

# ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΔΟΚΟΥ ver.2 (επίλυση με ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ)

Πρόκειται για ένα υπολογιστικό φύλλο που εφαρμόζει την διαδικασία υπολογισμού προκατασκευασμένων προεντεταμένων δοκών μορφής διπλού Ταυ κατά τα Εθνικά κείμενα εφαρμογής των ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΩΝ (ΕΛΟΤ). Πραγματοποιεί όλους τους απαραίτητους ελέγχους λειτουργικότητας, αστοχίας και υπολογίζει τους απαιτούμενους σπλισμούς.

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

**Geometric Parameters:**

- H1= 0,250 m
- H2= 0,120 m
- H3= 0,080 m
- H4= 1,000 m
- H5= 0,200 m
- H6= 0,200 m
- B1= 2,350 m
- B2= 1,250 m
- B3= 0,300 m
- B4= 0,700 m

**Material Properties:**

- $E_c = 32.836 \text{ MPa}$
- $E_s = 195.000 \text{ MPa}$
- $\alpha = E_p/E_c = 5,939$
- $f_{pk} = 1.700 \text{ MPa}$
- $f_{pk} = 1.570 \text{ MPa}$
- εμβαδό  $750 \text{ mm}^2$

**Reinforcement Details:**

καλώδιο No1	1,700	0,6	12	95
καλώδιο No2	1,700	0,6	12	95
καλώδιο No3	1,700	0,6	15	95

**Concrete Strength:**

- πλάστη σκυροδέματος  $f_{cm} = 30 \text{ MPa}$
- άνω ίνα πλάκας  $16 \text{ } \Phi 12 \text{ } 0,34 \text{ MPa}$
- κάτω ίνα πλάκας  $16 \text{ } \Phi 12 \text{ } \text{αντοχή σε διάτμηση}$
- άνω ίνα δοκού  $9 \text{ } \Phi 14 \text{ } 2,90 \text{ MPa}$
- κάτω ίνα δοκού  $6 \text{ } \Phi 20 \text{ } \text{αντοχή σε εφελκ.$

**Geometric Properties (Top Section):**

- $y_{2c} = 1,0076 \text{ m}$  (θέση κέντρου βάρους)
- $y_{1c} = H - y_{2c} = 0,8424 \text{ m}$  (θέση κέντρου βάρους)
- $A_c = 0,7520 \text{ m}^2$  (εμβαδό διατομής)
- $S_c = 0,7577 \text{ m}^3$  (στατική ροπή σκυροδέματος)
- $I_c = 0,2308 \text{ m}^4$  (ροπή αδράνειας)
- $A_s = 0,003270 \text{ m}^2$  (εμβαδό διατομής οπλισμών)
- $S_s = 0,003804 \text{ m}^3$  (στατική ροπή οπλισμών)
- $A_{c0} = 0,021265 \text{ m}^2$  (εμβαδό διατομής οπών)
- $S_{c0} = 0,036150 \text{ m}^3$  (στατική ροπή οπών)

**Geometric Properties (Bottom Section):**

- $A_{cN} = 0,7469 \text{ m}^2$  (εμβαδό διατομής)
- $S_{cN} = 0,7404 \text{ m}^3$  (στατική ροπή σκυροδέματος)
- $y_{2cN} = 0,9913 \text{ m}$  (θέση κέντρου βάρους)
- $y_{1cN} = H - y_{2cN} = 0,8587 \text{ m}$  (θέση κέντρου βάρους)
- $I_s = 0,001846 \text{ m}^4$  (ροπή αδράνειας οπλισμών)
- $I_o = 0,010681 \text{ m}^4$  (ροπή αδράνειας οπών)
- $I_{cN} = 0,2292 \text{ m}^4$  (ροπή αδράνειας νεύο)
- $W_{cN} = 0,2669 \text{ m}^3$  (ροπή αντίστασης "κάτω")
- $W_{sN} = 0,3092 \text{ m}^3$  (ροπή αντίστασης "άνω")

**Geometric Properties (Ideal Section):**

- $A_p = 0,005850 \text{ m}^2$  (εμβαδό καλωδίων)
- $S_p = 0,009945 \text{ m}^3$  (στατική ροπή καλωδίων)
- $A_{c0} = 0,7970 \text{ m}^2$  (εμβαδό διατομής)
- $S_{c0} = 0,8256 \text{ m}^3$  (στατική ροπή σκυροδέματος)
- $y_{2c0} = 1,0359 \text{ m}$  (θέση κέντρου βάρους)

