Postępując analogicznie, można wyznaczyć wartość momentu wywołanego tą siłą i obliczonego względem osi obojętnej:

$$m_c = \frac{1}{2}\xi^2\left[1-\frac{2}{(n+1)(n+2)}\left(\frac{\varepsilon_{c2}}{\varepsilon_{cu2}}\right)^2\right] = \xi^2\alpha_m\,. \tag{3.4}$$

Wartości współczynników α_n i α_m zależą od klasy betonu i są zestawione w tabeli 3.1.

Tabela 3.1. Zestawienie wartości współczynników α_n i α_m dla różnych klas betonu

Klasa betonu	≤ C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
ε_{c2}	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
ε_{cu2}	3,5	3,1	2,9	2,7	2,6	2,6
n	2,0	1,75	1,60	1,45	1,40	1,40
α_n	0,8095	0,7419	0,6950	0,6372	0,5994	0,5833
α_m	0,4728	0,4512	0,4328	0,4065	0,3867	0,3775

Ogólna postać równań równowagi w przekroju jest następująca:

- warunek równowagi sił

$$N_{Ed} = f_{cd}bd\xi\alpha_n + \sigma_{s2}\rho bd - \sigma_{s1}\rho bd \tag{3.5}$$

lub w postaci bezwymiarowej

$$n_{Ed} = \xi\alpha_n + \frac{\sigma_{s2}}{f_{cd}}\rho - \frac{\sigma_{s1}}{f_{cd}}\rho\,; \tag{3.6}$$

- warunek równowagi momentów względem środka ciężkości zbrojenia rozciąganego

$$M_{Ed} + N_{Ed}\left(\frac{h}{2}-a\right) = f_{cd}bd\xi\alpha_n\left(d-x+\xi d\frac{\alpha_m}{\alpha_n}\right) + \sigma_{s2}\rho bd(d-a) \tag{3.7}$$

lub w postaci bezwymiarowej

$$m_{Ed} + \frac{1}{2}n_{Ed}\left(1-\frac{a}{d}\right) = (1-\xi)\xi\alpha_n + \xi^2\alpha_m + \frac{\sigma_{s2}}{f_{cd}}\rho\left(1-\frac{a}{d}\right); \tag{3.8}$$

• warunek równowagi momentów względem środka ciężkości zbrojenia ściskanego

$$M_{Ed} - N_{Ed}\left(\frac{h}{2} - a\right) = \sigma_{s1}\rho bd\left(d - a\right) - f_{cd}bd\xi\alpha_n\left(x - \xi\frac{\alpha_m}{\alpha_n}d - a\right) \tag{3.9}$$

lub w postaci bezwymiarowej

$$m_{Ed} - \frac{1}{2}n_{Ed}\left(1 - \frac{a}{d}\right) = \frac{\sigma_{s1}}{f_{cd}}\rho_2\left(1 - \frac{a}{d}\right) - \xi\alpha_n\left(\xi - \frac{a}{d}\right) + \xi^2\alpha_m\,. \tag{3.10}$$

Ponieważ szczegółowa postać wartości sił w zbrojeniu zależy od stopnia jego wykorzystania, należy rozpatrzyć następujące przypadki:

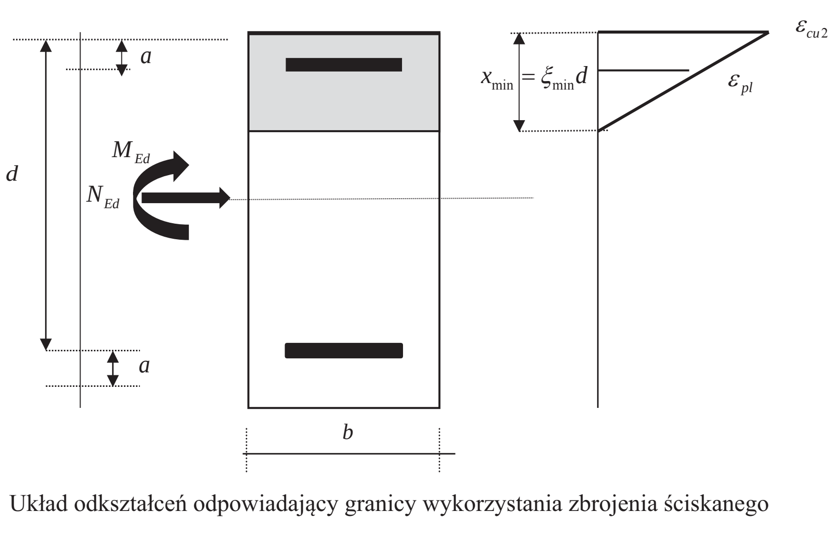
a) wykorzystane jest tylko zbrojenie w strefie rozciąganej,
b) wykorzystane są oba zbrojenia,
c) wykorzystane jest tylko zbrojenie w strefie ściskanej.

Na rysunkach 3.1 i 3.2 pokazane są graniczne układy odkształceń w przekroju, które określają wykorzystanie stali. Korzystając z prawa płaskich przekrojów, można wyznaczyć $\xi_{\min}$ odpowiadające dolnej granicy pełnego wykorzystania stali ściskanej oraz $\xi_{\lim}$ odpowiadające górnej granicy takiegoż wykorzystania stali rozciąganej. W odniesieniu do zbrojenia ściskanego otrzymuje się

$$\xi_{\min} = \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2} - \varepsilon_{pl}}\frac{a}{d}\,. \tag{3.11}$$

W przypadku zbrojenia rozciąganego otrzymuje się

$$\xi_{\lim} = \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2} + \varepsilon_{pl}}\,. \tag{3.12}$$



Rys. 3.1. Układ odkształceń odpowiadający granicy wykorzystania zbrojenia ściskanego