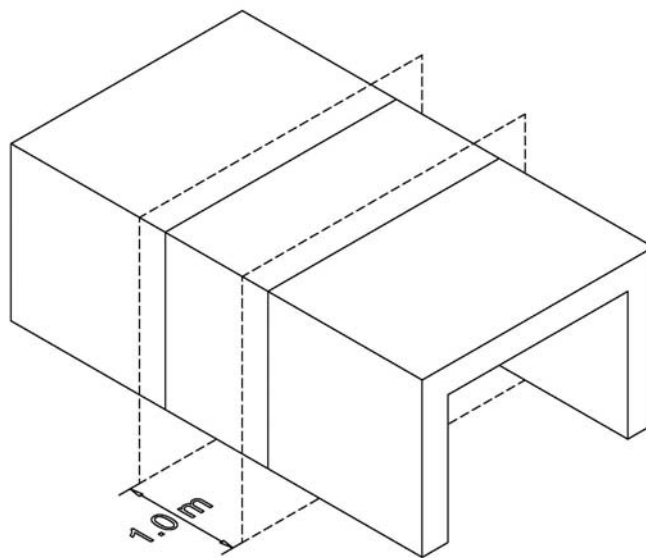


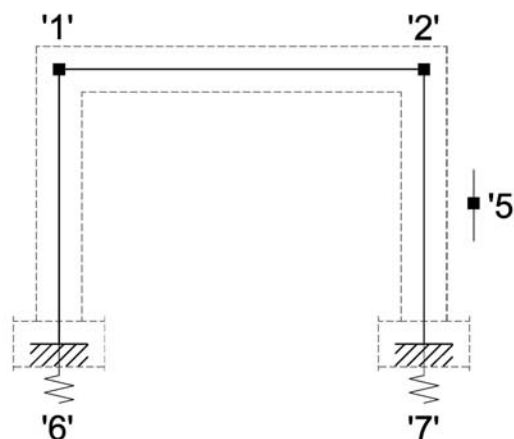
## ΠΛΑΙΣΙΟ EC ver.1 (επίλυση με ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ)

Πρόκειται για ένα **υπολογιστικό φύλλο** που εφαρμόζει διαδικασία **στατικού** υπολογισμού ενός πλαισιωτού αμφίπακτου φορέα (συνήθως οδικές κάτω διαβάσεις αρτηριών ή οχετοί εκτόνωσης ρεμμάτων). Η στατική επίλυση γίνεται κατά τα **Εθνικά κείμενα εφαρμογής των ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΩΝ** (ΕΛΟΤ). Πραγματοποιεί όλους τους απαραίτητους **ελέγχους λειτουργικότητας** και **αστοχίας**.

Για τους στατικούς φορείς αυτής της μορφολογίας επιλέγεται συνήθως η επίλυση της δυσμενέστερης «φέτας» του φορέα πλάτους 1,0m.



Ο στατικός υπολογισμός του πλαισίου απλοποιείται σημαντικά, αφού αρκεί ο υπολογισμός ενός **δισδιάστατου φορέα** με την εφαρμογή της **μεθόδου μετακινήσεων** (5 βαθμοί ελευθερίας):



Παρακάτω περιγράφονται τα **φορτία υπολογισμού**:

1. ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ ΦΟΡΕΑ
2. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΟΝΙΜΑ

---

3. ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΟ ΚΙΝΗΤΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ  $2.50\text{kN/m}^2$
4. ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΟ ΚΙΝΗΤΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ  $6.50\text{kN/m}^2$
- 5-9. ΑΞΟΝΙΚΑ ΚΙΝΗΤΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ (TS-MODEL 1)
10. ΩΘΗΣΕΙΣ ΚΙΝΗΤΩΝ ΣΤΟ ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΕΠΙΧΩΜΑ
11. ΩΘΗΣΕΙΣ ΚΙΝΗΤΩΝ ΣΤΟ ΔΕΞΙΟ ΕΠΙΧΩΜΑ