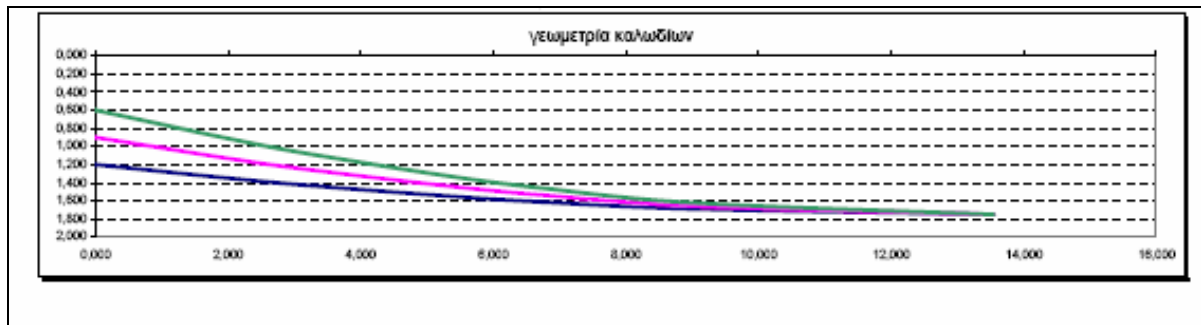
**Dimensions and Splicing:**

- $L_1 = 0,600 \text{ m}$  (προβολίδα δοκού)
- $L_2 = 2,400 \text{ m}$
- $L_3 = 1,000 \text{ m}$
- $L = 29,000 \text{ m}$  (θεωρ. μήκος δοκού)

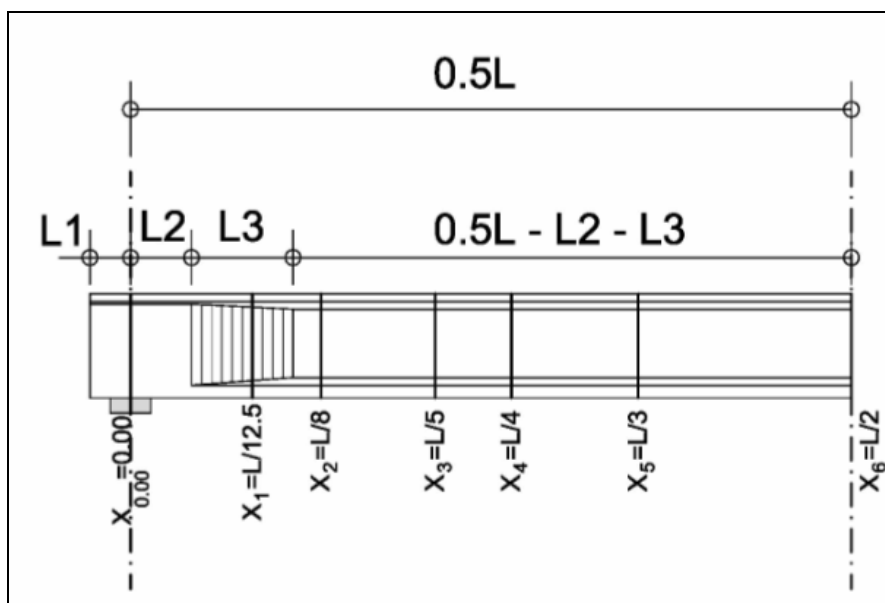
**Reinforcement Schedule:**

τεταγμένες θέσης (m)	μέσο	άκρο	f (βέλος)	διάμ. Οπής
καλώδιο No1	1,700	0,600	1,100	95
καλώδιο No2	1,700	0,900	0,800	95
καλώδιο No3	1,700	1,200	0,500	95

Κάθε επιμέρους παράμετρος περιγράφεται με κατανοητά σκαριφήματα, ενώ σχεδιάζεται και η καλωδίωση:



Στις επόμενες σελίδες ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία της διατομής στη στήριξη (αν αυτή διαφοροποιείται από την αντίστοιχη του ανοίγματος). Στη συνέχεια το πρόγραμμα υπολογίζει (στις διατομές που φαίνονται στο παρακάτω σχήμα) τις τάσεις σε όλες τις φάσεις κατασκευής λαμβάνοντας υπ' όψη **ερπυσμό** και **συστολή ξήρανσης**.



