

ROCODES



Zmiany w Eurokodzie 2: Co Musisz Wiedzieć?

I. Materiały





SERIA



CZĘŚĆ

Wprowadzenie

Ten materiał to skrót informacji z serii tworzonej przez StruSoft Polska. W tej części skupiam się na zmianach w **materiałach** i porównuję w tym kontekście Eurokod 2 w wersji **PN-EN 1992-1-1:2008** z **PN-EN 1992-1-1:2024-05**. Dla uproszczenia przyjęto oznaczenia odpowiednio Eurokod 2 **[G1]** i **[G2]** od generacji 1 i generacji 2.

Część materiałów graficznych użyta na licencji CC BY 4.0 (© European Union, 2021).

Część grafik wygenerowana przez AI.

Uwaga - część informacji oraz autorskich tłumaczeń może ulec zmianie po wydaniu **polskiego załącznika krajowego** do normy.

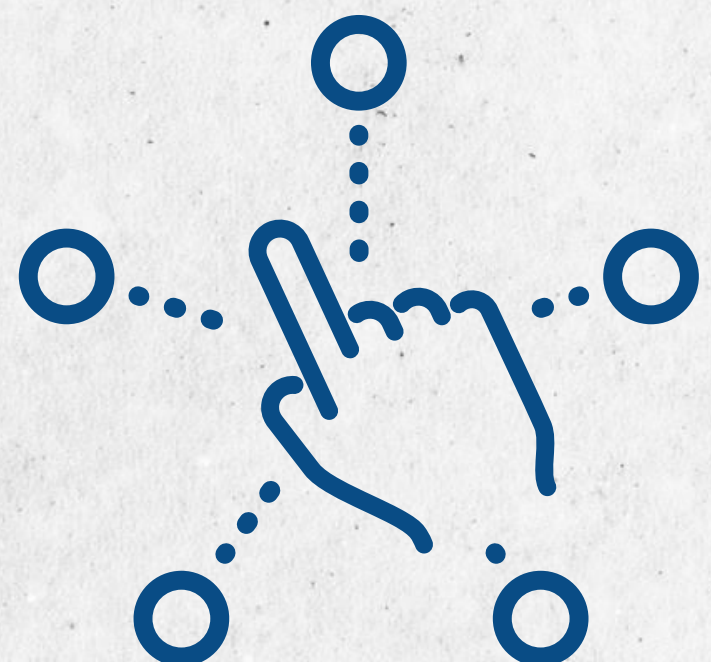
TWÓRCY

STRONA



Wybrane zmiany w materiałach:

- Rozszerzenie klas betonu
- Rozszerzenie klas stali zbrojeniowej
- Rozszerzenie klas stali sprężającej
- Określanie wytrzymałości betonu
- Moduł sprężystości betonu
- Częściowe współczynniki bezpieczeństwa
- Podsumowanie zmian w tabelach
- Porównanie generacji Eurokodu z oznaczeniem zmian



Klasa betonu

od C12/15 do **C100/115**
(wcześniej do C90/105)

[G2] Tab. 5.1 i [PN-EN 206+A2:2021-08] Tab.12

[G1] Tab. 3.1

Klasa stali zbrojeniowej

od B400 do **B700**
(wcześniej do B600)

[G2] Tab. 5.4

[G1] 3.2.2 (3)



Klasa stali sprężającej

zawarto w głównej części Eurokodu
sploty do **Y2060**
pręty do **Y1230**
(wcześniej odwołanie do EN 10138)

[G2] Tab. 5.6

[G1] 3.3.2 (1)

Ograniczenie średnicy zbrojenia

zakres stosowania normy ograniczono do:

- prętów żebrowanych $\varnothing \leq 50\text{mm}$
- prętów nagniatanych $\varnothing \leq 14\text{mm}$

[G2] 5.2.1(2)

Zmiany we właściwościach betonu:

- Wytrzymałość betonu określana typowo dla wieku betonu t_{ref} wynoszącego **28 dni** ale może być też określana dla **28-91 dni** [G2] 5.1.3 (2)

Wzrost wytrzymałości betonu między 28 a 91 dniem wynosi wg badań od 0 **do nawet 40%** w zależności od typu cementu.



