

3. 48 6, 12, 24 1. 2. 3. 4. 6 10÷15 1995- 56 IV 1998. 81-83. 29632. 1444444. 1988. 46. 2-2,5 IV // " . 30 % . (.4) . (.4) . 1988. 46. 1995- 56 . IV " // . 1998. 81-83.

624.93.21

„ . . .

Eurocode62 [1],

[264],

ó

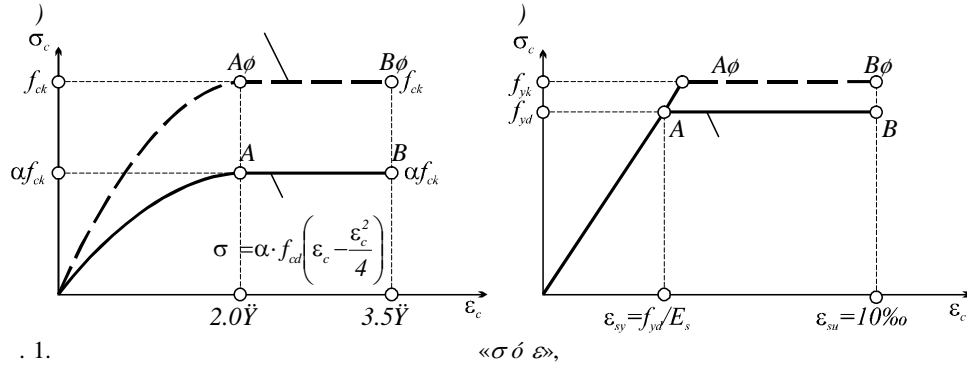
ó

) «σόε».

1. () «σόε» : $\{F\} = [R\{F\}, S] \times \{U(\{F\}, S)\} \quad (1)$
2. : $\{F\} = \{N_{Sd,z}, M_{Sd,x}, M_{Sd,y}\}$ ó
3. () ; $\{U(\{F\}, S)\} = \{\varepsilon_z, k_x, k_y\}$ ó
4. ε_s ε_{cs} $\{F\}$; $[R\{F\}, S]$ ó $\{F\}$; S «σόε» ; ε_z, k_x, k_y

() .

() . , . , . , 267.



[5, 6] () ;) () (. 1) , « » « » . (. 1) :

$$\varepsilon_{sy} = \frac{f_{yd}}{E_s} \quad (3)$$

E_s ó ; f_{yd}

[2, 3],

Eurocode62 [1],

1.

[3]

() ,

ó

ε_s

10 ‰ ;

ó

$\varepsilon_{cu} = 3.5 \ddot{Y}$.

ε

() ,

«σóε»

ó

. 1

[1]:

$$\varepsilon < 2.0 \ddot{Y} \quad \acute{o} \quad \sigma_c = \alpha \cdot f_{cd} \left(\varepsilon_c - \frac{\varepsilon_c^2}{4} \right) \quad (2)$$

$$2 \ddot{Y} < \varepsilon_c \leq 3.5 \ddot{Y} \quad \acute{o} \quad \sigma = \alpha f_{cd} \quad (2)$$

(2) (2) f_{cd} ó ; α ó

ε_{sy}

[7] (. . 1).

ε_s ,

1

	1	1	2	3
ε_s -	$\varepsilon_s = 10.0 \ddot{Y}$	$\varepsilon_s = 10.0 \ddot{Y}$	$\varepsilon_{sy} \leq \varepsilon_s < 10.0 \ddot{Y}$	$\varepsilon_s < \varepsilon_{sy}$
ε -	$\varepsilon_c < 2.0 \ddot{Y}$	$2.0 \ddot{Y} \leq \varepsilon < 2.5 \ddot{Y}$	$\varepsilon_c = 3.5 \ddot{Y}$	$\varepsilon_c = 3.5 \ddot{Y}$
	$\xi < 0.167$	$0.167 \leq \xi < 0.259$	$0.259 \leq \xi < \xi_{lim}$	$\xi \geq \xi_{lim}$