---

12. ΩΘΗΣΕΙΣ ΗΡΕΜΙΑΣ
13. ΒΑΡΟΣ ΝΕΡΟΥ

---

14. ΤΡΟΧΟΠΕΔΗΣΗ +X
15. ΤΡΟΧΟΠΕΔΗΣΗ -X

---

16. ΑΥΞΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
17. ΜΕΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
18. ΘΕΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
19. ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

---

20. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΑΥΞΗΣΗ ΩΘΗΣΕΩΝ +X
21. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΑΥΞΗΣΗ ΩΘΗΣΕΩΝ -X

---

23. ΑΔΡΑΝΕΙΑ ΙΔΙΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΚΑΤΑ +X
24. ΑΔΡΑΝΕΙΑ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΜΟΝΙΜΩΝ ΚΑΤΑ +X
25. ΑΔΡΑΝΕΙΑ ΚΙΝΗΤΩΝ ΚΑΤΑ +X
26. ΑΔΡΑΝΕΙΑ ΙΔΙΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΚΑΤΑ -X
27. ΑΔΡΑΝΕΙΑ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΜΟΝΙΜΩΝ ΚΑΤΑ -X
28. ΑΔΡΑΝΕΙΑ ΚΙΝΗΤΩΝ ΚΑΤΑ -X

---

29. ΑΔΡΑΝΕΙΑ ΙΔΙΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΚΑΤΑ +Z
30. ΑΔΡΑΝΕΙΑ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΜΟΝΙΜΩΝ ΚΑΤΑ +Z
31. ΑΔΡΑΝΕΙΑ ΚΙΝΗΤΩΝ ΚΑΤΑ +Z

### Ίδιο βάρος

Υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα

### Πρόσθετα μόνιμα

Επίχωση: υπολογίζεται για το αντίστοιχο ειδικό βάρος του εδάφους επίχωσης

Οδοστρωσία: υπολογίζεται για ειδικό βάρος 24.0 KN/m<sup>3</sup>

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

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

Υπολογίζεται η αναλογική επιρροή της λωρίδας του βαρέος οχήματος στο 1,0 μέτρο πλάτους του φορέα του κιβωτίου

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

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

### 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 gr1a</b>	Χαρακτ. τιμή $1.0 \cdot TS + 1.0 \cdot UDL$	-	Φορέας καταστρώματος
<b>Ομάδα φορτίου 2 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

Εφαρμόζεται η μεθοδολογία υπολογισμού, όπως αναλύεται στο [ΕΛΟΤ 1998-2 παρ.6.7.3 ], και ο δείκτης μεταλαστικής συμπεριφοράς λαμβάνεται  $q=1.0$

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

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

- Οιονει- 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 χαρακτηριστικό συνδυασμό

- **Τάσεις χαλαρού οπλισμού** [  $<0.80 \cdot f_y$  ] [ΕΛΟΤ 1992-1-1 παρ. 7.2(4)]

Ο έλεγχος των τάσεων του οπλισμού πραγματοποιείται για το 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 χαρακτηριστικό συνδυασμό

