

ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΔΟΚΟΥ ver.2

Πρόκειται για ένα υπολογιστικό φύλλο που εφαρμόζει την διαδικασία υπολογισμού προκατασκευασμένων προεντεταμένων δοκών μορφής διπλού Ταυ κατά τα DIN FACHBERICHTE (πρόκειται για τα κείμενα εφαρμογής των ευρωκωδίκων στη Γερμανία και ισχύουν στην Ελλάδα μέχρι την έκδοση των αντίστοιχων ελληνικών κειμένων). Πραγματοποιεί όλους τους απαραίτητους ελέγχους λειτουργικότητας, αστοχίας και υπολογίζει τους απαιτούμενους οπλισμούς.

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

Dimensions:

- 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

Material Properties:

- $E_c = 34,000 \text{ MPa}$
- $E_s = 200,000 \text{ MPa}$
- $\alpha = E_s/E_c = 5,882$
- $f_{pk} = 1,800 \text{ MPa}$
- $f_{sd,tk} = 1,500 \text{ MPa}$
- εμφαδο 140 mm^2

Reinforcement Data:

καλώδιο No1	καλώδιο No2	καλώδιο No3
1,750	1,750	1,750
0,6	0,6	0,6
13	13	13
87	87	87

Reinforcement Properties:

- $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- άνω ίνα πλάκας: 10 Φ 10, 0,34 MPa
- κάτω ίνα πλάκας: 10 Φ 8
- άνω ίνα δοκού: 6 Φ 16, 2,90 MPa
- κάτω ίνα δοκού: 6 Φ 18

Geometric Properties (Top Flange):

- $y_{zc} = 1,0587 \text{ m}$
- $y_{ic} = H - y_{zc} = 0,7913 \text{ m}$
- $A_c = 0,7450 \text{ m}^2$
- $S_c = 0,7887 \text{ m}^3$
- $I_c = 0,2188 \text{ m}^4$
- $A_s = 0,002733 \text{ m}^2$
- $S_s = 0,003170 \text{ m}^3$
- $A_o = 0,017834 \text{ m}^2$
- $S_o = 0,031210 \text{ m}^3$

Geometric Properties (Bottom Flange):

- $A_{cH} = 0,7405 \text{ m}^2$
- $S_{cH} = 0,7730 \text{ m}^3$
- $y_{zcH} = 1,0438 \text{ m}$
- $y_{icH} = H - y_{zcH} = 0,8062 \text{ m}$
- $I_s = 0,001454 \text{ m}^4$
- $I_o = 0,008893 \text{ m}^4$
- $I_{cH} = 0,2170 \text{ m}^4$
- $W_{icH} = 0,2692 \text{ m}^3$
- $W_{zcH} = 0,2079 \text{ m}^3$

Geometric Properties (Ideal):

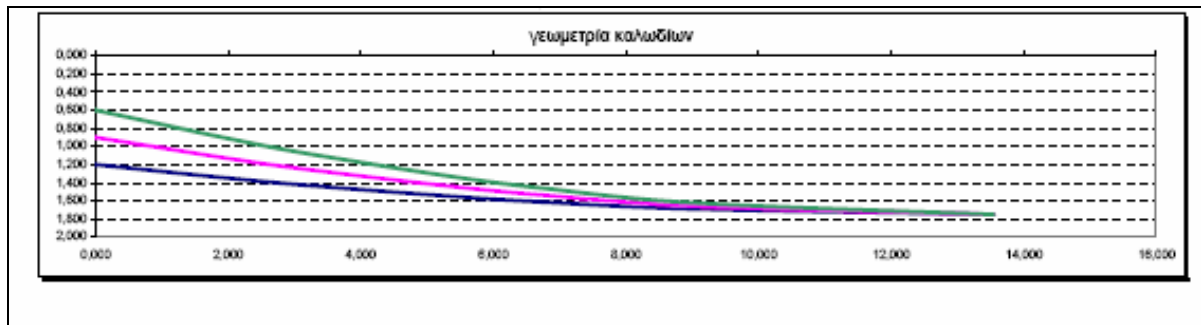
- $A_p = 0,005460 \text{ m}^2$
- $S_p = 0,001847 \text{ m}^3$
- $A_{ci} = 0,7850 \text{ m}^2$
- $S_{ci} = 0,8132 \text{ m}^3$
- $y_{zc_i} = 1,0359 \text{ m}$

Reinforcement Layout Diagram:

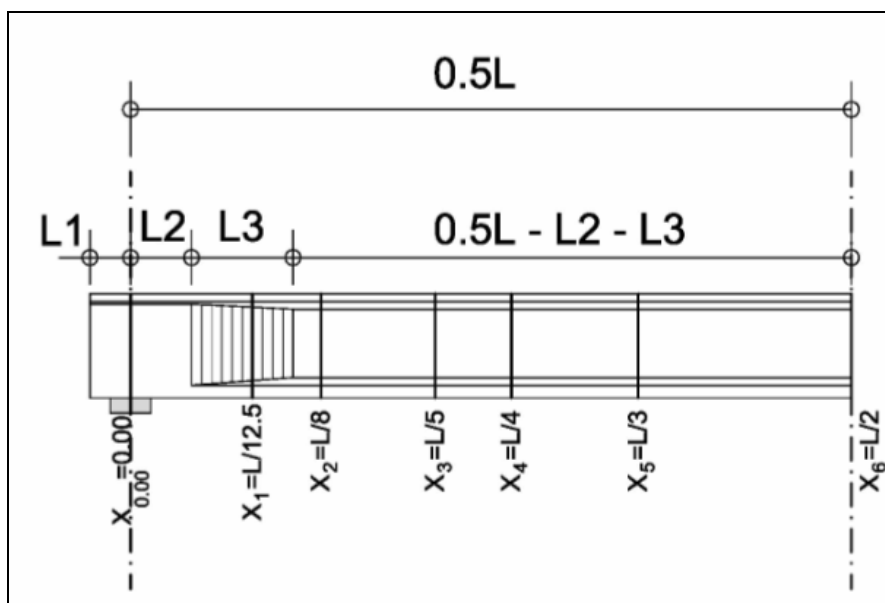
παράμετρος θέσης (m) | μέσο | άκρο | f (βέλος) | δάκρ. στήλης

καλώδιο No1	καλώδιο No2	καλώδιο No3
1,750	1,750	1,750
1,200	0,900	0,600
0,550	0,850	1,150
87	87	87

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 κινητών			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 $x_6 = 13,550$ m [L/2]

Ύψος διατομής H=	1,850 m
Μήκος L=	27,100 m

τεταγμένες καλωδίων

τεταγμ. Καλ. No 1	1,750 m
τεταγμ. Καλ. No 2	1,750 m
τεταγμ. Καλ. No 3	1,750 m

δύναμη προέντασης (απόκλιση σημειακή και χρονική)

δύναμη Καλ. No 1	1989,9 kN	t=28 ημ.
δύναμη Καλ. No 2	1982,2 kN	t=28 ημ.
δύναμη Καλ. No 3	1964,8 kN	t=28 ημ.

δύναμη προέντασης (απόκλιση σημειακή και χρονική)

δύναμη Καλ. No 1	1841,2 kN	t=120 ημ.
δύναμη Καλ. No 2	1823,6 kN	t=120 ημ.
δύναμη Καλ. No 3	1806,1 kN	t=120 ημ.

δύναμη προέντασης (απόκλιση σημειακή και χρονική)

δύναμη Καλ. No 1	1656,3 kN	t=00 ημ.
δύναμη Καλ. No 2	1638,6 kN	t=00 ημ.
δύναμη Καλ. No 3	1621,2 kN	t=00 ημ.

ίδιο βάρος δοκού

ροπή $M_{g,δοκού}$	1705,24 kNm
τέμνουσα $V_{g,δοκού}$	-13,04 kN

ίδιο βάρος γυτής πλάκας

ροπή $M_{g,γυτής}$	1545,01 kNm
τέμνουσα $V_{g,γυτής}$	-11,81 kN

προσθετα μόνιμα

ροπή $M_{μ,μνιμα}$	1053,30 kNm
τέμνουσα $V_{μ,μνιμα}$	0,00 kN

περιβάλλουσες κινητών

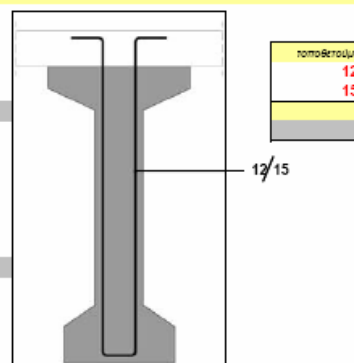
ροπή M_k	1897,00 kNm
τέμνουσα V_k	0,00 kN