		$F_c = \omega b d \cdot \alpha f_{cd}$	$z = \xi \cdot d$	$M_{Rd} = \mu b d^2 \cdot \alpha f_{cd}$
1a		$\left[\frac{5\xi^2 \left(1 - \frac{8}{3}\xi\right)}{(1-\xi)^2} \right] b d \cdot \alpha f_{cd}$	$\left(\frac{3\xi^2 - 12\xi + 4}{4 \left(1 - \frac{8}{3}\xi\right)} \right) \cdot d$	$\left(\frac{1,25\xi^2 (3\xi^2 - 12\xi + 4)}{(1-\xi)^2} \right) b d^2 \cdot \alpha f_{cd}$
1		$\left(\frac{16\xi - 1}{15} \right) b d \cdot \alpha f_{cd}$	$\left(1 - \frac{8,55\xi^2 - 1,1\xi + 0,05}{16\xi - 1} \right) \cdot d$	$(1,14\xi - 0,57\xi^2 - 0,07) b d^2 \cdot \alpha f_{cd}$
2		$\left(\frac{17}{21} \xi \right) b d \cdot \alpha f_{cd}$	$\left(1 - \frac{99}{238} \xi \right) \cdot d$	$\left(\frac{17}{21} \xi - \frac{33}{98} \xi^2 \right) b d^2 \cdot \alpha f_{cd}$

. 1 2, 2 3, -

6 f_{yd} ξ_{lim} $\xi_{lim} = \frac{0.0035}{(0.0035 + \epsilon_{sy})}$ (5)

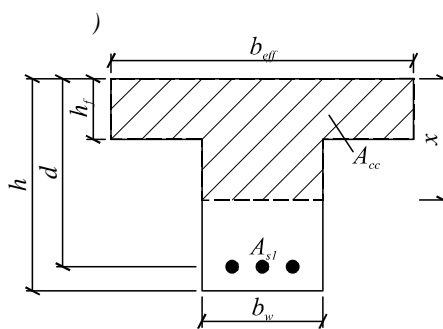
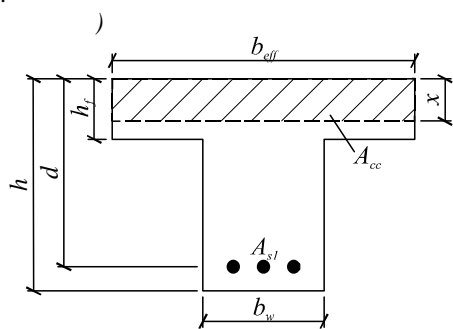
. 1, 3

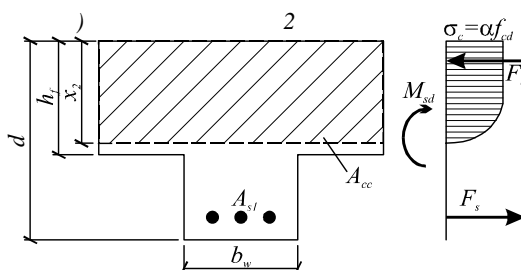
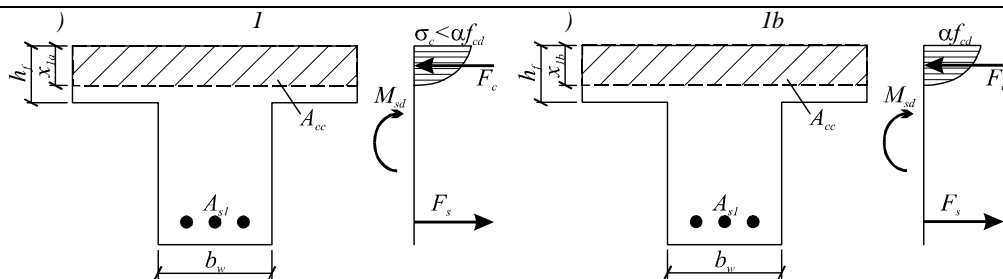
3 ξ (. . 1).