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

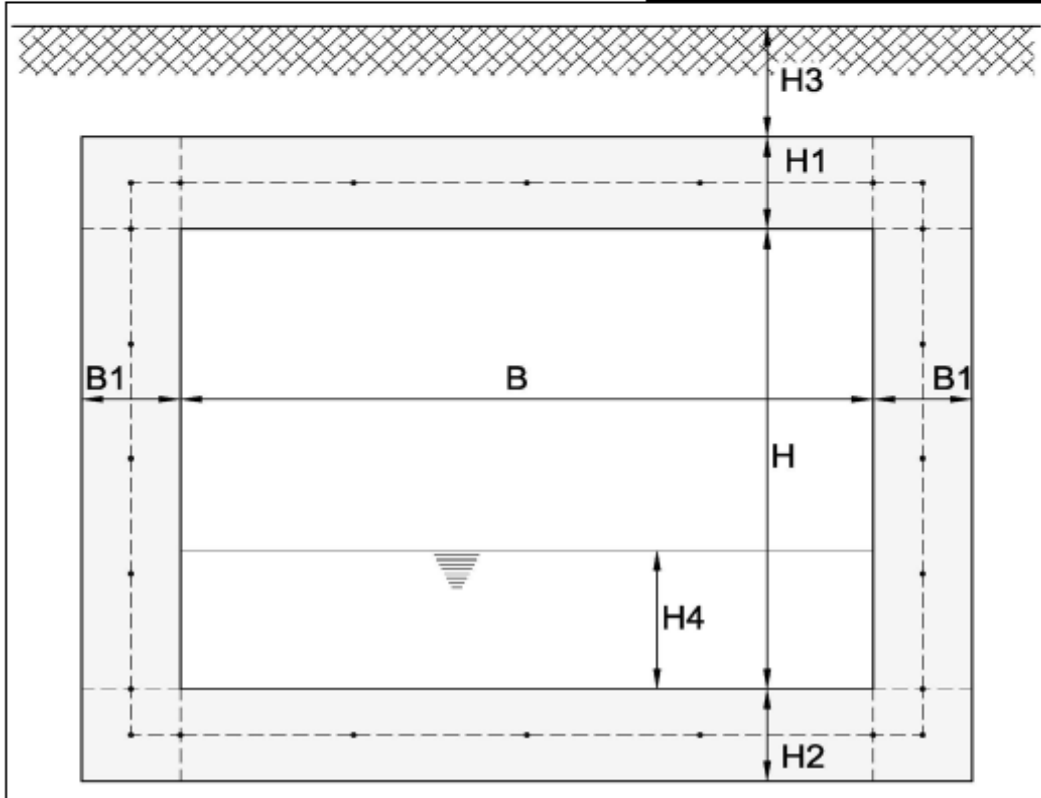
Ο έλεγχος ρηγμάτωσης πραγματοποιείται για το συχνό συνδυασμό για εύρος ρωγμής **0.3mm** (για τη δυσμενέστερη κατηγορία έκθεσης).

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

**ver. 3.0** **διατομή οχετού** **EC**

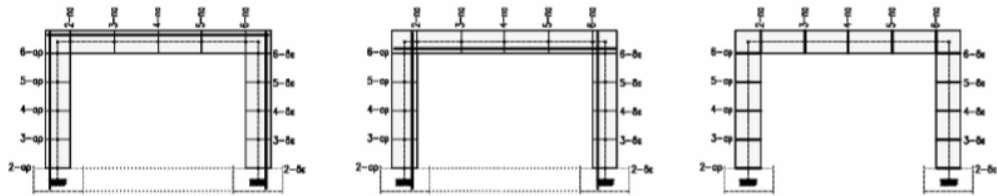
<b>B= 7,000 m</b>	καθαρό πλάτος οχετού
<b>H= 5,000 m</b>	καθαρό ύψος οχετού
<b>B1= 1,000 m</b>	πλάτος τοιχωμάτων
<b>H1= 1,000 m</b>	πλάτος άνω πλάκας
<b>H2= 1,000 m</b>	πλάτος κάτω πλάκας
<b>H3= 0,050 m</b>	ύψος επιχρίματος
<b>H4= 2,000 m</b>	ύψος προφίλ νερού
<b>L= 15,000 m</b>	μήκος κβλήτου
<b>E<sub>0</sub>= 29962,0 MPa</b>	μέτρο ελαστικότητας
<b>f<sub>yk</sub>= 20 MPa</b>	πείραγμα σκυροδέματος
<b>f<sub>yk</sub>= 0,26 MPa</b>	αντοχή σε διάτμηση
<b>f<sub>ctm</sub>= 2,20 MPa</b>	μέση αντοχή σε εφελκυσμό
<b>F<sub>ολστ</sub>= 82000,0 KN/m</b>	δυσκαμψία εδάφους
<b>ϕ= 0,045 m</b>	επιτάχυνση
<b>α= 0,16 g</b>	σεισμικός συντελεστής
<b>P<sub>δοστ</sub>= 0,000 KN/m</b>	πρόσθετα μόνιμα οδοστρωσίας
<b>P<sub>επιτ</sub>= 1,000 KN/m</b>	πρόσθετα μόνιμα επίχυσης
<b>γ<sub>επιτ</sub>= 20,0 KN/m<sup>3</sup></b>	ειδικό βάρος επίχυσης
<b>T<sub>+</sub>= 30,0 °C</b>	αύξηση θερμοκρασίας
<b>T<sub>-</sub>= -28,0 °C</b>	μείωση θερμοκρασίας
<b>ΔT<sub>+</sub>= 5,0 °C</b>	θετική διαφορά θερμοκρασίας
<b>ΔT<sub>-</sub>= -8,0 °C</b>	αρνητική διαφορά θερμοκρασίας