Ο χρήστης λαμβάνει τους ελέγχους λειτουργικότητας (τάσεις καθ' ύψος της διατομής) και το μήνυμα **‘πρόβλημα’** όταν ο έλεγχος δεν ικανοποιείται. Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης πρέπει να αλλάξει τα στοιχεία της καλωδίωσης ή της διατομής ώστε να ικανοποιηθεί ο έλεγχος. Πολυ σημαντικό είναι να τονιστεί ότι **σε κάθε αλλαγή** των δεδομένων ο χρήστης **πρέπει να σώσει** ώστε να λάβει τα τελικά μεγέθη. Το πρόγραμμα υπολογίζει **αυτόματα** τα εντατικά μεγέθη **λόγω ίδιου βάρους της δοκού** (λύνοντας αμφιπροέχουσα δοκό) ενώ είναι απαραίτητη η **εισαγωγή** των περιβαλλουσών εντατικών μεγεθών **των πρόσθετων μονίμων φορτίων και των κινητών** του φορέα στον οποίο συμμετέχει η δοκός (τα οποία εξάγονται μέσω στατικού προγράμματος).

προσθετα μόνιμα φορτία			ροπές	τέμνουσες
$x_{0,00}$	0,000 m	[L=0.00]	2,00	400,00
$x_1$	2,168 m	[L/12.5]	15,00	350,00
$x_2$	3,388 m	[L/8]	25,00	100,00
$x_3$	5,420 m	[L/5]	45,00	80,00
$x_4$	6,775 m	[L/4]	500,00	40,00
$x_5$	9,033 m	[L/3]	1.100,00	30,00
$x_6$	13,550 m	[L/2]	1.053,30	0,00

περιβάλλουσες κινήτων			ροπές	τέμνουσες
$x_{0,00}$	0,000 m	[L=0.00]	4,00	190,00
$x_1$	2,168 m	[L/12.5]	18,00	120,00
$x_2$	3,388 m	[L/8]	30,00	90,00
$x_3$	5,420 m	[L/5]	50,00	60,00
$x_4$	6,775 m	[L/4]	600,00	30,00
$x_5$	9,033 m	[L/3]	1.220,00	20,00
$x_6$	13,550 m	[L/2]	1.897,00	0,00

Διατομή $x_f = 2,320$ m [L/12.5]
Υψος Διατομής H= 1,850 m
Μήκος L= 29,000 m

τεταγμένες κολυμβών
τεταγμ. Καθ. No 1 0,924 m
τεταγμ. Καθ. No 2 1,136 m
τεταγμ. Καθ. No 3 1,347 m

δύναμη προέλασης (σπίλωνες σιγαμάδες και χρόνες)
δύναμη Καθ. No 1 2315,9 kN (-28 ημ.)
δύναμη Καθ. No 2 2326,9 kN (-28 ημ.)
δύναμη Καθ. No 3 2924,7 kN (-28 ημ.)

δύναμη προέλασης (σπίλωνες σιγαμάδες και χρόνες)
δύναμη Καθ. No 1 2193,4 kN (-120 ημ.)
δύναμη Καθ. No 2 2210,7 kN (-120 ημ.)
δύναμη Καθ. No 3 2787,2 kN (-120 ημ.)

δύναμη προέλασης (σπίλωνες σιγαμάδες και χρόνες)
δύναμη Καθ. No 1 2043,7 kN (-400 ημ.)
δύναμη Καθ. No 2 2061,4 kN (-400 ημ.)
δύναμη Καθ. No 3 2601,2 kN (-400 ημ.)