$\xi = \frac{x}{d} \leq \xi_{lim}$ (4)

d ó

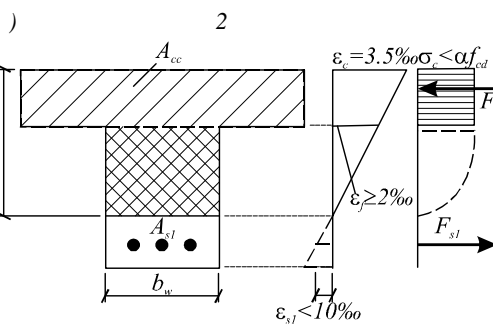
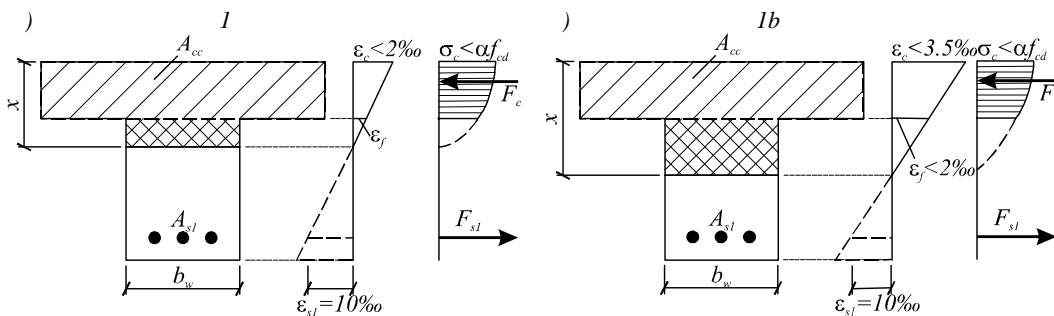
$F_c = \alpha(\xi) b d \cdot \alpha f_{cd}$ (6)





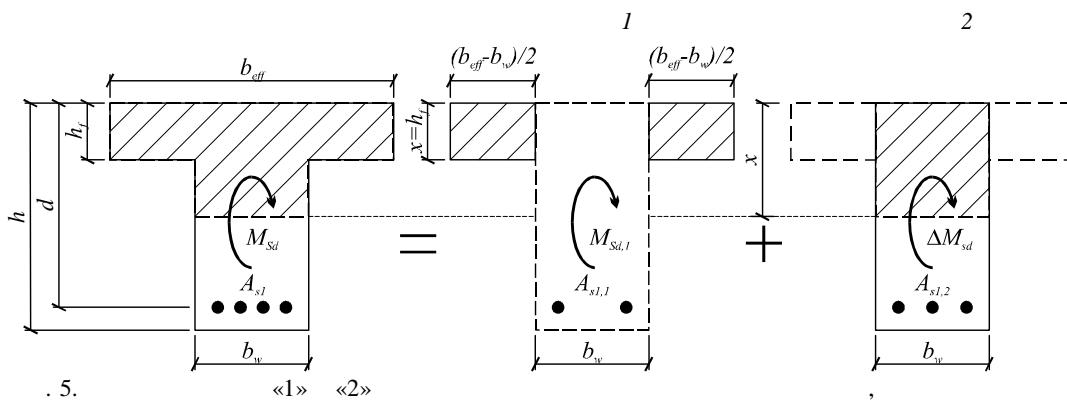
. 3.

) ;) - 6 1 ;) - 6 2.