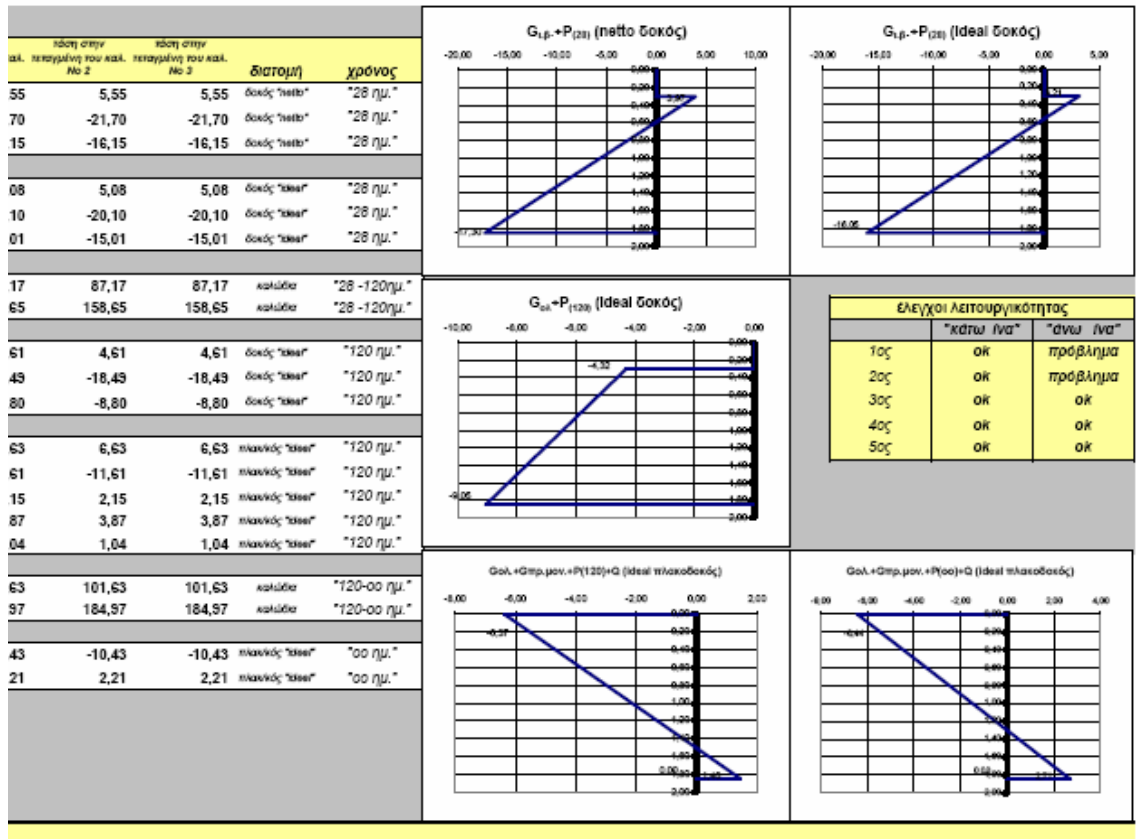
φορτίσεις	"κάτω ίνα"	"άνω ίνα"	αριθμός άξονας	τάση στην πεταγμένη του καλ. No 1	τάση στην πεταγμένη του καλ. No 2
$G_{1,β.δοκού}$	6,34	-8,20	0,81	5,55	5,51
$P_{(28)}$	-23,63	12,17	1,22	-21,70	-21,71
$G_{1,β.}+P_{(28)}$	-17,30	3,97		-16,15	-16,11
$G_{1,β.δοκού}$	5,80	-7,38	0,81	5,08	5,01
$P_{(28)}$	-21,85	10,59	1,25	-20,10	-20,11
$G_{1,β.}+P_{(28)}$	-16,05	3,21		-15,01	-15,01
απόκλιση τασών λόγω ερπυσμού, συστολής και χαλάρωσης (MPa)					
				87,17	87,11
απόκλιση προέντασης λόγω ερπυσμού, συστολής και χαλάρωσης (kN)					
				158,65	158,61
$G_{γυτής\ πλ.}$	5,25	-6,68	0,81	4,61	4,61
$P_{(120)}$	-20,10	9,74	1,25	-18,49	-18,41
$G_{αλ.}+P_{(120)}$	-9,05	-4,32		-8,80	-8,81
$G_{αλ.}$	7,22	-3,68	1,23	6,63	6,61
$P_{(120)}$	-12,31	0,64	1,76	-11,61	-11,61
$G_{επ.μον.}$	2,34	-1,19	1,23	2,15	2,11
Q	4,21	-2,15	1,23	3,87	3,81
$G_{αλ.}+G_{επ.μον.}+P_{(120)}+Q$	1,46	-6,37		1,04	1,01
απόκλιση τασών λόγω ερπυσμού, συστολής και χαλάρωσης (MPa)					
				101,61	101,61
απόκλιση προέντασης λόγω ερπυσμού, συστολής και χαλάρωσης (kN)					
				184,97	184,91
$P_{(00)}$	-11,06	0,57	1,76	-10,43	-10,41
$G_{αλ.}+G_{επ.μον.}+P_{(00)}+Q$	2,71	-6,44		2,21	2,21

