

Michał Knauff
Bartosz Grzeszykowski
Agnieszka Golubińska

Przykłady obliczania konstrukcji żelbetowych

zarysowanie

zeszyt 3



Stal zbrojeniowa EPSTAL

Właściwości i dane do projektowania

Gatunek stali	Średnica nominalna	Nominalna powierzchnia przekroju poprzecznego	Masa nominalna 1 m *
	[mm]	[mm ²]	[kg/m]
B500SP	8	50,27	0,40
	10	78,54	0,62
	12	113,10	0,89
	14	153,94	1,21
	16	201,06	1,58
	20	314,16	2,47
	25	490,87	3,85
	28	615,75	4,83
	32	804,25	6,31
	40	1256,64	9,86

Właściwości wytrzymałościowe - próba rozciągania			
Opis	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
Granica plastyczności	R _e	[MPa]	500 + 625
Stosunek wytrzymałości na rozciąganie do granicy plastyczności	R _m / R _e	[-]	1,15 + 1,35
Minimalne wydłużenie procentowe	A ₅	[%]	16,0
Minimalne wydłużenie procentowe całkowite przy maksymalnej sile	A _{gt}	[%]	8,0

* Masa obliczona na podstawie ciężaru objętościowego stali 7850 kg/m³

Średnica [mm]	Pole przekroju [cm ²]	Przekrój zbrojenia w cm ² /m w zależności od rozstawu prętów				
		10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
8	0,503	5,03	3,35	2,52	2,01	1,68
10	0,785	7,85	5,23	3,93	3,14	2,62
12	1,13	11,30	7,53	5,65	4,52	3,77
14	1,54	15,40	10,27	7,70	6,16	5,13
16	2,01	20,10	13,40	10,05	8,04	6,70
20	3,14	31,40	20,93	15,70	12,56	10,47
25	4,91	49,10	32,73	24,55	19,64	16,37
28	6,16	61,60	41,07	30,80	24,64	20,53
32	8,04	80,40	53,60	40,20	32,16	26,80
40	12,56	125,60	83,73	62,80	50,24	41,87

Średnica [mm]	Przekrój zbrojenia w cm ² w zależności od liczby prętów									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,52	3,02	3,52	4,02	4,53	5,03
10	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,91	9,04	10,17	11,30
14	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,86	15,40
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,09	20,10
20	3,14	6,28	9,42	12,56	15,70	18,84	21,98	25,12	28,26	31,40
25	4,91	9,82	14,73	19,64	24,55	29,46	34,37	39,28	44,19	49,10
28	6,16	12,32	18,48	24,64	30,80	36,96	43,12	49,28	55,44	61,60
32	8,04	16,08	24,12	32,16	40,20	48,24	56,28	64,32	72,36	80,40
40	12,56	25,12	37,68	50,24	62,80	75,36	87,92	100,48	113,04	125,60

www.epstal.pl

Kup książkę

Przykłady obliczania konstrukcji żelbetowych

*Autorzy czują się zobowiązani
do wyrażenia głębokiej wdzięczności
Profesorowi Tadeuszowi Urbanowi,
którego bardzo wnikliwa recenzja
przyczyniła się do usunięcia błędów
i udoskonalenia tekstu.*

Michał Knauff
Bartosz Grzeszykowski
Agnieszka Golubińska

Przykłady obliczania konstrukcji żelbetowych

zarysowanie

zeszyt 3



[Kup książkę](#)

Projekt okładki i stron tytułowych: **Przemysław Spiechowski**

Ilustracja na okładce: **Shutterstock/Ivan4es**

Wydawca: **Karol Zawadzki**

Koordinator ds. redakcji: **Renata Ziółkowska**

Redaktor: **Agnieszka Grabarczyk**

Produkcja: **Mariola Grzywacka**

Dział reklamy: **Agnieszka Borzęcka (agnieszka.borzecka@pwn.com.pl)**

Skład i łamanie: **Ewa Szelatyńska, ScanSystem.pl**

Recenzent: **dr hab. inż. Tadeusz Urban**

Książka, którą nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy, abyś przestrzegał praw, jakie im przysługują. Jej zawartość możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym. Ale nie publikuj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. A kopiując jej część, rób to jedynie na użytek osobisty.