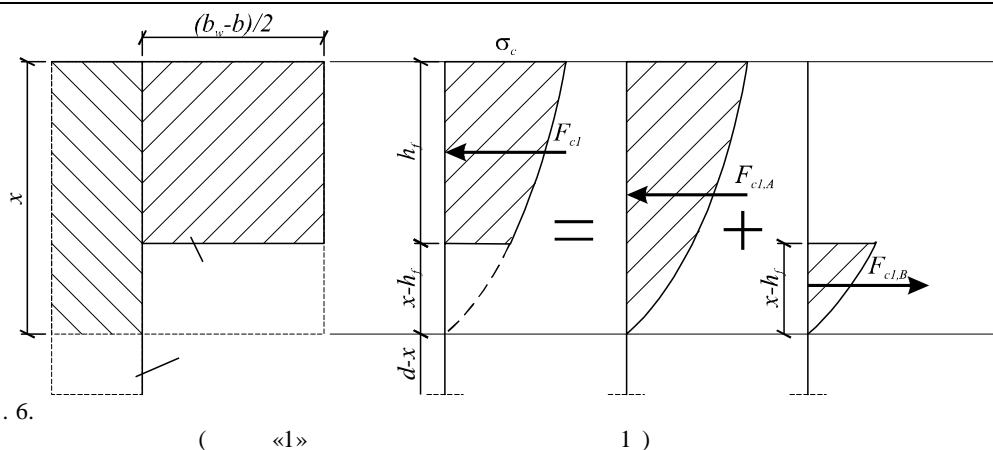
. 4.

) ;)



. 5.

«1» «2»



$$M_{Rd} = F_c z_c = \mu(\xi) b d^2 \alpha f_{cd} \quad (7)$$

$$z_c = \varphi(\xi) d$$

$$M_{Rdb} = F_c z_c \varepsilon_f \quad (8)$$

ξ

[9, 9].

2.

$$\beta = h_f/d,$$

h_f

$$x \leq h_f \quad \xi \leq \beta \quad (8)$$

$$x > h_f \quad \xi > \beta \quad (8)$$

h_f

$$0 < \xi \leq 0.259 \quad (9)$$

$$\frac{x - h_f}{\varepsilon_f} = \frac{d - x}{10.0} \rightarrow \varepsilon_f = 10.0 \frac{x - h_f}{d - x} \quad [\ddot{Y}] \quad (9)$$

$$\xi > 0.259 \quad (9)$$

$$\frac{x - h_f}{\varepsilon_f} = \frac{x}{3.5} \rightarrow \varepsilon_f = 3.5 \frac{x - h_f}{x} \quad [\ddot{Y}] \quad (9)$$

4)

$\varepsilon_f < 2.0 \ddot{Y}$

$$0 < \xi \leq 0.259 \quad (10)$$

$$\xi < \frac{1}{6} + \frac{5}{6} \beta \quad (10)$$

$$\xi > 0.259 \quad (10)$$

$$\xi < \frac{7}{3} \beta \quad (10)$$

«1»

1, 1 2.

ξ

β

1.

. 6,

$$b = b_{eff}$$

h_f

h_f

$F_{cl,A}$

$z_{cl,A}$

«2» (. 5).

«1»

F_{cl}

«1»

z_{cl}

«2»

b_w

$$F_{cl} = F_{cl,A} \text{ ó } F_{cl} \quad (11)$$

$$M_{Rd,l} = F_{cl,A} z_{cl,A} \text{ ó } F_{cl} z_{cl} \quad (12)$$

$F_{cl,A}$

«1» (. 5)

. 5

(. 4),

(. 4)

. 2).

$$b = b_{eff} \text{ ó } b_w \quad (6)$$

(. 4).