MNIEJSZE
ZUŻYCIE



NIŻSZE
TEMPERATURY



DŁUŻSZA
PIELĘGNACJA



DŁUŻSZE UŻYCIE
SZALUNKÓW

Zmiany we właściwościach betonu:

- Zmiana formuły f_{ctm} dla $f_{ck} > 50\text{MPa}$

$$f_{ctm} = 2,12 \ln(1 + 0,1 f_{cm})$$

[G1] Tab. 3.1

$$f_{ctm} = 1,1 f_{ck}^{1/3}$$

[G2] Tab. 5.1

- Usunięcie **modułów sprężystości** E_{cm} z tabeli z klasami betonu [G1] Tab. 3.1

- Oszacowanie **modułów sprężystości** E_{cm} :

$$E_{cm} = k_E \cdot f_{cm}^{1/3} \quad [\text{G2}] 5.1.4 (2)$$

dla kruszyw kwarcytowych $k_E=9500$

dla innych kruszyw $k_E=5000-13000$

(w stosunku do kwarcytowego to **-47%** i **+37%**

w [G1] -30% dla piaskowych i +20% dla bazaltowych)

Jeśli konstrukcja może być wrażliwa na odchylenia od wartości szacowanych (powyżej), wartości modułu sprężystości betonu powinny być specyfikowane i/lub wyznaczone na podstawie badań. [G2] 5.1.4 (1)

PODSUMOWANIE W TABELI >

Zmiany we właściwościach betonu:

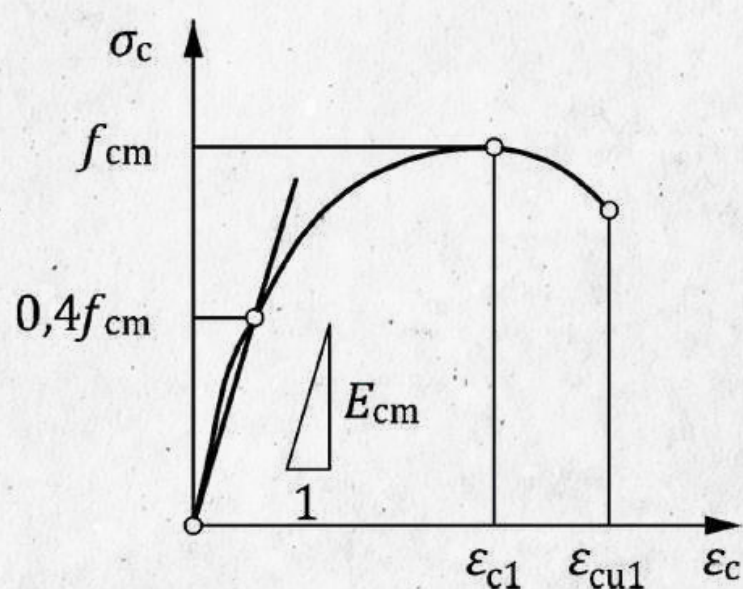
- Usunięcie **odkształceń i odkształceń granicznych** ε_c , ε_{cu} z tabeli z klasami betonu

[G1] Tab. 3.1

- ε_{c1} i ε_{cu1} wg formuł:

$$\varepsilon_{c1} [\text{‰}] = 0,7 f_{cm}^{1/3} \leq 2,8 \text{‰} \quad [\text{G2}] (5.9)$$

$$\varepsilon_c < \varepsilon_{cu1} [\text{‰}] = 2,8 + 14 \left(1 - \frac{f_{cm}}{108} \right)^4 \leq 3,5 \text{‰} \quad [\text{G2}] (5.10)$$