ίδια βάρος δικαυί
ροπή $M_{D,δικαυί}$ 578,45 kNm
τέμνουσα $V_{D,δικαυί}$ 217,70 kN

ίδια βάρος γωνιάς πλάκας
ροπή $M_{D,γωνιάς}$ 451,92 kNm
τέμνουσα $V_{D,γωνιάς}$ 179,08 kN

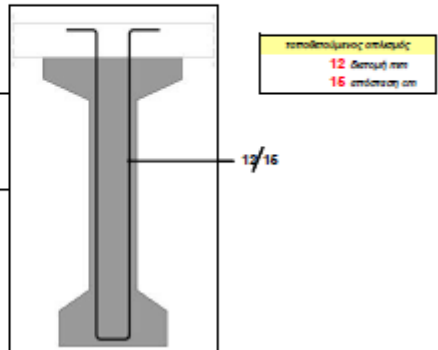
επρόσθετα μόνιμα
ροπή $M_{D,επ}$ 15,00 kNm
τέμνουσα $V_{D,επ}$ 50,00 kN

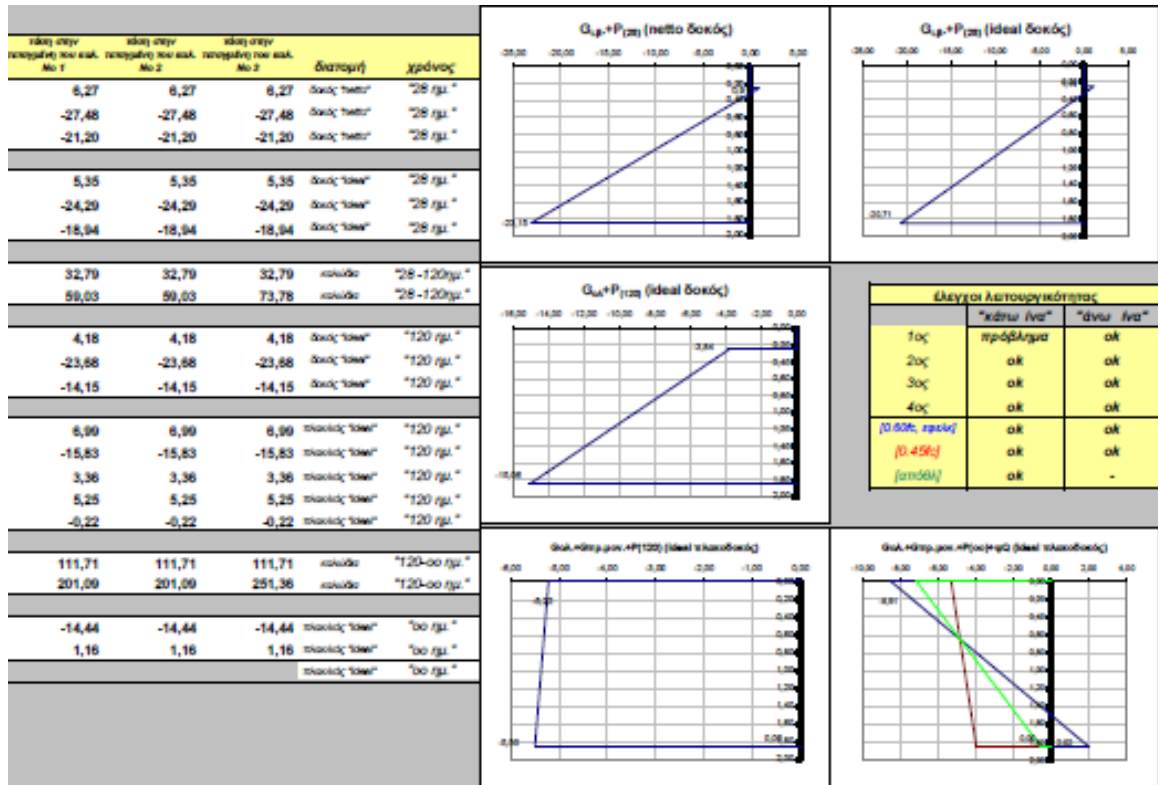
περιβάλλουσες κινήτων
ροπή $M_k$ 18,00 kNm
τέμνουσα $V_k$ 120,00 kN