$\sigma_{επ. (0)} > -13,50$
 $\sigma_{επ. (00)} > -13,50$
 $\sigma_{επ.} < 2,30$

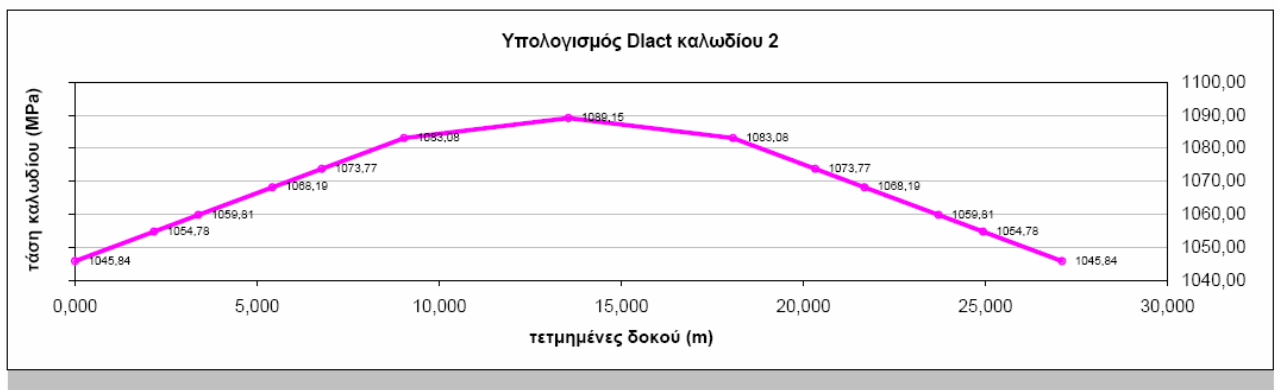
ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΣΕ ΤΕΜΝΟΥΣΙΑ [1.35G+1.50Q-1.00P]

$M_{εδ.}$	8655,29 kNm	ανατισσομένη ροπή
γωνία Καλ. No 1	0,00000 rad	
γωνία Καλ. No 2	0,00000 rad	
γωνία Καλ. No 3	0,00000 rad	
$V_{εδ.}$	-33,55 kN	ανατισσομένη τέμνουσα
d	1,750 m	στατικό ύψος
$k=1.6-d [≥1.0]$	1,000 m	
b_w	0,300 m	πλάτος κορμού
ρ	0,00758	ποσοστό ερπ. σπλισμού
$\sigma_{επ.}$	3352,70 kPa	τάση λόγω προέντασης
$v=0.70 \cdot f_{yk} / (200 \cdot \rho) > 0.6$	0,550	
$\sigma_{επ.επ.}$	3352,70 kPa	
V_{Rd1}	644,30 kN	ανταχρή σχεδιασμού σε τέμνουσα (χωρίς σπλισμό διάτμησης)
V_{Rd2}	5346,00 kN	ανταχρή σχεδιασμού σε τέμνουσα (β/β/μη σκυροδέματος κορμού)
$V_{Rd2,επ.}$	5346,00 kN	
$A_{sw}/S >$	0,00 cm^2/m	απαιτητή σπλισμού διάτμησης