Szanujmy cudzą własność i prawo
Więcej na www.legalnakultura.pl
Polska Izba Książki

Copyright © by Wydawnictwo Naukowe PWN SA
Warszawa 2018

ISBN 978-83-01-19633-2

Wydanie I - dodruk 1
Warszawa 2019

Wydawnictwo Naukowe PWN SA
02-460 Warszawa, ul. Gottlieba Daimlera 2
tel. 22 69 54 321, faks 22 69 54 288
infolinia 801 33 33 88
e-mail: pwn@pwn.com.pl, reklama@pwn.pl
www.pwn.pl

Druk i oprawa: **OSDW Azymut Sp. z o.o.**

[Kup książkę](#)

Spis treści

Podstawowe oznaczenia	IX
Część A. Zasady	1
1. Wstęp	3
2. Wymagania dotyczące zarysowania konstrukcji	8
2.1. Ogólna charakterystyka wymagań dotyczących zarysowania	8
2.2. Uwagi o stosowaniu norm [N1] i [N2]	9
2.3. Wymagania dotyczące budynków	12
2.4. Wymagania dotyczące zbiorników	15
3. Naprężenia w zbrojeniu i miarodajne momenty zginające	20
3.1. Zasady ścisłego obliczania naprężeń metodą klasyczną	20
3.1.1. Przekroje, w których w fazie II istnieje strefa ściskana	20
3.1.2. Przekroje rozciągane z małym mimośrodem	23
3.2. Miarodajne momenty zginające i osie przekroju	24
3.2.1. Osie elementów	24
3.2.2. Miarodajne oddziaływania i wpływ efektów drugiego rzędu	27
3.3. Uprozczone sposoby obliczania naprężeń w zbrojeniu	28
4. Zarysowanie, obliczanie szerokości rys	30
4.1. Stan graniczny zarysowania, moment rysujący i siła rysująca	30
4.1.1. Zasady podstawowe	30
4.1.2. Obliczanie momentu rysującego i siły rysującej	31
4.2. Obliczanie szerokości rys	33

5. Zasady i wzory zastosowane w arkuszach kalkulacyjnych	38
5.1. Zasady ogólne i minimalne zbrojenie	38
5.2. Otulenie c i odległość a	41
5.2.1. Założenia	41
5.2.2. Wymagane wartości c_{nom} , c_{min} i a_{fi}	41
5.3. Uzupełnienia przepisów normy i komentarze	46
5.3.1. Uwagi wstępne	46
5.3.2. Założenia zastosowane w arkuszach kalkulacyjnych	47
5.4. Podstawowe algorytmy zastosowane w arkuszach kalkulacyjnych	52
6. Elementy zginane	54
6.1. Zasady sprawdzania elementów zginanych	54
7. Elementy ściskane	58
7.1. Zasady sprawdzania elementów ściskanych	58
7.2. Niezależne od zbrojenia metody sprawdzania SG zarysowania	59
7.2.1. Tablice i wzory	59
7.2.2. Uzasadnienia tablic i wzorów	63
7.3. Sprawdzanie zarysowania w zależności od zbrojenia – elementy niesprężone	65
7.3.1. Miarodajne siły i momenty zginające w przekrojach prostokątnych	65
7.3.2. Przekroje kołowe i pierścieniowe	67
7.3.3. Obliczanie bez stosowania arkusza kalkulacyjnego	69
7.4. Elementy sprężone	71
7.4.1. Zasady ogólne	71
7.4.2. Tablice – wymagania i wzory	72
7.4.3. Opis i uzasadnienia wzorów uzupełniających arkusz kalkulacyjny nr 1	76
8. Elementy rozciągane	78
8.1. Reprezentowanie elementów rozciąganych w arkuszach kalkulacyjnych	78
8.2. Elementy rozciągane z dużym mimośrodem	80
8.3. Elementy rozciągane z małym mimośrodem	80
9. Naprężenia i zarysowania termiczno-skurczowe (TS)	81
9.1. Podstawowe zjawiska	81
9.1.1. Naprężenia wywołane odpływem ciepła hydratacji i skurczem betonu	81
9.1.2. Wpływ rozmiarów elementu na naprężenia TS	85
9.1.3. Dwa terminy krytyczne ze względu na naprężenia TS	86
9.2. Metody ograniczania zarysowania TS	87

