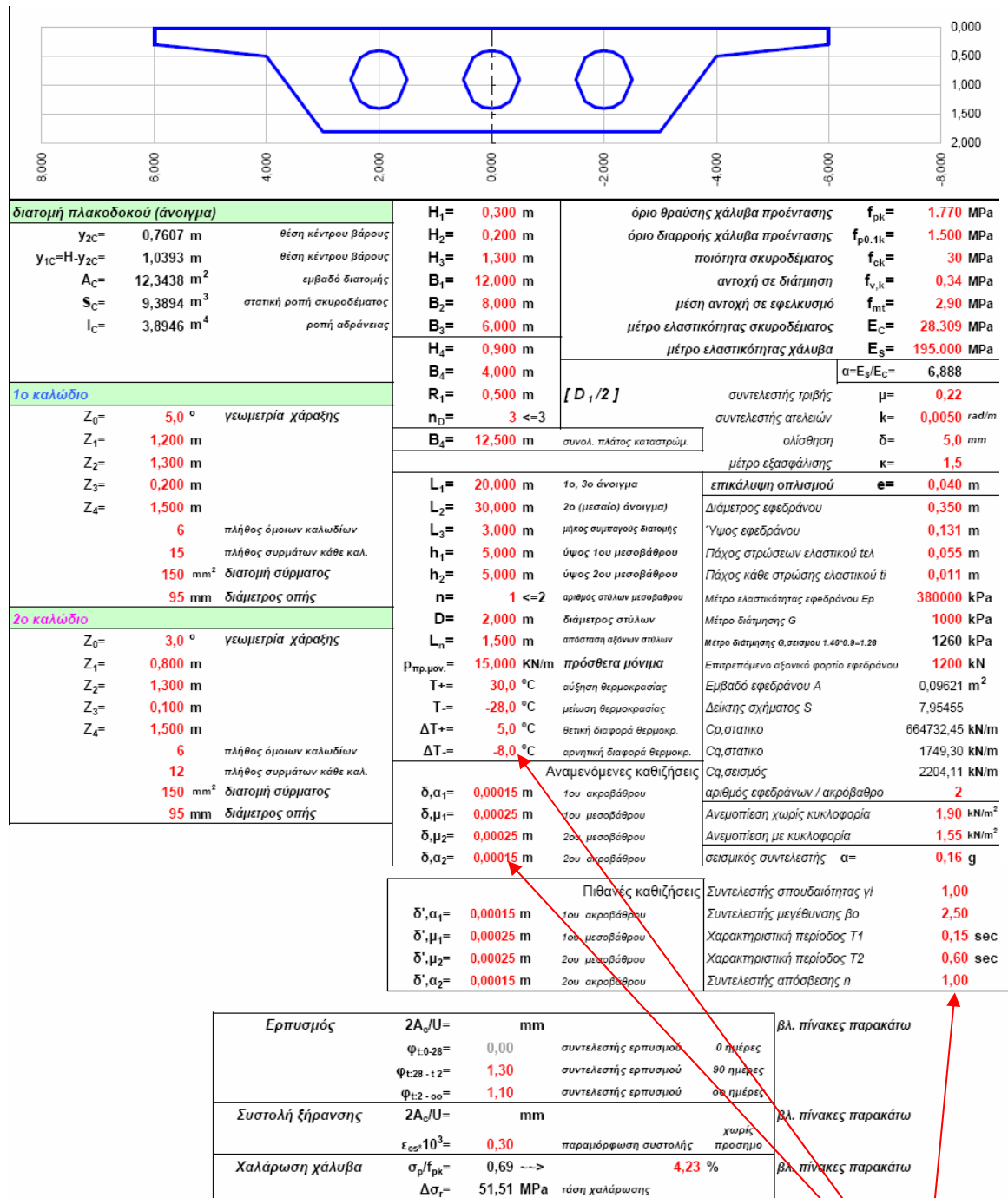
- **Τάσεις χαλαρού οπλισμού [ <70 MPa ]** [ΕΛΟΤ 1992-1-1 παρ. 6.8.6(1),(2)]

Ο έλεγχος των τάσεων του οπλισμού πραγματοποιείται για τον συχνό συνδυασμό. Οι προς έλεγχο τάσεις οπλισμού προκύπτουν από την ισορροπία των εσωτερικών δυνάμεων της διατομής (ανελαστικές τάσεις).