[G2] Rys. 5.1

- ε_{c2} i ε_{cu} uproszczony model (**parabola-prostokąt**)
uwzględniony przy wymiarowaniu [G2] 8.1.2 (1)

ujednolicono dla wszystkich klas betonu!

$$\varepsilon_{c2} = 2,0 \text{‰}$$

$$\varepsilon_{cu} = 3,5 \text{‰}$$

PODSUMOWANIE W TABELI >

Podsumowanie zmian

Beton - wytrzymałość, moduł sprężystości i odkształcenia graniczne

Opracowanie własne na podstawie [G1] Tab. 3.1, [G2] Tab. 5.1; 5.1.4 (2); (5.9); (5.10); 8.1.2 (1)

Klasa wytrzymałości betonu															
f	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	C100/115
f _{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100
f _{cm} (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	108
f _{ctm} (MPa)	1.6	1.9	2.2	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.2	4.3 - 0.1	4.5 - 0.1	4.7 - 0.1	4.9 - 0.1	5.1
f _{ctk;0.05} (MPa)	1.1	1.3	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	2.9	2.9 - 0.1	3.0 - 0.1	3.2	3.3 - 0.1	3.5	3.6
f _{ctk;0.95} (MPa)	2.0	2.5	2.9	3.3	3.8	4.2	4.6	4.9	5.3	5.4 - 0.1	5.6 - 0.1	5.9 - 0.1	6.2 - 0.1	6.4 - 0.2	6.6
E _{cm} (GPa)	26 -1	27 -2	29 -1	30 -1	32	33 -1	35	36	37	38	39	41	42	44	45
ε _{c1} (‰)	1.90 + 0.10	2.00 + 0.10	2.15 + 0.15	2.25 + 0.15	2.35 + 0.15	2.45 + 0.20	2.55 + 0.25	2.65 + 0.25	2.70 + 0.25	2.80 + 0.30	2.80 + 0.20	2.80 + 0.10	2.80	2.80	2.80
ε _{cu1} (‰)	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.45 - 0.05	3.20	3.05 + 0.05	2.90 + 0.10	2.80	2.80	2.80
ε _{c2} (‰)	2.00									2.00 - 0.20	2.00 - 0.30	2.00 - 0.40	2.00 - 0.50	2.00 - 0.60	2.00
ε _{cu} (‰)	3.50									3.50 + 0.40	3.50 + 0.60	3.50 + 0.80	3.50 + 0.90	3.50 + 0.90	3.50
n	2.00									2.00 + 0.25	2.00 + 0.40	2.00 + 0.55	2.00 + 0.60	2.00 + 0.60	2.00

wartości zaokrąglono zgodnie z [G1]

zmianę pomiędzy [G1] i [G2] oznaczono w narożu oraz kolorystycznie

Obliczeniowa wytrzymałość na ściskanie

$$f_{cd} = \eta_{cc} \cdot k_{tc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_C} \quad [\text{G2}] \text{ 5.1.6 (1)}$$

η_{cc} - współczynnik uwzględniający różnicę między niezakłóconą wytrzymałością próbki walcowej a efektywną wytrzymałością w elemencie konstrukcyjnym (tzw. współczynnik kruchości)

$$\eta_{cc} = \left(\frac{f_{ck,ref}}{f_{ck}} \right)^{1/3} \leq 1,0 \quad f_{ck,ref} = 40 \text{ MPa}$$

k_{tc} - współczynnik uwzględniający wpływ długotrwałych obciążeń i czasu działania obciążenia,

$k_{tc} = 1,0$ jeżeli obciążenie obliczeniowe jest przyłożone 3 miesiące po betonowaniu i czas odniesienia wynosi 28 dni dla cementów CR i CN i 56 dni dla CS

$k_{tc} = 0,85$ w innym przypadku

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_C} \quad [\text{G1}] \text{ 3.1.6 (1)}$$