φορτίσεις	"κάντω ίνα"	"όνωμα ίνα"	αριθμός άρμους	τάση στην παραμόρφ. και καθ. No 1	τάση στην παραμόρφ. και καθ. No 2	τάση στην παραμόρφ. και καθ. No 2
$G_{L,D,δικαυί}$	1,80	-2,08	0,89	-0,14	0,30	0,74
$P_{(20)}$	-10,11	-1,98	2,33	-6,04	-6,97	-7,90
$G_{L,D}+P_{(20)}$	-8,32	-4,06		-6,18	-6,67	-7,16
$G_{L,D,δικαυί}$	1,80	-1,97	0,83	-0,19	0,22	0,63
$P_{(20)}$	-9,44	-1,96	2,33	-5,69	-6,56	-7,41
$G_{L,D}+P_{(20)}$	-7,64	-3,02		-5,88	-6,33	-6,78
σπίλωνες τενών άλγυ ερμησμού, συστολής και χαλάρωσης (MPa)				68,05	64,58	61,12
σπίλωνες προέλασης άλγυ ερμησμού, συστολής και χαλάρωσης (kN)				122,48	116,25	137,51
$G_{χρόνης\ πλ.}$	1,25	-1,54	0,83	-0,15	0,17	0,49
$P_{(120)}$	-8,98	-1,85	2,33	-5,41	-6,23	-7,04
$G_{L,D}+P_{(120)}$	-6,13	-3,35		-5,74	-5,83	-6,52
$G_{καθ.}$	1,85	-1,20	1,12	0,32	0,67	1,02
$P_{(120)}$	-5,97	-2,54	3,22	-4,25	-4,66	-5,04
$G_{ερμην.}$	0,03	-0,02	1,12	0,00	0,01	0,01
$Q$	0,03	-0,02	1,12	0,01	0,01	0,02
$G_{L,D}+G_{ερμην.}+P_{(120)}$	-4,09	-3,76		-3,92	-3,95	-3,98
σπίλωνες τενών άλγυ ερμησμού, συστολής και χαλάρωσης (MPa)				83,18	82,94	82,69
σπίλωνες προέλασης άλγυ ερμησμού, συστολής και χαλάρωσης (kN)				149,73	149,29	188,05
$P_{(30)}$	-5,57	-2,37	3,22	-3,97	-4,33	-4,70
$G_{L,D}+G_{ερμην.}+P_{(30)}+Q$	-3,66	-3,61		-3,63	-3,64	-3,64
$G_{L,D}+G_{ερμην.}+P_{(30)}+Q$	-3,69	-3,59				
$G_{L,D}+G_{ερμην.}+P_{(30)}+Q$	-3,67	-3,60				
$\sigma_{τεν}$ (αα) > -18,00						
$\sigma_{τεν}$ (αα) > -13,50						
$\sigma_{τεν}$ < 2,90						
$\sigma_{τεν}$ (β) > -21,00						

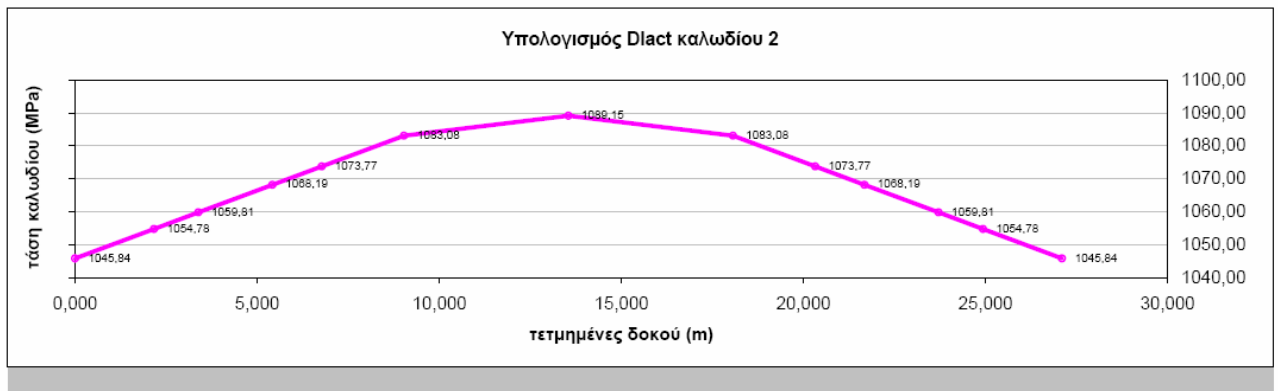
ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΣΕ ΤΕΜΝΩΣΙΑ [1.35G+1.35Q-1.00P]