- **Έλεγχος ρηγμάτωσης (άμεσος υπολογισμός)** [ΕΛΟΤ 1992-1-1 παρ. 7.3.1(5)]

Ο έλεγχος ρηγμάτωσης πραγματοποιείται για το συχνό συνδυασμό για εύρος ρωγμής **0.2mm** (για τη δυσμενέστερη κατηγορία έκθεσης).



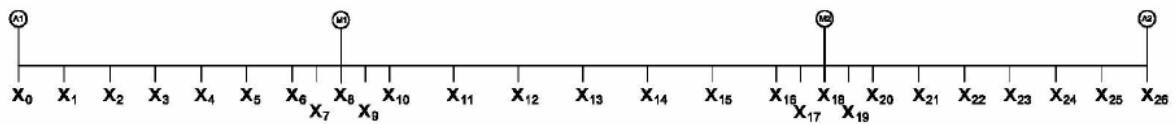


Ο χρήστης αρκεί να προσθέσει τις τιμές στα κελία που επισημαίνονται με κόκκινο χρώμα και να 'σώσει' (save) ώστε να πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός.

Στη συνέχεια ο χρήστης πρέπει να προτείνει, σε συγκεκριμένο φύλλο, οπλισμούς κάμψης και διάτμησης σε κάθε διατομή και αυτόματα πραγματοποιούνται οι έλεγχοι.

Ελάχιστος και Τοποθετούμενος οπλισμός

α.α	x	A <sub>s,min,κατω</sub>	Φ (mm)	s (cm)	A <sub>s,τοπ,κατω</sub>	A <sub>s,min,ανω</sub>	Φ (mm)	s (cm)	A <sub>s,τοπ,ανω</sub>	σκέλη/ m	Φ (mm)	s (cm)	A <sub>s,τοπ</sub>
X <sub>0</sub>	0,00	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>1</sub>	2,83	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>2</sub>	5,67	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>3</sub>	8,50	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>4</sub>	11,33	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>5</sub>	14,17	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>6</sub>	17,00	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>7</sub>	18,50	20,47	20	15	20,94	15,95	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>8</sub>	20,00	20,47	20	15	20,94	15,95	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>9</sub>	21,50	20,47	20	15	20,94	15,95	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>10</sub>	23,00	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>11</sub>	27,00	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>12</sub>	31,00	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>13</sub>	35,00	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>14</sub>	39,00	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>15</sub>	43,00	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>16</sub>	47,00	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>17</sub>	48,50	20,47	20	15	20,94	15,95	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>18</sub>	50,00	20,47	20	15	20,94	15,95	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>19</sub>	51,50	20,47	20	15	20,94	15,95	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>20</sub>	53,00	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>21</sub>	55,83	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>22</sub>	58,67	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>23</sub>	61,50	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>24</sub>	64,33	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>25</sub>	67,17	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>26</sub>	70,00	20,90	20	15	20,94	15,52	18	15	15,99	4,0	14	12	51,31
X <sub>10,μικρ</sub>	0,00	A <sub>s,min</sub>	πλήθος	Φ (mm)	A <sub>s,τοπ</sub>					σκέλη/ m	Φ (mm)	s (cm)	A <sub>s,τοπ</sub>
X <sub>10,μικρ</sub>	0,00	20,14	120	25	589,05					4,0	16	10	80,42
X <sub>10,μ.πε</sub>	30,00	20,14	120	25	589,05					4,0	16	10	80,42
X <sub>20,μικρ</sub>	0,00	20,14	120	25	589,05					4,0	16	10	80,42
X <sub>20,μ.πε</sub>	3,00	20,14	120	25	589,05					4,0	15	10	70,89