9.3. Obliczanie naprężeń TS i szerokości wywołanych przez nie rys	88
9.3.1. Założenia	88
9.3.2. Temperatura i naprężenia własne wywoływane przez hydratację cementu	90
9.3.3. Swobodne odkształcenia termiczno-skurczowe	94
9.3.4. Ogólne zasady obliczania naprężeń wymuszonych	96
9.3.5. Obliczanie naprężeń wymuszonych w ustrojach prętowych .	97
9.3.6. Ogólne zasady obliczania szerokości rys TS	104
9.3.7. Szerokość rys TS w elementach prętowych	104
10. Minimalne zbrojenie ze względu na zarysowanie	109
10.1. Norma [N1] – doktryna i obliczanie minimalnego zbrojenia	109
10.2. Efektywna wytrzymałość $f_{ct,eff}$ i współczynnik k	113
10.3. Krytyka doktryny normy [N1]	116
10.3.1. Uzupełnienia niemieckie do normy europejskiej	116
10.3.2. Odstępstwa od doktryny w normach europejskich	118
10.3.3. Uwagi o minimach min_{cr} i min_{ULS}	123
10.4. Sprawdzanie minimalnego zbrojenia – trzy poziomy analizy	125
10.5. Podsumowanie	133
11. Opis arkuszy kalkulacyjnych	136
11.1. Zastosowania arkuszy	136
11.2. Ogólne zasady dotyczące arkuszy nr 1, 2 i 3	137
11.3. Uwagi szczegółowe dotyczące arkusza nr 1	141
11.4. Uwagi szczegółowe dotyczące arkusza nr 2	142
11.5. Uwagi szczegółowe dotyczące arkusza nr 3	143
11.6. Opis arkusza nr 4	144
Część B. Przykłady	151
Przykład 1. Miarodajne momenty zginające i osie przekroju	153
Przykład 2. Zastosowanie arkuszy kalkulacyjnych do obliczania naprężeń w betonie i w zbrojeniu	155
Przykład 3. Wyznaczanie wartości c i a według zasad w p. 5.2 Części A	156
Przykład 4. Szerokość rys i minimalne zbrojenie w teowej belce dwuprzęsłowej	158
Przykład 5. Minimalne zbrojenie ścianek przekroju skrzynkowego i środników przekrojów teowych	167
Przykład 6. Belka ze zbrojeniem rozmieszczonym w wielu warstwach	169
Przykład 7. Płyty stropowe z zerową siłą podłużną	174

Przykład 8. Niezależne od zbrojenia sprawdzanie zarysowania w słupach	180
Przykład 9. Szerokość rys w elemencie ściskanym – przekrój prostokątny	183
Przykład 10. Szerokość rys w słupach kilkukondygnacyjnego budynku	189
Przykład 11. Metoda naprężeń liniowych – przekrój kołowy	191
Przykład 12. Szerokość rys w elemencie ściskanym – przekrój pierścieniowy	194
Przykład 13. Zginany element strunobetonowy	196
Przykład 14. Rozciąganie	204
Przykład 15. Zbrojenie ze względu na naprężenia własne	208
Przykład 16. Szerokość rys w ścianach zbiornika prostokątnego ..	215
Przykład 17. Zarysowanie płyty stropowej pod wpływem sił podłużnych wywołanych odkształceniami termiczno-skurczowymi	223
Przykład 18. Zarysowanie płyty fundamentowej pod wpływem sił podłużnych wywołanych odkształceniami termiczno-skurczowymi	234
Przykład 19. Ściana oporowa	243
Przykład 20. Ściana na fundamencie	258
Literatura	265