$M_{D,επ}$ 1435,55 kNm	αντιστοιχισμένη ροπή
γωνία Καθ. No 1 0,12676 rad	
γωνία Καθ. No 2 0,00243 rad	
γωνία Καθ. No 3 0,05787 rad	
$V_{D,επ}$ 153,95 kN	αντιστοιχισμένη τέμνουσα
$d_w$ 1,136 m	σπειρωτό ύψος
$b_w$ 0,700 m	πίδαξ κορμού
$\rho_w$ 0,00929	ποσοστό ερμ. σπιδρωμίου
$\sigma_{επ}$ 3,63 MPa	τάση άλγυ προέλασης
$k_w$ 1,420	
σπειρωτό σπιδρωμίου σε τέμνουσα (γωνία σπιδρωμίου διάτμησης)	
$V_{Rk,D,επ}$ -3,86 kN	σπειρωτό σπιδρωμίου διάτμησης
σπειρωτό σπιδρωμίου σε τέμνουσα (θίψη σπειρωτόσπιδρωμίου κορμού)	
$V_{Rk,D,επ,θ}$ 7619,66 kN	
$V_{Rk,D,επ,θ}$ 11080,28 kN	
$V_{Rk,D,επ,θ}$ 7619,66 kN	ok
$V_{Rk,D,επ,θ}$ 1677,56 kN	
$V_{Rk,D,επ,θ}$ 670,57 kN	
$V_{Rk,D,επ,θ}$ 670,57 kN	ok

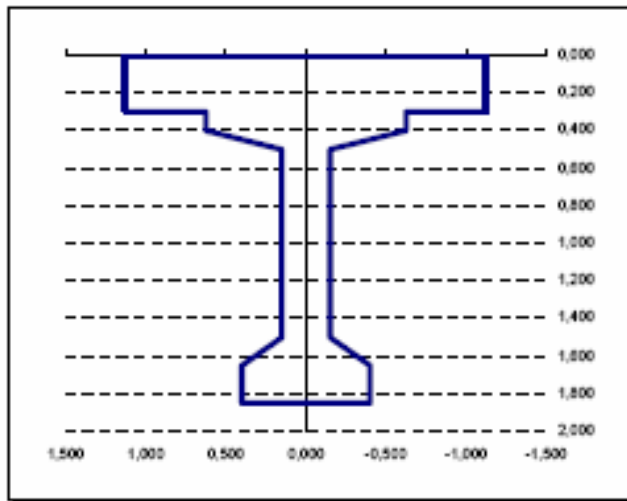




Στη συνέχεια υπολογίζεται η απαιτούμενη μήκυνση του καλωδίου για την εφαρμογή της προέντασης (αναλυτικός υπολογισμός απωλειών καλωδίωσης)



Έπειτα πραγματοποιείται ο έλεγχος αστοχίας (υπολογισμός Ροπής Αντοχής):



- H1= 0,300 m
- H2= 0,100 m
- H3= 0,100 m
- H4= 1,000 m
- H5= 0,150 m
- H6= 0,200 m
- B1= 2,250 m
- B2= 1,250 m
- B3= 0,300 m
- B4= 0,800 m

**θλιπτική δύναμη σκυροδέματος**

$\epsilon_c =$	<b>2,125 ‰</b>	παραμόρφωση σκυροδέματος	$\max \epsilon_c =$	3,5 ‰
$\Delta \epsilon_p =$	<b>10,000 ‰</b>	παραμόρφωση χάλυβα	$\max \Delta \epsilon_p =$	10,0 ‰
$\alpha =$	0,686	εξαρτάται από το $\epsilon_c$		
$\beta =$	0,85	συντελεστής ανθεκτικότητας		
$f_{cd} =$	20.000,0 kN/m <sup>2</sup>	θλιπτική αντοχή σχεδιασμού		
$\xi =$	0,1753			
$x = \xi \cdot d =$	0,3242 m	πεταγμένη ουδέτερης γραμμής		
$A_{s,req} =$	0,7053	εμβαδό θυβόμενου τμήματος διατομής		

$N_o = 8228,3076$  kN

**εφελκυστική δύναμη "χαλαρών" οπλισμών**

$N_{s1} = 508,94$  kN

**θλιπτική δύναμη "χαλαρών" οπλισμών**

$N_{s1} = 831,47$  kN

**εφελκυστική δύναμη χαλύβων προέντασης**

$N_{s1} = 8546,1$  kN

**έλεγχος ισορροπίας**

4,8 kN κρίσιμος ο χάλυβας, μειώνεται το  $\epsilon_c$

$M_{R,d} = 13026,73$  kNm  
 $M_{s,d} = 8655,29$  kNm **ok**

Τέλος υπολογίζεται ο **οπλισμός διάσπασης** στην περιοχή της αγκύρωσης:

**τεταγμένες καλωδίων στο άκρο**

$z_1 = 1,200 \text{ m}$   
 $z_2 = 0,300 \text{ m}$   
 $z_3 = 0,600 \text{ m}$

**διαστάσεις πλάκας αγκυρωσης**

$a_{o1} = 250 \text{ mm}$   
 $a_{o2} = 250 \text{ mm}$   
 $a_{o3} = 250 \text{ mm}$

**διαστάσεις ομοιόθετης επιφάνειας**

$a_1 = 800 \text{ mm}$   
 $a_2 = 300 \text{ mm}$   
 $a_3 = 750 \text{ mm}$

**διαμήκης δράση σχεδιασμού  $F_{sd}$**

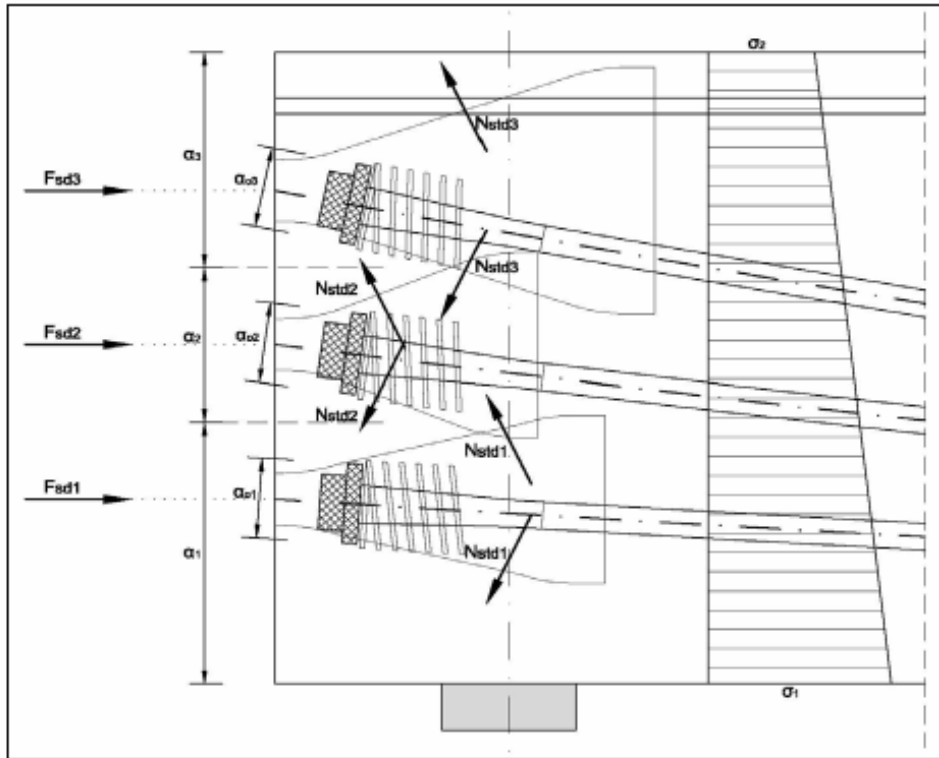
$F_{sd1} = 2.457,0 \text{ kN}$   
 $F_{sd2} = 2.457,0 \text{ kN}$   
 $F_{sd3} = 2.457,0 \text{ kN}$

**εγκάρσια δράση σχεδιασμού  $N_{sd}$**

$N_{sd1} = 506,8 \text{ kN}$   
 $N_{sd2} = 122,9 \text{ kN}$   
 $N_{sd3} = 491,4 \text{ kN}$

**οπλισμός περίσφιξης**

$N_{Rsd1} = 524,5 \text{ kN}$	απλάκωτος περίσφιξης καλωδίου No 1	6	Φ	16	ok
$N_{Rsd2} = 437,1 \text{ kN}$	απλάκωτος περίσφιξης καλωδίου No 2	5	Φ	16	ok
$N_{Rsd3} = 524,5 \text{ kN}$	απλάκωτος περίσφιξης καλωδίου No 3	6	Φ	16	ok



Στη 2<sup>η</sup> έκδοση έγινε βελτιστοποίηση σκαριφημάτων καθώς δόθηκε έμφαση στην καλύτερη κατανόηση από την πλευρά του χρήστη.