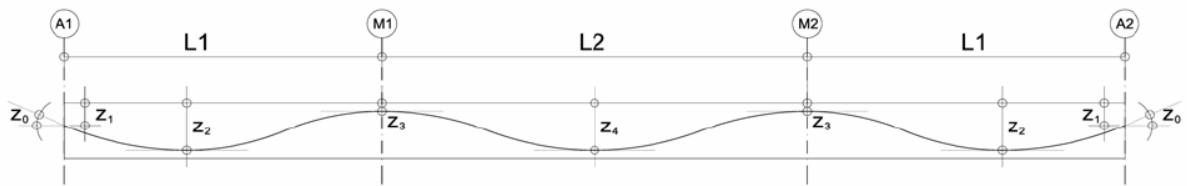
Οι έλεγχοι αστοχίας και λειτουργικότητας γίνονται για διατομές που **ισορροπούν** (το άθροισμα των εξωτερικών φορτίων ισούται με τη συνισταμένη των εσωτερικών ανελαστικών τάσεων). Ο χρήστης σε συγκεκριμένα κελιά (πάλι με **κόκκινο χρώμα**) αλλάζει συνεχώς την **παραμόρφωση του σκυροδέματος** (απο 0% έως 3,5% που θεωρητικά αστοχεί σε θλίψη) και την **παραμόρφωση του χάλυβα** (απο 0% έως 10% που θεωρητικά διαρρέει). Όταν ο έλεγχος ισορροπίας ικανοποιηθεί τότε πραγματοποιούνται αυτόματα οι έλεγχοι αστοχίας και λειτουργικότητας, όπως φαίνεται παρακάτω:

ε <sub>c</sub> (%o)	Δε <sub>c</sub> (%o)	α	ξ	x=ξ*d	F <sub>c</sub> (kN)	F <sub>s1</sub> (kN)	ΣF->0.00	έλεγχος ισορροπίας δυνάμεων	σ <sub>s</sub> (Μρα)	σ <sub>s</sub> < 0,8f <sub>y</sub>
<b>0,045</b>	<b>10,000</b>	0,022	0,004	0,004	1,82	-1,78	<b>-0,46</b>	κρίσιμο σκυροδεμα, μειώνετε Δερ	-1,33	<b>οκ</b>
<b>0,590</b>	<b>10,000</b>	0,266	0,056	0,053	240,59	237,46	<b>-0,71</b>	κρίσιμο σκυροδεμα, μειώνετε Δερ	113,37	<b>οκ</b>
<b>0,709</b>	<b>10,000</b>	0,313	0,066	0,063	336,01	331,07	<b>1,10</b>	κρίσιμος χάλυβας, μειώνετε εσ	158,07	<b>οκ</b>
<b>0,590</b>	<b>10,000</b>	0,266	0,056	0,053	240,59	237,46	<b>-0,71</b>	κρίσιμο σκυροδεμα, μειώνετε Δερ	113,37	<b>οκ</b>
<b>0,045</b>	<b>10,000</b>	0,022	0,004	0,004	1,82	-1,78	<b>-0,46</b>	κρίσιμο σκυροδεμα, μειώνετε Δερ	-1,33	<b>οκ</b>

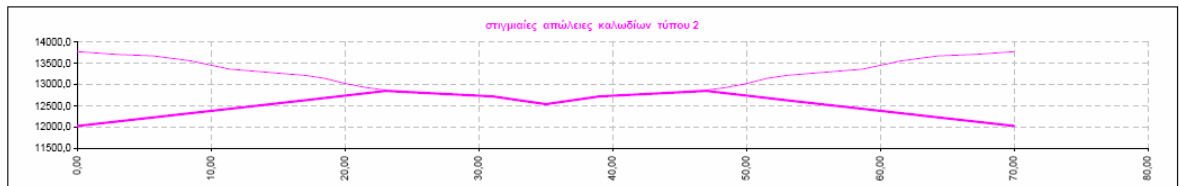
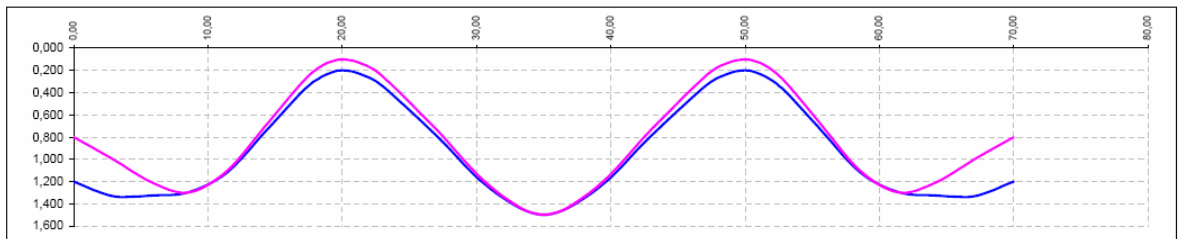
παραμόρφωση σκυροδέματος  
παραμόρφωση χάλυβα