α_{cc} - współczynnik stosowany w celu uwzględnienia efektów długotrwałych oraz niekorzystnych wpływów, wynikających ze sposobu przyłożenia obciążenia wartością zalecaną jest 1,0

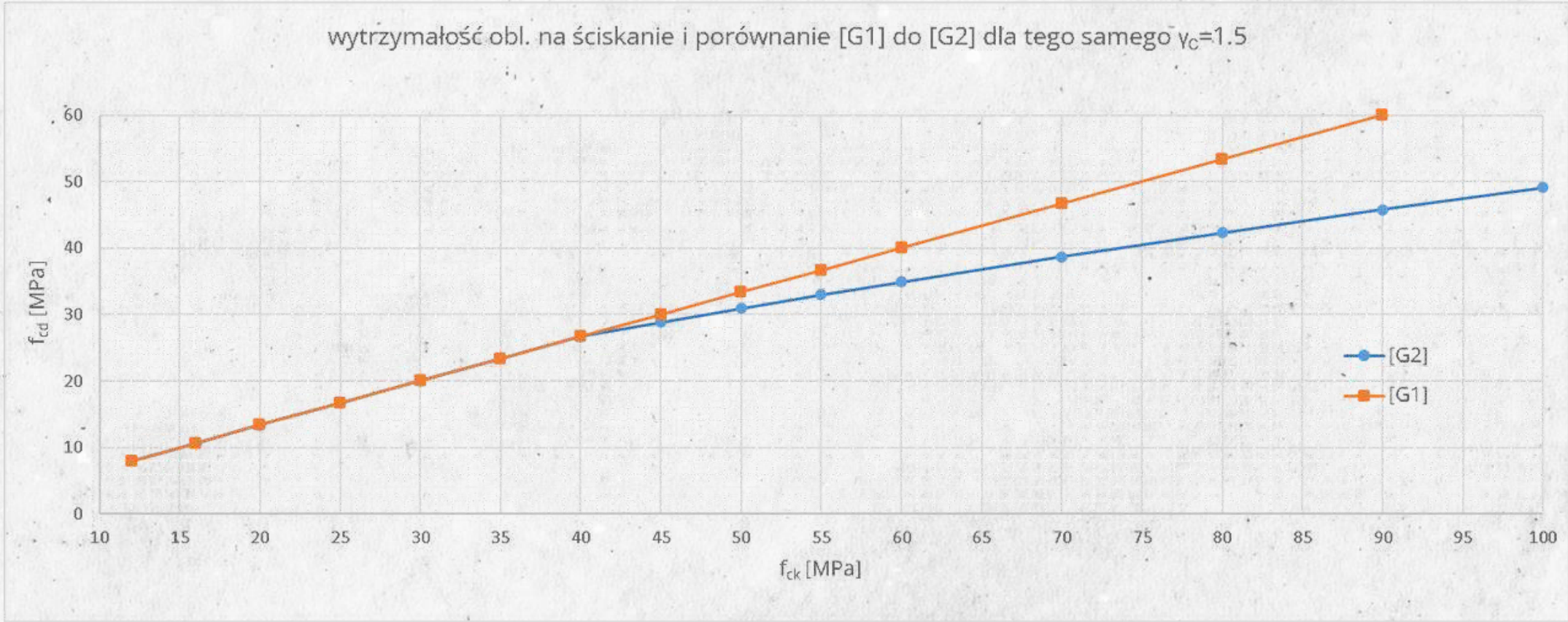
PODSUMOWANIE W TABELI >

Podsumowanie zmian

Beton - wytrzymałość obl. na ściskanie i porównanie [G1] do [G2]