<b>β= 1,00</b>	συντελεστής εδάφους
<b>γ= 1,00</b>	συντελεστής σεισμολογίας



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</sub>	φ (mm)	s (cm)	A <sub>s,τοπ</sub>	A <sub>s,min</sub>	φ (mm)	s (cm)	A <sub>s,τοπ</sub>	σκ.έλ.η/ m	φ (mm)	s (cm)	A <sub>s,τοπ</sub>	A <sub>s,min</sub>
1-πα	0,000													
2-πα	0,500	5,99	20	15	20,94	5,99	18	15	16,96	4,0	14	12	51,31	5,33
3-πα	2,250	5,99	18	15	13,40	5,99	20	15	20,94	4,0	14	15	41,05	4,27
4-πα	4,000	5,99	16	15	13,40	5,99	20	15	20,94	4,0	14	15	41,05	4,27
5-πα	5,750	5,99	16	15	13,40	5,99	20	15	20,94	4,0	14	15	41,05	4,27
6-πα	7,500	5,99	20	15	20,94	5,99	18	15	16,96	4,0	14	12	51,31	5,33
7-πα	8,000													
έξω ίνα					κόπιο ίνα					δοκίμηση				
1-ορ	0,000													
2-ορ	0,500	5,99	22	15	25,34	5,99	18	15	16,96	4,0	14	12	51,31	5,33
3-ορ	1,750	5,99	18	15	16,96	5,99	16	15	13,40	4,0	14	15	41,05	4,27
4-ορ	3,000	5,99	18	15	16,96	5,99	16	15	13,40	4,0	14	15	41,05	4,27
5-ορ	4,250	5,99	18	15	16,96	5,99	16	15	13,40	4,0	14	15	41,05	4,27
6-ορ	5,500	5,99	20	15	20,94	5,99	16	15	13,40	4,0	14	12	51,31	5,33
7-ορ	6,000													
έξω ίνα					μέσα ίνα					δοκίμηση				
1-δε	0,000													
2-δε	0,500	5,99	22	15	25,34	5,99	18	15	16,96	4,0	14	12	51,31	5,33
3-δε	1,750	5,99	18	15	16,96	5,99	16	15	13,40	4,0	14	15	41,05	4,27
4-δε	3,000	5,99	18	15	16,96	5,99	16	15	13,40	4,0	14	15	41,05	4,27
5-δε	4,250	5,99	18	15	16,96	5,99	16	15	13,40	4,0	14	15	41,05	4,27
6-δε	5,500	5,99	20	15	20,94	5,99	16	15	13,40	4,0	14	12	51,31	5,33
7-δε	6,000													
έξω ίνα					μέσα ίνα					δοκίμηση				



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> (%)	Δε <sub>s</sub> (%)	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>
0,045	10,000	0,022	0,004	0,004	1,62	-1,78	-0,45	κρίσιμο σκυροδεμα, μειώνετε Δερ	-1,33	οκ
0,590	10,000	0,266	0,056	0,053	240,59	237,45	-0,71	κρίσιμο σκυροδεμα, μειώνετε Δερ	113,37	οκ
0,709	10,000	0,313	0,066	0,063	336,01	331,07	1,10	κρίσιμος χάλυβας, μειώνετε εσ	158,07	οκ
0,590	10,000	0,266	0,056	0,053	240,59	237,45	-0,71	κρίσιμο σκυροδεμα, μειώνετε Δερ	113,37	οκ
0,045	10,000	0,022	0,004	0,004	1,62	-1,78	-0,45	κρίσιμο σκυροδεμα, μειώνετε Δερ	-1,33	οκ

παραμόρφωση σκυροδέματος  
παραμόρφωση χάλυβα

έλεγχος ισορροπίας

Τέλος παράγεται εποπτικό σχέδιο όπλισης