(. 6)

-	ξ	ω_T						
		ω_T				$\beta = h_f / d$		
		$\beta = 0,08$	$\beta = 0,10$	$\beta = 0,12$	$\beta = 0,14$	$\beta = 0,16$	$\beta = 0,18$	$\beta = 0,20$
1a	0,08	ó	ó	ó	ó	ó	ó	ó
	0,09	0,037	ó	ó	ó	ó	ó	ó
	0,10	0,043	ó	ó	ó	ó	ó	ó
	0,11	0,049	0,054	ó	ó	ó	ó	ó
	0,12	0,055	0,061	ó	ó	ó	ó	ó
	0,13	0,060	0,068	0,073	ó	ó	ó	ó
	0,14	0,065	0,074	0,081	ó	ó	ó	ó
	0,15	0,068	0,080	0,088	0,093	ó	ó	ó
	0,16	0,072	0,085	0,095	0,102	ó	ó	ó
1b	0,167	0,073	0,088	0,099	0,107	0,111	ó	ó
	0,17	0,075	0,090	0,101	0,110	0,115	ó	ó
	0,18	0,076	0,093	0,106	0,116	0,123	ó	ó
	0,19	0,078	0,095	0,110	0,122	0,131	0,136	ó
	0,20	0,079	0,098	0,114	0,127	0,138	0,145	ó
	0,21	0,079	0,098	0,116	0,131	0,143	0,152	0,157
	0,22	0,080	0,099	0,118	0,134	0,148	0,159	0,166
	0,23	0,080	0,100	0,119	0,137	0,152	0,165	0,174
	0,24	0,080	0,100	0,119	0,138	0,154	0,168	0,179
2	0,25	ó	0,100	0,120	0,139	0,157	0,172	0,185
	0,26	ó	ó	0,120	0,139	0,158	0,175	0,189
	0,27	ó	ó	0,120	0,140	0,159	0,177	0,192
	0,28	ó	ó	0,120	0,140	0,160	0,178	0,194
	0,29	ó	ó	ó	0,140	0,160	0,178	0,195
	0,30	ó	ó	ó	0,140	0,160	0,179	0,196
	0,31	ó	ó	ó	0,140	0,160	0,179	0,197
	0,32	ó	ó	ó	0,140	0,160	0,179	0,197
	0,33	ó	ó	ó	0,140	0,160	0,179	0,198
	0,34	ó	ó	ó	ó	0,160	0,179	0,198
	0,35	ó	ó	ó	ó	0,160	0,180	0,199
	0,36	ó	ó	ó	ó	0,160	0,180	0,199
	0,37	ó	ó	ó	ó	0,160	0,180	0,200
	0,38	ó	ó	ó	ó	0,160	0,180	0,200
	0,39	ó	ó	ó	ó	ó	0,180	0,200
	0,40	ó	ó	ó	ó	ó	0,180	0,200
	0,41	ó	ó	ó	ó	ó	0,180	0,200
	0,42	ó	ó	ó	ó	ó	0,180	0,200
	0,43	ó	ó	ó	ó	ó	ó	0,200
0,44	ó	ó	ó	ó	ó	ó	0,200	
0,45	ó	ó	ó	ó	ó	ó	0,200	
0,46	ó	ó	ó	ó	ó	ó	0,200	
0,47	ó	ó	ó	ó	ó	ó	0,200	

(2),

$$F_{cl} = (b_{eff} - b_w) \alpha \cdot f_{cd} \left[\int_0^x \left(\varepsilon_{cy} - \frac{\varepsilon_{cy}}{4} \right) dy - \int_0^{x-h_f} \left(\varepsilon_{cy} - \frac{\varepsilon_{cy}}{4} \right) dy \right] \quad (13)$$

$\varepsilon \quad \acute{o}$

1, 1 2.

