Warunek równowagi sił ma postać opisaną równaniem

$$n_{Ed}=\left(1+\frac{a}{d}\right)\left[1-\alpha_{ns}\left(\varepsilon_{c2}-\varepsilon_{b}\right)^{n}\right]+\rho_2\frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$
$$+\rho_1\frac{f_{yd}}{f_{cd}}\frac{1}{\varepsilon_{pl}}\left[\varepsilon_b+\frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{c2}}\left(\varepsilon_{c2}-\varepsilon_b\right)\frac{\frac{a}{d}}{1+\frac{a}{d}}\right]. \tag{4.12}$$

Warunek równowagi momentów jest następujący:

$$m_{Ed}=m_c-\frac{a}{d}n_c+\rho_2\frac{f_{yd}}{f_{cd}}\left(1-\frac{a}{d}\right)-\frac{1}{2}n_{Ed}\left(1-\frac{a}{d}\right). \tag{4.13}$$

Występujące w tym wzorze oznaczenia są już znane:

$$n_c=\left(1+\frac{a}{d}\right)\left[1-\alpha_{ns}t^n\right],\quad m_c=\frac{1}{2}\left(1+\frac{a}{d}\right)^2\left[1-\alpha_{ms}t^n\right], \tag{4.14}$$

$$\alpha_{ns}=\frac{1}{n+1}\frac{1}{\varepsilon_{cu2}\varepsilon_{c2}^{n-1}},\quad \alpha_{ms}=\frac{2}{(n+1)(n+2))}\frac{1}{\varepsilon_{cu}^{2}}\frac{1}{\varepsilon_{cu2}^{n-2}}. \tag{4.15}$$

f) Przekrój jest całkowicie ściskany i obie stale są niewykorzystane

Siły w zbrojeniach są wtedy opisane następującymi zależnościami:

$$n_{s1}=\frac{f_{yd}}{f_{cd}}\rho_1\frac{1}{\varepsilon_{pl}}\left(\alpha_1 t+\varepsilon_{c2}\right),\quad \alpha_1=\frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{c2}}\frac{\frac{a}{d}}{1+\frac{a}{d}}-1, \tag{4.16}$$

$$n_{s2}=\frac{f_{yd}}{f_{cd}}\rho_2\frac{1}{\varepsilon_{pl}}\left(\alpha_2 t+\varepsilon_{c2}\right),\quad \alpha_2=\frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{c2}}\frac{1}{1+\frac{a}{d}}-1. \tag{4.17}$$

Warunek równowagi sił ma więc postać

$$n_{Ed}=\left(1+\frac{a}{d}\right)\left[1-\alpha_n t^n\right]+n_{s1}+n_{s2}, \tag{4.18}$$

a warunek równowagi momentów

$$m_{Ed}=m_c-\frac{a}{d}n_c+\rho_2\frac{f_{yd}}{f_{cd}}\frac{1}{\varepsilon_{pl}}\rho_2\left(\alpha_2 t+\varepsilon_{c2}\right)\left(1-\frac{a}{d}\right)-\frac{1}{2}n_{Ed}\left(1-\frac{a}{d}\right). \tag{4.19}$$

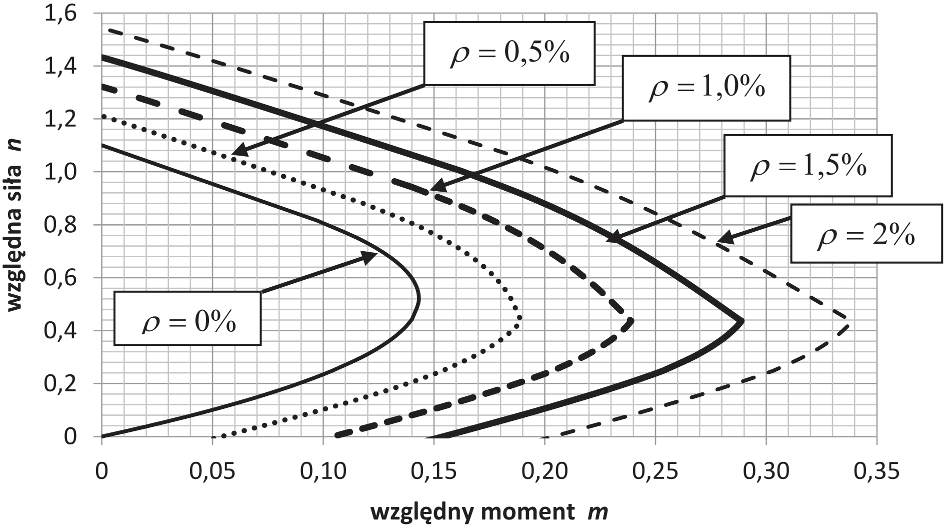
g) Przekrój jest całkowicie ściskany i obie stale są wykorzystane

Warunek równowagi sił ma postać

$$n_{Ed} = \left(1 + \frac{a}{d}\right)\left[1 - \alpha_n t^n\right] + \frac{f_{yd}}{f_{cd}}\left(\rho_1 + \rho_2\right). \tag{4.20}$$

Warunek równowagi momentów może określać wzór (4.11).

Podane powyżej równania pozwalają sporządzić wykresy krzywych granicznych przy dowolnych klasach betonu, stopniu zbrojenia i stosunku a/d.



Rys. 4.1. Wykresy krzywych granicznych (interakcji) dla betonu klasy C55/67, $a/d = 0{,}1$ i pięciu różnych stopni zbrojenia

Na rysunkach 4.1–4.3 pokazano przykładowe wykresy krzywych granicznych dla różnych stopni zbrojenia, klas betonu i stosunku a/d. W każdym przypadku założono symetryczne zbrojenie $\rho_1 = \rho_2 = \rho$. W sposób oczywisty obszar objęty krzywą graniczną wzrasta ze wzrostem stopnia zbrojenia. Przy ocenie wpływu klasy betonu (rys. 4.2) warto zwrócić uwagę na dwa zjawiska. Pierwszym jest fakt, że ze wzrostem klasy betonu maleje obszar wyznaczony przez tą krzywą. Łatwo to wyjaśnić, gdyż wykresy wykonane są we współrzędnych bezwymiarowych. Przejście na wartości N_{Ed} i M_{Ed} powodowałoby zmiany tych relacji w stosunku odpowiadającym stosunkowi wytrzymałości odpowiednich klas betonu (i proporcji wytrzymałości stali do wytrzymałości betonu). Drugą sprawą jest zmiana wartości n_{bal}. Siła ta odpowiada takiej wartości, przy której wartość momentu osiąga maksymalną wartość. Widać wyraźnie, że maleje ona ze wzrostem klasy betonu. Dla betonów klasy nie wyższej niż C50/60 wynosi ona 0,5, by stopniowo maleć do około 0,36.