Opracowanie własne

Klasa wytrzymałości betonu															
f	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	C100/115
f _{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100
γ _c (-)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
f _{ck,ref} (MPa)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
η _{cc} (-)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.93	0.90	0.87	0.83	0.79	0.76	0.74
k _{tc} (-)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
f _{cd} (MPa)	8.00	10.67	13.33	16.67	20.00	23.33	26.67	28.84	30.94	32.97	34.94	38.73	42.33	45.79	49.12
[G2] do [G1] γ _c =1.4 [G1] γ _c =1.5 [G2]	-6.7%	-6.7%	-6.7%	-6.7%	-6.7%	-6.7%	-6.7%	-10.3%	-13.4%	-16.1%	-18.5%	-22.5%	-25.9%	-28.8%	-
[G2] do [G1] γ _c =1.5 [G1][G2]	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-3.9%	-7.2%	-10.1%	-12.6%	-17.0%	-20.6%	-23.7%	-



Obliczeniowa wytrzymałość na rozciąganie

$$f_{ctd} = k_{tt} \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_C} \quad [G2] 5.1.6 (2)$$

k_{tt} - współczynnik uwzględniający wpływ długotrwałych obciążeń i czasu działania obciążenia,

$k_{tt} = 0,80$ jeżeli czas odniesienia wynosi 28 dni dla cementów CR i CN i 56 dni dla CS

$k_{tt} = 0,70$ w innym przypadku

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_C} \quad [G1] 3.1.6 (1)$$

α_{ct} - współczynnik stosowany w celu uwzględnienia efektów długotrwałych oraz niekorzystnych wpływów, wynikających ze sposobu przyłożenia obciążenia wartością zalecaną jest 1,0