	ξ	μ_T						
		μ_T				$\beta = h_f / d$		
		$\beta = 0,08$	$\beta = 0,10$	$\beta = 0,12$	$\beta = 0,14$	$\beta = 0,16$	$\beta = 0,18$	$\beta = 0,20$
1a	0,08	ó	ó	ó	ó	ó	ó	ó
	0,09	0,036	ó	ó	ó	ó	ó	ó
	0,10	0,042	ó	ó	ó	ó	ó	ó
	0,11	0,048	0,052	ó	ó	ó	ó	ó
	0,12	0,053	0,059	ó	ó	ó	ó	ó
	0,13	0,058	0,066	0,070	ó	ó	ó	ó
	0,14	0,062	0,071	0,077	ó	ó	ó	ó
	0,15	0,066	0,076	0,084	0,088	ó	ó	ó
	0,16	0,069	0,081	0,090	0,096	ó	ó	ó
	0,167	0,071	0,084	0,094	0,101	ó	ó	ó
1b	0,17	0,072	0,085	0,095	0,103	0,107	ó	ó
	0,18	0,074	0,089	0,100	0,109	0,115	ó	ó
	0,19	0,075	0,091	0,104	0,114	0,122	0,126	ó
	0,20	0,076	0,092	0,107	0,118	0,127	0,133	ó
	0,21	0,076	0,093	0,109	0,122	0,132	0,140	0,144
	0,22	0,077	0,094	0,111	0,125	0,137	0,145	0,151
	0,23	0,077	0,095	0,112	0,127	0,140	0,150	0,158
	0,24	0,077	0,095	0,113	0,129	0,143	0,155	0,163
	0,25	ó	0,095	0,113	0,129	0,144	0,157	0,167
2	0,26	ó	ó	0,113	0,130	0,146	0,159	0,171
	0,27	ó	ó	0,113	0,130	0,146	0,161	0,173
	0,28	ó	ó	0,113	0,130	0,147	0,162	0,174
	0,29	ó	ó	ó	0,130	0,147	0,162	0,175
	0,30	ó	ó	ó	0,130	0,147	0,163	0,176
	0,31	ó	ó	ó	0,130	0,147	0,163	0,177
	0,32	ó	ó	ó	0,130	0,147	0,163	0,178
	0,33	ó	ó	ó	0,130	0,147	0,163	0,178
	0,34	ó	ó	ó	ó	0,147	0,163	0,178
	0,35	ó	ó	ó	ó	0,147	0,163	0,179
	0,36	ó	ó	ó	ó	0,147	0,163	0,179
	0,37	ó	ó	ó	ó	0,147	0,163	0,179
	0,38	ó	ó	ó	ó	0,147	0,163	0,180
	0,39	ó	ó	ó	ó	ó	0,163	0,180
	0,40	ó	ó	ó	ó	ó	0,163	0,180
	0,41	ó	ó	ó	ó	ó	0,163	0,180
	0,42	ó	ó	ó	ó	ó	0,163	0,180
	0,43	ó	ó	ó	ó	ó	ó	0,180
	0,44	ó	ó	ó	ó	ó	ó	0,180
	0,45	ó	ó	ó	ó	ó	ó	0,180
0,46	ó	ó	ó	ó	ó	ó	0,180	
0,47	ó	ó	ó	ó	ó	ó	0,180	

«1» (. 5)

$$F_{c1} = \omega d(b_{eff} - b_w) \alpha f_{cd} \quad (13)$$

$$F_{c1} = \left\{ \left[\frac{5\xi^2 \left(1 - \frac{8}{3}\xi \right)}{(1-\xi)^2} \right] - \left[\frac{5(\xi - \beta)^2}{1-\xi} - \frac{25(\xi - \beta)^3}{3(1-\xi)^2} \right] \right\} d(b_{eff} - b_w) \alpha f_{cd} \quad (14)$$

$\xi \beta$

1 ($\xi \leq 0.167$) :

(0.167 < ξ ≤ 0.259)

$$F_{c1} = \left\{ \left[\frac{16\xi - 1}{15} \right] - \left[\frac{5(\xi - \beta)^2}{1 - \xi} - \frac{25(\xi - \beta)^3}{3(1 - \xi)^2} \right] \right\} d(b_{eff} - b_w) \alpha f_{cd} \quad (16)$$

$$F_{c1} = \left\{ \frac{17}{21} \xi - 3,5 \left[\frac{(\xi - \beta)^2}{2\xi} - \frac{3,5(\xi - \beta)^3}{12\xi^2} \right] \right\} d(b_{eff} - b_w) \alpha f_{cd} \quad (17)$$

«1»

(), z_{c1}, ().