έλεγχος ισορροπίας

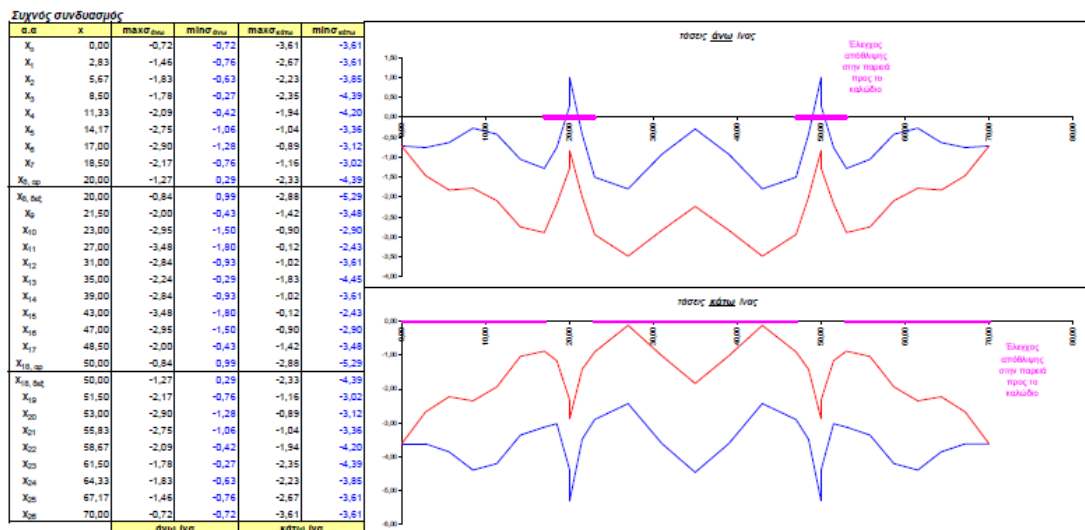
Η κυριότερη προεπιλογή είναι η εκτίμηση του μεγέθους της προέντασης. Επιλέγεται η χάραξη της δίνοντας τις παρακάτω τεταγμένες:



Προκύπτουν αυτόματα οι στιγμιαίες απώλειες λόγω χάραξης:



Ελέγχουμε στο αντίστοιχο φύλλο υπολογισμού την **απόθλιψη του σκυροδέματος**, δηλαδή την απουσία εφελκυστικών τάσεων για το **συχνό συνδυασμό** στην παρειά του σκυροδέματος προς το καλώδιο:



Εφόσον, ικανοποιηθούν όλοι οι **έλεγχοι λειτουργικότητας** (ως κατά κανόνα δεισμνέστεροι σε έναν προεντεταμένο φορέα), γίνεται ο **έλεγχος ρηγμάτωσης και κόπωσης**. Εάν δεν ικανοποιείται πρέπει να αυξηθεί η ποσότητα των χαλύβων προέντασης.

Στη συνέχεια εκτελούνται οι **έλεγχοι αστοχίας** (με την επαναληπτική διαδικασία ώστε να ισορροπεί το σύνολο των δυνάμεων στη ρηγματωμένη διατομή, όπως περιγράφεται παραπάνω).

Τέλος, εκτελούνται οι **έλεγχοι μετακινήσεων και δυνάμεων για φορτία λειτουργίας και αστοχίας** για τα εφεδράνα των ακροβάθρων.