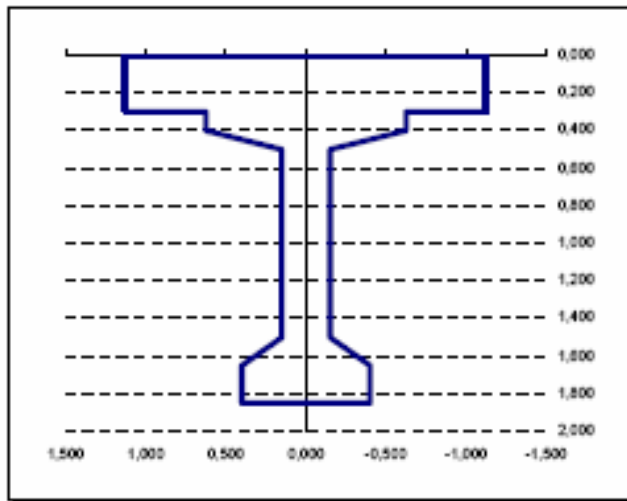




Στη συνέχεια υπολογίζεται η απαιτούμενη μήκυνση του καλωδίου για την εφαρμογή της προέντασης (αναλυτικός υπολογισμός απωλειών καλωδίωσης)



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

$\epsilon_c =$	2,125 ‰	παραμόρφωση σκυροδέματος	$\max \epsilon_c =$	3,5 ‰
$\Delta \epsilon_p =$	10,000 ‰	παραμόρφωση χάλυβα	$\max \Delta \epsilon_p =$	10,0 ‰
$\alpha =$	0,686	εξαρτάται από το ϵ_c		
$\beta =$	0,85	συντελεστής ανθεκτικότητας		
$f_{cd} =$	20.000,0 kN/m ²	θλιπτική αντοχή σχεδιασμού		
$\xi =$	0,1753			
$\chi = \xi \cdot d =$	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 ϵ_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

$z_1 = 1,200$ m
 $z_2 = 0,300$ m
 $z_3 = 0,600$ m

διαστάσεις πλάκας αγκυρωσης

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

διαστάσεις ομοιόθετης επιφάνειας

$a_1 = 800$ mm
 $a_2 = 300$ mm
 $a_3 = 750$ mm

διαμήκης δράση σχεδιασμού F_{sd}

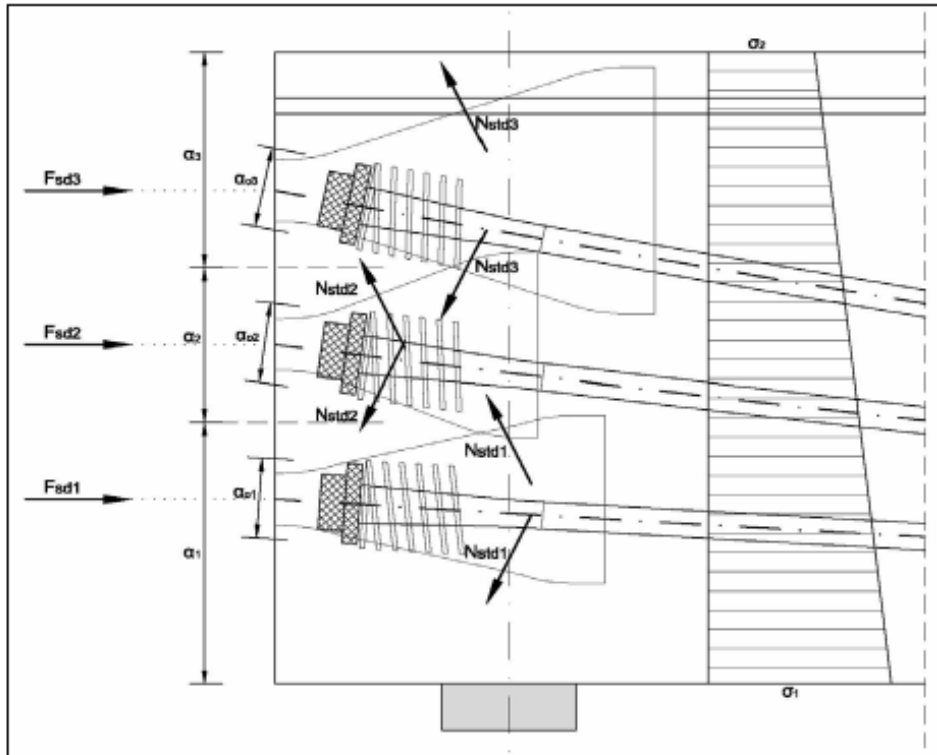
$F_{sd1} = 2.457,0$ kN
 $F_{sd2} = 2.457,0$ kN
 $F_{sd3} = 2.457,0$ kN

εγκάρσια δράση σχεδιασμού N_{sd}

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

οπλισμός περίσφιξης

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



Στη 2^η έκδοση έγινε βελτιστοποίηση σκαριφημάτων καθώς δόθηκε έμφαση στην καλύτερη κατανόηση από την πλευρά του χρήστη.