(12)

$$M_{Rd,1} = \mu d^2 (b_{eff} \acute{o} b_w) \alpha f_{cd} \quad (18)$$

μ ó μ 1, 1 2. 1 μ

$$\mu_T = 1,25 \xi^2 \frac{3\xi^2 - 12\xi + 4}{(1 - \xi)^2} - 5 \frac{(\xi - \beta)^2}{(1 - \xi)^2} \left[(1 - \xi)^2 - (1 - \xi)(\xi - \beta) - \frac{5}{4}(\xi - \beta)^2 \right] \quad (19)$$

$$\mu_T = \left[-0,57 \xi^2 + 1,14 \xi - 0,07 \right] - 5 \frac{(\xi - \beta)^2}{(1 - \xi)^2} \left[(1 - \xi)^2 - (1 - \xi)(\xi - \beta) - \frac{5}{4}(\xi - \beta)^2 \right] \quad (20)$$

μ 2.

«1» «2». «2» (. 6)

(b_w), (7).

(18)

$$M_{Rd} = [\mu_T (b_{eff} \acute{o} b_w) + \mu b_w] d^2 \cdot \alpha f_{cd} \quad (21)$$

A_{s1}.

$$F_c \acute{o} F_{s1} = 0$$

F_{s1} ó

(14) (6),

1, 1 2

F_{s1}

$$F_{s1} = A_{s1} f_{yd},$$

$$\omega(\xi) + \omega_T(\xi, \beta) \left(\frac{b_{eff}}{b_w} - 1 \right) - \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b_w \cdot d \cdot \alpha \cdot f_{cd}} = 0 \rightarrow \xi \quad (22)$$

ω (. 3) μ (. 4).

4

ξ ≤ β,

ω

μ

b_{eff} × h.

(9) (),

ε_f

ε_f ≥ 2.0 Ȳ

ω μ , 3 4 μ ,

ω μ ,

F_{c1},

«1» (. 5)

$$F_{c1} = \beta (b_{eff} \acute{o} b_w) d \cdot \alpha f_{cd} \quad (23)$$

$$M_{Rd} = [\mu b_w + \beta (1 \acute{o} 0.5\beta) (b_{eff} \acute{o} b_w)] d^2 \cdot \alpha f_{cd} \quad (24)$$

ω (. 3)

ω = β, μ (. 4)

$$\mu = \beta (1 \acute{o} 0.5\beta)$$

1. ENV 1992ó161:1992. Eurocode 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Cz 1. Reguł ogólne i reguł dla budynków. Wyd. ITB, Warszawa, 1992.
2. PNóB03264:1999. Konstrukcje betonowe, elbetowe i spr one. Obliczenia statyczne i projektowanie. Maszynopis, Warszawa, stycze , 1999.
3. 5.03.01698.
4. DIN 1045ó1. Deutsche Norm. Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Teil 1: Bemessung und Konstruktion. (Entwurf). Berlin. 1997.
5. Proceedings of International Conference on: Engineering Problems of Modern Concrete and Reinforced Concrete. Mi sk, Biaóru , listopad, 1997.
6. Wydania Konferencji Naukowo-Technicznej: ŹPodstawy projektowania konstrukcji z betonu w uj ciu normy PNóB03264:1998 ó w wietle Eurocodu 2ó. Puławy, 1998.
7. / apko A.: Mechanics and design of reinforced concrete members in the light of Eurocode 2. Wydawnictwo Universidade da Beira Interior. Covilha. 1996.
8. / apko A.: Algorytmy projektowania elbetowych przekrojów zginanych w zaó rni paraboliczno-prostok tnego wykresu óóe dla betonu. In ynieria i Budownictwo. Z. Nr 3, 1998.
9. Kordina K.: Bemessungshilfsmittel zu Eurocode 2. Teil 1 (DIN ENV 1992). Heft 425 Deutcher Ausschuss fur Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, Berlin 1992