**Έλεγχος εφεδράνων ακροβάθρου A1**

	είδος εφεδράνου	
Διάμετρος εφεδράνου	0,350	
Ύψος εφεδράνου	0,131	
Πάχος στρώσεων ελαστικού τελ	0,055	
Πάχος κάθε στρώσης ελαστικού ti	0,011	
Μέτρο ελαστικότητας εφεδράνου Er	380000	
Μέτρο διάτμησης G	1000	
Μέτρο διάτμησης G σεισμού (MIN) $1.40 \cdot 0.9 = 1.26$	1260	
Μέτρο διάτμησης G σεισμού (MAX) $1.5 \cdot (1.40 \cdot 0.9) = 1.89$	1890	θερμοκρασία αναφοράς +15ο
Επιτρεπόμενο αξονικό φορτίο εφεδράνου (kN)	1300	
Εμβαδό εφεδράνου A	0,09821	
Δείκτης σχήματος S	7,95455	
Cr,στατικό	664732,45	
Cq,στατικό	1749,30	
Cq,σεισμός	2204,11	
Ιδιοπερίοδος (οριζόντια διέγερση κατά μήκος της γέφυρας) $T_x$		0,134
Ιδιοπερίοδος (οριζόντια διέγερση κατά πλάτος της γέφυρας) $T_y$		0,191
Ιδιοπερίοδος (κατακόρυφη διέγερση) $T_z$		0,045
Φασματική επιπάχυνση $Rd_x$		3,750
Φασματική επιπάχυνση $Rd_y$		4,000
Φασματική επιπάχυνση $Rd_z$		4,042
Φασματική μετακίνηση $d_{o,x}$		0,00225
Φασματική μετακίνηση $d_{o,y}$		0,00656
Φασματική μετακίνηση $d_{o,z}$		0,00067
Ανελαστική μετακίνηση για ταυτόχρονη δράση του σεισμού $(X+0.3Y \text{ ή } 0.3X+Y)$ $d_{o,d}$		0,00299
Αυξημένη σεισμική μετακίνηση κατά 50% $(d_{bl,d} = 1.50d_{o,d})$		0,00448
<b>Αξονικά φορτία εφεδράνου</b>		
Αξονική, $G_1+G_2$ (μόνιμα)	1104,20	
Αξονική, P (προένταση)	-885,71	
Αξονική, C (εμπυσμό) + S (συστολή ξήρανσης)	152,76	
Αξονική, $Q_{k,TS}$ (κινητά TS)	474,89	
Αξονική, $Q_{k,UDL}$ (κινητά UDL)	210,02	
Αξονική, $Q_{ik}$ (τροχοπέδηση)	0,00	
Αξονική, $F_{wk}$ (άνεμος)	0,00	
Αξονική, $\Delta T_{Nk}$ (ομοιόμορφη μεταβολή θερμοκρασίας)	0,00	
Αξονική, $\Delta T_{Mk}$ (γραμμικά μεταβαλλόμε. διαφορά θερμοκρασίας)	208,18	
Αξονική, $\Delta S_m$ (υποχώρηση στήριξης)	1,43	
Αξονική, E (λόγω κατακόρυφου σεισμού)	446,99	
<b>Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εφεδράνου (φόρτιση λειτουργίας)</b>		
Συνολική Αξονική δύναμη εφεδράνου	1265,76	ok
<b>Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εφεδράνου (σεισμικός συνδυασμός)</b>		
Συνολική Αξονική δύναμη εφεδράνου	907,64	ok

Ως τελευταία ενέργεια μένει η απλή μεταφορά των μέγιστων φορτίων στη βάση των εφεδράνων στο υπολογιστικό φύλλο **ΠΑΣΣΑΛΟΣ ver.1.0**, ώστε να διαστασιολογηθεί η θεμελίωση:

*Μεταφορά μέγιστων φορτίων σε μεσόβαθρα*

Στατική περιβάλλουσα			M1
$M_{yy} = 20030,72$ kNm	$V_{xx} = 7817,42$ kN	$N = 14766,25$ kN	θετική η θλιπτική δύναμη
$M_{xx} = 912,34$ kNm	$V_{yy} = 364,94$ kN		
Σεσμική περιβάλλουσα			
$M_{yy} = 16060,02$ kNm	$V_{xx} = 6726,31$ kN	$N = 24948,58$ kN	θετική η θλιπτική δύναμη
$M_{xx} = 8484,25$ kNm	$V_{yy} = 8484,25$ kN		
Στατική περιβάλλουσα			M2
$M_{yy} = 20030,72$ kNm	$V_{xx} = 7817,42$ kN	$N = 14766,25$ kN	θετική η θλιπτική δύναμη
$M_{xx} = 912,34$ kNm	$V_{yy} = 364,94$ kN		
Σεσμική περιβάλλουσα			
$M_{yy} = 16417,32$ kNm	$V_{xx} = 6940,69$ kN	$N = 24948,58$ kN	θετική η θλιπτική δύναμη
$M_{xx} = 8484,25$ kNm	$V_{yy} = 8484,25$ kN		