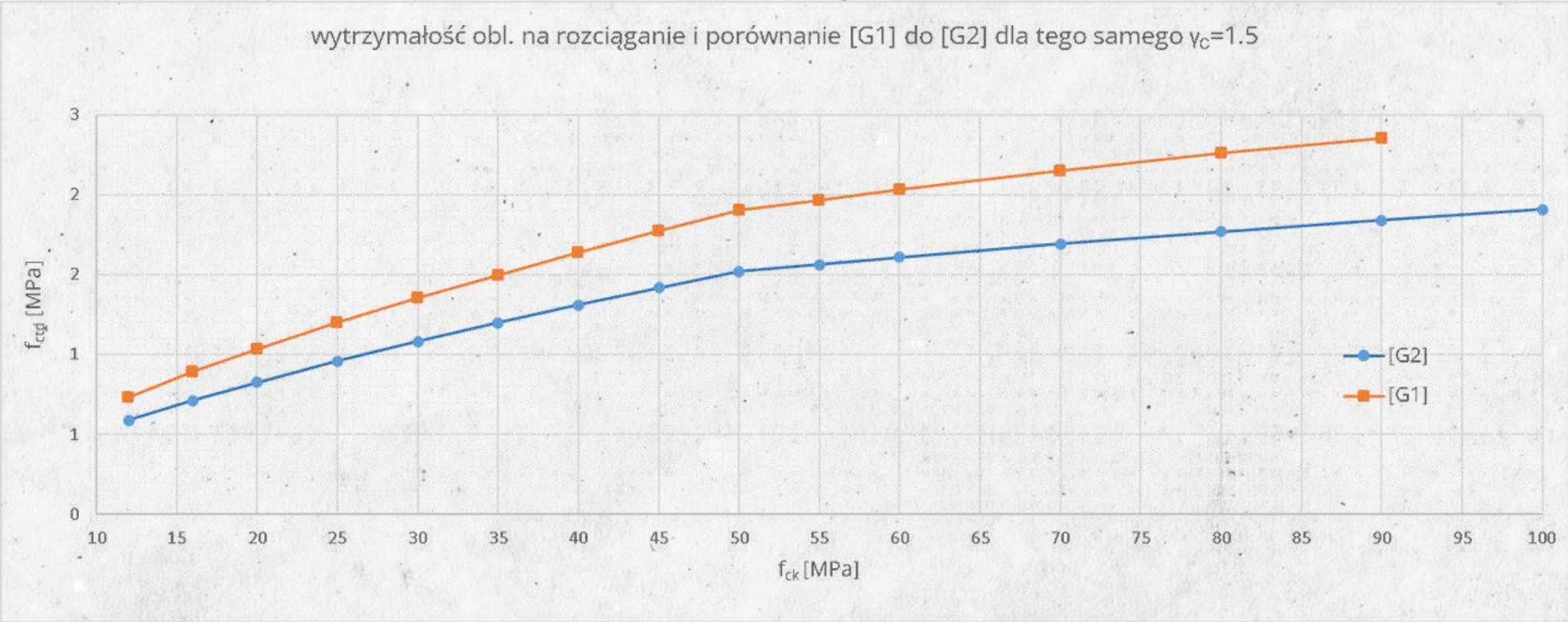
PODSUMOWANIE W TABELI >

Podsumowanie zmian

Beton - wytrzymałość obl. na rozciąganie i porównanie [G1] do [G2]

Opracowanie własne

Klasa wytrzymałości betonu															
f	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	C100/115
f _{ctk;0.05} (MPa)	1.1	1.3	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	2.9	2.9	3.0	3.2	3.3	3.5	3.6
γ _c (-)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
k _{tt} (-)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
f _{ctd} (MPa)	0.59	0.71	0.83	0.96	1.08	1.20	1.31	1.42	1.52	1.56	1.61	1.69	1.77	1.84	1.91
[G2] do [G1] γ _c =1.4 [G1] γ _c =1.5 [G2]	-25.3%	-25.3%	-25.3%	-25.3%	-25.3%	-25.3%	-25.3%	-25.3%	-25.3%	-25.9%	-26.2%	-26.6%	-26.9%	-27.0%	-
[G2] do [G1] γ _c =1.5 [G1][G2]	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.6%	-20.9%	-21.3%	-21.6%	-21.8%	-



Częściowe współczynniki bezpieczeństwa:

- Zebrano w jednym miejscu w przejrzystej tabeli
- Nowy współczynnik dla wytrzymałości betonu na ścinanie γ_v

[G2] Tab. 4.3

Sytuacje projektowe Stany graniczne	γ_s dla stali zbrojeniowej i sprężającej	γ_c i γ_{ce} dla betonu	γ_v dla ścinania i przebicia bez zbrojenia
Sytuacja stała i przejściowa	1,15	1,50 ^a +0.10*	1,40
Sytuacja zmęczeniowa	1,15	1,50 +0.10*	1,40
Sytuacja wyjątkowa	1,00	1,15 - 0.05	1,15
Stan graniczny użytkowania	1,00	1,00	—

^a $\gamma_{ce} = 1,5$ stosuje się, gdy moduł sprężystości wyznaczono zgodnie z [G2] 5.1.4 (2) - wg wzoru
 $\gamma_{ce} = 1,3$ stosuje się, gdy moduł sprężystości wyznaczono zgodnie z [G2] 5.1.4 (1) - wg badania
 $\gamma_{ce} = 1,2$ wg [G1] 5.8.6.(3)

* w porównaniu z polskim załącznikiem krajowym [G1] Tab.NA.2, gdzie $\gamma_c = 1,4$

- Współczynniki mogą zostać zredukowane zgodnie z **Załącznikiem A**

[G2] Zał. A

do wartości np: $\gamma_s = 1,03$ [G2] Tab. A.1 c)
 $\gamma_c = 1,35$ [G2] Tab. A.2 j)
 $\gamma_v = 1,28$ [G2] Tab. A.2 j)

przy spełnieniu określonych warunków

Zainteresowało? Chcesz więcej?



OBSERWUJ NA LINKEDIN

SUBSKRYBUJ YOUTUBE



Regularne analizy, porównania,
przykłady i informacje o
zmianach w **Eurokodzie 2!**

NEWSLETTER:



StruSoft

FEM-Design

Jan Wróbel

Customer Success Engineer

tel: +48 692 294 112

jan.wrobel@strusoft.com

